

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДАНИЛА ГАЛИЦЬКОГО
Кафедра організації і управління охороною здоров'я
факультету післядипломної освіти

**Інформаційне забезпечення управління
в охороні здоров'я**

Частина друга: Апаратне забезпечення інформаційних
технологій

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для організаторів охорони здоров'я, керівників лікувально-
профілактичних закладів та держсанепідслужби

Методичні рекомендації підготували:

ЛЮБІНЕЦЬ О. В. - професор, д.мед.н., завідувач кафедри організації і управління охороною здоров'я

ХОДОР О. Є. – старший викладач кафедри організації і управління охороною здоров'я

САМЧУК Б. М. – асистент кафедри організації і управління охороною здоров'я

Методичні рекомендації розраховані для широкого кола слухачів як курсів спеціалізації з організації і управління охороною здоров'я, так і циклів передатестаційної підготовки і тематичного удосконалення.

Інформаційні технології стрімко впроваджуються в усі галузі медицини, зокрема в систему охорони здоров'я. Накопичено великий позитивний досвід застосування інформаційних технологій в управлінні охороною здоров'я, комп'ютерній діагностиці, в тому числі телемедицинській, у медичній освіті й науці. Інформатизація суттєво змінює довідковий бік професійної діяльності працівників системи охорони здоров'я і формуватиметься на основі забезпечення швидкого отримання та передавання потрібних фахівцям повідомлень за допомогою сучасної обчислювальної техніки.

Відповідальний за випуск:

перший проректор з науково-педагогічної роботи, д. м. н., професор, член кореспондент НАМН України М. Р. Гжегоцький

Рецензенти: завідувач кафедри медичної інформатики ФПДО Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького к. техн. н., доцент О. В. Бойко, д. м. н., професор А. Я. Базилевич з науково-педагогічної (лікувально-профілактичної) роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького

Методичні рекомендації обговорені та схвалені на засіданні кафедри організації і управління охороною здоров'я ФПДО (протокол №6 від 20.04.2015 р.) та рекомендовані до друку профільною методичною комісією факультету післядипломної освіти Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького (протокол №2 від 19.05.2015 р.)

Зміст

Історія розвитку обчислювальної техніки.....	4
Персональний комп'ютер	8
Короткий огляд	8
Системний блок (базова конфігурація).....	10
Чіпсет	12
Процесор	16
Пам'ять	20
Накопичувач на жорстких магнітних дисках	22
Системний блок (інші пристрої)	25
Відеоадаптер	25
Дисководи оптичних дисків.....	27
Стандартні пристрої вводу-виводу	29
Монітор	29
Клавіатура та маніпулятор «миша»	31
Периферійні пристрої вводу-виводу.....	35
Принтери	35
Сканери	38
Мультифункціональні пристрої.....	40
Бездротовий зв'язок	40
Рекомендована література:	42
Електронні джерела інформації:.....	42

Історія розвитку обчислювальної техніки

Стрімкий розвиток цифрової обчислювальної техніки (ОТ) та становлення науки про принципи її побудови і проектування розпочалося в 40-х роках XX сторіччя, коли технічною базою ОТ стала електронна лампа, потім електроніка, а згодом і мікроелектроніка, основою для розвитку комп'ютерів (електронних обчислювальних машин ЕОМ) – досягнення у створенні псевдоінтелектуальних пристроїв.

Протягом майже 500 років цифрова ОТ зводилася до найпростіших пристроїв для виконання арифметичних операцій над числами. Основою практично усіх винайдених за 5 століть пристроїв було зубчасте колесо, розраховане на фіксацію цифр від 0 до 9.

Перший у світі ескіз 13-розрядного десяткового підсумовуючого пристрою на основі зубчатих коліс належить Леонардо да Вінчі (Leonardo de Vince, 1452-1519). Він був зроблений у його щоденнику.

У 1623 р. через 100 з лишком років після смерті Леонардо да Вінчі німецький вчений Вільгельм Шиккард (Wilhelm Schickard, 1592-1636) запропонував своє рішення тієї ж задачі на базі 6-розрядного десяткового обчислювача з зубчатих коліс розрахованого на виконання операцій додавання, віднімання, табличне множення та ділення. Ці винаходи залишилися тільки на папері, через недостатність тогочасної технічної бази. Вони на цілі століття випередили свій час.

Першим здійсненим механічним цифровим обчислювальним пристроєм є «паскаліна» французького вченого Блеза Паскаля (Blaise Pascal, 1623-1662) – 6-и (або 8-и) розрядний пристрій на зубчатих колесах, розрахований на підсумовування та віднімання (1642 р.).

Через 30 років у 1673 р. з'явився «арифметичний прилад» Готфріда Вільгельма Лейбніца (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1716) – 12-розрядний десятковий пристрій для виконання арифметичних операцій, включаючи множення і ділення, для чого, на додаток до зубчатих

коліс використовувався східчастий валик. «Моя машина дає можливість чинити множення і ділення над величезними числами миттєво» – із гордістю писав він своєму другу.

У цифровій ОТ, що з'явилися понад два століття потому був пристрій аналогічний «арифметичному приладу» Лейбніца, зі збільшенням кількості виконуваних логічних дій, його замінив арифметикологічний, що є основним пристроєм сучасних комп'ютерів. Два генії XVII століття, установили перші віхи в історії розвитку цифрової ОТ. Заслуги Лейбніца, однак, не обмежуються створенням «арифметичного приладу». Зі студентських років до кінця життя він займався дослідженням властивостей двійкової системи числення, що стала основою архітектури комп'ютерів¹.

Через понад сто років наприкінці XVIII сторіччя у Франції були здійснені наступні важливі кроки розвитку цифрової ОТ – «програмне» за допомогою перфокарт керування ткацьким верстатом, створеним Жозефом Жакардом (Joseph Jacquard, 1752-1834) та технологія обчислень при ручному рахунку, запропонована Гаспаром де Проні (Gaspar de Prony, 1755-1838), котрий розподілив числові обчислення на три етапи: розробка чисельного методу обчислень (зведення задачі до послідовності арифметичних операцій), складання програми послідовності арифметичних дій, проведення власне обчислень шляхом арифметичних операцій над числами відповідно до складеної програми. Ці нововведення були використані Чарльзом Беббіджем (Charles Babbage, 1791-1881) англійським вченим та промисловцем, котрий здійснив якісно новий крок у розвитку засобів цифрової обчислювальної техніки – перехід від ручного до автоматичного виконання обчислень по складеній перед цим повній програмі.

¹ Лейбніц надавав двійковій системі числення містичне значення, вважав, що на її базі можна створити універсальну мову для пояснення явищ світу і використання у всіх науках, у тому числі у філософії. Зберігся зображення медалі, намальоване Лейбніцем у 1697 р., що пояснює співвідношення між двійковою і десятковою системами числення.

Бebbідж розробив проект Аналітичної машини – механічної універсальної цифрової обчислювальної машини з програмним керуванням (1830-1846 рр.), яку він хотів застосовувати для автоматизації ткацької промисловості. Машина включала окремі пристрої (як перші комп'ютери, що з'явилися аж через 100 років): арифметичний (АП), запам'ятовуючий (ЗП), керуючий та окремі пристрої вводу і виводу інформації. Її планувалось реалізувати з зубчатих коліс, система повинна була програмуватись за допомогою перфокарт, що унеможливило її реалізацію. Крім арифметичних операцій в цьому проекті була вперше передбачена команда умовного переходу, що робило цю машину першим пристроєм подібним на сучасні¹. Програми для розв'язання задач на машині Беббіджа, а також опис принципів її роботи склала Ада Августа Лавлейс – дочка Байрона (Ada Augusta Lavelace, 1816-1852). Її вважають першим програмістом світу. Були створені лише окремі вузли машини. Тільки зубчатих коліс для неї знадобилося б понад 50 000. Змусити таку махину працювати можна було тільки за допомогою парової машини, як і проектував Беббідж.

Цікаво зазначити, що у 1870 р. (за рік до смерті Беббіджа) англійський математик Джевонс сконструював (мабуть, першу у світі) «логічну машину», що дозволяла механізувати найпростіші логічні висновки (оперувала Булевою алгеброю).

Геніальну ідею Беббіджа здійснив Говард Айкен (Howard Aiken, 1900-1973), американський учений, що створив у 1944 р. перший в США релейно-механічний комп'ютер. Його основні блоки – арифметики і пам'яті були виконані на зубчатих колесах!

Якщо Беббідж випередив свій час, то Айкен, використав зубчаті колеса, використав застарілі рішення. Ще на десять років раніше, у 1934 р. німецький студент Конрад Цузе (Konrad Zuse, 1910-1995), що працював над дипломним проектом, зробив у себе вдома цифрову

¹ Хоча назва «комп'ютер» походить від англійського слова «computer», що перекладається як обчислювач, у всіх комп'ютерах передбачається розгалуження ходу програми тобто виконання різних фрагментів коду в залежності від результатів попередніх обчислень.

обчислювальну машину з програмним керуванням і з використанням – вперше у світі! – двійкової системи числення. У 1937 р. машина Z1 (Цузе 1) запрацювала! Вона була двійковою, 22-розрядною, із плаваючою комою, із пам'яттю на 64 числа і важільною!

У тому ж 1937 р., коли запрацювала перша у світі двійкова машина Z1, Джон Атанасов (John Atanasoff, 1903-1963) болгарин за походженням, що жив у США, почав розробку спеціалізованого комп'ютера вперше у світі застосувавши електронні лампи (300 ламп).

