

Тема 4 Структура відео системи: відеокарти, стандартизація відеорежимів, відеопам'ять.

Зараз в експлуатації знаходиться безліч відеосистем, виготовлених різними фірмами і в різний час. Під **відеосистемою** ПК розумітимемо сукупність пристроїв, що виконують наступні функції:

- формування і обробку цифрового зображення;
- перетворення цифрового зображення у відеосигнали, що поступає на пристрій відображення;
- формування зображення;

Першу задачу система вирішує спільно з основним елементом комп'ютера - центральним процесором (ЦП), інші (перетворення цифрових даних у візуальні образи: цифри, малюнки, фотографії, відео сюжети) система вирішує самостійно.

Монітори

Основними елементами комп'ютерних відеосистем є **монітор** і **відеокарти**. Крім того до них відносяться графічні прискорювачі і плати для роботи з телевізійним зображенням.

Самим головним пристроєм виведення візуальної інформації в ПК є монітор (дисплей, пристрій відображення). Він може бути заснований на різних фізичних принципах: це і електронно-променеві трубки, газополум'яні матриці, рідкокристалічні індикатори і інші прилади. Найбільше розповсюдження отримали дисплеї на ЕПТ.

Використовують два основні типи монітора: монохромний і кольоровий, кожний має багато різновидів.

Як відомо, зображення на екрані ЕПТ формується шляхом послідовного промальовування рядків, утворюючих растр. Подібний метод синтезу зображення вимагає подачі на ЕПТ аналогового сигналу, зміни яскравості зображення, що описує, уздовж кожного рядка растру. З другого боку, усередині комп'ютера вся інформація (у тому числі графічна) представлена двійковими числами або цифровим кодом. Для перетворення цифрової інформації в аналогові електричні сигнали (тобто для виконання другої з названих функцій) до складу відеосистеми входить спеціальний погоджувальний пристрій. Цей пристрій називають **відеоадаптером** (відеокартою, відеоплатою). Він виконує роль інтерфейсу між комп'ютером і пристроєм відображення (монітором). Відеоадаптер у свою чергу складається з контролера монітора і відеопам'яті (інша назва відеобуфер).

Відеокарти

Ядром відеокарти є спеціалізований мікропроцесор, що виконує всі необхідні функції. Від нього залежать такі технічні характеристики, як продуктивність (або швидкодія), гранично допустимий об'єм пам'яті, конкретні особливості програмування. Крім того, на будь-якій відеокарті розташована оперативна пам'ять (RAM), призначена для зберігання цифрового образу, зображення яке виводиться на екран. Нарешті, на відеокарті знаходиться постійна пам'ять (ROM), що містить фрагмент базової системи введення-виведення (BIOS).

В сучасних відеокартах використовується різна елементарна база, тому вони істотно розрізняються по своїм технічним характеристикам. Але при використуванні функцій BIOS всі вони без виключення сумісні на програмному рівні з відео режимами VGA IBM і VESA. Сказане розповсюджується не тільки на звичайні відеокарти, але і на акселератори.

Стандартизація відео режимів

Поняття "відеорежим" є узагальненою характеристикою поточного стану відеоконтроллера. Основна функція відеоконтроллера полягає у відображенні вмісту відеопам'яті на екран монітора.

Виконання цієї функції залежить від безлічі величин, що зберігаються у внутрішніх регістрах відеоконтролера. Значення цих величин визначаються при установці відеорежиму. (Нас цікавлять ті з них, які не тільки впливають на роботу відеокарти, але і повинні враховуватися в прикладних задачах).

Характеристики відеорежимів.

Відеорежими діляться на текстові і графічні. Залежно від типу режиму прикладна задача записує у відеопам'ять або коди символів в стандарті ASCII або коди окремих точок графічного об'єкту. При роботі в графічних режимах відеоконтроллер просто виводить на екран точки, коди яких зберігаються у відеопам'яті. При роботі в текстових режимах він, по кодах символів, вибирає їх зображення із спеціальних таблиць, а потім виводить точки зображень на екран.

