

Дата: 26.01.2023

Група: 23

Предмет: Інформаційні системи

## УРОК 50

**ТЕМА:** «Накопичувачі на магнітній стрічці, їх використання для резервного зберігання даних»

### МЕТА:

- Розглянути основні ознаки жорсткого диску
- Вивчити конструкцію та принцип роботи вінчестера
- Опанувати характеристики жорсткого диску
- Виховати інформаційно-освічену особу, цікавість до обраної професії, дисципліну та уважність

### Вивчення нового матеріалу:

**Жорсткий диск**, або **жорсткий магнітний диск**, або **накопичувач на магнітних дисках** (англ. *hard (magnetic) disk drive*, англ. *HDD*), у комп'ютерному сленгу — «*вінчестер*» (від маркування набоїв гвинтівки «Вінчестер», англ. *Winchester*) — магнітний диск, основа якого виконана з твердого матеріалу (скла, алюмінію тощо). У більшості ЕОМ виконує функцію енергонезалежного носія інформації (комп'ютерної пам'яті чи нагромаджувача інформації) з довільним доступом (англ. *random access*).



Жорсткий (твердий) магнітний диск зі знятою кришкою

### 1. Основні ознаки та будова

На відміну від дискети, що виготовляється на основі гнучкого (лавсанового) магнітного диска, інформація у твердому магнітному диску записується шляхом намагнічування шару феромагнітного матеріалу (діоксиду заліза у минулому чи сплаву кобальту тепер), що нанесений на поверхні твердих (алюмінієвих, скляних або композитних) пластин у формі диска. У твердих магнітних дисках використовується одна або декілька пластин, встановлених на одному шпинделі.

Голівки зчитування-запису у робочому режимі не мають торкатися поверхні пластин завдяки прошарку повітря, що постійно набігає (утворюється біля поверхні дискових пластин при швидкому обертанні). Слід зазначити, що на ранніх екземплярах торкання головок могло бути звичайним явищем. Відстань між голівкою і робочою поверхнею дискової



Твердий (жорсткий) магнітний диск у розібраному до основних частин стані

пластини становить декілька нанометрів (у сучасних дисках близько 10 нм), а відсутність механічного контакту забезпечує тривалий термін експлуатації пристрою. За відсутності обертання дисків та за належного вимкнення диску їх голівки знаходяться поблизу шпинделя або за межами диска у безпечній (паркувальній) зоні, де унеможлиблюється їх нештатний контакт з поверхнею дисків.

Також, на відміну від гнучких дисків, у твердих магнітних дисках носій інформації (магнітний диск) сполучений в єдиний пристрій з іншими вузлами нагромаджувача (засобами запису і зчитування, приводом та блоком електроніки). Такий твердий диск переважно використовуються як стаціонарний (незнімний) носій інформації.

## 2. Конструкція



Основні елементи конструкції твердого диска

Існує багато типів твердих дисків, але всі вони складаються з одних і тих же вузлів із спільним принципом роботи. Основні елементи конструкції наступні:

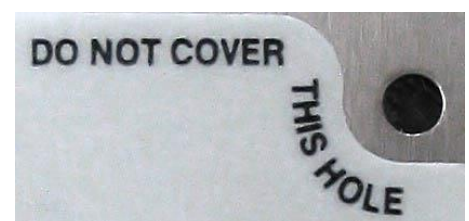
- пластини магнітних дисків на спільному шпинделі;
- голівки читання/запису;
- механізм приводу голівок (коромисло із сервоприводом);
- двигун приводу дисків;
- друкована плата з електричними схемами керування;

- кабелі і гнізда роз'ємів кабелів живлення і передачі даних;
- елементи конфігурування (перемички і перемикачі).

Диски, двигун приводу дисків, голівки і механізм приводу голівок зазвичай поміщаються в герметичному корпусі, що має назву «гермоблок» або «блок голівок і дисків» (англ. *HDA Head Disk Assembly*). Інші вузли, що не входять у гермоблок (друкована плата керування, лицева панель, елементи конфігурування тощо), є знімними і поміщаються ззовні гермоблока.

