Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення

”Допущено до захисту”
Завідувач кафедри кібербезпеки
та програмного забезпечення
д.т.н., професор
_____ Олексій СМІРНОВ
“____” _____ 2025 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему
“Програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу”

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи КІ-21-2
ОПП «Комп’ютерна інженерія»
спеціальності 123 «Комп’ютерна інженерія»
_____ Петрунін А.В.
«____» _____ 2025 р.

Керівник проекту
кандидат фізико-математичних наук, доцент
_____ Петренюк В.І.
«____» _____ 2025 р.
Рецензент _____
_____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *Механіко-технологічний*

Кафедра *Кібербезпеки та програмного забезпечення*

Освітній ступінь *бакалавр*

Галузь знань ._12 _____*“*Інформаційні технології*”*_____

Спеціальність *123 “*Комп’ютерна інженерія*”*

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _*“*Комп’ютерна інженерія*”*_

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.т.н., проф.
_____ Олексій СМІРНОВ
« 17 » січня 2025 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Петруніну Артуру Володимировичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи *Програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу*

2. Керівник роботи *Петренюк Володимир Ілліч, канд. фіз.-мат. наук, доцент*
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу № 47-02 від 17.01.2025 року

3. Строк подання студентом роботи до захисту *23.05.2025 р.*

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи*: Метою роботи є розробка програмного забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу*

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Призначення та область використання.
2.Перегляд аналогічних існуючих систем.
3. Опис і обґрунтування проектних рішень.
4. Етапи програмування системи.
5. Впровадження системи в промислову експлуатацію.
6. Висновки

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

Структурна схема системи	*1 аркуш*
Функціональна схема системи	*1 аркуш*
Діаграма процесів	*1 аркуш*
Блок-схема алгоритму роботи додатку	*2 аркуша*

7. Дата видачі завдання « 17 » січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти	Примітка
1.	Аналіз існуючих систем	10.03.2025 р.	
2.	Постановка задачі, оформлення ТЗ	15.03.2025 р.	
3.	Розробка моделі компонента	20.03.2025 р.	
4.	Розробка структур даних	25.03.2025 р.	
5.	Розробка алгоритмів зв’язку та відображення	30.03.2025 р.	
6.	Програмування алгоритмів	10.04.2025 р.	
7.	Оформлення ПЗ	17.04.2025 р.	
8.	Попередній захист роботи	23.05.2025 р.	

Дата видачі завдання
« 17 » січня 2025 р.

Підпис керівника
_____ Петренюк В.І.
(прізвище та ініціали)
Завдання прийнято до виконання
« 17 » січня 2025 р.

Підпис здобувача
_____ Петрунін А.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Петрунін А.В. Програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу. 123 Комп'ютерна інженерія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2025.

В даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Метою розробки є програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Результат роботи – програмна реалізація системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

Розроблено зручний інтерфейс користувача. Наведені інструкції по роботі з програмними засобами.

Програма може використовуватися на ПЕОМ з ОС Windows 10/11.

Програму розроблено в середовищі Visual C++.

Ключові слова: комп'ютерна інженерія, підвищення надійності HDD

ABSTRACT

Petrunin A.V. Software for the HDD reliability improvement system in corporate-class storage systems. 123 Computer Engineering. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2025.

In this final qualification work for the first (bachelor's) level of higher education, software has been developed that is intended for the HDD reliability improvement system in corporate-class storage systems.

The purpose of the development is software for the HDD reliability improvement system in corporate-class storage systems.

The result of the work is the software implementation of the HDD reliability improvement system in corporate-class storage systems.

In the process of working on the software model, an analysis of existing hardware and software was performed. All components of the developed software are fully described.

A convenient user interface has been developed. Instructions for working with software are provided.

The program can be used on a PC with Windows 10/11 OS.

The program was developed in the Visual C++ environment.

Keywords: computer engineering, improving HDD reliability

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

API	–	прикладний програмний інтерфейс
HDD	–	жорсткий диск
LBA	–	адресація секторів
MFC	–	Microsoft Foundation Class library
RO	–	тільки читання
SMART	–	Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology
БМГ	–	блок магнітних головок
ПЗ	–	програмне забезпечення
ЦОД	–	центр обробки даних

ВСТУП

Актуальність теми. Незважаючи на революцію в області виробництва флеш-пам'яті, у результаті якої вона усе більш широко застосовується в пристроях самого різного класу – від смартфонів і планшетів до серверів і масивів зберігання даних, технології жорстких дисків (HDD або НМЖД) продовжують розвиватися: щільність запису підвищується (відповідно, збільшується і ємність), а продуктивність дискових накопичувачів росте. Технології жорстких дисків пройшли довгий шлях розвитку – накопичувачу HDD уже більше 60 років. Для подальшого збільшення щільності запису доводиться винаходити непрості інженерні рішення, але поки що ємність дисків продовжує зростати, як і запити підприємств, центрів обробки даних. Щорічно обсяги даних збільшуються на 40–60%, що вимагає все більшої щільності їхнього розміщення на жорстких дисках і підвищення швидкості доступу до них. Згідно із прогнозами IDC, по усьому світі ємність систем зберігання в ЦОДах буде щорічно збільшуватися на 40%, а у великих центрах обробки даних – удвічі. Тим часом подальше підвищення ємності дискових накопичувачів вимагає усе більше дорогих і тривалих розробок, тому HDD уже не дешевшають так само швидко, як це було раніше. Останні 10 років щільність розміщення даних на дисках збільшувалася в середньому на 28% у рік. Однак, за прогнозами HGST (підрозділу Western Digital), до 2026 року обсяги корпоративних даних будуть рости щорічно на 55%, а щільність запису на пластину диска – лише на 20%. Разом з тим до «технологічної стелі» щільності магнітного запису поки далеко.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

– Дослідження системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

– Програмна реалізація системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що розроблені алгоритми дозволяють успішно вирішувати задачі підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Призначення системи

Основними драйверами росту галузі ЦОД у наступні два роки аналітики називають твердотільні накопичувачі корпоративного класу (середньорічні темпи росту – більше 47%), персональні пристрої зберігання даних (22%) і накопичувачі великої ємності для підприємств (близько 18%). Найближчі перспективи – перехід на більше тонкі дискові накопичувачі (7 мм замість 9,5 мм) для ПК, поява нового покоління гібридних дисків з поліпшеними показниками ціна/продуктивність, більше широке впровадження герметизованих гелієвих дисків.

У технології HAMR носій з магнітного сплаву нагрівається променем лазера, при цьому міняється орієнтація магнітної частки. Ще в 2012 році виробникам удалося за допомогою даної технології досягти щільності запису 1 Тбайт на квадратний дюйм. Очікується, що зовсім незабаром цей показник виросте вчетверо, однак реалізації HAMR у комерційних продуктах прийде почекати року два. Перші накопичувачі, що підтримують технологію HAMR, Seagate планує представити в 2025 році, а до 2026-му розраховує випустити на базі HAMR диск ємністю 30 Тбайт.

HGST має намір до 2026 року випустити диски, що використовують технологію Bit Patterned Media Recording (BPMR), що за допомогою нанолітографії розбиває магнітне середовище, зменшуючи «розміри біта». До 2025 року технології BPMR і HAMR дозволять довести щільність запису до 10 Тбайт на квадратний дюйм. За прогнозом консорціуму Advanced Storage Technology Consortium, технології запису, що дозволяють зберігати на жорстких дисках до 100 Тбайт даних, з'являться приблизно через десять років.

Всі ці технології з'явилися досить давно й поки не змогли пройти стадію масового впровадження у виробництво. Тим часом накопичувачі SSD зробили величезний стрибок по всіх характеристиках.

1.2 Область застосування

Кілька перспективних технологій HDD уже вийшло на етап комерційного впровадження. Особливі надії покладають на герметичні дискові накопичувачі, заповнені гелієм. Щільність гелію в сім разів менше, ніж повітря, а теплопровідність вище. Це дозволяє зменшити товщину пластин і знизити рівень вібрацій.

Такі диски можуть працювати в умовах підвищених (на кілька градусів) робочих температур, що є однією з найважливіших умов створення енергоефективних ЦОДів. У порівнянні зі звичайними жорсткими дисками HDD показник енергоспоживання/терабайт вдається зменшити майже на 50%.

Завдяки низкою щільності газу усередині корпуса накопичувача з'явилася можливість помістити туди додаткові пластини, за рахунок чого при збереженні форм-фактора підвищується ємність. У результаті число пластин у накопичувачі вдалося збільшити з п'яти до семи. Такі HDD роблять уже кілька вендорів.

Фахівці компанії HGST, що розробила власну патентовану технологію втримання гелію усередині накопичувача й, що надає на такі диски п'ятирічну гарантію, упевнені, що в найближчі 10 років гелієві HDD будуть фундаментом для створення нових рішень. В HGST підрахували, що їхнє застосування у великих центрах обробки даних дозволить знизити TCO на 22-33%. Гелієві HDD дозволяють домогтися високої щільності зберігання даних, гарного співвідношення ємність/вага і ємність/площа, а також мінімального співвідношення споживана потужність / ємність для корпоративних і хмарних центрів обробки даних.