Іншою важливою характеристикою є *розрішаюча здатність*. Залежно від типу відеорежиму вона вимірюється кількістю символів або точок, які можна розмістити по горизонталі і вертикалі в межах робочої області екрану. Кількість точок є основною, а кількість символів - довільною одиницею, оскільки воноб залежить від першої величини і розмірів комірок (знакомісця), відведених для розміщення одного символу.

Крапки, розташовані по горизонталі, утворюють *рядок*, а по вертикалі - *стовпець*. Кількість точок в рядку і у стовпці не може бути довільною, вона завжди кратна восьми. Максимально можлива кількість точок в рядку залежить від розрішаючої здатності монітора і його геометричних розмірів. У сучасних моніторів мінімальна відстань між центрами суміжних точок складає від 0,28 до 0,26 мм. При розмірі екрану 14 дюймів по діагоналі кількість в рядку не перевищує 1024, у 15-і дюймових моніторів воно досягає значення 1280. Можливість роботи в режимах з високим дозволом залежить ще і від відеокарти (нижче).

Відстань між сусідніми точками, розташованими по горизонталі і вертикалі, підбирається однаковим, для того, щоб зображення квадрата на екрані виглядало як квадрат, а не як прямокутник. Звичайно, кількість точок по горизонталі більше, ніж по вертикалі, але існують монітори і з вертикальною орієнтацією сторінки, підбирається однаковим, для того, щоб зображення квадрата на екрані виглядало як квадрат, а не як прямокутник. Звичайно, кількість точок по горизонталі більше, ніж по вертикалі, але існують монітори і з вертикальною орієнтацією сторінки.

Важливою характеристикою відеорежимів є кількість кольорів, яку можна одночасно відобразити на екрані. У всіх графічних режимах колір отримують в результаті поєднання в одній точці екрану трьох базових кольорів (червоного, зеленого і синього) різної інтенсивності. Залежно від відеорежиму коди базових кольорів розташовуються або в спеціальних регістрах відеокарти, або у відеопам'яті, тобто безпосередньо в коді точки. Першу категорію режимів прийнято називати *packed pixel graphics* (упакована точкова графіка), а другу *direct color* (безпосередній колір). Друга категорія ділиться на режими *Hi-Color i True Color*. У будь-якому випадку від відеорежиму залежить розмір коду точки і розміри кодів базових кольорів.

Типи відеоадаптерів

Графічні адаптери PC пройшли шлях розвитку від MDA до SVGA і вище.

1. **MDA** – (1981г.) монохромний адаптер, вживаний в перших ПК. Режим тільки текстовий (в режимі 80*25), інтерфейс монітора – TTL-монохромний, 4 кольори реалізуються атрибутами знакоми́сця: звичайний, підсвічуваний, підкреслений, інверсний.
2. **HGC** (Hercules Graphic Coutroles) – графічне розширення MDA, забезпечує режим 720*350 з двома бітами на піксель.

3. **CGA** (Colore Graphic Adapter, 1982) – кольоровий графічний адаптер (від 4 до 16 кольорів). Режими – текстовий і графічний, а також підтримує відеорежими MDA і CGA. Інтерфейс RGB TTL і композитні параметри синхронізації в CGA – режими співпадають з телевізійними.

Монітор CGA був цифровим, тобто на модулятори ЕПТ подавалися двійкові сигнали. ЕПТ цього монітора мала 3 електронні гармати, на модулятори яких подавалися двійкові сигнали RGB, а також додатковий загальний модулятор, на який подавався двійковий сигнал яскравості.

Спосіб формування кольору, реалізованого в CGA називається **IRGB**.

Таблиця 1.1 Кодування кольорів по схемі IRGB.