### Гермоблок

Більшу частину конструкції твердого диска займає цільний металевий корпус, що захищає магнітні пластини і точну механіку від впливів навколишнього середовища. Гермоблок — це герметична область пристрою, захищена від пилу та інших дрібних частинок. Гермоблок необхідний, оскільки, навіть дуже дрібна частинка, якщо вона потрапить у вузький зазор між голівкою й поверхнею диска, може пошкодити чутливий магнітний шар і вивести з ладу твердий диск. Також корпус захищає нагромаджувач від електромагнітних перешкод, тобто відіграє роль екрана. Внутрішній простір гермоблоку заповнений звичайним, але повністю очищеним від пилу повітрям. Ним не заповнюють гермоблок спеціально, просто складання здійснюється в приміщенні, де на один кубічний метр повітря припадає менше ста частинок пилу.



Отвір для вирівнювання тиску гермоблока

## Герметичність

Однак незважаючи на таку назву, гермоблок не повністю герметичний. Для вирівнювання його внутрішнього тиску з атмосферним, у корпусі робиться отвір, який закритий щільним фільтром пилю. У процесі роботи, пластини обертаються, створюючи потік циркуляції повітря. Цей потік проходить крізь ще один фільтр, який забезпечує додаткове очищення.

## Магнітна пластина твердого диска



Сток магнітних пластин твердого диска Seagate-ST19171N, об'єм: (9.1 Гбайт)

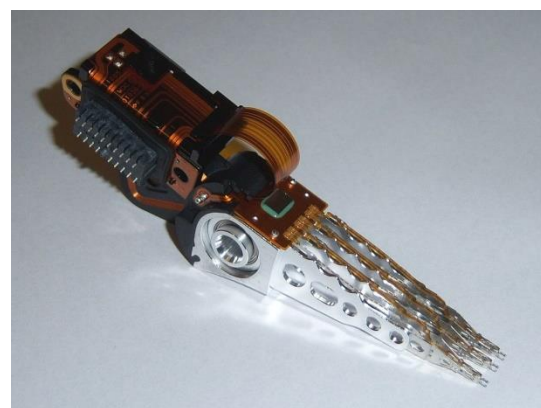
Магнітна пластина переважно виготовляється з легких сплавів на основі алюмінію. Є моделі, в яких пластини виготовлені з кераміки чи спеціального скла. На поверхню пластин, в незалежності від їх складу, для надання магнітних властивостей, наноситься методом вакуумного напилення шар кобальту. Структура магнітного покриття містить велику кількість мікроскопічних областей, що називають доменами. У процесі запису, магнітна голівка створює зовнішнє магнітне поле, яке, впливаючи на домен, змінює вектор його намагніченості. Після того, як зовнішнє поле зникає,

на поверхні диска утворюються зони залишкової намагніченості. Саме за таким принципом і здійснюється запис і зберігання інформації на магнітних дисках. Процес зчитування відбувається наступним чином: в магнітній голівці, коли вона опиняється навпроти ділянки залишкової намагніченості, індукується електрорушійна сила (у перших конструкціях) або змінюється електричний опір (у нових конструкціях), що і дозволяє зчитувати інформацію. Кількість пластин в нагромаджувачі може бути різною, у кожній пластині є дві робочі поверхні, але в певних моделях використовуватись може тільки одна. (непарна кількість головок)

## Магнітні голівки твердого диска

Магнітна голівка має досить складну будову і містить мікроскопічні елементи, виготовлення яких здійснюється методами фотолітографії. Для різних моделей твердих дисків кількість магнітних головок може бути від 1 до 8. Встановлення, а також утримання голівки на магнітній доріжці забезпечує електромагнітна система позиціонування. Існує багато конструкцій механізмів привода головок, але їх можна розділити на два основних типи:

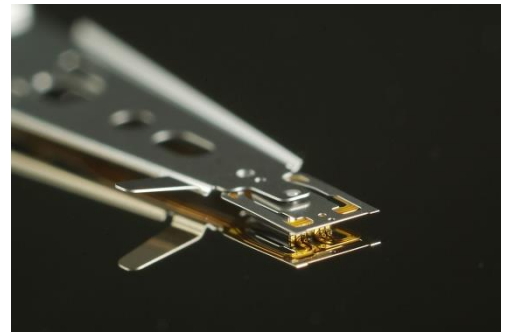
- з кроковим двигуном;
- з рухомою котушкою.



Блок магнітних головок із системою позиціонування

Характеристики цього привода багато у чому визначають швидкодію і надійність нагромаджувача, вірогідність зчитування даних, його температурну стабільність, чутливість до вибору робочого положення і вібрацій. Слід зазначити, що диски із приводами на основі крокових двигунів є менш надійними, ніж пристрої із приводами від рухомих котушок.

Для здійснення запису даних використовується індуктивна голівка. Записувана інформація перетворюється голівкою у змінне магнітне поле. Цим полем намагнічується ділянка магнітного диска. Недоліком індуктивної голівки є те, що вона не підходить для читання інформації через залежність амплітуди сигналу зчитування від швидкості



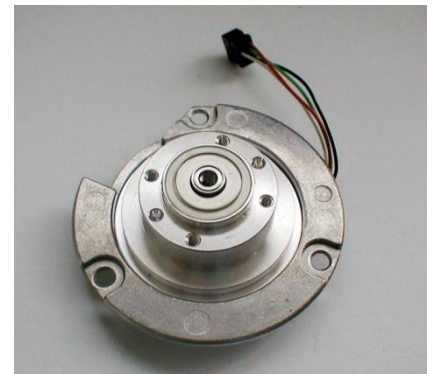
Магнітні голівки запису/зчитування

переміщення магнітного покриття та суттєвий вплив магнітних шумів. З цієї причини, для читання інформації застосовуються магніторезистивні голівки типів MRH (Magneto-Resistive) або GMR (Giant Magneto-Resistive). Подібні голівки являють собою резистор, що змінює свій опір залежно від напруженості магнітного поля. Головна перевага полягає в тому, що амплітуда практично не залежить від швидкості зміни магнітного поля. Використання магніторезистивних голівок дозволяє збільшити надійність зчитування інформації, а також збільшити граничну щільність запису.

До моменту «зльоту» на повітряній подушці, голівки труться об поверхню пластин в спеціально відведеній ділянці диска, званому «паркувальна зона». У процесі роботи магнітні голівки знаходяться на відстані в частки мікрона від поверхні магнітних пластин. Після вимкнення живлення контролер твердого диска проводить автоматичне паркування голівок.

### Двигун привода дисків

Стабільне обертання пластин змонтованих на осі (шпинделі) забезпечує шпиндельний трифазний двигун. У середині двигуна містяться три обмотки, які включені зіркою з відведенням посередині. Ротор являє собою постійний секційний магніт. Щоб забезпечити малі биття на високих обертах, в сучасних твердих дисках використовуються гідродинамічні підшипники.



Електродвигун привода шпинделя магнітних пластин

Шпиндельний двигун запускається тільки після повної внутрішньої діагностики пристрою. Спочатку двигун розкручується у форсованому режимі, не аналізуючи швидкість обертання магнітних дисків. Для забезпечення цього етапу роботи, блок живлення комп'ютера повинен мати запас пікової потужності. Після того, як магнітні голівки виводяться із зони паркування, швидкість обертання дисків стає контрольованою. Вона управляється за сигналом серворозмітки, яка була записана на диск у процесі його виготовлення. Електроніка твердого диска виділяє сервомітки (вони знаходяться між секторами) із загального потоку даних і по них стабілізує швидкість обертання пластин. Стабільність обертання вкрай важлива для якості зчитування особливо для дисків з високою щільністю запису.