Компанія Western Digital ще наприкінці 2013 року повідомила про початок поставок наповненого гелієм жорсткого диска Ultrastar He6, призначеного для корпоративного сектора. В 3, 5-дюймовому жорсткому диску Ultrastar He6 використовується сім пластин, а його ємність становить 6 Тбайт. У режимі очікування HDD споживає 5,3 Вт і нагрівається на 50С менше, ніж жорсткі диски, заповнені повітрям. Це пристрій з інтерфейсами SATA 3 або SAS забезпечує на 23% менший рівень енергоспоживання в режимі очікування, а також кращі показники енергоспоживання й маси на 1 Тбайт ємності – на 49 і 38% відповідно.

За прогнозами HGST, до 2026 року до 50% виробничих потужностей по випуску дисків буде зайнято випуском моделей, заповнених гелієм. До теперішнього часу виробники гелієвих жорстких дисків домоглися високої надійності своїх продуктів: гарантований час наробітку на відмову (MTBF) становить до 2,5 млн годин.

Таким чином, виходячи з вищеперерахованого, програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу, є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній випускній кваліфікаційній роботі за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

2 ПЕРЕГЛЯД АНАЛОГІЧНИХ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1 Огляд існуючих систем, технологій, архітектур, програмних рішень за профілем теми випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

CrystalDiskInfo

CrystalDiskInfo – це відмінна програма моніторингу з відкритим вихідним кодом, що попередить вас, якщо підвищиться температура або погіршиться здоров'я вашого диска. За замовчуванням пороги для температури встановлений на 50°C, але його завжди можна скорегувати для ваших дисків.

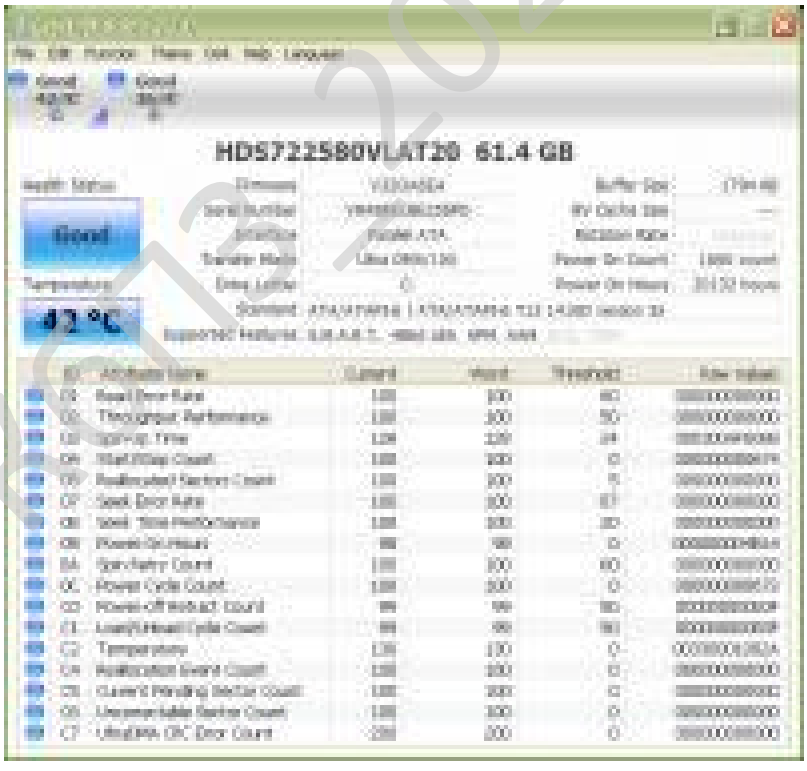


Рисунок 2.1 – Інтерфейс користувача CrystalDiskInfo

CrystalDiskInfo відображає всю накопичену S.M.A.R.T. інформацію у вигляді графіків, так що ви завжди зможете зрозуміти із чим саме були викликані проблеми. Програма вміє обробляти дані як зі звичайних дисків, так і із зовнішніх USB-дисків. Для кожного диска програма відображає кількість загальних звернень і час роботи.

CrystalDiskInfo поставляється як у портативній версії, так і з інсталятором. Якщо ви вирішите використовувати інсталятор, то уважно дивитеся за кожним діалоговим вікном, тому що установник настійно пропонує встановити ASPCA доповнення до браузерів. Плюс до всього інсталятор поставляється з OpenCandy. У випадку портативної версії, у ній немає нічого зайвого. Якщо говорити в цілому, то це одна із кращих програм у даному класі.

HDDScan

HDDScan на сьогоднішній день є однієї з винятковий програм у своєму класі. Програма містить досить велику кількість текстів, які можна організовувати в чергу. Інтерфейс програми досить незвичайний, так що вам доведеться витратити небагато часу для того, щоб освоїтися (до програми додається інструкція російською мовою, з досить докладним описом).

В HDDScan є одна цікава особливість. Коли відбувається сканування поверхні диска на наявність битих блоків/секторів, то інформація про швидкість обробки виводиться на спеціальному графіку. Звичайно, дані про швидкість читання на діапазонах секторів більше придадуться адміністраторам і технічно підкованим користувачам, ніж звичайним користувачам. Проте, графік виглядає досить красиво.

Якщо ви виявили на графіку швидкості читання діапазонів блоків різкі провали (наприклад, на 20-30%), то це означає, що вам варто познайомитися із програмами резервного копіювання даних. При цьому поступове зниження швидкості від початку диска до його кінця – цілком очікуване явище для не серверних дисків. Головне, щоб при такому зниженні, рівень не падав у самий низ.

Рисунок 2.2 – Інтерфейс користувача HDDScan

Настійно рекомендується, щоб під час виконання сканування дисків, не було запущено ніяких інших програм, крім самої Windows.

Існує так само тест за назвою "Conveyance", які дозволяє визначити проблеми з неправильним зберіганням даних. Тому першою справою, коли вам у руки потрапить диск, запустите HDDScan і перевірте його декількома тестами, щоб відразу переконається, що в майбутньому з ним не буде проблем. Програма дозволяє так само налаштовувати додаткові параметри (якщо диск їх підтримує), такі як AAM (шум шпинделя), AAP (споживана потужність диска) і інші. Програма поставляється тільки в портативному варіанті. У цілому, можна сказати, що це програма, що завжди повинна бути у вас під рукою.

HD Tune

У безкоштовній версії HD Tune в основному представлені різні тести продуктивності жорсткого диска, так що утиліту можна сміло використовувати для визначення завдань, під якими підійде диск.

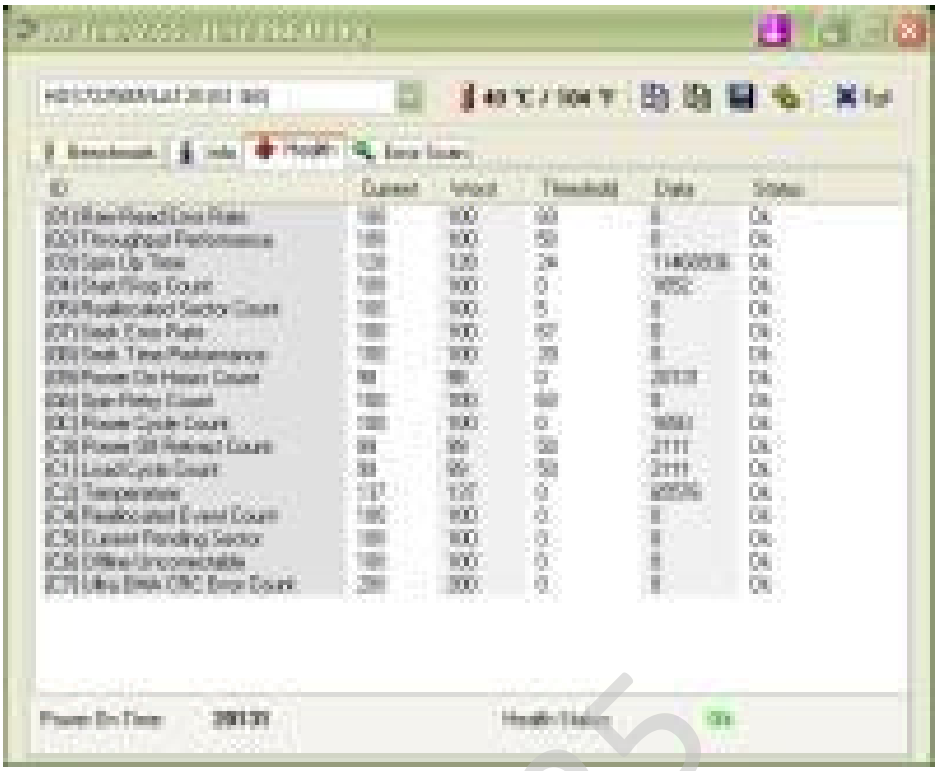


Рисунок 2.3 – Інтерфейс користувача HD Tune

HD Tune нормально обробляє як звичайні диски, так і зовнішні. Єдино, ряд SMART тестів і звіт про загальну інформацію доступні тільки для звичайних дисків. Так само до недоліків можна віднести той факт, що утиліта більше не обновляється.