Номер Кольо ру	Колір	Спосіб отримування	Значення відеосистеми			
			I	R	G	B
0	Чорний	–	0	0	0	0
1	Синій	B	0	0	0	1
2	Зелений	G	0	0	1	0
3	Голубий	G+B	0	0	1	1
4	Червоний	R	0	1	0	0
5	Вишневий	R+B	0	1	0	0
6	Коричневий	R+G	0	1	1	0
7	Білий	R+G+B	0	1	1	1
8	Сірий	I	1	0	0	0
9	Яскраво-синій	I+B	1	0	0	1
10	Яскраво-зелений	I+G	1	0	1	0
11	Яскраво-голубий	I+B	1	0	0	1
12	Яскраво-					
13	червоний	I+R	1	1	0	0
14	Яскраво –вишнев.	I+R+B	1	1	0	1
15	Жовтий	I+R+G	1	1	1	0
	Яскраво-білий	I+R+G+B	1	1	1	1

4. **EGA** (Enhanced Graphics Adapter, 1984-85г.) – поліпшений розширений графічний адаптер. Режими – текстовий і графічний. Окрім власних відеорежимів підтримує відеорежими MDA і CGA. Більш високий дозвіл по вертикалі і більша кількість кольорів, що відображаються. Максимальний дозвіл 640*350. EGA мав таку відмінність – завантажувати шрифти.
5. **PGA** (Professional Graphic Adapter) – професіональний графічний адаптер з процесором тривимірної графіки. З'явився в 1984г. і не прижився через високу ціну.
6. **MCGA** (Multi Color Graphics Array, 1986г.) – блок відеосистеми на системній платі PS/2. Підтримує режими CGA та інші. Інтерфейс аналоговий.
7. **VGA** (Video Graphics Array, 1987-88г.) – з'явився як блок відеосистеми на системній платі PS/2, потім VGA стали випускати у вигляді самостійної плати, встановленої в 16-розрядний слот шини ISA. До складу відеоадаптера VGA була включена самостійна мікросхема – RAMDAC – цифро-аналоговий перетворювач – ЦАП-даних що, зберігається в ОЗУ. RAMDAC призначений для перетворення двійкових чисел, розміщених в комірках відеопам'яті, в три безперервні RGB-сигнали, рівень яких пропорційний яскравості кожного з трьох основних кольорів. Якщо для кодування кольору пікселя використовувати n двійкових розрядів, то RAMDAC зможе сформувати 2^n різних комбінацій з трьох напруг на виході відеоадаптера. Кожна з цих комбінацій відповідає певному відтінку кольору. Збільшуючи n, можна отримати будь-яку кількість колірних відтінків на екрані монітора.

Неважко здогадатися, що основним чинником, що обмежує максимальне розрішення і кількість кольорних відтінків, є об'єм відеопам'яті.

Режими – текстовий і графічний. Підтримує відеорежими MDA, CGA, EGA і додаткові (640*480) без істотної зміни частот синхронізації. Інтерфейс RGB аналоговий. Буває додатковий роз'єм TTL RGB. В інтерфейсі є сигнали ідентифікації типу монітора. Забезпечує 256 кольорів на екрані з палітри в 262144 кольорів або 64 градації сірого. Адаптери різних виробників можуть розрізнятися на адаптерному рівні, сумісність забезпечується на рівні BIOS.

Поява відеосистеми VGA явилася якісним стрибком в розвитку відеосистеми ПК. Принцип дії, встановлений в її основу (управлінням монітором аналоговим RGB-сигналом) забезпечив значне зближення ПК з телевізійною і відеоапаратурою, прискоривши настання ери мультимедіа. Проте можливості стандартного відеоадаптера VGA виявилися обмеженими і дуже скоро він перестав задовольняти вимоги, запропоновані мультимедійними додатками до відеосистеми ПК. Найсерйознішими недоліками стандартного VGA є такі:

- обмежена палітра і низький дозвіл екрану;
 - низька швидкодія відеосистеми;
 - недопустиме високе завантаження центрального процесора задачами формування зображення, відволікаючи його від рішення інших задач.
- Вимагалось радикально підвищити швидкодію роботи відеоадаптера. Причини низької швидкодії наступні:
- a) пасивність відеоадаптера VGA при формуванні і модифікації кадрового буфера, що приводить до необхідності залучення центрального процесора для реалізації практично всіх графічних функцій;
 - b) обмежена швидкодія ЦП, який паралельно виконуючи інші задачі, не встигав своєчасно оновлювати кадровий буфер відеоадаптера;
 - c) недостатня швидкодія відеопам'яті (великий час доступу, відсутність можливості одночасного зчитування і запису даних, складна логічна організація відеопам'яті, що утрудняє доступ до неї центрального процесора);
 - d) низька пропускна спроможність внутрішньої шини даних відеоадаптера;
 - e) недостатня пропускна спроможність шини введення-виведення ПК, по якій здійснюється пересилка даних з ОЗУ у відеопам'ять;
 - f) недостатня швидкодія RAMDAC;
 - g) відсутність апаратної підтримки додаткових функцій, що використовуються в мультимедійних додатках.