Англіїці – у 1942-1943 роках за участю Алана Тьюринга (Alan Turing, 1912-1954) створили ОМ «Colossus» з 2000 електронних ламп! Він розшифровував радіограми вермахту. Роботи Цузе і Тьюринга були секретними і не викликали резонансу. В 1946 р. з'явилася інформація про ЕОМ «ENIAC» (Electronic Numerical Integrator and Computer), створену в США Джоном Мочлі (John Mauchly, 1907-1986) та Преспером Еккертом (Presper Eckert, 1919-1995), перспективність електронної техніки стала очевидною (18 тис. електронних ламп виконували майже 3000 операцій за секунду). Вона була десятковим, пам'ять мала лише 20 слів¹. Програми зберігалися поза межами пам'яті.

Крапку в створенні перших ЕОМ поставили, майже одночасно, у 1949-1952 вчені Англії і США, які створили ЕОМ із програмою, що зберігалася у пам'яті: Моріс Уїлкс – «EDSAC» (Maurice Wilkes, 1913, Electronic Delay Storage Automate Computer) – електронний автоматичний комп'ютер на лініях затримки, 1949 р.; Ісаак Брук – M1, 1952 р.; Джон Мочлі і Преспер Еккерт, Джон фон Нойман – «EDVAC» (John von Neumann, 1903-1957, Electronic Discrete Variable Computer) – 1952 р.

У СРСР проводились роботи з створення ОТ, але розглядати їх не доцільно, це були тупикові відгалуження, які зі змінним успіхом розвивались до процесорів i8086 (приблизно через два роки після випуску i8086 був скопійований радянськими вченими). Подальші спроби розробки були припинені у зв'язку з низьким розвитком електроніки, для копіювання моделей наступних поколінь просто не було

¹ В інформатиці слово – число яким оперує машина.

достатньо дрібної елементарної бази, радянський «і8086» був майже вдвічі більшим за західного співбрата, втім розмір процесорів першого покоління не мав критичного значення, як у наступних. Остання напів-серійна копія була зроблена з процесора і286, процесори, зробити її серійною було вже неможливо. Процесор і386 (основу архітектури багатьох процесорів до сьогодні) скопіювати не змогли.

Протягом механічного, релейного і на початків електронного періоду розвитку цифрова ОТ була галуззю техніки, її наукові основи тільки дозрівали. Першими складовими майбутньої науки, які надалі використанні для створення основ теорії обчислювальних машин, стали дослідження двійкової системи числення Лейбніца (XVII сторіччя), алгебра логіки Буля (XIX сторіччя), носить його ім'я, абстрактна «машина Тьюринга», запропонована у 1936 р. для доведення можливості реалізації будь-якого алгоритму, що має рішення, також принципи фон Ноймана, що створили сучасну архітектуру комп'ютера.

На даний час наука про комп'ютери (Computer science), чи інформатика у європейському варіанті замінюється більш змістовним терміном «ІТ» (Information technologies). Причиною такої тенденції є те, що обробка інформації стала мультидисциплінарною наукою, яка стосується не лише комп'ютерів та інших електронних пристроїв.

Персональний комп'ютер

Короткий огляд

Комп'ютер – універсальна технічна система, спроможна чітко виконувати визначену послідовність операцій програми. Комп'ютери поділяються на основні категорії: робочі станції (призначені для ресурсоємних задач, створення фільмів тощо, часто замінюються кластерами – групами по кілька сотень комп'ютерів керованих сервером, які по частинах виконують завдання поділене сервером, який потім об'єднує результати їхньої роботи і видає користувачу, така технологія дешевша

виробництва робочих станцій¹ та має вищу продуктивність), сервери (комп'ютери високих потужностей обслуговують мережі та великі кількості даних) та персональні комп'ютери (ПК). Якісних відмінностей між цими категоріями немає, різниця в основному зводиться до потужності та надійності обладнання. Враховуючи стрімкий розвиток ПК, можемо сказати, що декілька років тому сучасний ПК був би робочою станцією.

Взаємодія з користувачем відбувається через багато середовищ, від алфавітно-цифрового або графічного діалогу за допомогою дисплея, клавіатури та мишки до пристроїв віртуальної реальності.

Сучасний ПК придатний для виконання надзвичайно широкого спектру завдань, ось лише деякі з них:

- Обробка економічних даних, ведення бухгалтерії (сервер потрібний тільки на великих підприємствах).
- Написання повноцінного програмного забезпечення.
- Обробка звуку та відео на «любительському» рівні.
- Обробка графіки (за умови наявності професійного монітора)
- Поліграфічні роботи, від набору до створення оригінал-макету та роздруку на плівки.
- Відображення відео та звуку високої якості.

Предметом нашого подальшого розгляду є персональний комп'ютер і тому варто коротко прослідкувати лінійку розвитку процесорів, що чи не найбільше впливають на те «чим є» ПК. Орієнтиром у даній лінійці є продукція компанії Intel, що розробила процесор для ПК, і є найбільшим виробником. Зараз є два виробники Intel та AMD, перша випускає ефективні але дорогі процесори, друга орієнтована на ринок ПК середнього класу, тобто дешевші, хоча при порівнянні продуктивності процесори AMD майже не поступаються аналогічним Intel, а за багатьма параметрами навіть перевищують їх, що пояснюється так

¹ Щоб створити умовний кластер треба 100 ПК і сервер щоб досягнути таких потужностей треба 25-30 робочих станцій, що коштуватиме в 2-3 рази більше.

званою політикою брендовості. Інші компанії, що виробляли процесори на даний момент збанкрутували чи перейшли на виробництво простішої електроніки чи процесорів для телефонів та планшетів.

Intel | AMD

i386 | 3x86

i486 | 4x86

i586 (Pentium) | 5x86 (K5)

Pentium 2 | K6 / K6-II

Pentium !!! (3) | K6-II / Athlon (Argon)

Pentium 4 | Athlon XP / Athlon XP +

Core / DuoCore | X64 FX / Athlon 64

Core2Duo / Core2Quad Phenom

i7 | Phenom II / Athlon II

| AMD Bulldozer

Конфігурацію ПК за принципом «відкритої архітектури» можна змінювати. Але, існує поняття базової конфігурації до неї належать наступні частини: системний блок, монітор, клавіатура, мишка.

ПК випускаються і в портативному варіанті (notebook). Тоді системний блок, монітор та клавіатура містяться в одному корпусі мишу замінює маніпулятор Touchpad, рідше керування дотиком до дисплея (Touchscreen), а підключається тільки периферія, чи дублюючи пристрої, за старою звичкою звичайна миша. Варто також згадати планшетні комп'ютери, що складаються лише з сплющеного мінімізованого системного боку на якому розміщено дисплей, кілька портів для забезпечення зв'язку з іншим електронним обладнанням та кілька клавіш, а «миша» замінена Touchscreen. Останнім часом вони наздоганяють за потужностями і витісняють ноутбуки.

Системний блок (базова конфігурація) ||

Системний блок – основна складова ПК. В ньому містяться найважливіші пристрої, які називають внутрішніми, пристрої, що приєднані ззовні називають зовнішніми чи, за винятком монітора, клавіа-

тури та миші, периферією. Системні блоки бувають горизонтальні (desktop¹) і вертикальні (tower). Вертикальні бувають: повнорозмірні (BigTower), середньорозмірні (MidiTower), малорозмірні (MiniTower). Горизонтальні – вузькі (Full-AT) та надвузькі (Baby-AT). На даний час більшість ПК збирається у MidiTower. ПК мають різні конструкторські особливості та додаткові елементи: блокування несанкціонованого доступу, контроль внутрішньої температури, шторки від пилу тощо.

Системні блоки поставляються разом із блоком живлення. Потужність блоку живлення є одним із параметрів корпусу. Для масових моделей достатньою є потужність 400-600 Вт. Основними вузлами системного блоку є:

- Материнська плата (Main / Mother Board) – плата, що інтегрує всі вузли комп'ютера.
- Чіпсет (Chipset) – набір схем, інтегрований в материнку, що забезпечує взаємозв'язок вузлів (шини і їх контролери, слоти, сокети та інше), а тепер, також містить частину з них, а саме звукову карту, рідше відео, мереживну карту та поширені контролери пристроїв, BIOS.
- Процесор (CPU, central processing unit) – центральний, логіко-арифметичний та керуючий пристрій комп'ютера.
- Пам'ять (RAM, Random Access Memory) – пристрій, що забезпечує зберігання робочих даних програм, швидкий доступ до них і працює тільки в межах одного сеансу роботи.
- Жорсткий диск (HDD, hard disk drive) – у переважній більшості випадків магнітний пристрій² для енергонезалежного зберігання інформації.

¹ Слово «desktop» вживається також у значенні настільний.

² Набувають поширення пристрої SSD, що працюють подібно до флеш-пам'яті, вони значно швидші, але поки що дорогі, недовговічні та зберігають менше даних.

Складається з двох частин – «мостів» з'єднаних шиною, що традиційно називаються «північний» та «південний». Кожна з цих частин виконана у вигляді окремого мікросхіма, що розміщується на материнській платі і з'єднується з іншими частинами за допомогою шин.

Північний міст включає у себе FSB (Front Side Bus) чи аналоги для AMD (наприклад HT чи Hammer II) з сонетом (процесорним роз'ємом) на кінці – шину для зв'язку з процесором, контролер пам'яті (у процесорів AMD вбудований у процесор, тому у чіпсеті тільки частина його шини) та порт відеокарти (PCIe 16 x / PCIe II, колись AGP 2 / 4 / 8x), в окремих моделях для здешевлення встановлений урізаний графічний процесор, який можна відключити замінивши повнофункціональною картою, один або два порти PCIe 1 x, які поки що використовуються рідко (пристроїв для них ще виробляють мало).