DiskCheckup

DiskCheckup являє собою досить здатний інструмент. Він перераховує всю інформацію про ваш привод, а так само відображає параметри SMART. При перевищення порога в 60°C показує попередження (значення порога можна налаштовувати). Утиліта так само попередить вас, якщо одна із границь для показників S.M.A.R.T. була перевищена. Програма може як відобразити звичайне спливаюче вікно, так і відіслати повідомлення по електронній пошті.

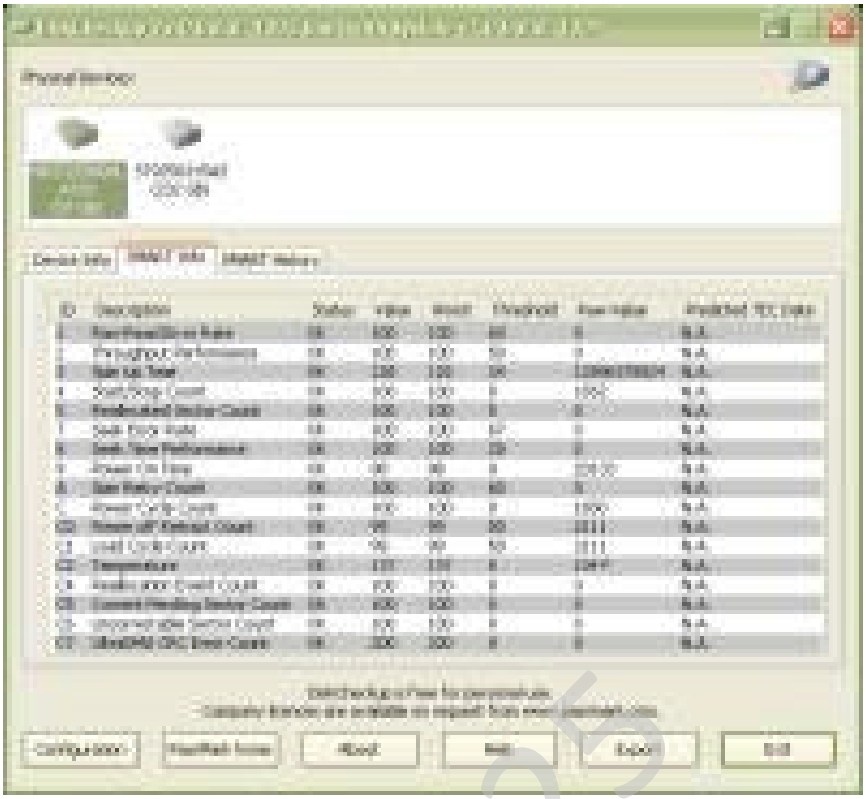


Рисунок 2.4 – Інтерфейс користувача DiskChechup

DiskChechup коректно обробляє інформацію як для звичайних, так і для зовнішніх жорстких дисків.

Для кожного з параметрів розраховується спеціальна TEC дата (орієнтовна дата виходу диска з ладу). Але, ви повинні адекватно підходити при аналізі даної дати. Справа в тому, що дата розраховується на основі попередніх значень і коливань параметрів. Через цього дата буде постійно мінятися. Плюс можливі випадкові проблеми, наприклад, перегрівши диска через розташований поруч із комп'ютером обігрівача, можуть вплинути на її складання. Проте, все-таки варто звертати увагу на цю дату, і вчасно робити бекапи ваших даних.

Для безперервного контролю рекомендується використовувати CrystalDiskInfo з його досить більшим набором функцій. Для діагностики варто використовувати HDDScan з його безліччю різних тестів. У цілому, для тестів підійде не тільки HDDScan, але й HD Tune і DiskCheckup, правда з невеликими застереженнями на параметри начебто TEC дати.

Постійне відстеження поточних параметрів SMART і періодична перевірка всієї поверхні диска – будуть для вас заставою спокою й схоронності ваших даних.

Інші програми моніторингу/діагностики або пов'язані із цією областю

1. CrystalDiskMark це програма з відкритим вихідним кодом для проведення тестів продуктивності. Установник включає опції для інсталяції PC Matic (Пробна версія) і аддона ASPCA для браузера. Портативна версія не включає нічого зайвого. Регулярно обновляється.

2. HD_Speed являє собою програму для порівняння швидкості передачі даних у різні умови. Використовується для жорстких дисків, CD/DVD, флеш-карт, дискет і так далі. Відображає інформацію в режимі реального часу. Регулярно обновляється.

3. Disk Bench ще одна програма для порівняльного аналізу. Потрібно NET Framework 2.0

4. SpeedFan програма для моніторингу напруги, швидкості вентиляторів, температури й інформації SMART. Може не визначити зовнішній диск.

5. S.M.A.R.T. Assistant (сайт недоступний) призначений для моніторингу параметрів S.M.A.R.T. і температури диска. Так само може управляти AAM (Automatic Acoustic Management) і APM (Advanced Power Management). Може не виявити зовнішній диск

6. Ariolic Disk Scanner являє собою портативний і простий сканер блоків. Більше не обновляється.

7. ATTO Disk Benchmark це програма для порівняльного аналізу.

8. Seagate SeaTools вимагає NET Framework 2.0. Уміє перевіряти блоки/сектори, проводити SMART тести й ряд інших можливостей. Існує DOS-Версія.

9. Існує проект із відкритим вихідним кодом за назвою S.M.A.R.T. Monitoring Tools, що містить у собі дві програми для контролю й спостереження

за системами зберігання з використанням SMART. Може не визначити зовнішній диск.

10. Hard Drive Monitor це проста програма моніторингу. У плині тривалого часу не обновляється. Може не виявити зовнішній жорсткий диск.

11. HDD Health ще одна програма моніторингу. Показує ряд параметрів. Може сповіщати про перевищення порогів не тільки вікнами, але й по засобах відправлення листів. Недавно була оновлена (обновляється досить рідко, була перерва в кілька років).

12. Не можна порекомендувати Acronis Drive Monitor, тому що необхідно зареєструватися для завантаження.

13. Active Hard Disk Monitor теж не можна порекомендувати, тому що програма більше не безкоштовна.

14. Ряд непоганих діагностичних інструментів можна знайти в різних складаннях за типом Ultimate Boot CD (UBCD),UBCD4Win і SystemRescueCd.

2.2 Обґрунтування вибору засобів для побудови системи та мови програмування

Для реалізації програми мною була використана мова програмування Visual C++. У зв'язку з тим, що сьогодні рівень складності програмного забезпечення дуже високий, розробка додатків Windows з використанням тільки якої-небудь мови програмування значно утрудняється. Програміст повинен затратити масу часу на рішення стандартних завдань по створенню багатовіконного інтерфейсу. Реалізація технології зв'язування й вбудовування об'єктів – OLE – зажадає від програміста ще більш складної роботи. Щоб полегшити роботу програміста практично всі сучасні компілятори з мови C++ містять спеціальні бібліотеки класів. Такі бібліотеки містять у собі практично весь програмний інтерфейс Windows і дозволяють користуватися при програмуванні засобами більш високого рівня, чим звичайні виклики функцій. За

рахунок цього значно спрощується розробка додатків, що мають складний інтерфейс користувача, полегшується підтримка технології OLE і взаємодія з базами даних. Сучасні інтегровані засоби розробки додатків Windows дозволяють автоматизувати процес створення додатка. Для цього використовуються генератори додатків. Програміст відповідає на питання генератора додатків і визначає властивості додатка – чи підтримує воно багатовіконний режим, технологію OLE, тривимірні органи керування, довідкову систему. Генератор додатків, створить додаток, що відповідає вимогам, і надасть вихідні тексти. Користуючись їм як шаблоном, програміст зможе швидко розробляти свої додатки. Подібні засоби автоматизованого створення додатків включені в компілятор Microsoft Visual C++ і називаються MFC AppWizard. Заповнивши кілька діалогових панелей, можна вказати характеристики додатка й одержати його тексти, постачені великими коментарями. MFC AppWizard дозволяє створювати одновіконні й багатовіконні додатки, а також додатки, що не мають головного вікна, – замість нього використовується діалогова панель. Можна також включити підтримку технології OLE, баз даних, довідкової системи. Звичайно, MFC AppWizard не всесильний. Прикладну частину додатка програмістові прийдеться розробляти самостійно. Вихідний текст додатка, створений MFC AppWizard, стане тільки основою, до якої потрібно підключити інше. Але працюючий шаблон додатка – це вже половина всієї роботи. Вихідні тексти додатків, автоматично отриманих від MFC AppWizard, можуть становити сотні рядків тексту. Набір його вручну був би дуже стомлюючий. Потрібно відзначити, що MFC AppWizard створює тексти додатків тільки з використанням бібліотеки класів MFC (Microsoft Foundation Class library). Тому тільки вивчивши мову C++ і бібліотеку MFC, можна користуватися засобами автоматизованої розробки й створювати свої додатки в найкоротший термін. Як уже згадувався, MFC – це базовий набір (бібліотека) класів, написаних мовою C++ і призначених для спрощення й прискорення процесу програмування для Windows. Бібліотека містить багаторівневу ієрархію класів, що нараховує близько 200 членів. Вони

дають можливість створювати Windows-додатки на базі об’єктно-орієнтованого підходу. З погляду програміста, MFC являє собою каркас, на основі якого можна писати програми для Windows. Бібліотека MFC розроблялася для спрощення завдань, що стоять перед програмістом. Як відомо, традиційний метод програмування під Windows вимагає написання досить довгих і складних програм, що мають ряд специфічних особливостей. Зокрема, для створення тільки каркаса програми таким методом знадобиться близько 75 рядків коду. У міру ж збільшення складності програми її код може досягати воістину неймовірних розмірів. Однак та ж сама програма, написана з використанням MFC, буде приблизно в три рази менше, оскільки більшість приватних деталей приховано від програміста.