Прагнучи усунути недоліки стандартного відеоадаптера VGA, багато чисельні фірми-виробники прийняли самостійно удосконалювати початкову архітектуру відеоадаптера, розроблену фірмою IBM. В результаті з'явилася безліч моделей, заснованих на різних технологічних рішеннях, але ті, які відносяться до одного нового типу відеоадаптерів – SVGA.

8. **SVGA** (Super VGA, 1990-91г.) – група відеоадаптерів, перевершуючих VGA по дозволу і кількості кольорів. Найпростіший спосіб вдосконалення відеоадаптера – збільшення об'єму відеопам'яті на його платі. Одночасно з цим довелося використовувати нові методи її адресації, оскільки кількість пікселів на екрані перевищила розмір адресного простору (128к), що відводиться для звернення до відеопам'яті (в 256-кольоровому режимі кожному пікселю на екрані відповідає одна 8-ми розрядна комірка відеопам'яті).

Стали використовувати механізм перемикування банків пам'яті подібно тому, як це реалізовано в методі кольорних площин, проте тепер в кожному банку може зберігатися як бітова площа (в 16-кольорових режимах), так і частина кадрового буфера у форматі PDF (в 256 кольорових режимах). Збільшення об'єму пам'яті дозволило підвищити дозвіл,

але не привело до поліпшення кольоровості зображення (розмір поточної палітри як і раніше залишався граничним 256 відтінками кольорів).

Важливим кроком по шляху поліпшення кольоровості зображення став випуск нового RAMDAC, який відрізняється від RAMDAC відеоадаптера VGA:

- 1) Новий регістр дозволяє завантажувати у вихідний регістр ЦАП дані безпосередньо з відеопам'яті, минувши регістри кольору ЦАП. Пряме кодування кольору пікселя дозволило використовувати більше 8 біт на піксель, внаслідок чого було усунено властиве VGA обмеження на кількість (256) одночасно відтворених відтінків кольорів. З'явилися нові відеорежими Hi-Color, в яких кодування відтінку кольору пікселя здійснювалося 15-и або 16-и розрядами, при цьому забезпечувалося відображення 32768 і 65536 відтінків кольорів відповідно.
- 2) В новому RAMDAC використовувався 24-розрядний ЦАП замість 18-розрядного (у відеоадаптері VGA). Завдяки цьому став доступним режим максимально-правдоподібного відтворення кольору, що отримав назву **True Color**. Кількість відтворених в даному режимі відтінків кольорів склала $2^{24} = 16777216$. На базі такого RAMDAC стали випускатися відеоадаптери обладнані відеопам'ятю місткістю 1Мбайт і більш.

Разом з об'ємом відеопам'яті підвищилася розрядність її комірок (16 біт і більш), а також розрядність і пропускна спроможність внутрішньої шини даних відеоадаптера. Замість розбиття відеопам'яті на банки стала застосовуватися нова схема лінійної адресації, але вже в межах всієї відеопам'яті, а не одного банку, як в VGA.

У відеосистемі SVGA стали використовуватися нові високошвидкісні шини введення-виведення, пропускна спроможність яких багато разів перевищує пропускну спроможність шини ISA (до них відносяться локальна шина VLB і PCI, що з'єднує периферійні пристрої). Тут були розроблені нові типи динамічної пам'яті.

9. **IBM 8514/A display adapter** – адаптер для шини MCA PC/2. Перевершує SVGA по дозволу, має апаратну підтримку багатьох функцій. Всі переваги реалізуються тільки з монітором IBM 85. Щоб розвантажити ЦП ряд задач по побудові зображень (заповнення кадрового буфера) вирішили покласти на спеціалізований набір мікросхем відеоадаптера, що отримав назву графічного прискорювача (акселератора). В результаті швидкість роботи системи підвищилася. Акселератор на апаратному рівні повинен виконувати ряд функцій по побудові зображення, які до нього ЦП був вимушений виконувати програмним шляхом (значно повільніше). Якщо акселератор допускав гнучке програмування своїх функцій, його називали **графічний співпроцесор**.