По суті, швидкість обертання пластин є однією з найважливіших характеристик продуктивності твердого диска. Чим вища швидкість, тим меншим є час, необхідний для пошуку інформації, і тим більша швидкість читання і запису інформації. У сучасних пристроях швидкість обертання пластин в нагромаджувачах з інтерфейсами PATA і SATA становить від 4200 до 10000 обертів на хвилину. У дорогих серверних системах з інтерфейсом SCSI (SAS), вона може досягати 15000 об/хв. Однак подальше

збільшення швидкостей обертання обмежується тим, що підвищується робоча температура дисків, а це негативно позначається на магнітному шарі. Також для швидкісних моделей потрібні якісніші підшипники, а їх виготовлення збільшує кінцеву вартість твердих дисків.

## Плата керування



Плата керування твердого диска

Плата керування твердого диска — вузькоспеціалізований комп'ютер, призначенням якого є обмін інформацією з базовою платою комп'ютера і управління внутрішніми процесами, що відбуваються у твердому диску (керування шпиндельним двигуном та приводом голівок).

Найбільша мікросхема на платі — центральний процесор. Це спеціалізований, цифро-аналоговий процесор, який займається обробкою як цифрової інформації, що надходить з комп'ютера, так і аналогової інформації, що надходить з блоку магнітних голівок.

Другим важливим компонентом (нижче процесора на зображенні) є мікросхема оперативної пам'яті — це кеш-пам'ять місткістю 8...64 МБ, що необхідна для буферизації обміну даними між диском і платою керування диска.

Третім важливим компонентом є драйвер двигуна (на фото третя за розміром мікросхема, нижче від мікросхеми пам'яті). Призначення даної мікросхеми — запуск і зупинка шпиндельного двигуна, контроль швидкості його обертання, керування сервоприводом і у деяких дисках, формування напруги живлення окремих компонентів та вузлів.

Наступний важливий компонент на платі керування — постійний запам'ятовувач (ПЗП), в даному випадку його мікросхема розташована у лівому нижньому куті плати (має по 4 ніжки з кожної з двох сторін). У цій мікросхемі знаходиться базова програма («прошивка») і стартова адаптивна інформація, необхідна для успішного запуску і ініціалізації твердого диска. Основний же програмний код знаходиться на магнітних пластинах носія у так званій службовій зоні. Останнім часом, на сучасних твердих дисках така мікросхема відсутня, її вміст тепер зберігається в центральному процесорі та міцно пов'язаний з вмістом службової інформації, іншими словами, це унеможлиблює ремонт твердого диска методом заміни плати керування.

## 3. Характеристики

**Інтерфейс** — набір, що складається з ліній зв'язку, сигналів, що посиляють по цих лініях, технічних засобів (контролерів), що підтримують ці лінії, і правил обміну (протоколів). Сучасні тверді диски можуть мати інтерфейси: ATA (AT Attachment, він же IDE — Integrated Drive Electronic, він же Parallel ATA), (EIDE), Serial ATA, SCSI (Small Computer System Interface), SAS, FireWire, USB, SDIO і Fibre Channel.

**Ємність** (англ. *capacity*) — кількість даних, які можуть зберігатися нагромаджувачем. Ємність сучасних твердих дисків з форм-фактором 3,5" сягає 16 ТБ<sup>[7]</sup>, і навіть 20 Тб. На відміну від прийнятої в інформатиці системі префіксів для обсягів інформації, що

позначають величину, кратну 1024, виробниками твердих дисків використовуються величини, кратні 1000. Так, наприклад, ємність твердого диска, маркованого як «2 ТБ», насправді становить приблизно 1,82 Терабайт.

$$(2 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1000 / 1024 / 1024 / 1024 / 1024) = \sim 1.82$$



Повнорозмірний (Full-height) 5,25" (110 МБ) твердий диск Maxtor (справа) і малогабаритний 2,5" (6495 МБ) для ноутбуків (зліва)



Шість типорозмірів твердих дисків, за період їх розвитку

**Фізичний розмір (форм-фактор)** — майже всі сучасні нагромаджувачі для персональних комп'ютерів і серверів мають розмір (ширину) 3,5, або 2,5 дюйма. Останні частіше застосовують у ноутбуках. Інші, менш поширені формати — 1,8 дюйма, 1,3 дюйма і 0,85 дюйма.