Південний міст призначений для повільніших пристроїв, а саме BIOS, вбудованої мережевої карти вбудованого звукового інтерфейсу (AC'97 чи HDA Azalia), інтерфейсів дисків SCSI, SATA, PCI, ATA (PATA / IDE), портів PS/2, USB, IEEE 1394 (FireWire) та інших. У ноутбуків іноді включає у себе специфічний інтерфейс PCMCIA, що використовувався для підключення додаткових пристроїв для розширення функціоналу.

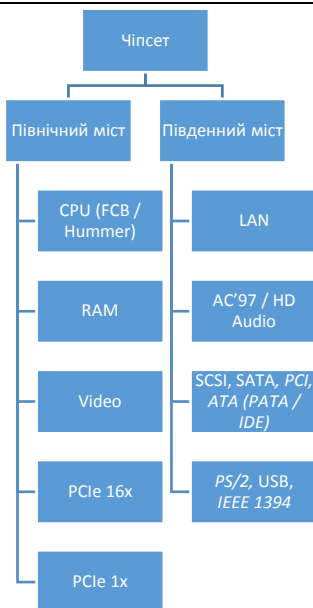
Основні з'єднання чіпсету відображає спрощена схема (курсивом позначено обладнання, що застаріває):

Чіпсети випускаються під декілька подібних моделей процесорів, переважно для основної моделі та кількох перехідних після неї.

Розрізняють основні три шини, це абстракція, практично кожна реальна шина є комбінацією хоч би двох з цих базових типів (існують частини шини, що не мають адресної): шина даних, адресна шина, командна шина. Адресна шина. Дані, що передаються по цій шині трактуються як адреси комірок оперативної пам'яті. У сучасних процесорах адресна шина 32 чи 64-розрядна, тобто вона умовно складається з паралельних провідників справжніх провідників – менше, тобто

крайні розряди «віртуальні» їх додає сам контролер, бо повна 64-бітна адресація ще ніде не застосовується). Історично відомі також шини по 8, 10, 16, 20 та 24 біти. Шина даних. По цій шині відбувається копіювання даних з оперативної пам'яті в кеш та регістри процесора і навпаки. У ПК на базі сучасних процесорів шина даних 64-розрядна¹. Це означає, що за один такт на обробку поступає відразу 8 байт даних, а не 4 (2) як у старших x86-комп'ютерах. Командна шина. По цій шині з оперативної пам'яті поступають команди, які виконуються процесором. Команди представлені у вигляді байтів. Прості команди вкладаються в один байт, але є й такі команди, для яких потрібно два, три і більше байтів. Більшість сучасних процесорів мають 32-розрядну командну шину, хоча існують, у найближчому майбутньому переважатимуть повністю 64-розрядні процесори з відповідною командною шиною (така шина даних застосовувалась ще у окремих моделях класу P4).

¹ Така архітектура шин не є обов'язковою, наприклад PCIe 16x, фізично складається з двох наборів провідників, до порту та від нього, в яких на високій частоті циклічно продаються розряди в і контрольні біти в кожну сторону окремо, щоб виявити можливі помилки.



Шини на материнській платі (у чіпсеті) використовуються не тільки для зв'язку з процесором. Нею зв'язані усі інші внутрішні пристрої материнської плати, а також порти для пристроїв, що підключаються до комп'ютера.

Розглянемо основні шинні інтерфейси чіпсетів.

ISA (Industry Standard Architecture). Зв'язує всі пристрої системного блоку, також забезпечує підключення пристроїв через стандартні слоти. Пропускна здатність до 5,5 Мбайт/с. Шина, спроектована для ПК першого покоління надалі підтримується для сумісності.

EISA (Extended ISA). Розширення стандарту ISA. Пропускна здатність зросла до 32 Мбайт/с. Як і стандарт ISA, цей стандарт вважається таким, що вичерпав свої можливості (випуск плат – припинено).

VLB (VESA Local Bus). Інтерфейс локальної шини стандарту VESA. Локальна шина з'єднує процесор з оперативною пам'яттю в обхід основної шини, працює на більшій частоті, що дозволяє збільшити швидкість передавання даних. Пізніше в локальну шину «врізали»

інтерфейс для підключення відеоадаптера, який також вимагає підвищеної пропускної здатності, це призвело до появи стандарту VLB. Пропускна здатність – до 130 Мбайт/с, робоча тактова частота – 50 МГц (залежить від кількості під'єднаних пристроїв, це головний недолік). Використовувалась лише у 486-х чіпсетах.

PCI (Peripheral Component Interconnect). Стандарт підключення зовнішніх пристроїв, в ПК на базі процесора Pentium – інтерфейс локальної шини з роз'ємами для під'єднання компонентів. Підтримує частоту до 66 МГц, забезпечує швидкодію до 264 Мбайт/с незалежно від кількості пристроїв. Нововведенням стандарту була апаратна підтримка механізму plug-and-play (що після підключення зовнішнього пристрою до роз'єму шини PCI відбувається автоматичне конфігурування). За шиною PCI залишилася лише функція підключення зовнішніх пристроїв. Тепер PCI активно заміщується PCIe (express) шиною, працює за серіальним принципом, має значно вищу пропускну здатність у варіанті 16 x аж до 4 gB, що дозволило їй витіснити не тільки низькошвидкісну PCI-шину, а також AGP, як шину для відеоадапторів.

FSB (Front Side Bus). Починаючи з процесора Pentium Pro для зв'язку з оперативною пам'яттю використовується шина FSB. Ця шина працює на частоті 100-133 МГц (тепер і більше) і має пропускну здатність до 800 Мбайт/с. Частота шини FSB є основним параметром, саме вона вказується в специфікації материнської плати. Для процесорів виробництва AMD застосовуються продуктивніші шини з вбудованим у процесор контролером пам'яті пропускна здатність якого є 2 Тбайт і більше, що робить їх конкурентноздатними при гірших інших характеристиках ніж у конкурента. Такими шинами є Hyper Transport 2 та 3 («AMD Hummer» з відповідним індексом).

AGP (Advanced Graphic Port). Шинний інтерфейс для підключення відеоадаптерів (шини PCI надто повільні). Частота шини – 33 чи 66 МГц, пропускна здатність до 1 066 Мбайт/с. Знята з виробництва.

USB (Universal Serial Bus). Стандарт універсальної послідовної шини визначає новий спосіб взаємодії комп'ютера з периферійним обладнанням. Дозволяє підключати до 256 пристроїв із послідовним

інтерфейсом, пристрої можуть під'єднуватися ланцюжком. Продуктивність шини USB невелика і складає 1,55 Мбіт/с. Серед переваг цього стандарту слід відзначити можливість підключати і відключати пристрої в «гарячому режимі» (без перезавантаження комп'ютера).

Додаткового пояснення вимагає така частина чіпсету, як BIOS (Basic Input Output System). У перші мікросхеми BIOS був вшитий інтерпретатор мови програмування Basic стандарту MSX, (BASICA), саме він обслуговував комп'ютер якщо не було операційної системи (дискети з нею). BIOS – це пристрій, з енергонезалежною пам'яттю у якій зберігаються програма підготовки комп'ютера до роботи та деякі його налаштування. Тобто коли Ви увімкнули ПК, починає працювати BIOS, він перевіряє та налаштовує обладнання, після чого передає керування завантажувачу операційної системи, що встановлена на ПК.

Складовою частиною більшості чіпсетів також є мережеві карти що використовуються для об'єднання комп'ютерів у локальні мережі за допомогою спеціальних кабелів (вита пара та RJ-45), а також пристроїв, що мають від 4 до 64 входи для підключення ПК і виконують функцію накопичення та маршрутизації даних, хабів, свічів чи маршрутизаторів. Швидкість передачі даних в цій пристрої буває 10, 100 Мбіт та 1 Гбіт. Перші два режими присутні у сучасних пристроях практично завжди, останній – хоча й часто є, рідко підтримується рештою обладнання, створюється враження, що його включили у чіпсет «на майбутнє». Реальна швидкість роботи залежить не від мережевої карти, а практично завжди від пропускної здатності витої пари.

Процесор ||

Процесор – головна мікросхема комп'ютера, його «мозок». Він дозволяє виконувати програмний код, що знаходиться у пам'яті і за посередництвом чіпсета керує роботою всіх пристроїв комп'ютера.

Швидкість його роботи значною мірою визначає швидкодію комп'ютера. Конструктивно, процесор – це кристал кремнію дуже маленьких розмірів на якому розмішені надвеликі мікросхеми. Процесор має спеціальні комірки, які називаються регістрами. Саме в цих

регістрах містяться команди, які виконуються процесором, а також дані, якими оперують ці команди.

Робота процесора полягає у вибиранні з пам'яті у певній послідовності команд та даних і виконанні їх. На цьому і базується виконання програм. У ПК обов'язково має бути присутній центральний процесор (Central Rprocessing Unit – CPU), який виконує всі основні операції.

На початку розвитку ПК процесор доповнювався співпроцесором для виконання операцій над числами з плаваючою комою, 8x87, де «х» – покоління процесора (пара i286-i8287, у виробів інших компаній співпроцесора не було або він вбудовувався у процесор) у сучасних моделях співпроцесор завжди вбудований у процесор, і практично у всіх є набір інструкцій EM64T (підтримка 64-бітних даних, що має дві модифікації Intel / Itanium та AMD / AI-64). Таким чином сучасні всі процесори містять набори команд x86, та x87 та EM64T, також додаткові набори команд такі, як MMX, SSE 1-3, 3DNow, e3DNow, NX-bit та інші, які реалізують відповідні частини процесора.