10. **XGA** (eXtended Graphics Array, 1992г.) і **XGA-2** – високопродуктивні 32-бітові Bus-Master (які керують доступом до пам'яті) адаптери для шини MCA 486+ машин. Більш могутній графічний співпроцесор, який забезпечує апаратне прискорення графічних функцій відеоадаптера, тобто виконання цих функцій без участі ЦП. Спеціально для задач 3-х мірної графіки була створена швидкісна локальна шина AGP. Використовують двопортову відеопам'ять. Параметри інтерфейсу аналогічні VGA. Добре поєднуються з монітором IBM 85.

Останнім часом стала дуже популярною комп'ютерна обробка зображень. Почався черговий бум мультимедіа, пов'язаний з цифровою обробкою відеосигналу на ПК. Відеосистема мультимедійного ПК стала доповнюватися новими компонентами, що дозволяють значно розширити її функціональні можливості. З'явилися плати захоплення (оцифровки) статичних зображень, а також пристрої введення-виведення відеосигналу. Ці пристрої дозволяють одержувати цифрові зображення, використовуючи як джерело аналоговий сигнал відеокамери, відеомагнітофона або телевізора. Комп'ютери стали оснащуватися телевізійними тюнерами, виконаними у вигляді окремих або вбудованих у відеоадаптер карт розширення. Успіхи в технології стиснення зображення дозволили створити зручні і компактні носії цифрової відеоінформації – компакт-диск диски (найбільш поширені диски форматів Video CD і CD-1, росте популярність DVD-дисків).

Для поєднання технології цифрової обробки відео сигналу з можливостями сеті Internet були потрібно пристрої, виконуючі функції аналого-цифрового перетворення, компресію і декомпресію цифрового відеосигналу, перетворення сигналу з однієї колірної моделі в іншу. Спочатку ці задачі розв'язувалися окремими пристроями, підключеними до шини введення-виведення. Зараз більшість з цих задач розв'язується відеоадаптером, до складу якого входять необхідні елементи. В результаті відеоадаптер мультимедійного ПК перетворився на вельми могутній графічний процесор.

До справжнього моменту йшлося про традиційну двовимірну, або 2D графіці. Будь-яке зображення виглядало плоским. Його характеристиками являлось тільки дозвіл і кількість колірних відтінків. Проте, реальність повинна бути 3-х мірної. 3-х мірні зображення – остання тенденція розвитку відеосистеми ПК. Такий перехід (до 3-х мірній графіці) змінив властивості і характеристики відеосистеми. З'явилися прискорювачі 3-х мірних зображень, і плоскпанельні жидкокристалеві монітори (ЖК), мультимедійні проектори для ПК на основі ЖК- екранів, пристрої формування 3-х мірних зображень (3-х мірні окуляри, шоломи віртуальної реальності і ін.).

Відеопам'ять

Відеопам'ять – це спеціалізоване ОЗУ, розміщене на платі відеоадаптера і призначене для зберігання цифрового образу сформованого зображення.

Вміст відеопам'яті є цифровим образом того зображення, яке в даний момент відображається на екрані монітора. Для комірок відеопам'яті зарезервована також частина загального адресного простору ПК, тому ЦП, використовуючи шину введення-виведення, може безпосередньо записувати в них необхідну інформацію.

Відеоконтроллер безперервно виводить вміст частини відеопам'яті на екран монітора, причому, розмір цієї частини залежить від встановленого відеорежиму. Відеопам'ять відеоадаптерів, в яких для побудови зображення використовується не тільки своя власна, але і системна пам'ять ПК (наприклад відеоадаптери з інтерфейсом AGP) часто називають локальною, підкреслюючи місце її фізичного розміщення.

Головне призначення відеопам'яті – збереження „малюнку“, який сформований на екрані. Для того, щоб такий малюнок безперервно відображався на екрані дисплея, відеоадаптер повторює його з частотою 50-70 разів за секунду.