Одною з основних переваг роботи з MFC є можливість багаторазового використання того самого коду. В зв’язку з тим, що бібліотека містить багато елементів, загальних для всіх Windows-додатків, немає необхідності щораз писати їх заново. Замість цього їх можна просто успадковувати (говорячи мовою об’єктно-орієнтованного програмування). Крім того, інтерфейс, забезпечуваний бібліотекою, практично незалежний від конкретних деталей, його що реалізують. Тому програми, написані на основі MFC, можуть бути легко адаптовані до нових версій Windows (на відміну від більшості програм, написаних звичайними методами). Ще однією істотною перевагою MFC є спрощення взаємодії із прикладним програмним інтерфейсом (API) Windows. Будь-який додаток взаємодіє з Windows через API, що містить кілька сотень функцій. Значний розмір API утрудняє спроби зрозуміти й вивчити його цілком. Найчастіше навіть складно простежити, як окремі частини API зв’язані один з одним! Але оскільки бібліотека MFC поєднує (шляхом інкапсуляції) функції API у логічно організовану безліч класів, інтерфейсом стає значно легше управляти.

Оскільки MFC являє собою набір класів, написаних мовою C++, тому програми, написані з використанням MFC, повинна бути в той же час програмами на C++. Для цього необхідно володіти відповідними знаннями. Для початку

необхідно вміти створювати власні класи, розуміти принципи спадкування й уміти перевизначати віртуальні функції. Хоча програми, що використовують бібліотеку MFC, звичайно не містять занадто специфічних елементів з арсеналу C++, для їхнього написання проте потрібні солідні знання в даній області.

2.3 Розгорнута постановка завдання

Згідно з технічним завданням на випускну кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, реалізації підлягає програмне забезпечення, яке призначено для системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

В процесі розробки випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти необхідно виконати наступний обсяг роботи:

а) провести аналіз існуючих систем-аналогів для виявлення їх позитивних і негативних якостей. Результати аналізу врахувати в подальших розробках;

б) вибрати та обґрунтувати методику побудови системи контролю роботи технологічного обладнання на виробництві в автоматизованому режимі. Розробити функціональну та структурну схеми системи;

в) розробити програмне забезпечення системи, що дозволить реалізувати поставлену технічним завданням задачу. Побудувати блок-схеми алгоритмів програми та підпрограми;

г) організувати інтерфейс користувача з метою формування та виводу на екран ЕОМ повідомлень про некоректні дії користувача та нестандартні ситуації в роботі технологічного обладнання;

д) розробити рекомендації по організаційних та методичних заходах, які забезпечать впровадження системи в промислову експлуатацію та її подальшу успішну експлуатацію;

е) провести розрахунки по визначенню економічної ефективності розробленої системи;

ж) розробити заходи по охороні праці при впровадженні та експлуатації системи, а також розробити заходи з цивільного захисту;

з) сформувати висновки про виконаний обсяг робіт та одержані результати.

3 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Опис функціонування системи

Якщо ви не інформовані про стан ваших жорстких дисків, то ви не можете бути впевненими в тому, що збережете важливі дані. Далеко не кожний збій жорсткого диска є випадковим або непередбаченим. І якщо знати про можливі проблеми, то ви завжди зможете зробити резервну копію даних перш, ніж що-небудь відбудеться.

Всі сучасні диски підтримують технологію моніторингу за назвою S.M.A.R.T. (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology – технологія власного моніторингу, аналізу й звітності), що дозволяє безупинно контролювати ряд параметрів жорсткого диска. Серед безлічі параметрів входять і такі: швидкість читання й записи, записи про помилки, відсоток помилок, температура й багато чого іншого.

Існує клас спеціальних програм, які дозволяють знімати отримані дані про стан (здоров'я) вашого диска й попереджати вас про досягнення граничних значень або зниження загальної ефективності диска. Ці програми допоможуть вам завжди знати відповідь на питання "чи здатний ваш диск безпечно зберігати дані?".

Тому якщо ви помітете, що програма сповіщає вас про відхилення або помилки, те, поки у вас ще досить часу, варто зробити резервні копії важливих файлів. А у випадку серйозних ушкоджень або спробувати відновити диск, або задуматися про необхідність заміни.

Проте, один лише моніторинг параметрів не може повною мірою відслідковувати всю картину що відбувається. Вам необхідно з певною періодичністю (наприклад, один раз на місяць) перевіряти ваш жорсткий диск на

наявність битих (що не читаються) блоків/секторів даних. Це дозволить зрозуміти наскільки ваш диск уражений.

Не варто перевіряти диск занадто часто, тому що такі перевірки так само позначаються на тривалості життя диска. Це не означає, що вони завдають шкоди. Це лише означає, що включати перевірку щодня не коштує. Одного разу на місяць буде цілком достатньо.

Технологія Shingled Magnetic Recording (SMR) дозволяє збільшити ємність на 25%. На відміну від традиційного перпендикулярного запису, при якій доріжки розташовуються пліч-о-пліч, при SMR вони перекриваються, як черепиця, тому їх міститься більше. Свої кращі можливості диски з технологією SMR демонструють при послідовному записі, що відповідає, наприклад, робочим навантаженням активного архівування.

У червні компанія HGST анонсувала перший жорсткий диск корпоративного класу ємністю 10 Тбайт. Ultrastar Archive Ha10, призначений для активного архівування наступного покоління, є результатом комбінування двох взаємодоповнюючих технологій – технології герметизованих гелієвих дисків HelioSeal і SMR.

Зараз, по оцінках HGST, додатка для активного архівування зберігають 20–35% всіх корпоративних даних, і в найближчі п'ять років ця частка перевищить 50%. Ultrastar Archive Ha10 – третій у лінійці гелієвих жорстких дисків, розроблених і випущених компанією менш чим за два роки. Середній час наробітку на відмову (MTBF) у цього жорсткого диска – 2 млн годин.

Однак імовірність подальшого істотного збільшення щільності запису за допомогою SMR невелика, до того ж у технологій, пов'язаних з наповненням гелієм, є свої обмеження.

Переваги гелієвих жорстких дисків

Більше висока енергоефективність. У середовищі, заповненої гелієм, диски обертаються з меншим зусиллям, у результаті необхідна потужність знижується на 23%. Гелієві диски ємністю 8 Тбайт споживають у холостому

режимі всього 5,1 Вт, що на 44% нижче в співвідношенні Вт/Тбайт у порівнянні зі звичайними дисками ємністю 6 Тбайт, заповненими повітрям. Це дозволяє скоротити витрати на електроенергію в центрах обробки даних.

Висока щільність зберігання даних. Диски ємністю 8 Тбайт у форм-факторі 3,5 дюйми, володіють на 33% більшою ємністю, чим конкуруючі продукти ємністю 6 Тбайт.

Низька потреба в охолодженні. Робоча температура заповнених гелієм дисків, як правило, на 4–50С нижче, завдяки чому витрати на їхнє живлення й охолодження менше, а їхня надійність і час наробітку на відмову вище.

Краще співвідношення вага/ємність. Цей показник знижений приблизно на 38%, що дозволяє використовувати системи великої ємності.

Висока стійкість до впливу зовнішнього середовища. Ці диски можна використовувати практично в будь-якому місці, у тому числі в центрах обробки даних, де здійснюється охолодження атмосферним повітрям.

Ціна/ємність. Збільшення обсягів виробництва гелієвих HDD другого покоління дозволить знизити вартість готової продукції для споживачів.

HDD АБО SSD?

Поки вся галузь чекає появи HAMR-дисків, твердотільні накопичувачі продовжують удосконалюватися. Зниження цін на флеш-пам'ять поряд із із темпів підвищення щільності запису в жорстких дисках змушує задуматися, чи не прийдуть на зміну HDD флеш-накопичувачі. В HGST очікують, що в наступне десятиліття технології HDD і SSD будуть розвиватися паралельно: повного витиснення останніми традиційних дискових накопичувачів не передбачається.

У найближчі роки накопичувачі HDD залишаться самим економічним рішенням для зберігання даних. До 2026 року їхня ємність виросте в 10–20 разів. Поки що твердотільні накопичувачі (SSD) не становили конкуренції HDD – скоріше, доповнювали традиційні диски. Але в майбутньому ситуація може змінитися.

Якщо прогрес у розробці SSD-Накопичувачів продовжиться колишніми темпами, то через кілька років дискам HDD прийде зштовхнутися із твердою конкуренцією – їхнє застосування може обмежитися нишевими додатками. Правда, для цього ціни на SSD повинні значно знизитися.