Основними параметрами процесорів є:

- тактова частота,
- розрядність шин даних та адрес,
- робоча напруга,
- коефіцієнт внутрішнього домноження тактової частоти,
- розмір кеш-пам'яті.

Тактову частоту визначає – кількість змін стану елементів процесора (тактів), що виконуються процесором за секунду. Тактова частота сучасних процесорів вимірюється у ГГц (1 Гц відповідає виконанню однотокової операції за одну секунду, 1 МГц = 1 000 Гц, 1ГГц =1 000). Реально такої операції не існує, найближчі до цього операції додавання та віднімання цілих чисел, у процесорах першого покоління – 32 такти, а у сучасних – 4-8 тактів у залежності від чисел над якими проводиться арифметична операція. Чим більша тактова частота, тим більше команд може виконати процесор, і тим більша його

продуктивність. Перші процесори, що використовувалися в ПК працювали на частоті 4,77 МГц, а сьогодні робочі частоти більшості сучасних процесорів для десктопних конфігурацій сягають позначки в 3-4 ГГц (1 ГГц = 1 000 000 Гц).

Розрядність процесора (шина даних та команд) показує, скільки біт даних він може прийняти і обробити в своїх регістрах за один такт. Розрядність процесора визначається розрядністю командної шини, тобто кількістю провідників у шині, по якій передаються команди та розрядністю адресної шини, що адресує пам'ять. Сучасні процесори є 64-розрядними за шиною даних та 32 або 64-розрядними (всі 64 біти поки що не застосовуються ні в однім процесорі, бо таку кількість пам'яті просто не можливо обслуговувати через фізичні обмеження чіпсетів) за адресною шиною.

Робоча напруга процесора забезпечується материнською платою. Зараз робоча напруга процесорів не перевищує 3 В. Зниження робочої напруги дозволяє зменшити розміри процесорів, а також зменшити тепловиділення, що дозволяє збільшити його продуктивність без загрози перегріву. Деякі процесори виробництва компанії Intel, можуть використовувати змінний рівень напруги, що застосовується для економії батарей у портативних комп'ютерах

Коефіцієнт внутрішнього домноження тактової частоти (множник) – це коефіцієнт, на який множать частоту FCB / НТ для досягнення частоти процесора. Множник, індивідуальний для кожної комбінації чіпсет-процесор-пам'ять.

Обмін даними всередині процесора відбувається, набагато швидше ніж обмін даними між процесором і оперативною пам'яттю. Щоб зменшити кількість звертань до оперативної пам'яті, всередині процесора створюють так звану надоперативну або кеш-пам'ять. Вона призначена для зберігання команд, що їх потрібно буде виконати найближчим часом. Кеш-пам'ять поділяється на 3 рівні, кожен з яких більш інтегрований у кристал процесора, менший, швидший та дорожчий. Коли процесору потрібні дані, він спочатку звертається до кеш-пам'яті від першого до третього рівня, і тільки потім – до оперативної

пам'яті. Здавалось би, більший розмір кеш-пам'яті – більша ймовірність, що необхідні дані там, але при певному розмірі керувати нею стає так складно, що можна було би і не кешувати, з огляду на це сучасні процесори мають не так вже й багато кеш-пам'яті, наприклад досить потужний процесор DualCore AMD Phenom II X2 545, 2958 MHz (15 x 197) має L1 (перший рівень) – 2 x 128 kB, L2 – 2 x 512 kB, та L3 6 mB. (L3 – еквівалентний 5-6 хвилинам музики середньої якості). У процесі роботи процесор обробляє дані, що знаходяться в його регістрах, оперативній пам'яті та зовнішніх портах процесора. Частина даних інтерпретується як дані, частина даних – як адресні дані, а частина – як команди, що залежить від того по якій шині вони передані.

Сукупність різноманітних команд, які може виконати процесор над даними, утворює набір команд процесора. Чим він більший – тим складніша архітектура, довший запис команд у байтах і довшою середня тривалість виконання команд.

Так, процесори Intel, які використовуються в IBM-сумісних ПК, нараховують більше тисячі команд і відносяться до так званих процесорів із розширеною системою команд – CISC-процесорів (Complex Instruction Set Computing). На противагу CISC-процесорам розроблено процесори архітектури RISC із скороченою системою команд (Reduced Instruction Set Computing). При такій архітектурі кількість команд набагато менша, і кожна команда виконується швидше. Таким чином, програми, що складаються з простих команд виконуються набагато швидше на RISC-процесорах. Зворотна сторона скороченої системи команд полягає в тому, що складні операції доводиться емулювати далеко не завжди ефективною послідовністю простіших команд. Тому CISC-процесори використовуються в універсальних комп'ютерних системах, а RISC-процесори – у спеціалізованих.

В комп'ютерах IBM PC використовують процесори, розроблені фірмою Intel, або сумісні з ними процесори інших фірм, що відносяться до так званого сімейства x86 (не дивлячись на той факт, що більшість з них вже 64-бітні). Родоначальником цього сімейства був 16-розрядний процесор Intel 8086.

Пам'ять ||

Оперативна пам'ять RAM (Random Access Memory).

Пам'ять RAM – це масив кристалічних комірок, що здатні зберігати дані. Вона використовується для оперативного обміну інформацією (командами та даними) між процесором, пристроями зовнішньої пам'яті та периферійними системами. З неї процесор бере програми та дані для обробки, до неї записуються отримані результати. Назва «оперативна» походить від того, що вона працює дуже швидко і процесору не потрібно довго чекати при зчитуванні даних з пам'яті або записі у неї. Однак, дані зберігаються лише тимчасово при включеному комп'ютері.

Оперативна пам'ять (ОП) у комп'ютері розміщена на стандартних модулях (планках). Модулі ОП вставляють роз'єми на материнській платі, для уникнення ситуації коли помилково вставлено у роз'єм планки, що не підтримується чіпсетом або правильну «вверх ногами» і, відповідно її та / або його виходу з ладу типи планок мають різну ширину, на контактному краї кожної планки є , що називаються ключами, а у слотах є відповідні перетинки, вони повинні співпадати, це унеможливорює вставлення несумісних планок.

За фізичним принципом дії розрізняють динамічну пам'ять DRAM і статичну пам'ять SRAM. Комірки динамічної пам'яті можна представити у вигляді мікроконденсаторів, здатних накопичувати електричний заряд за рахунок чого і отримується логічна одиниця. DRAM повільна та потребує постійної підзарядки, але проста та дешева. Комірки статичної пам'яті можна представити як тригери, що складаються з транзисторів. У тригері зберігається не заряд, а стан (включений / виключений). SRAM значно швидша але складна та дорога. Перші використовуються як оперативна пам'ять, другі – для кеш-пам'яті.

Конструктивно модулі пам'яті мають два виконання – однорядні (SIMM-модулі) та дворядні (DIMM-модулі). Комбінувати на одній платі різні модулі не можна, хоча SIMM-модулі Вам вже навряд чидесь зустрінуться на практиці.

Основними характеристиками модулів оперативної пам'яті є об'єм пам'яті та час доступу. DIMM-модулі – 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1 024 Мб, (музейні експонати) 2, 4, 8, 16, 32 Гб. Час доступу показує, скільки часу необхідно для звертання до комірок пам'яті, чим менше, тим краще, вимірюється у наносекундах, для DIMM – 7-10 нс.

Кожна комірка пам'яті має свою адресу – число. В сучасних ПК використовується 64-розрядна адресація. Можливий адресний простір складає 2^{64} байти. Це не означає, що стільки оперативної пам'яті має бути в системі. Максимальний обсяг визначається чіпсетом і звичай складає до 8-16 Гб. Хоча в топових чіпсетах – 64-128 Гб.

Постійна пам'ять ROM (Read Only Memory). В момент включення комп'ютера в його оперативній пам'яті відсутні будь-які дані, бо оперативна пам'ять не може зберігати дані при вимкненому комп'ютері. Але процесору необхідні команди, тому процесор звертається за спеціальною стартовою адресою, яка в нього закладена при проектуванні, за своєю першою командою. Ця адреса вказує на пам'ять, яку прийнято називати постійною пам'яттю ROM або постійним запам'ятовуючим пристроєм (ПЗП). Мікросхема ПЗП здатна тривалий час зберігати інформацію, навіть при вимкненому живленні.

Кажуть, що програми, які знаходяться в ПЗП, «зашиті» у ній – вони переважно записуються туди на етапі виготовлення мікросхеми чи за допомогою спеціальних пристроїв – програматорів. ROM застосовується у описанім вище пристрої BIOS для зберігання програми, що виконує його функції. Ще одним підвидом енергонезалежної пам'яті є CMOS, що теж застосовується у BIOS, але перезаписується ним і призначена для зберігання в основному налаштувань, від того скільки та яких жорстких у системі до того чи вмикати цифровий режим «нумпаду» при запуску системи.

Живлення CMOS відбувається від батарейки на материнській платі, вона також забезпечує безперервну роботу внутрішнього годинника-календаря ПК. Цей вид пам'яті насправді працює подібно до оперативної (є енергозалежною пам'яттю але має батарейку) і тому якщо джерело живлення вийшло з ладу, BIOS «забуває» всі налашту-

вання, скидає їх до варіанту «за замовчуванням» – варіанту, який виробник чіпсету вважає оптимальним для роботи ПК, за допомогою процедур автодетекції визначає системні пристрої, побачити такий стан обладнання ми, можемо лише за тим, що годинник-календар запізнюється чи збивається на час випуску чіпсету.