**Час доступу** (англ. *random access time*) — від 3 до 15 мс, як правило, мінімальним часом відрізняються серверні диски (наприклад, у Hitachi Ultrastar 15K147 — 3,7 мс<sup>[8]</sup>), максимальним із актуальних — диски для портативних пристроїв (Seagate Momentus 5400.3 — 12,5<sup>[9]</sup>). Для порівняння, у твердотільних нагромаджувачів цей параметр не перевищує 1 мс.

**Швидкість обертання диска** (англ. *spindle speed*) — кількість обертів шпинделя за хвилину. Від цього параметра значною мірою залежать час доступу й швидкість передавання даних. Станом на 2012 рік випускаються вінчестери з такими стандартними швидкостями обертання: 4200, 5400 (ноутбуки), 7200 (персональні комп'ютери), 10 000 і 15 000 об./хв (сервери і високопродуктивні робочі станції). Збільшенню швидкості обертання шпинделя у твердих дисках для ноутбуків перешкоджає гіроскопічний ефект, впливом якого можна знехтувати у стаціонарно встановлених комп'ютерах.

**Надійність** (англ. *reliability*) — визначається як середній наробіток між відмовами (*Mean Time Between Failures, MTBF*). Також, переважна більшість дисків підтримує технологія SMART (англ. *Self Monitoring Analysing and Reporting Technology*) — технологія оцінки стану твердого диска вбудованими засобами самодіагностування, а також алгоритм оцінки часу до виходу його з ладу.)

**Кількість операцій введення-виведення за секунду** (англ. *IOPS*) — у сучасних дисків це близько 50 оп./с при довільному доступі до накопичувача й близько 100 оп./сек при послідовному доступі.

**Рівень шуму** — шум, що виникає під час роботи пристрою. Вимірюється в двох режимах — під час простою (шум двигуна обертання) і під час активного

навантаження (шум двигуна + шум голівок). Вказується в децибелах, інколи в Белах (=10дБ). Тихими накопичувачами вважаються пристрої з рівнем шуму близько 26 децибел і нижче.

**Опірність ударам** (англ. *G-shock rating*) — опірність твердого диска різким перепадам тиску або ударам вимірюється в одиницях припустимого перевантаження, кратних *g* (прискоренню вільного падіння) в увімкненому та вимкненому стані.

**Швидкість передавання даних** (англ. *Transfer Rate*):

- Внутрішня зона поверхні диска: від 44,2 до 74,5 Мб/с
- Зовнішня зона поверхні диска: від 74,0 до 111,4 Мб/с

**Місткість буфера** (англ. *Cache Memory*) — розмір проміжної пам'яті (кеш-пам'яті), що призначена для згладжування різниці швидкостей читання/запису і передавання даних через інтерфейс. Станом на 2013 у твердих дисках вона зазвичай може становити 8, 16, 32, 64 або 128 МБ.