Ємність накопичувачів на флеш-пам'яті стрімко росте. Техпроцесс по нормах 14–15 нм – граничний для NAND. Єдиний шлях – створювати багатошарові структури класу 3D NAND. Наприклад, в Toshiba це технологія BiCS. Крім того, виробники будуть намагатися робити осередку багаторівневими для збільшення щільності запису. В 2013 році виробничі процеси дозволяли створювати лише 24 шаруючи, в 2014-м – 36, тепер уже 48. Пам'ять, створена за технологією 3D NAND, довела свою працездатність і ефективність.

У серпні на конференції Flash Memory Summit у Каліфорнії компанія Samsung представила самий ємний у світі накопичувач SSD. На диску з форм-фактором 2,5 дюйми може зберігатися 16 Тбайт даних. І це при тім, що ємність традиційних жорстких дисків HDD зараз не перевищує 10 Тбайт. Такої ємності Samsung змогла домогтися завдяки «тривимірної» пам'яті 3D V-NAND з 48 шарами TLC.

Поява нового типу енергонезалежної пам'яті 3D XPoint (розробка Intel і Micron Technology) обіцяє значно підвищити продуктивність твердотільних накопичувачів, однак повною мірою використовувати швидкість перших SSD на базі пам'яті 3D XPoint не вдасться через обмеження сучасних інтерфейсів по швидкодії. Перші накопичувачі Intel Optane будуть використовувати інтерфейси PCI Express 3.0 і випускатися у форм-факторах PCIe-карт або модулів DIMM з 288 контактами. Передбачається, що такі накопичувачі знайдуть застосування в ЦОДах для зберігання часто запитуваних «гарячих» даних.

У серверах із транзакційним навантаженням на зміну накопичувачам HDD корпоративного класу поступово приходять SSD, причому співвідношення на користь останніх могло б змінюватися набагато швидше, якби не консервативність IT-персоналу й деякі забобони, породжені проблемами, які

виникали при експлуатації першого покоління SSD. Разом з тим HDD продовжують себе прекрасно почувати в сегменті зберігання «холодних», рідко використовуваних або архівна даних, а гібридизація, застосування SSD як кеш-пам'ять HDD, дає можливість цим двом типам накопичувачів співіснувати й доповнювати один одного. Мабуть, тільки в сегменті SAS для відповідальних завдань і FC-Накопичувачів пристрою HDD будуть повністю замінені на SSD.

Уже зараз HDD зі швидкістю обертання 15До від компанії Huawei зрівнялися в ціні з SSD аналогічного обсягу. Що стосується NL-SAS HDD великої ємності, те ця ніша поки залишиться недосяжної для SSD, але темпи розвитку технологій дозволяють сподіватися на те, що в найближчі п'ять років HDD ємністю 4–6 Тбайт будуть замінені що дешевшають твердотільними накопичувачами.

Розвиток систем відеоспостереження також зажадає впровадження ємних і недорогих жорстких дисків. Накопичувачі SSD зможуть замінити HDD на транспорті, де традиційні диски просто не в змозі витримувати вібрації й температурні коливання. На SSD можна буде виконувати обробку фрагментів даних, що зберігаються на HDD. Однозначно одне: флеш-накопичувачі не витиснуть HDD. Що стосується більше близької перспективи, то в сегменті серверних HDD зі швидкостями обертання 10K і 15K жорсткі диски можуть поступитися своє місце накопичувачам SSD. HDD же стануть застосовуватися в якості ємних і дешевих сховищ холодних даних.

Користувачі ПК воліють застосовувати SSD для завантаження операційної системи й програм, у той час як HDD служить основним простором зберігання даних. Деякі сегменти ринку – домашні NAS, спеціалізовані диски для запису відеоспостереження, диски для зберігання медіаконтенту – практично цілком зайняті жорсткими дисками. У сегменті центрів обробки даних теж лідирують жорсткі диски».

Ми бачимо чітку тенденцію переходу від жорстких дисків на флеш-накопичувачі. Зв'язано це з тим, що технології дисків уже не розвиваються –

росте тільки ємність. При цьому продуктивність і, саме головне, час відгуку практично не змінилися з моменту винаходу HDD. Запити ж клієнтів постійно ростуть, вони починають шукати альтернативу й зупиняють свій вибір на флеш-ЦОД. Уже зараз вартість 1 терабайта корисної ємності такий ЦОД порівнянна із цим показником для дискової системи зберігання. Навіщо купувати диски, коли по тій же ціні можна одержати флеш-систему з багаторазово меншим часом відгуку й практично необмеженим запасом продуктивності? Технології дедупликації й компресії роблять флеш-ЦОД ще більш привабливими, а форм-фактор і низьке енергоспоживання відкривають додаткові можливості для консолідації. Клієнти розглядають HDD тільки як носій для архівних даних, та й у цій ніші, як уважають у компанії, відмову від них – лише справа часу. Навіть за прогнозами аналітиків, до 2019 року 20% традиційних масивів старшого класу будуть замінені на флеш-системи (Solid State Array, SSA), а вже до 2025 року очікується п'ятикратний ріст світового ринку флеш-систем у грошовому вираженні.

HDD+SSD

Тим часом розвиток можуть одержати нові класи пристроїв – гібридні HDD з убудованою флеш-пам'яттю й здвоєні HDD (HDD+SSD). Незважаючи на активність конкурентів в області розробки гібридних накопичувачів, в HGST уважають, що майбутнє все-таки за здвоєними дисками, оскільки вони дешевше й продуктивніше гібридів, їхня конфігурація гнучкіше, а можливості оптимізації розміщення даних на більше високому файловому рівні помітно вище. По продуктивності такі диски порівнянні з SSD і на 37% випереджають гібридні. На думку співробітників цієї компанії, корпоративному сектору не потрібні гібридні HDD: у серверах будуть застосовуватися в основному убудовані SSD з інтерфейсом PCIe (для прискорення операцій) і звичайні HDD.

Гібридизація SSD і HDD, швидше за все, буде реалізовуватися на рівні ОС. Гібридні накопичувачі SSHD виявилися компромісним рішенням, що не успадкувало кращі якості SSD і HDD. SSD компенсують обмеження жорстких

дисків у плані швидкості випадкового доступу, а жорсткі диски дозволяють знизити загальну вартість накопичувача й забезпечують довгий термін служби. Іншими словами, здвоєні диски – комбінація з SSD невеликої ємності і ємного HDD – забезпечать високі швидкості уведення-виводу даних для вимогливих додатків і великий обсяг для зберігання даних. Така комбінація допоможе знайти оптимальний баланс між ціною й продуктивністю.

Безумовно, продажу SSD ростуть, але в порівнянні з жорстким диском вартість флеш-пам'яті продовжує залишатися високої. Крім того, не варто забувати й про технологічні обмеження по кількості операцій перезапису в осередках на SSD, і про ріст обсягу даних і кількості мобільних пристроїв. Ці фактори сприяють певному сегментуванню ринку пристроїв зберігання інформації. Багато споживачів до критично важливих показників відносять ємність пристрою зберігання. Для них Seagate пропонує гібридні жорсткі диски, що сполучать швидкісні характеристики SSD і високу ємність HDD.

Спеціалізація HDD

Технології HDD продовжують удосконалюватися, і виробники будуть збільшувати щільність запису і ємність дискових накопичувачів. HAMR, SMR, HDD з гелієм і гібридні HDD – технології сьогоднішнього дня. Технологія HAMR, мабуть, найцікавіша, причому її можна використовувати в комбінації з SMR і в гелієвих дисках. Гібридні HDD, де можуть застосовуватися всі згадані технології, кожна з яких має свої плюси й мінуси, придадуться для рішення конкретних завдань і створення спеціалізованих дискових накопичувачів.

Всі нові технології жорстких дисків цікаві й перспективні у своїх областях застосування. Наприклад, HAMR і SMR дозволяють істотно підвищити ємність жорсткого диска, що, безумовно, необхідно через ріст потреб ЦОДів. Паралельно буде підвищуватися інтерес і до спеціалізованих корпоративних дисків, в основу яких покладений принцип об'єктного зберігання даних – ця технологія застосовується в дисках Seagate Kinetic. Енергоспоживання, ємність і надійність можуть стати ключовими параметрами саме для таких дисків.

Міняються не тільки технології HDD. З ростом щільності запису усе більше популярним стає 2,5-дюймовий форм-фактор. 3,5-дюймові HDD залишаються гарним вибором для хмарних середовищ, сховищ даних і архівних пристроїв.

Форм-фактор накопичувачів уже перетерпів зміни. Стандартні формати – 2,5 і тим більше 3,5 дюйми – стають занадто громіздкими. На зміну їм прийде стандарт M.2 – стандартизований формат плати без корпуса, уже більше схожий на модуль пам'яті, чим на звичний жорсткий диск.

У наступні три роки основна маса дисків буде мати форм-фактор 2,5 дюйми, однак тенденція до зменшення розмірів поступово набирає силу. Що стосується швидкостей обертання, то диски 15До будуть заміщатися на SSD, а в 2026-2025 роках твердотільні накопичувачі витиснуть і диски 10ДО. У найближчому майбутньому в ЦОД з'являться HDD NL-SAS ємністю 6-10 Тбайт для «неактивних» даних і пул SSD для всіх інших завдань. А от гібридні SSHD мають мало шансів прижитися в корпоративному сегменті.