Накопичувач на жорстких магнітних дисках ||

Накопичувач на жорстких магнітних дисках – це основний пристрій для довготривалого збереження великих об'ємів даних та програм. Інші назви: жорсткий диск, вінчестер, HDD (Hard Disk Drive). Ззовні, вінчестер являє собою плоску герметично закриту коробку, всередині якої знаходяться на спільній осі декілька жорстких алюмінієвих або скляних пластинок круглої форми.

Поверхня кожного з дисків покрита тонким феромагнітним шаром (речовини, що реагує на зовнішнє магнітне поле), власне на ньому зберігаються записані дані. При цьому запис проводиться на обидві поверхні кожної пластини (крім крайніх) за допомогою блоку спеціальних магнітних головок. Кожна головка знаходиться над робочою поверхнею диска на відстані 0,5-0,13 мкм. Пакет дисків обертається безперервно і з великою частотою (4 500-10 000 об/хв), тому механічний контакт головок і дисків недопустимий.

Запис даних у жорсткому диску здійснюється наступним чином. При зміні сили струму, що проходить через головку, відбувається зміна напруженості динамічного магнітного поля в щілині між поверхнею та головкою, що приводить до зміни стаціонарного магнітного поля феромагнітних частин покриття диску. Операція зчитування відбувається у зворотному порядку. Намагнічені частинки феромагнітного покриття спричиняють електрорушійну силу індукції магнітної головки. Електромагнітні сигнали, що виникають при цьому, підсилюються й передаються на обробку в електронну частину пристрою, після чого у цифровому форматі через шлейф передаються на шину.

Роботою вінчестера керує спеціальний апаратно-логічний пристрій – контролер жорсткого диска. В минулому це була окрема дочі-

рня плата, яку під'єднували через слоти до материнської плати. У сучасних комп'ютерах функції контролера жорсткого диска виконують мікросхеми чіпсету.

У накопичувані може бути до десятих дисків. Їх поверхня розбивається на кола, що називаються доріжками (track). Кожна доріжка має свій номер. Доріжки з однаковими номерами, що розташовані одна над одною на різних дисках утворюють циліндр.

Доріжки на диску розбиті на сектори (нумерація починається з одиниці). Сектор займає 512 байт: 512 відведено для запису потрібної інформації, решта під заголовок (префікс), що визначає початок і номер секції та закінчення (суфікс), де записана контрольна сума, потрібна для перевірки цілісності даних. Така структура даних дає можливість швидко отримувати доступ до будь-якої ділянки диска.

Тепер така адресація досягається за допомогою системи LBA (Logical Block Allocation), а реальне розміщення даних «відоме» тільки електроніці жорсткого диска. Це зроблено тому, що запис з незмінною кількістю секторів на зовнішніх циліндрах марнував би надто багато дискового простору.

Сектори й доріжки утворюються під час форматування диска. Форматування виконується спеціальними програмами. Інформація не може бути записана на неформатований диск. Диск може бути розбитий на логічні диски для спрощення структуризації даних.

Існує величезна кількість різноманітних моделей жорстких дисків багатьох виробників. Щоб забезпечити сумісність вінчестерів, розроблено стандарти на їх характеристики, які визначають номенклатуру з'єднувальних провідників, їх розміщення в перехідних роз'ємах, електричні параметри сигналів. Існують наступні найпоширеніші стандарти інтерфейсів:

- IDE (Integrated Drive Electronics) або ATA / PATA та більш продуктивні EIDE (Enhanced IDE) колись практично стандарт для жорстких дисків, а також для приводів компакт-дисків та DVD¹;
- SATA (Serial ATA) / SATA II / SATA III забезпечує значно вищу ні попередні швидкість обміну інформацією тому, що контролер SATA вбудовується безпосередньо у міст на не через IDE як у PATA, також шина SATA швидша бо використовує передачу серіями сигналів а не виключно паралельно.
- SCSI (Small Computer System Interface) – теж швидкісний глибокоінтегрований інтерфейс, але докладніше розглядати його не варто бо від швидше призначений для роботи на серверах.

Характеристики цих інтерфейсів, за допомогою яких вінчестери зв'язані з материнською платою, у значній мірі визначають продуктивність сучасних жорстких дисків. Серед інших параметрів, що впливають на швидкодію HDD слід відзначити:

- швидкість обертання дисків – в наш час випускаються накопичувачі SATA із частотою обертання 4 400-7 200 об/хв.;
- кеш-пам'ять – у всіх сучасних дискових накопичувачах встановлюється кеш-буфер, який дає змогу прискорити обмін даними: чим більша його ємність, тим вища ймовірність того, що в кеш-пам'яті буде необхідна інформація, її знадобиться читати (цей процес у тисячі разів повільніший); ємність кеш-буфера в різних пристроях змінюється від 2 Мбайт;
- середній час доступу – це час (у мілісекундах), на протязі якого блок головок зміщуються з одного циліндра на інший. Залежить від конструкції приводу головок і складає приблизно 10-13 мс.;
- час затримки – це час від моменту позиціювання блоку головок на потрібний циліндр до позиціювання конкретної головки на конкретний сектор, тобто, це час пошуку потрібного сектора;
- швидкість обміну – об'єми даних, які можуть бути передані з накопичувача до мікропроцесора та в зворотному напрямку за певні

¹ Зняті з виробництва, до цього часу зустрічаються чіпсети з їх підтримкою.

проміжки часу. Максимальне значення цього параметра дорівнює пропускній здатності дискового, швидкість передавання даних у сучасних жорстких дисках коливається в діапазоні 100-600 Мб/с.

Системний блок (інші пристрої) ||

В цьому розділі описано пристрої, що зазвичай наявні у системному блоці, хоча й не входять у базову конфігурацію, відеоадаптор, що у дорожчих моделях чіпсетів відсутній і тому необхідний, а у дешевших, – може замінюватись, для підняття потужності системи. Існують також такі пристрої – «замісники» частин чіпсета, як звукова карта, мережева карта, але вони досить рідко використовуються бо в більшості чіпсетів достатньо потужні, щоб не вимагати заміщення чи доповнення, тому докладніше не описані. Слід згадати, що деколи виникає потреба встановлення двох мережевих карток, чи ахроністичних контролерів типу FDC¹, але найчастіше через неграмотну побудову мережі / підбір конфігурації, чи якісь особливі рідкісні вимоги щодо обладнання.

Відеоадаптер ||

Роботою монітора керує спеціальна плата, яка називається відеоадаптером (відеокартою). Разом із монітором відеокарта створює відеопідсистему персонального комп'ютера. У перших комп'ютерах відеокарти не було. В оперативній пам'яті існувала екранна ділянка пам'яті, в яку процесор заносив дані про зображення. Контролер екрана зчитував дані про яскравість окремих точок екрана з комірок пам'яті і керував розгорткою горизонтального променя електронної гармати монітора.

При переході від монохромних моніторів до кольорових і із збільшенням роздільної здатності екрана, ділянки відеопам'яті стало недостатньо для збереження графічних даних, а процесор не встигав

¹ FDC – Floppy Drive Controller, контролер дискководів для гнучких дисків, виключений зі складу чіпсетів як застарілий.

обробляти зображення. Всі операції, що пов'язані з керуванням екрану були відокремлені в окремий блок – відеоадаптер.

Відеоадаптер – окрема плата, яка вставляється у слот материнської плати (у ПК це –PCIe-16 x чи PCIe-II, для вбудованих – подібний, повільніший IGP-порт). Відеоадаптер виконує функції відеоконтролера, відеопроцесора та відеопам'яті. За час існування ПК змінилося декілька стандартів відеоадаптерів: MDA (Monochrome Display Adapter) – монохромний, CGA (Color Graphics Adapter), EGA (Enhanced Graphics Adapter), VGA (Video Graphics Array), SVGA (Super VGA). На останній стандарт розраховані всі сучасні програми.

Кожен з цих стандартів відеоадаптерів мав також певні суворо визначені роздільні здатності (від 320 x 200 – MDA до 640 x 480 – VGA) окрім останнього, що має широкий діапазон режимів про що розповідається у розділі про монітори.

Сформоване графічне зображення зберігається у пам'яті відеоадаптера, яка називається відеопам'яттю. Необхідна ємність відеопам'яті залежить від заданої роздільної здатності та палітри кольорів, тому для роботи в режимах із високою роздільною здатністю та повноцінною кольоровою гаммою потрібно якнайбільше відеопам'яті.

Колись відеокарти не мали чітко визначеного об'єму відеопам'яті їхня пам'ять могла розширюватись за допомогою чіпів чи навіть планок як і оперативні пам'ять комп'ютера. Тепер же такий підхід визнали не вигідним і застосовується вбудована у сам чіп пам'ять. Якщо ще донедавна типовими були відеоадаптери з 32-64 Мб відеопам'яті, то сьогодні стандартною вважається ємність в 512-1 024 Мб, а дорогі потужні моделі – 2 і навіть 4 Гб.

Сучасні відеокарти мають функцію графічної акселерації. Вона полягає в тому, що частина операцій з побудови зображення виконується у спеціальних мікросхемах відеоакселератора, що за своєю структурою нагадує співпроцесор (іноді навіть виконує його функції).