### Порівняння інтерфейсів

	Пропускна здатність, Мбіт/с	Максимальна довжина кабелю, м	Чи потрібний кабель живлення	Максимальна кількість накопичувачів
UltraATA/133	1064	0,46	Так	2
SATA/300	2400	1	Так	1
SATA/600	4800	1	Так	1
FireWire/400	400	4,5 (при послідовному з'єднанні до 72 м)	Так/Ні (залежить від типу інтерфейсу й накопичувача)	63
FireWire/800	800	4,5 (при послідовному з'єднанні до 72 м)	Ні	63
USB 2.0	480	5 (при послідовному з'єднанні, через хаби, до 72 м)	Так/Ні (залежить від типу накопичувача)	127
Ultra-320 SCSI	2560	12	Так	16
eSATA	2400	2	Так	1 (з помножувачем портів до 15)

### Форм-фактор

Практично всі сучасні (після 2000 року) тверді диски для персональних комп'ютерів та серверів мають ширину або 3,5, або 2,5 дюйма — під розмір стандартних кріплень для них відповідно в настільних комп'ютерах і ноутбуках. Також знайшли застосування формати 1,8"; 1,3"; 1" і 0,85". Виробництво твердих дисків у форм-факторах 8" та 5,25" припинене.

#### Колишні і сучасні форм-фактори твердих дисків для ПК

Форм-фактор	Статус	Ширина (мм)	Висота (мм)	Найбільша місткість	Число пластин (макс)	Місткість на одну пластину (ГБ)
3,5"	Використовується	102	19 або 25,4	8 ТБ (2014)	5	1000
2,5"	Використовується	69,9	5; 7; 9,5 (найпоширеніші) 12, 5 або 15	2 ТБ (2012)	4	500
1,8"	Застарів	54	5 або 8	320 ГБ (2009)	2	160
5,25" Full-height	Застарів	146		47 ГБ (1998)	14	3,36

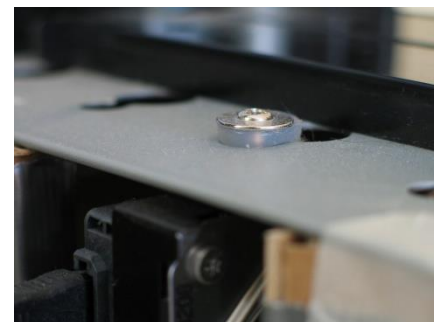
5,25" Half-height	Застарів	146		19,3 ГБ (1998)	4	4.83
1,3"	Застарів	43		40 ГБ (2007)	1	40
1" (CFII/ZIF /IDE- Flex)	Застарів	42		20 ГБ (2006)	1	20
0,85"	Застарів	24		8 ГБ (2004)	1	8

## Рівень шуму

*Рівень шуму* — шум, що його виробляє механіка накопичувача під час його роботи. Вказується в децибелах. Тихими накопичувачами вважаються пристрої з рівнем шуму близько 26 дБ та нижче. Шум складається з шуму обертання шпинделя (в тому числі аеродинамічного) і шуму позиціонування.

Для зниження шуму від твердих дисків застосовують такі методи:

- Програмний, за допомогою системи, вбудованої в більшість сучасних дисків, ААМ. Перемикання твердого диска у малошумний режим призводить до зниження продуктивності в середньому на 5-25 %, але робить шум під час роботи практично нечутним.
- Використання шумопоглинальних пристроїв<sup>[22]</sup>, закріплення дисків на гумових або силіконових шайбах або навіть повна заміна кріплення на гнучку підвіску.



Силіконові шайби при кріпленні твердих дисків зменшують вібрацію та шум.

## 4. Виробники

Спочатку на ринку було велике різноманіття твердих дисків, які виробляли багато компаній. У зв'язку з посиленням конкуренції та зниженням норм прибутку більшість виробників була або куплена конкурентами, або перейшла на інші види продукції.

Станом на початок 2013 року більша частина всіх вінчестерів виробляється всього декількома компаніями: Seagate, Western Digital та Toshiba. Fujitsu продовжує випускати тверді диски для ноутбуків і SCSI-диски, але покинула масовий ринок у 2001 році (в 2009 році виробництво твердих дисків було повністю передано компанії Toshiba).