Пам'ять, необхідна для збереження всього екрану, називається **відеосторінкою**. Вся відеопам'ять складається з декількох відеосторінок. Одна з них поточна, якраз її інформація видна на екрані. В той час дозволяється формувати зображення на невидимих відеосторінках, а потім одну з них робити видимою. Це використовують для створення відеоефектів.

Розрізняють декілька моделей відеопам'яті, які залежать від груп відеорежимів:

- 16-и кольорові режими (EGA);
- packed pixel graphics (256 кольорів);
- HI-Color (direct color 32k або 64k кольорів);
- True Color (direct color 16М кольорів);

Три з чотирьох моделей допускають безпосередню роботу з відеопам'ятю, тобто запис і читання вмісту її байтів і слів за допомогою звичайних команд асемблера. Виключенням є режими EGA, в цьому випадку для читання або запису необхідна робота з внутрішніми регістрами відеокарти. В даний час вони застаріли.

Режими packed pixel graphics відрізняються від режимів VGA IBM тим, що введена сегментація відеопам'яті, весь простір якої ділиться на вікна по 64k байт. Своєчасне перемикання вікон дозволяє працювати з великим простором відеопам'яті, який потрібен для підтримки відеорежимів з високим дозволом.

В режимах direct color базові кольори розташовані безпосередньо в коді точки, який може містити 2,3,4 байти. В цих режимах збільшується розмір коду точки, а отже, і простір відеопам'яті, необхідний для зберігання вмісту робочої області екрану. В режимах True Color код базового кольору збільшився на 3 розряди, відповідно кількість градацій базових

кольорів збільшилася в 8 разів, а загальна кількість колірних відтінків в 256 разів. Тому, передача кольору в режимах True Color істотно поліпшується в порівнянні з режимом HI-Color, проте HI-Color в 2 рази скорочує необхідний об'єм відеопам'яті і в скільки ж разів або більше прискорює маніпуляції з графічними об'єктами.

Важливою характеристикою відеопам'яті є розрядність її комірок, яка визначає розрядність внутрішньої шини даних відеоадаптера. У відеоадаптері VGA використовувалася 8-розрядна шина, в SVGA спочатку 16-и, а потім 32-розрядна шина. В сучасних відеоадаптерах використовується 64-або 128-розрядна шина, а найдосконаліші моделі відеоадаптерів мають 256-розрядну шину даних.

Відеорежими дисплея

Всі відеорежими дисплея підрозділяються на *текстові* і *графічні*. В текстових режимах буфер дисплея містить коди символів, що інтерпретуються знакогенератором, а також байти атрибутів, що визначають колір і інші характеристики зображень знаків (мерехтіння, інтенсивність, іноді підкреслення). В текстових режимах екран розглядається як 25 рядків тексту по 40 або 80 знаків в рядку.

В графічному режимі можливий доступ до окремих точок (точніше елементів зображення) екрану. Буфер дисплея містить атрибут кожного елемента зображення. Виведення текстової інформації в графічних режимах підтримується спеціальними модулями BIOS.

Текстові режими

Текстові режими розрізняють по дозволу (числу символів, що відображаються, по горизонталі і вертикалі) і кольоровій палітрі (можливий монохромний або 16-кольоровий режим).

Для розміщення символів на екрані використовуються звичайні матриці (8*8 пікселів), які називаються *знакомісце*. Вони розміщуються одна за одною в рядку і рядок за рядком на екрані. Розмір матриці залежить від типу відеоадаптера і поточного відеорежиму. Чим більше точок використовується для відображення символу, тим вище якість зображення і краще читаність тексту. Найбільш часто використовується режим, при якому на екрані формується 25 рядків по 80 символів. Деякі дисплеї мають знакомісце у вигляді матриць (8*14), (8*16), (9*16), (9*14), а екран з характеристиками (40*25), (80*43) (80*50).

Дисплей має спеціальний постійний пристрій, в якому зберігається таблиця знакогенератора, що запам'ятовує. Вона містить 256 матриць для управління відеозображеннями конкретного символу. Кожному знакомісцю на екрані відповідні два сусідні байти відеопам'яті: байт за парною адресою зберігає код символу (точніше його номер з таблиці знакогенератора), а наступний за ним байт кодує колір символу, колір фону символу, мерехтіння і яскравість символу. Цей байт називається байтом атрибута.