Всі наведені дані справедливі і у відношенні до вбудованих у чіпсет відеоадаптерів, але зазвичай все окрім роздільної здатності та глибини кольору треба ділити на два, тобто вони істотно слабші.

Дисководи оптичних дисків ||

Компакт-диск незалежно від типу, про що нижче, це пластикова пластинка діаметром 120 мм і товщиною 1,2 мм з металічною пластиною на яку й проводиться запис даних, що чимось нагадує принцип роботи грампластинок, з двома відмінностями дані пишуться не вирізанням заглибини, а пресуванням або лазером, і заглибина має тільки дві позиції «0» та «1». Для читання даних застосовується малопотужний лазерний промінь, тобто потрапивши у заглибину на цій пластинці він не відіб'ється на фотоелемент і «повернеться» «0», такий спосіб безконтактний тому диски служать досить довго.

Хоча сама ідея фізичного переносу інформації відмирає, на даний час досить часто зустрічаються оптичні носії. Існує їх 4 стандарти: CD (Compact Disk), DVD (Digital Video Disk), HD DVD (High Density DVD), BluRay Disk. Ще іноді можна зустріти DVD та його модифікації, CD – практично відмер через малий об'єм (640 /700 mB), останні два формати на сьогоднішній день майже витіснені передачею даних по мережі, є надлишковими і включаються у конфігурацію ПК рідко.

DVD, має об'єм 4,7 gB., існують кілька модифікацій, а саме DL (Double Layer двошаровий біля 8,1 gB, за рахунок двошарового запису) DS (Double Side просто двосторонній, (може бути також і DS/DL), такі диски зазвичай читаються шляхом перевертання їх у звичайному приводі) LightScribe (досить екзотична технологія, що на другій стороні створеній за спеціальними технологіями (змінює колір під дією лазерного променя) диска випадає видиме для людини зображення тобто підписує диск).

Для роботи з DVD-дисками застосовується дисковод DVD, що часто встановлюється у комп'ютери. Більшість сучасних дисків мають можливість запису та перезапису, сучасні дисководи поділяються на ROM (Read Only Memory, тільки читаючий), R (Record, читаючий і од-

норазово записуючий) RW (ReWrite, читаючий, одноразово записуючий та багаторазово перезаписуючий). Для роботи треба застосовувати диски промарковані відповідними буками (за винятком ROM-дисків, вони не маркуються, вони продаються з вже готовим записом витисненням за допомогою спеціальної матриці).

Записуються диски (з відповідним маркуванням) окрім заводського методу пресування, також більш потужним лазером у приводі, для R-дисків у пластині пропалюється дірка, а для RW – за рахунок інших режимів запису та характеристик пластини у диску відбувається не пропалювання а зворотна деформація, тобто диск можна певну кількість раз перезаписати.

Не зручно встановлювати дисковод для кожного типу дисків окремо, тому лазер та двигуни що позиціонують головку в сучасних моделях мають багато режимів роботи. Такі приводи називаються Combo і суміщають у собі CD читання, запис, перезапис; DVD читання, запис, перезапис у дорожчих також DL, в окремих моделях, навіть LightScribe і DS без перевертання диска (дві головки). HD-DVD та BlueRay, на даний момент випускаються у вигляді окремих дисководів, через значні конструктивні відмінності головки.

Дисковод оптичних дисків складається з електродвигуна, що обертає диск, соленоїдного двигуна, що виставляє головку (головки) у потрібну позицію, оптичної системи (лазера, лінз та фото-датчиків), мікропроцесора, що керує механікою привода, його оптичною системою, кеш-пам'яттю і декодує прочитану інформацію у двійковий код.

Компакт-диск розкручується електродвигуном. На поверхні диска за допомогою оптичної системи фокусується промінь лазерного випромінювача. Промінь відбивається від поверхні диска і скрізь призму подається на датчик. Світловий потік перетворюється в електричний сигнал, який поступає у мікропроцесор, де аналізується й перетворюється у двійковий код. Інформація переноситься на несучу поверхню за допомогою променя вищої інтенсивності, що створює заглибини, які потім і зчитуються. Щоб перезаписувати диск потрібно «підняти» заглиблення, нагріванням по боках, тобто коли зробити заглиб-

лення перед і після вже наявного то воно підніметься до попереднього рівня, цей ефект і використовується для повернення диска у псевдопервинний стан.

Стандартні пристрої вводу-виводу ||

Процес взаємодії користувача з персональним комп'ютером (ПК) неодмінно включає процедури введення вхідних даних та виведення і/або фіксація результатів обробки ПК цих даних. Тому обов'язковою частиною ПК є пристрої введення-виведення, серед яких умовно можна виділити стандартні пристрої, без яких сучасний процес діалогу взагалі неможливий, та периферійні, тобто додаткові, що обов'язковими не є. До стандартних (базових) пристроїв введення-виведення вже традиційно, тобто від самого початку розвитку ПК, відносяться монітор, клавіатура та маніпулятор «миша».

Монітор ||

У перших комп'ютерах моніторів не було. Користувачі мали набір світлодіодів, що блимали і роздрук результатів на принтері. З розвитком комп'ютерної техніки з'явилися монітори (спочатку можливість підключення телевізора для виводу текстово-графічної інформації) і зараз вони є частиною базової конфігурації ПК.

Монітор (дисплей) – це стандартний пристрій виведення, призначений для візуального відображення текстових та графічних даних. В залежності від принципу дії, монітори поділяються на: монітори з електронно-променевою трубкою (майже вийшли з вжитку), та дисплеї на рідких кристалах.

У дисплеях на рідких кристалах безбліковий плоский екран і низька потужність споживання електричної енергії (5 Вт, у порівнянні монітор з електронно-променевою трубкою споживає 100 Вт).

Існує два сучасних види дисплеїв на рідких кристалах:

- кольоровий (існував чорно-білий для ПК, тепер застосовується у специфічних пристроях таких як годинники, плеєри, дешеві моделі мобільних телефонів тощо) з пасивною матрицею;
- кольоровий з активною матрицею.

Окрім цього існує розподіл за принципом утворення кольору та його кодування на TFT, STN, плазмові, у комп'ютерних моніторах найчастіше застосовується TFT та плазмові дисплеї, що відображають повну гаму кольорів у RGB-кодуванні, а STN призначений для мобільних пристроїв застосовує редуковану схему тобто контролер, перетворює повноцінне зображення у зображення з меншою кількістю відтінків.

У дисплеях на рідких кристалах поляризаційний фільтр створює дві різні світлові хвилі. Світлова хвиля проходить скрізь рідкокристалічну комірку. Кожен колір має свою комірку. Рідкі кристали являють собою молекули, що можуть перетікати як рідина. Ця речовина пропускає світло, але під дією електричного заряду, молекули змінюють свою орієнтацію і стають світлофільтрами відповідного кольору.

У дисплеях на рідких кристалах із пасивною матрицею кожною коміркою керує електричний заряд (напруга), який передається скрізь транзисторну схему у відповідності з розташуванням комірок у рядках і стовпцях матриці екрана. Комірка реагує на імпульс напруги, що надходить. У дисплеях з активною матрицею кожна комірка керується окремим транзисторним ключем. Це забезпечує вищу яскравість зображення ніж у дисплеях із пасивною матрицею, оскільки кожна комірка знаходиться під дією постійного, а не імпульсного електричного поля. Відповідно, активна матриця споживає більше енергії. Крім того, наявність окремого транзисторного ключа для кожної комірки ускладнює виробництво, що у свою чергу збільшує ціну.

З точки зору користувача, основними характеристиками монітора є розмір по діагоналі, роздільна здатність та частота регенерації (оновлення).

Екран монітора вимірюється по діагоналі у дюймах. Розміри коливаються від 15 дюймів до 42 дюймів. Найпоширенішими, що застосовуються з ПК на сьогоднішній день, є розміри 21, 22 та 24 дюйми. Ці розміри не зовсім точні, частина (до пів дюйма) приховується рамкою монітора. Також монітори поділяються за пропорціями основні з них – класична (4:3) та широка (16:9). Оптимальними для використання є 21-дюйм.

Роздільна здатність. Зображення на екрані монітора складається з точок – пікселів, їх кількість по горизонталі та вертикалі називається роздільною здатністю. Вираз «роздільна здатність 800x600» означає, що монітор може виводити 600 горизонтальних рядків по 800 пікселів. У випадку рідкокристалічного монітора є поняття штатної роздільної здатності, тобто насправді повністю коректно вони працюють тільки в одній і єдиній, найчастіше 1920x1080¹, більшу задати неможливо, а менші будуть розмитими і шкідливими для очей.

Треба бути обережним при виборі монітора, дешеві моделі рідкокристалічних моніторів мають низьку чіткість та неприродні кольори тому сильно втомлюють і можуть пошкоджувати очі.

Клавiатура та маніпулятор «миша» ||

Клавiатура – це стандартний клавiшний пристрій введення, призначений для введення алфавітно-цифрових даних та команд керування. Монітор та клавiатура забезпечують найпростіший інтерфейс користувача: за допомогою клавiатури керують комп'ютером, а за допомогою монітора отримують результат.

Клавiатура – стандартний копонент ПК, тому для реалізації її основних функцій не вимагається наявність спеціальних системних програм (драйверів). Необхідне програмне забезпечення для початку роботи з клавiатурою знаходиться в мікросхемі постійної пам'яті у

¹ Це широке співвідношення 16:9, 4:3 вже переважно вийшло з вжитку, а інші, наприклад 5:4, 16:10 чи 21:10 – не набули значного поширення в побуті.