Toshiba є основним виробником 2,5- і 1,8-дюймових ТД для ноутбуків. Досить яскравий слід в історії твердих дисків залишила компанія Quantum. Одним з лідерів у виробництві дисків була компанія Maxtor. У 2001 році Maxtor викупила підрозділ твердих дисків компанії Quantum. У 2006 році відбулося злиття Seagate і Maxtor. У середині 1990-х років існувала компанія Conner, яку купила Seagate. У першій половині 1990-х існувала фірма Micropolis, яка виробляла дуже дорогі диски premium-класу. Але під час випуску перших у галузі вінчестерів на 7200 об/хв нею були використані неякісні підшипники головного валу, що поставлялися фірмою Nides, і Micropolis зазнала фатальних збитків на поверненнях продукції, розорилася та була куплена вищезгаданою Seagate.



## 5. Діагностика несправностей накопичувачів

- **Зниження продуктивності роботи ПК** — таке зниження продуктивності, у першу чергу, відчувається при відкритті файлів з жорсткого диска або при запуску системи. Система може працювати з затримками через сторонні програми, але якщо при відкритті будь-якого каталогу або файлу помічається "зависання", то варто звернути на це увагу і перевірити працездатність жорсткого диска за допомогою спеціального ПЗ (Victoria, Hard Disk Sentinel).
- **Помітний шум при роботі накопичувача** — найчастішими проблемами виділяють: несправність зчитувальної головки; пошкодження вбудованого ПЗ на ROM-чіпі пристрою; проблеми з електричною складовою: згорілий чіп, пошкоджений pcb-контролер, пошкодження секторів на жорсткому диску тощо. Але у деяких моделей шум є нормальним явищем під час роботи накопичувача, отож слід використовувати спеціальні утиліти для діагностики.
- **Файли пошкоджені та з'явився BSOD** — такі системні екрани означають те, що ваша система пошкоджена.
- **Ваш диск не відформатований** — таке попередження зазвичай з'являється, коли сектор жорсткого диска був пошкоджений. Це може бути викликано різними причинами, серед яких вірус, неправильне перезавантаження, відключення накопичувача від напруги або її перепад, робота з утилітою поділу диску і рідко оновлюване ПЗ.
- **Комп'ютер постійно перезавантажується** — причиною цього може бути проблема в завантажувальному секторі, який заражений вірусом і створює безперервний цикл перезавантаження.
- **Час доступу до файлів** — до прикладу, запуск каталогу в "Провіднику" або очищення непотрібних файлів, займають досить значну частину часу. Зазвичай таку поведінку досить успішно можна виправити процесом дефрагментації, якщо фізично накопичувач справний.

## 6. Навіщо потрібна перемичка на жорсткому диску

Однією з деталей жорсткого диска є перемичка або джампер. Вона була важливою частиною застарілих HDD, що працюють в режимі IDE, але її можна зустріти і в сучасних вінчестерах.

Кілька років тому жорсткі диски підтримували режим IDE, який на сьогоднішній день вважається застарілим. Вони підключаються до материнської плати за допомогою спеціального шлейфу, що підтримує два диска. Якщо на материнській платі два порти для IDE, то підключити можна до чотирьох HDD.

Виглядає цей шлейф наступним чином:



Для того, щоб завантаження і робота системи були коректними, підключені диски потрібно попередньо конфігурувати. Зробити це можна за допомогою цієї самої перемички.

Завданням джампера є позначення пріоритету кожного з дисків, підключеного до шлейфу. Один вінчестер завжди повинен бути провідним (Master), а другий - підлеглим (Slave). За допомогою перемички для кожного диска і задається призначення. Основний диск з встановленою операційною системою - Master, а додатковий - Slave.



Щоб виставити правильне положення джампера, на кожному HDD є інструкція. Виглядає вона по-різному, але знайти її завжди дуже легко.



### Домашнє завдання:

- Законспектувати матеріал уроку
- Читати посібник: 2) §3.5.2.
- Для зворотнього зв'язку використовувати e-mail: [2573562@ukr.net](mailto:2573562@ukr.net)