Незабаром у корпоративних системах зберігання на зміну звичним рівням зберігання «повільний – середній – швидкий», які реалізуються відповідно на дисках SATA/NL – SAS SAS – SSD, прийдуть рівні зберігання «повільний – швидкий – зверхшвидкий», які будуть реалізовані на носіях NL-SAS – SSD – PCI-Flash відповідно. Причому рівень PCI-Flash буде працювати і як розширник основної кеш-пам'яті дискового масиву, і як окремий рівень зберігання для найбільш критичних даних з погляду продуктивності. Використання PCI-Flash у сьогоднішніх системах зберігання вже дає досить істотний приріст продуктивності OLTP-додатків. Іншим напрямком розвитку стане збільшення ємності дисків NL-SAS для ефективного й дешевого зберігання більших обсягів даних, причому спеціальні вимоги будуть пред'являтися до надійності такого носія.

Імовірно, найближчим часом ми не побачимо впровадження нових швидкостей обертання й нових форм-факторів, відмінних від традиційних 2,5 і

3,5 дюйми. Вся увага виробників буде спрямовано на вдосконалювання продуктів у різних сегментах ринку й на спроби зробити диски найбільш ефективними залежно від області застосування.

Спеціалізація накопичувачів, розмаїтість їхнього видів і характеристик дозволять створювати гнучкі й продуктивні рішення, оптимізовані для різних видів навантажень і областей застосування.

3.2 Розробка структурної схеми

На рисунку 3.1 зображена структурна схема розробленої системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу, за рахунок тестування жорсткого диску з використанням технології SMART.

Структурна схема складається з наступних блоків:

– Блок перевірки наявності підтримки технології SMART накопичувачем.

– Блок посилання у накопичувач команди запиту SMART-таблиць.

– Блок одержання таблиці в буфер додатка.

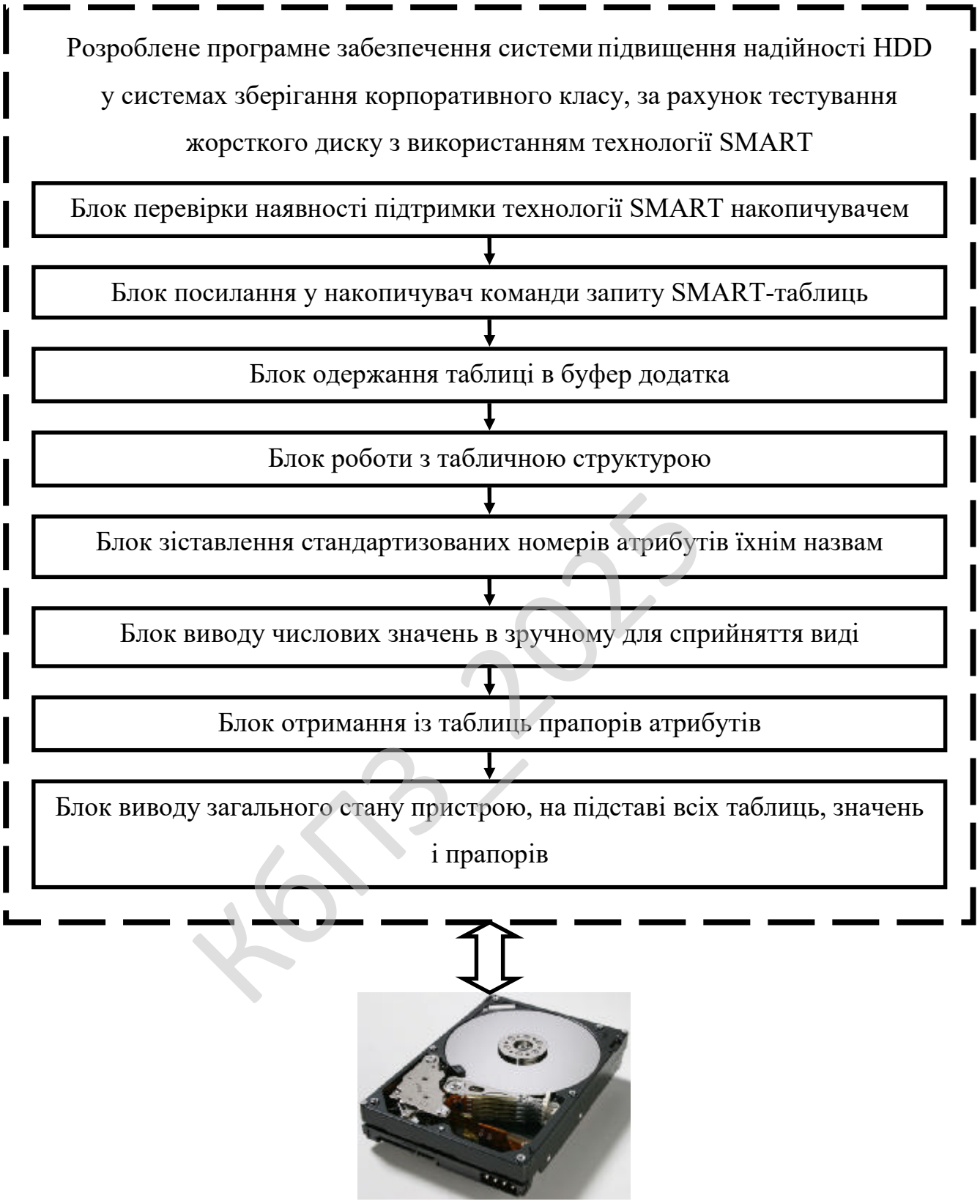
– Блок роботи з табличною структурою, що витягає з них номера атрибутів і їхні числові значення.

– Блок зіставлення стандартизованих номерів атрибутів їхнім назвам (іноді – залежно від типу, моделі або фірми-виробника HDD).

– Блок виводу числових значень в зручному для сприйняття виді.

– Блок отримання із таблиць прапорів атрибутів (ознаки, що характеризують призначення атрибута в рамках конкретної firmware накопичувача, наприклад, «життєво важливий» або «лічильник»).

– Блок виводу загального стану пристрою, на підставі всіх таблиць, значень і прапорів.



Жорсткий диск у системах зберігання корпоративного класу, який тестується

Рисунок 3.1 – Структурна схема системи

Опис технології S.M.A.R.T.

Технологія S.M.A.R.T. – Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology (від англ. "Технологія Самодіагностики, Аналізу й Звіту") – була розроблена для підвищення надійності й схоронності даних на жорстких дисках. У більшості випадків, SMART-сумісні пристрої дозволяють пророчити появу найбільш імовірних помилок і, тим самим, дають користувачеві можливість вчасно зробити резервну копію даних і/або повністю замінити накопичувач до виходу його з ладу.

Атрибути

Атрибути S.M.A.R.T. – особливі характеристики, які використовуються при аналізі стану й запасу продуктивності накопичувача. Атрибути вибираються виробником накопичувача, ґрунтуючись на здатності цих атрибутів пророкувати погіршення робочих характеристик накопичувача або визначити його дефектність. Кожний виробник має свій характерний набір атрибутів і може вільно вносити зміни в цей набір у відповідності зі своїми власними вимогами й без повідомлення про це фірм-продавців і кінцевих користувачів.

Значення атрибутів

Значення атрибутів (value) використовуються для подання відносної надійності окремого експлуатаційного або еталонного атрибута. Припустиме значення атрибута лежить у діапазоні від 1 до 255. Високе значення атрибута говорить про те, що результат аналізу даної робочої характеристики вказує на низьку ймовірність її погіршення або виходу накопичувача з ладу. Відповідно, низьке значення атрибута говорить про те, що результат аналізу даної робочої характеристики вказує на високу ймовірність її погіршення або виходу накопичувача з ладу.

Граничні значення атрибутів

Кожний атрибут має власне граничне значення (threshold), що використовується для порівняння зі значенням атрибута (value) і вказує на погіршення робочих характеристик або дефектність накопичувача. Числове

значення граничного атрибута визначається виробником накопичувача через конструкційні особливості накопичувача й аналіз результатів випробувань на надійність. Граничне значення кожного атрибута вказує на нижню припустиму границю значення атрибута, аж до якої зберігається позитивний статус надійності.

Граничні значення встановлюються в заводських умовах виробником накопичувача й, у більшості випадків, можуть бути змінені тільки після перемикання накопичувача в технологічний (factory mode). Припустиме граничне значення атрибута може перебуває в діапазоні від 1 до 255.

Якщо значення одного або більше атрибутів, що мають тип pre-failure (в HDD Speed відзначаються символом "*"), менше або дорівнює відповідного граничного значення, то це свідчить про майбутнє погіршення робочих характеристик і/або повному виході накопичувача з ладу.

Короткий опис основних атрибутів

Даний перелік атрибутів є найбільш повним з доступних на сьогоднішній момент у інтернеті або інших джерелах. Призначення атрибутів і спосіб інтерпретації їхніх значень виявлені або досвідченим шляхом, або отримані від служб технічної підтримки компаній-виробників накопичувачів.

Нижче наведена зведена таблиця всіх відомих атрибутів (55) і короткий опис до більшості (38) з них.