складі базової системи введення-виведення BIOS. Саме тому ПК реагує на натиснення клавіш на клавіатурі відразу після включення. Клавіатура стаціонарного ПК – це самостійний конструктивний блок, а в портативних ПК вона входить до складу корпусу.

Клавіатури мають по 101-105 клавіш, розміщених за стандартом QWERTY (у верхньому лівому кутку літерної частини клавіатури знаходяться клавіші Q, W, E, R, T, Y). Відрізняються вони лише незначними варіаціями розташування й форми службових клавіш, а також особливостями, зумовленими мовою, що використовується. Клавіші розбито на декілька функціональних груп:

- алфавітно-цифрові – призначені для вводу великих та малих букв, розділових знаків, знаків арифметичних операцій та цифр;
- функціональні – доступ до функцій, призначених програмами¹;
- керування курсором (вверх, вниз, вправо, вліво, на сторінку вверх, на сторінку вниз, на початок рядка, в кінець рядка, до цієї групи належать також клавіші перемикання режиму вставка / заміна та стирання символу перед курсором²);
- службові – різноманітні функції, такі як скасування, ввід, стирання символу, перемикання режимів, модифікація значень тощо;
- клавіші цифрової панелі, призначені для швидкого набору цифр та знаків арифметичних операцій, як на калькуляторі, а в альтернативному режимі вони дублюють клавіші управління курсором;
- додаткові клавіші (не мають стандартів, зазвичай безужиточні, деколи виконують і корисні функції, регулюють звук, запускають калькулятор, браузер, тощо).

Призначення алфавітно-цифрових клавіш – введення знакової інформації буквах. Кожна клавіша може працювати у двох режимах (регістрах). Переключення між нижнім регістром (малі символи) і верхнім регістром (великі символи) здійснюється клавішею <CapsLock> або тимчасово при натисненні клавіші <Shift>.

¹ У більшості програм клавіша <F1> використовується щоб викликати довідкову систему.

² Це традиційне розміщення, хоча взагалі-то ці клавіші є службовими.

Група функціональних клавіш включає дванадцять клавіш, позначених від F1 до F12, і розташованих у верхній частині клавіатури. Окрім самих клавіш можуть використовуватись їх комбінації з клавішами-модифікаторами (<Shift>, <Alt>, <Ctrl>).

Клавіші керування курсором подають команди на пересування курсору по поточному інтерфейсі. Курсором називається екранний елемент, що вказує на місце введення знакової інформації, зазвичай позначається вертикальною чи горизонтальною мигаючою рискою. Ці клавіші дозволяють керувати позицією введення даних. Клавіші <PgUp> і <PgDn> прокручують текст відразу на сторінку вгору або вниз, відповідно, клавіша <Home> встановлює курсор на початок рядка, а клавіша <End> – на кінець.

Службові клавіші використовуються для різних допоміжних цілей, таких як, зміна регістру, режимів вставки, утворення комбінацій «гарячих» клавіш (модифікація значень) і т. д. До цієї групи відносяться такі клавіші, як <Shift>, <CapsLock>, <Enter>, <Ctrl>, <Alt>, <Esc>, , <Insert>, <Tab>, <BackSpace>.

Група клавіш цифрової панелі дублює цифрові, клавіші керування курсором та деякі службові. Призначення – введення чисел. Перехід у режим дублювання клавіш керування курсором і, навпаки, здійснюється натисненням на клавішу <NumLock>. Також клавіші додаткової панелі використовуються для введення символів, що мають розширений код UTF та не мають відповідної клавіші на клавіатурі.

Клавіатури ПК володіють властивістю повторення знаків, яка використовується для автоматизації процесу введення. Вона полягає в тому, що при тривалому натисненні клавіші починається автоматичне введення символу, який пов'язаний з цією клавішею. При цьому, параметрами, які можна налаштовувати є: інтервал часу після натиснення, з завершенням якого починається автоматичне повторення символу та темп повторення (кількість знаків за секунду).

Окрім клавіш на клавіатурі розміщені також три індикатори. Num – світиться коли увімкнутий режим вводу цифр з цифрової клаві-

атури, Caps – світиться коли увімкнений режим великих букв, Scroll – колись індикував режим при якому керування стрілки рухали не курсор а границі активного вікна, з появою «миші» потреба в нім відпала і тепер він зазвичай ніяк не використовується.

Миша – це найпоширеніший пристрій керування маніпуляторного типу. Це невеликий пристрій трьома кнопками та коліщатком для «перемотування» тексту, яке також можна натискати. Існують також сенсорні моделі. Переміщення миші по поверхні синхронізоване з переміщенням графічного об'єкта – курсора, на екрані монітора. На відміну від клавіатури, миша у більшості BIOS-ів не є стандартним пристроєм керування, тому для роботи з нею вимагається наявність системної програми – драйвера миші. Драйвер миші призначений для інтерпретації сигналів, що поступають від миші, а також для забезпечення механізму передачі інформації про положення та стан миші операційній системі та іншим прикладним програмам. Базовий драйвер миші автоматично встановлюється при інсталяції операційної системи. Він включає у себе обробку пересування, правих та лівих кліків натискання коліщатка та його повертання, для обробки кілків додатковими клавішами та коліщатком необхідно ставити спеціальний драйвер для даної моделі миші.

Фізично зчитування даних про переміщення миші по поверхні відбувається за допомогою сфокусованого світлового променя, на основі аналізу його відбивання від поверхні при русі.

ОС керують переміщення миші та короточасні натиснення клавіш (кліки). Миша не може безпосередньо використовуватися для введення інформації, її принцип керування базується на подіях. З точки зору драйвера, всі переміщення миші та кліки її клавіш – як події, аналізуючи які, драйвер встановлює, коли відбулася подія і в якому місці екрану знаходився в цей час курсор. Ці дані передаються в ОС, а нею – в прикладну програму, і за цими даними програма може визначити, яку команду мав на увазі користувач, і приступити до її виконання.

До параметрів миші, якими може керувати користувач, належать: чутливість (переміщення курсору при переміщенні миші), функції лівої та правої клавіш (обмін функціями правої та лівої кнопок, потрібне якщо користувач лівша, більшість лівшів завчовують неприродну техніку роботи лівою рукою з звичайною мишею, що значно знижує швидкість та якість), швидкість подвійного кліку (максимальний проміжок часу, протягом якого послідовні кліки розглядаються разом).

Периферійні пристрої вводу-виводу

Периферійні або зовнішні пристрої – це пристрої, розміщені поза системним блоком і задіяні на певному етапі обробки інформації. Передусім – це пристрої фіксації вихідних результатів: принтери, плоти, модеми, сканери тощо. Поняття «периферійні пристрої» досить умовне. До їх числа може віднести, наприклад, накопичувач на компакт-дисках, якщо він приєднується через USB. І навпаки, модем може бути вбудованим чи платою розширення, тоді немає підстав відносити його до периферійних пристроїв.

Принтери

Принтери призначені для виведення інформації на тверді носії, здебільшого на папір. Існує велика кількість різноманітних моделей принтерів, що різняться принципом дії, інтерфейсом, продуктивністю та функціональними можливостями. За принципом дії розрізняють: матричні, струменеві та лазерні принтери.

Струменеві принтери

Перші струменеві принтери випустила фірма Hewlett Packard. Принцип дії подібний до принципу дії матричних принтерів, але замість голок у друкуючому вузлі розташовані капілярні розпилювачі та резервуар із чорнилом. У середньому, число розпилювачів від 16 до 64, але існують моделі, де кількість розпилювачів сягає для чорних чорнил до 300, а для кольорових до 416. Резервуар із чорнилами може розташовуватися окремо і через капіляри з'єднуватись з друкую-

чим вузлом, а може бути вбудованим у друкуючий вузол і замінитись разом із ним. Кожна конструкція має свої недоліки та переваги.

Вбудований у друкуючий вузол резервуар являє собою конструктивно окремий пристрій (картридж), який дуже легко замінити. Більшість сучасних струменевих принтерів дозволяють використовувати картриджі для чорно-білого та кольорового друку.

Кольоровий друк виконується шляхом змішування різних кольорів у певних пропорціях. Переважно, у струменевих принтерах реалізується колірна модель СМУ (Cyan-Magenta-Yellow). Змішування не може надати чистий чорний колір і тому в складову входить чорний колір (Black). Хоча повна модель кольороподілу СМУК (має ще black – чорний) побутові принтери мають чорний картридж як окремий, тобто використовується таки СМУ з наступною «доводкою» чорним по вже повністю сформованому зображенні. При кольоровому друкуванні картридж містить 3 або 4 резервуари з чорнилами. Друкуючий вузол проходить по одному місцю аркуша декілька разів, додаючи потрібну кількість чорнил різного кольору. Після змішування чорнил, на аркуші з'являється ділянка потрібного кольору.

Основним недоліком є засихання чорнил у розпилювачах. Усунути це можна лише заміною картриджа. Щоб не допустити засихання принтери обладнані пристроями очищення розпилювачів. Для домашнього користування струменеві принтери не особливо підходять, бо насправді кольоровий друк потрібних вельми рідко, а недешевий картридж якщо не використається то засохне. Для окремих моделей існують також системи безперервної подачі чорнил, тобто відносно великі резервуари що по тонких гнучких трубочках постійно подають чорнила в друкуючу головку, це зменшує вірогідність засихання і здешевлює друк, але мати такий агрегат дома або у малому офісі навряд чи доцільно.