Кожний двійковий розряд в байті атрибута має своє призначення:

Розряди, позначені буквами R, G, B пов'язані з одним з 3-х основних кольорів: червоним (R), зеленим (G), синім (B). З'єднання цих кольорів дає 8 можливих варіантів 000, 001...111. Якщо всі розряди нульові, це відповідає чорному кольору, якщо всі одиниці – колір білий. Інші комбінації дадуть проміжні кольори.

Якщо розряд з номером 3 (позначений буквою Я) має значення 1, символ буде виводиться підвищеної яскравості, якщо 0, то звичайної. Це впливає на колір символу.

Оскільки для опису атрибута символів використовують всього 4 розряди, в текстовому режимі одночасно може бути відображено не більше $2^4=16$ кольорів.

Якщо на екрані є N*M знакомісць, то об'єм відеопам'яті, необхідний для збереження зображення, складе (N*M*2) байт. Цю область відеопам'яті називають *відеосторінкою* (відеосторінка є аналогом кадрового буфера в графічному режимі, але має значно менший об'єм).

Для збереження всього екрану в самому розповсюдженному режимі (80*25) потрібно (80*25*2=4 000) байт. Загальний об'єм відеопам'яті значно більший, це дає можливість зберігати декілька екранів, кожний на своїй відеосторінці (нумерація починається з 0).

Відеосторінка, вміст якої в даний момент виводиться на екран, називається активною. Для оновлення екрану достатньо перемкнути активну сторінку – зміна зображення відбудеться практично миттєво.

До відеосторінки можливо звернутися за допомогою її номера або адреси. Взагалі, в ПК під відеопам'ять зарезервовані адреси сегментів від \$A000 до \$DFFF. Більшість адаптерів в кольоровому режимі має початкову адресу \$B000.

Робота відеоадаптера в текстовому режимі має свої особливості:

- на екрані монітора не можна створювати довільне зображення – воно може складатися тільки з обмеженого набору символів, зображення яких визначається шрифтом знакогенератора, що використовується;
- оскільки зображення символу відоме, немає необхідності зберігати його в кадровому буфері цілком – достатньо помістити туди лише номер символу;
- мінімальним елементом екрану, що адресується, є не піксель (як в графічному режимі), а знакомісце, тому в текстовому режимі не можна змінювати значення кожного окремого пікселя.

Текстовий режим призначений для відображення текстової інформації. Кількість символів обмежена (256). Можливості відеосистеми невеликі. Це літери 2-х алфавітів, цифри, набір символів псевдографіки (відрізки різних ліній), а також обмежений набір спеціальних управляючих символів. Символи нумеруються від 0 до 255. Номер кожного символу є 8-м розрядним двійковим числом (1 байт) і звичайно записується не в двійковій системі – 01010011, а в 16-й 53h, де h означає в 16-й системі лічби.

З 256 символів перші 128 (з номерами 0-127) завжди є літерами англійського алфавіту, цифрами і спеціальними управляючими символами. Друга половина символів (128-255) відводиться під літери національного алфавіту і є унікальною для кожної країни. Сукупність всіх символів для конкретної країни називається **кодовою сторінкою**.

Сучасні адаптери мають по 8 відео сторінок (EGA, VGA). Адаптер CGA – 4 сторінки. Кожна з відеосторінок має свою початкову адресу.

0 - \$B000, 1 - \$B900, 2 - \$BA00, 3 - \$BB00
4 - \$IC00, 5 - \$BP00, 6 - \$BE00, 7 - \$BF00

Для роботи відеоадаптера в текстовому режимі потрібно значно менше ресурсів, ніж в графічному, а саме:

- для кадрового буфера необхідний невеликий об'єм відеопам'яті;
- різко знижується завантаження центрального процесора і шини введення-виведення за рахунок значного скорочення об'єму даних, які пересилаються;
- швидке оновлення екрану здійснюється шляхом зміни номера активної відеосторінки;

Низькі витрати ресурсів ПК на реалізацію текстового режиму були істотною перевагою в той період, коли загальна продуктивність ПК була невисока. Оболонка Norton Commander для MS DOS теж працювала в текстовому режимі. Операційне середовище Windows працювало на ПК перших поколінь дуже поволі, оскільки ЦП був зайнятий рішенням задачі створення графічного інтерфейсу користувача.