Таблиця 3.1 – Значення атрибутів

ID	Назва атрибута
0	= атрибут не використовується
1	Raw Read Error Rate
2	Throughput Performance
3	Spin Up Time
4	Start/Stop Count
5	Reallocated Sector Count
6	Read Channel Margin

Продовження таблиці 3.1

ID	Назва атрибута
7	Seek Error Rate
8	Seek Time Performance
9	Power-On Hours Count
10	Spin Retry Count
11	Recalibration Retries
12	Device Power Cycle Count
13	Soft Read Error Rate
??	Emergency Re-track (Hitachi)
??	ECC On-The-Fly Count (Hitachi)
96	? (Maxtor)
97	? (Maxtor)
98	? (Maxtor)
99	? (Maxtor)
100	? (Maxtor)
101	? (Maxtor)
191	G-Sense Error Rate
192	Power-Off Retract Cycle
193	Load/Unload Cycle Count
194	Temperature
195	? (Quantum AS, Seagate, Maxtor)
196	Reallocation Events Count
197	Current Pending Sector Count
198	Uncorrectable Sector Count
199	UltraDMA CRC Error Rate
200	Write Error Rate (в WD – MultiZone Error Rate)
201	TA Counter Detected
202	TA Counter Increased
203	? (Maxtor)

Продовження таблиці 3.1

ID	Назва атрибута
204	? (Maxtor)
205	? (Maxtor)
206	? (Maxtor)
207	? (Maxtor)
208	? (Maxtor)
209	? (Maxtor)
220	Disk Shift
221	G-Sense Error Rate (в Hitachi – Shock Sense Error Rate)
222	Loaded Hours
223	Load/Unload Retry Count
224	Load Friction
225	Load/Unload Cycle Count
226	Load-in Time
227	Torque Amplification Count
228	Power-Off Retract Count
229	? (IBM DTTA, thanx to Vladislav Shaklein)
230	GMR Head Amplitude
231	Temperature
240	Head Flying Hours (Hitachi)
250	Read Error Retry Rate

Короткий опис відомих атрибутів:

– * – (використовується в програмі HDD Speed) – даний покажчик показує, що відповідний атрибут S.M.A.R.T. є критичним для нормального функціонування накопичувача. Погіршення значень таких атрибутів з найбільшою ймовірністю приводить до виходу накопичувача з ладу. У нових материнських платах BIOS мають убудовану функцію контролю стану накопичувача саме по цих атрибутах.

– Raw Read Error Rate – Частота появи помилок при читанні даних з диска. – Даний параметр показує частоту появи помилок при операціях читання з поверхні диска з вини апаратної частини накопичувача.

– Throughput Performance – Середня продуктивність (пропускна здатність) диска. – Зменшення значення value цього атрибута з великою ймовірністю вказує на проблеми в накопичувачі.

– Spin Up Time – Час розкручування шпинделя. – Середній час розкручування шпинделя диска від 0 RPM до робочої швидкості. Можливо, у поле raw value утримується час у міллісекундах/секундах.

– Start/Stop Count – Кількість циклів запуск/останов шпинделя. – Поле raw value зберігає загальна кількість включень/вимикань диска.

– Reallocated Sectors Count – Кількість перепризначених секторів. – Коли жорсткий диск зустрічає помилку читання/запису/верифікації він намагається перемістити дані з нього в спеціальну резервну область (spare area) і, у випадку успіху, позначає сектор як "перепризначений". Також, цей процес називають remapping, а перепризначений сектор – remap. Завдяки цій можливості, на сучасних жорстких дисках дуже рідко видні [при тестуванні поверхні] так звані bad block. Однак, при великій кількості ремапів, на графіку читання з поверхні будуть помітні "провали" – різке падіння швидкості читання (до 10% і більше). Поле raw value містить загальна кількість перепризначених секторів.

– Read Channel Margin – Запас каналу читання. – Призначення цього атрибута не документовано й у сучасних накопичувачах він не використовується.

– Seek Error Rate – Частота появи помилок позиціонування блоку магнітних головок (БМГ). – У випадку збоїти в механічній системі позиціонування, ушкодження сервометок (servo), сильного термічного розширення дисків і т.п. виникають помилки позиціонування. Чим їх більше, тим гірше стан механіки й/або поверхні жорсткого диска.

– Seek Time Performance – Середня продуктивність операцій позиціонування БМГ. – Даний параметр показує середню швидкість

позиціонування привода БМГ на зазначений сектор. Зниження значення цього атрибута говорить про неполадки в механіку привода.

– Power-On Hours – Кількість відпрацьованих годин у включеному стані. – Поле raw value цього атрибута показує кількість годин (мінут, секунд – залежно від виробника), відпрацьованих жорстким диском. Зниження значення (value) атрибута до критичного рівня (threshold) указує на виробіток диском ресурсу (MTBF – Mean Time Between Failures). На практиці, навіть падіння цього атрибута до нульового значення не завжди вказує на реальне вичерпування ресурсу й накопичувач може продовжувати нормально функціонувати.

– Spin Retry Count – Кількість повторів спроб старту шпинделя диска. – Даний атрибут фіксує загальну кількість спроб розкручування шпинделя і його виходу на робочу швидкість, за умови, що перша спроба була невдалою. Зниження значення цього атрибута говорить про неполадки в механіку привода.

– Recalibration Retries – Кількість повторів спроб рекалібровки накопичувача. – Даний атрибут фіксує загальну кількість спроб скидання стану накопичувача й установки головок на нульову доріжку, за умови, що перша спроба була невдалою. Зниження значення цього атрибута говорить про неполадки в механіку привода.

– Device Power Cycle Count – Кількість повних циклів запуску/останова жорсткого диска.

– Soft Read Error Rate – Частота появи "програмних" помилок при читанні даних з диска. – Даний параметр показує частоту появи помилок при операціях читання з поверхні диска з вини програмного забезпечення, а не апаратної частини накопичувача.

– Emergency Re-track

– ECC On-The-Fly Count

– Load/Unload Cycle Count – Кількість циклів виводу БМГ у спеціальну парковочну зону/у робоче положення. Докладніше – опис технології Head Load/Unload Technology.

– Temperature – Температура. – Даний параметр відбиває в поле raw value показання убудованого температурного сенсора в градусах Цельсія.

– Reallocation Event Count – Кількість операцій перепризначення (ремаппінгу). – Поле raw value цього атрибута показує загальну кількість спроб перепризначення збійних секторів у резервну область, початих накопичувачем. При цьому, ураховуються як успішні, так і невдалі операції.

– Current Pending Sector Count – Поточна кількість нестабільних секторів. – Поле raw value цього атрибута показує загальну кількість секторів, які накопичувач у цей момент уважає претендентами на перепризначення в резервну область (remap). Якщо надалі якийсь із цих секторів буде прочитаний успішно, то він виключається зі списку претендентів. Якщо ж читання сектора буде супроводжуватися помилками, то накопичувач спробує відновити дані й перенести їх у резервну область, а сам сектор позначити як перепризначений (remapped). Постійно ненульове значення raw value цього атрибута говорить про низьку якість (окремої зони) поверхні диска.

– Uncorrectable Sector Count – Кількість нескоректованих помилок. – Атрибут показує загальну кількість помилок, що виникли при читанні/запису сектора і які не вдалося скорегувати. Ріст значення в поле raw value цього атрибута вказує на явні дефекти поверхні й/або проблеми в роботі механіки накопичувача.

– UltraDMA CRC Error Count – Загальна кількість помилок CRC у режимі UltraDMA. – Поле raw value містить кількість помилок, що виникли в режимі передачі даних UltraDMA у контрольній сумі (ICRC – Interface CRC). Практика, зібрана статистика й вивчення журналів помилок SMART показують: у більшості випадків помилки CRC виникають при сильному завищенні частоти PCI (більше номінальних 33.6 MHz), сильно перекрученому кабелі, а також – з вини драйверів ОС, які не дотримують вимог до передачі/прийому даних у режимах UltraDMA.

– Write Error Rate (Multi Zone Error Rate) – Частота появи помилок при записі даних. – Показує загальну кількість помилок, виявлених під час запису

сектора. Чим більше значення в поле raw value (і нижче значення value), тим гірше стан поверхні диска й/або механіки привода.

– Disk Shift – Зрушення пакета дисків щодо осі шпинделя. – Актуальне значення атрибута втримується в поле raw value. Одиниці виміру – не відомі. Подробиці в описі технології G-Force Protection. Зрушення пакета дисків можливий у результаті сильного ударного навантаження на накопичувач у результаті його падіння або з інших причин.

– G-Sense Error Rate – Частота появи помилок у результаті ударних навантажень. – Даний атрибут зберігає показання ударочуттєвого сенсора – загальна кількість помилок, що виникли в результаті отриманих накопичувачем зовнішніх ударних навантажень (при падінні, неправильній установці, і т.п.). Докладніше в описі технології G-Force Protection.

– Loaded Hours – Навантаження на привод БМГ, викликана загальним наробітком годин накопичувачем. – Ураховується тільки період, у плині якого головки перебували в робочому положенні.

– Load/Unload Retry Count – Навантаження на привод БМГ, викликана численними повтореннями операцій читання, запису, позиціонування головок і т.п. Ураховується тільки період, у плині якого головки перебували в робочому положенні.