Лазерні принтери

Сучасні лазерні принтери дозволяють досягнути найбільш високої якості друку. Якість наближена до фотографічної. При цьому

друк відносно швидкий навіть прості побутові моделі друкують 10-12 сторінок на хвилину. Основний недолік лазерних принтерів є висока ціна, але ціни мають тенденцію до зниження. До його недоліків можна віднести й те що він найвибагливіший з описуваних до якості паперу.

Принцип дії. У більшості лазерних принтерів використовується механізм друкування, як у копіювальних апаратах. Основним вузлом є рухомий барабан, що наносить зображення на папір. Барабан являє собою металічний циліндр, що покритий шаром напівпровідника. Поверхня барабана статично заряджається. Промінь лазера, що сфокусований на барабан, змінює електростатичний заряд у точці попадання і створює на поверхні барабана електростатичну копію зображення.

Після цього, на барабан наноситься шар фарбуючого порошку (тонера). Частки тонера притягаються лише до електрично заряджених ділянок барабана. Папір втягується з лотка і йому теж передається електричний заряд. При накладанні на барабан, аркуш притягає на себе частки тонера з барабана. Для подальшої фіксації тонера, папір знов заряджається й проходить між валами, нагрітими до 180 градусів, що й спричиняє вихід з принтера досить гарячих листків. По закінченні друку фрагмента, барабан розряджається, очищується від тонера і знов використовується.

При кольоровому друці зображення формується змішуванням тонерів різного кольору за 4 проходження аркуша через механізм. За кожен прохід на папір наноситься певна кількість тонера одного кольору. Кольоровий лазерний принтер є складним електронним пристроєм з 4 резервуарами для тонера, оперативною пам'яттю, процесором та жорстким диском, що збільшує його габарити та ціну.

Термін роботи та якість роботи лазерного принтера залежить від барабана. Ресурс барабана дешевих моделей 40-60 тисяч сторінок. Окрім того картриджі ще можна декілька разів регенерувати, тобто прочищувати та засипати новий тонер, стандартного ресурсу вже звичайно не досягнеш але регенерація дешева і тому добре оплачується.

Ця обставина робить відносно дорогий лазерний принтер (монохромний) економічно найвигіднішим.

Існували й термопринтери, що друкують на спеціальному термопапері, що чорніє від нагрівання лазерним променем, тепер цей метод друку застосовується тільки в касових апаратах.

Під'єднується більшість принтерів в USB, хоча колись для цього існував спеціальний порт, що називався LPT і застосовувався переважно у матричних та ранніх моделях інших принтерів, тепер вже не випускають таких принтерів але деякі материнські плати мають LPT-роз'єми для сумісності. LPT відмер через низьку пропускну здатність для деяких сучасних моделей її просто не вистарчить, дуже «бідні» можливості зворотного зв'язку (від принтера до ПК) та бажання виробників до уніфікації. Колись також існували і різні екзотичні моделі принтерів найвідоміший з яких COM-принтер. Серед професійних моделей поширений також варіант виконання з мереженою картою, що підключається, як окремий спеціалізований пристрій з власною мережевою адресою у локальну мережу.

Сканери ||

Сканер – це пристрій, який дає змогу вводити в комп'ютер чорно-біле або кольорове зображення, читати графічну та текстову інформацію. Сканер використовують у випадках, коли виникає потреба ввести в комп'ютер із наявного оригіналу текст і / або графічне зображення для його подальшої цифрової обробки. Введення такої інформації за допомогою стандартних пристроїв введення потребує багато часу і праці. Сканована інформація потім обробляється за допомогою спеціального програмного і перетворюється у текстовий файл.

Основним елементом сканера є CCD-матриця (Charge Coupled Device) або PMT (PhotoMultiplier Tube). Колби-фотомножники використовуються лише у складних і дорогих барабанных професійних сканерах, тому доцільніше розглядати принцип дії сканерів із CCD-матрицею. CCD-матриця – це набір діодів, що реагують на світло при

дії зовнішньої напруги. Від якості матриці залежить якість розпізнавання зображення.

Всі сучасні моделі розрізняють всі відтінки кольорів¹. Аркуш, що сканується, освітлюється ксеноновою лампою або набором світлодіодів. Відбитий промінь за допомогою системи дзеркал або лінз проєктується на CCD-матрицю. Під дією світла та зовнішньої напруги, матриця генерує аналоговий сигнал, що змінюється при переміщенні відносно неї аркуша та інтенсивності відображення різних елементарних фрагментів.

Сигнал подається на аналогово-цифровий перетворювач, де він оцифровується і передається у пам'ять комп'ютера. Існує два способи сканування: переміщення аркуша відносно нерухомої CCD-матриці або переміщення світлочутливого елемента над нерухомим аркушем.

За способом організації переміщення зчитуючого вузла відносно оригіналу сканери поділяються на планшетні, барабанні та ручні. У планшетних сканерах оригінал кладуть на скло, під яким рухається оптико-електронний зчитуючий пристрій. У барабанних сканерах оригінал через вхідну щілину втягується барабаном у транспортний тракт і пропускається повз нерухомий зчитуючий пристрій. Барабанні сканери не дають змоги сканувати книги, переплетені брошури тощо. При систематичному використанні краще мати, хоча і дорожчий, настільний планшетний сканер бо барабанний не може сканувати книжку.

Більшість сканерів використовують програмний інтерфейс TWAIN (Technology Without An Interesting Name²), що дозволяє отримувати з них зображення у будь-яку програму. Вони підключаються на USB, бо це відносно швидкий та поширений порт. Колись малопотужні

¹ Взагалі то не всі але в десятки тисяч разів більше ніж розрізняє людське око.

² В самій назві інтерфейсу є дилема, вона перекладається, як «технологія без цікавого імені», хоча такою навряд чи є, але інтерфейс завжди працює без проблем.

сканери підключали на COM-порт, якого втім не вистарчало і для них, а потужні професійні на порт SCSI, призначений для підключення жорстких дисків, але історично відомі найрізноманітніші варіанти його застосування, аж до підключення маніпулятора «миша».

Мультифункціональні пристрої ||

Тепер принтер (лазерний чи струменевий) та сканер (планшетний іноді – барабанний) об'єднують у один пристрій, що отримав назву мультифункціональний пристрій (МФП), це дешевше, займає менше місця та дозволяє робити ксерокопії навіть коли комп'ютер вимкнений. Деякі моделі включають у себе також читач флеш-карток (що дозволяє друкувати поширені графічні формати без участі ПК, хоча насправді далеко не у всі моделі закладається така можливість). Комп'ютер «бачить» такі пристрої як декілька окремих пристроїв, що розділяють один порт USB. Оскільки окремі частини МФП працюють по черзі за винятком флеш-рідера, що використовується не так вже й часто (зазвичай працює або сканер, або принтер), досягається якість та швидкість аналогічні окремим пристроям. Знизити швидкість роботи можна тільки якщо водночас друкувати та сканувати, так робити майже ніколи немає потреби і, відповідно, стандартне програмне забезпечення МФП цього режиму роботи не підтримує.

Бездротовий зв'язок ||

Наявність пристроїв бездротової передачі даних характерна для портативних пристроїв тому просто перерахуємо їх від старших і повільніших до нових і швидших: 2G – GPRS (General Packet Radio Service), 2.75G – EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), 2.75 G – CDMA (Code Division Multiple Access), 3.75G HSPA+ (Evolved High-Speed Packet Access) 4G – LTE (Long-Term Evolution). Сучасним світовим стандартом є LTE з резервом HSPA+, в Україні через корупцію за часів пре-

зидентства Ющенко та Януковича ситуація плачевна, оператори¹ отримали ліцензії 3G (HSPA+) лише навесні 2015 року.

Варто також згадати такі технології цифрової бездротової передачі даних як Wi-Fi (Wireless Fidelity), WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access «X» додано для покращення мнемончності терміну, високочастотніший, швидший та «ширший» наступник попереднього протоколу) та Bluetooth. Це цифрові протоколи і відповідне обладнання для обміну інформацією, що є у складі ноутбуків, планшетів мобільних телефонів та інших портативних пристроїв. Перший з них часто також використовується, як остання ланка зв'язку між мережею та пристроями. Bluetooth – має критично малу пропускну здатність та радіус дії, а серверне WiMax-обладнання поки не рентабельне.

¹ ТриМоб (частина Укртелекому) отримав ліцензію (Україні призначено 3 частотні діапазони 2 утримувались від ліцензування), мережу не розгорнув, покриття частково у обласних центрах та окремих райцентрах.

Рекомендована література:

1. Акулов О. А., Медведєв М. В. Інформатика: базовий курс. М.: Омега-Л, 2006.
2. Дороті В. А., Новиков Ф. М. Тлумачний словник сучасної комп'ютерної лексики. 2-е вид. СПб.: BHV, 2011.
3. Лісничка І.Г. Інформатика та інформаційні технології. Навчальний посібник. М.: Видавництво Ексмо, 2007.
4. Попов В. Б. Основи комп'ютерних технологій. М.: Фінанси і статистика, 2012.

Електронні джерела інформації:

1. Довідкові системи програмних продуктів Microsoft Windows, Microsoft OneDrive Microsoft Office, Adobe Photoshop, Google Drive, Dropbox, тощо.
2. <http://www.ukrreferat.com/index.php?referat=69090>
3. <http://www.ua5.org/osnovi/10-osnovn-vdomost-pro-budovu-kompjutera.html>
4. <https://sites.google.com/site/sucasnijpk/home/struktura-pk>
5. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
6. <http://www.victoria.lviv.ua/html/oit/html/lesson3.htm>
7. http://life-prog.ru/ukr/view_algoritmleng.php?id=2