В даний час продуктивність ЦП і відеоадаптера, а також пропускна спроможність шини введення-виведення ПК настільки зросли, що робота в графічному режимі практично не позначається на швидкодії комп'ютера. В результаті текстовий режим роботи відеоадаптера став для мультимедійного ПК допоміжним, а графічний, володіючи набагато більшими можливостями - основним. В сучасних ПК відеосистема працює в текстовому режимі лише на стадії ініціалізації і завантаження операційної системи, а також в режимі емуляції MS DOS (в Windows 95/98).

Графічний режим

Графічний режим є основним режимом роботи відеосистеми мультимедійного ПК. В цьому режимі на екран монітора може бути виведено довільне зображення: текст, малюнок, фотографія, анімація або відеосюжет. Зокрема, в такому режимі працює відеосистема ПК під

управлінням операційної системи Windows. Проте, для ефективної роботи в графічному режимі потрібен значний об'єм відеопам'яті і високопродуктивний комп'ютер, тому графічний режим з'явився пізніше текстового і став основним тільки з появою ПК на основі ЦП Intel 80386 і 8048

В графічному режимі вміст кожної комірки кадрового буфера (матриці $N \times M$ і розрядних чисел) є кодом кольору відповідного пікселя екрану. Дозвіл екрану при цьому рівно $N \times M$. Елементом екрану, що адресується, є мінімальний елемент зображення – пікселя. Припустимо, на екрані монітора – монохромне зображення шахового поля розміром $N \times M$ кліток, причому кожна клітка є один піксель зображення. Вміст кадрового буфера, що відповідає такому зображенню, буде матрицею $N \times M$ однорозрядних двійкових чисел. Комірка, яка відповідає світлому пікселю екрану, міститиме 1, а чорному – 0. В процесі зчитування вмісту комірок відеопам'яті відеоадаптер сформує дворівневий (двійковий) відеосигнал.

Якщо зображення кольорове, то для кодування кольору кожного пікселя, відводиться не один, а n двійкових розрядів. Іноді число n називають *глибиною кольору*. При цьому кількість кольорів, що одночасно відображаються, дорівнює 2^n , а розмір кадрового буфера, необхідний для зберігання кольорового зображення з дозволом $N \times M$ і глибиною кольору n складе $N \times M \times n$ біт. В цьому випадку, для зберігання зображення з дозволом 800×600 і глибиною кольору 24 біт ($224 = 16,7$ млн. кольорів) необхідно $800 \times 600 \times 24 = 11.520000$ біт = 1.37 Мбайт пам'яті. Це значить, що відеоадаптер повинен мати, як мінімум 2Мбайта відеопам'яті. Саме об'єм відеопам'яті визначає розмір колірної палітри зображення. Для графічних режимів основною ознакою класифікації є кількість кольорів, що одночасно відображаються, і, відповідно, кількість двійкових розрядів, необхідних для зберігання однієї точки зображення. Розрізняють наступні типи графічних режимів:

- монохромний (1-бітове кодування кольору точки);
- 4 - кольоровий CGA (2- бітове кодування);
- 16 - кольоровий EGA/VGA (4 - бітове кодування);
- 256 - кольоровий SVGA (8- бітове кодування);
- Hi-Color (16 - бітове кодування);
- True Color (24 - бітове або 32 бітове кодування);

Принципи роботи з відеопам'ятю для кожного з основних типів відеорежимів дуже відрізняються один від одного і в сучасних відеоконтролерах використовуються для кожного з цих типів окремий апаратний блок. Зараз старі режими (від монохромного до 16 кольорового) вийшли з вживання: виведення інформації в них здійснюється дуже поволі (невдало реалізований механізм з пам'яттю). Ми будемо розглядати тільки текстовий 16 кольоровий режим і сучасний графічний.