– Load Friction – Навантаження на привод БМГ, викликане тертям у механічних частинах накопичувача. – Ураховується тільки період, у плині якого головки перебували в робочому положенні.

– Load/Unload Cycle Count – Загальна кількість циклів навантаження на привод БМГ. – Ураховується тільки період, у плині якого головки перебували в робочому положенні.

– Load-in Time – Загальний час навантаження на привод БМГ. – Можливо, даний атрибут показує загальний час роботи накопичувача під навантаженням, за умови, що головки перебувають у робочому стані (поза парковочною зоною).

– Torque Amplification Count – Кількість зусиль обертаючого моменту привода.

– Power-Off Retract Count – Кількість зафіксованих повторів включення/вимикання живлення накопичувача.

– GMR Head Amplitude – Амплітуда тремтіння головок (GMR-head) у робочому стані.

– Head Flying Hours

– Read Error Retry Rate

Типи атрибутів

Кожний атрибут може мати деякий набір прапорів, що визначають його функціональні особливості. Нижче приводяться всі шість основних типів і їхні короткі описи:

– Pre-failure (PF). Якщо атрибут має цей тип, то поле threshold атрибута містить мінімально припустиме значення атрибута, нижче якого не гарантується працездатність накопичувача й різко збільшується ймовірність його виходу з ладу.

– On-line collection (OC). Указує, що значення даного атрибута обновляється (обчислюється) під час виконання on-line тестів S.M.A.R.T. або ж під час обох видів тестів (on-line/off-line). У противному випадку, значення атрибута обновляється тільки при виконанні off-line тестів.

– Performance related (PR). Указує на те, що значення цього атрибута прямо залежить від продуктивності накопичувача за окремими показниками (seek/throughput/etc. performance). Звичайно обновляється після виконання self-test'ов SMART.

– Error rate (ER). Указує на те, що значення атрибута відбиває відносну частоту помилок по даному параметрі (raw read/write, seek, etc.).

– Events count (EC). Указує на те, що атрибут є лічильником подій.

– Self-preserve (SP). Указує на те, що значення атрибута обновляється й зберігається автоматично (звичайно при кожному старті накопичувача й при виконанні тестів SMART).

Автономне сканування поверхні (off-line read scanning)

Більшість накопичувачів забезпечують підтримку автономного сканування поверхні, що є однієї з функцій підпрограми автономного збору даних про стан накопичувача (off-line data collection). При виконанні цієї функції, накопичувач виконує повне сканування поверхні шляхом читання кожного сектора й заміщенням ненадійних секторів на запасні сектори з резервної області (spare area) для запобігання втрати користувальницьких даних.

Якщо під час виконання сканування накопичувач одержує команду по інтерфейсу, то процес сканування переривається й накопичувач приступає до обробки команди, що надійшла. При цьому гарантується максимальний час реагування на команду, що надійшла, – до 2 секунд.

Журнали помилок (SMART error log)

У більшості сучасних накопичувачів реалізована функція журналювання, помилок або інших подій, що з'являються в плині роботи накопичувача. В основному, накопичувачі надають інформацію про п’ять останіх помилок. При цьому зберігаються останні 5 команд, що надійшли в накопичувач, що передують виникненню цієї помилки, і інша необхідна інформація. Накопичувач може також підтримувати додаткові журнали. Їхня структура, розмір і призначення встановлюються фірмою-виробником. При відновленні мікропрограми накопичувача, всі журнали накопичувача очищаються, а загальна кількість помилок установлюється в значення 0.

У журналах зберігається час по внутрішніх годинниках накопичувача, тобто або загальний відпрацьований час на даний момент, або час від моменту останнього включення накопичувача.

Log Directory

Тип: Каталог журналів S.M.A.R.T.

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1 сектор (512 байт).

Примітка: підтримка мультисекторних журналів.

Даний журнал являє собою свого роду каталог, у якому зазначені адреси всіх підтримуваних журналів S.M.A.R.T. і їхній розмір у секторах. Максимальна кількість журналів – 255.

Summary Error Log

Тип: Сумарний журнал помилок.

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1 сектор (512 байт).

Примітка: підтримується тільки 28-бітна адресація секторів (28-bit LBA).

Даний журнал містить інформацію про загальну кількість помилок, зафіксованих накопичувачем з моменту першого включення (або відновлення мікропрограми) і докладні записи про останні 5 помилок. Для кожної з 5 зафіксованих помилок зберігаються останні 5 команд, що надійшли в накопичувач. У цьому журналі зберігаються всі помилки UNC, IDNF, помилки сервосистеми, запису/читання й т.д. При цьому, для кожної команди зберігається значення всіх регістрів, час і поточний стан накопичувача на момент подачі самої команди. Помилки, викликані подачею непідтримуваних команд або командами з помилковими параметрами не фіксуються в журналі. Якщо накопичувач підтримує Comprehensive Error Log, то журнал Summary Error Log дублює останні п'ять записів з журналу Comprehensive Error Log.

Comprehensive Error Log

Тип: Комплексний журнал помилок [SMART Error Logging].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1..51 сектор (максимум 26,112 байт).

Примітка: підтримується тільки 28-бітна адресація секторів (28-bit LBA).

Даний журнал містить докладну інформацію про загальну кількість помилок, зафіксованих накопичувачем з моменту першого включення (або

відновлення мікропрограми) і докладні записи про останні помилки. Максимальна кількість помилок, що зберігаються – 255. Для кожної зафіксованої помилки зберігаються останні 5 команд, що надійшли в накопичувач. У цьому журналі зберігаються всі помилки UNC, IDNF, помилки сервосистеми, запису/читання й т.д. При цьому, для кожної команди зберігається значення всіх регістрів, час і поточний стан накопичувача на момент подачі самої команди. Помилки, викликані подачею непідтримуваних команд або командами з помилковими параметрами не фіксуються в журналі.

Extended Comprehensive Error Log

Тип: Розширений комплексний журнал помилок [SMART Error Logging].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1..65,536 секторів (максимум 32 Мбайт).

Примітка: підтримується 28/ 48-бітна адресація секторів.

Призначення даного журналу аналогічно журналу Comprehensive Error Log і містить у собі копію його записів, однак цей журнал має іншу структуру, що дозволяє реалізувати підтримку як 28-бітної, так і 48-бітної адресації секторів. Максимальна кількість помилок, що зберігаються – 327,680.

Self-test Log

Тип: Журнал результатів самоконтролю [SMART self-test].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1 сектор (512 байт).

Примітка: підтримується тільки 28-бітна адресація секторів (28-bit LBA).

Даний журнал містить інформацію про результати виконання команд внутрішньої самодіагностики накопичувача. Журнал може зберігати до 21 запису. При перевищенні цієї кількості, журнал починає заповнюватися заново, перезаписуючи 1-й запис 22-м, 2-й – 23-м і так далі. У кожному записі журналу зберігається регістр із номером тесту, код статусу виконання тесту, час на момент запуску/переривання тесту, номер поточної контрольної точки (або точки

останова) тесту, а також LBA-адресу сектора, на якому відбулося переривання/скасування тесту.

Extended Self-test Log

Тип: Розширений журнал результатів самоконтролю [SMART self-test].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1..65,536 секторів (максимум 32 Мбайт).

Примітка: підтримується 28/ 48-бітна адресація секторів.

Призначення даного журналу аналогічно журналу Self-test Log і містить у собі копію його записів, однак цей журнал має іншу структуру, що дозволяє реалізувати підтримку як 28-бітної, так і 48-бітної адресації секторів. Максимальна кількість записів – 1,179,648.

Streaming Performance Log

Тип: Журнал параметрів продуктивності потоків [Streaming].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1..65,536 секторів (максимум 32 Мбайт).

Даний журнал містить інформацію про переданий накопичувачу параметрів командами керування режимом Automatic Acoustic Management і Typical Host Interface Sector Time (докладніше – див. ATA/ ATAPI-6 rev 1e). У журналі зберігається набір параметрів, по яких виробляється настроювання накопичувача й переклад у нього в режим, коли всі операції читання/запису можливі тільки спеціальними командами й передача даних відбувається у вигляді безперервного потоку, для якого гарантовані й ураховуються всі часові інтервали (на обробку команди, читання й передачу даних; мінімальні/максимальні затримки, час доступу, позиціонування й т.п.). Докладніше про призначення даного виду журналів можна довідатися з опису технології Audio/Video (AV) Streaming Feature.

Write Stream Error Log

Тип: Журнал помилок потокового запису [Streaming].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1 сектор (512 байт).

Примітка: підтримується 48-бітна адресація секторів.

Даний журнал містить інформацію про виниклі помилки запису в період роботи накопичувача в потоковому режимі (streaming mode). У цьому журналі зберігається загальна кількість подібних помилок, номер останньої помилки, попереднє і поточне значення регістрів стану й помилки, кількість і LBA-номер сектора, на якому дана помилка була зафіксована. Після читання даного журналу, накопичувач скидає лічильник загальної кількості помилок і очищає журнал. Вміст журналу зберігається тільки під час роботи й очищається в момент наступного включення/вимикання накопичувача або при надходженні сигналу апаратного скидання (hardware reset). Максимальна кількість помилок, що зберігаються – 31.

Read Stream Error Log

Тип: Журнал помилок потокового читання [Streaming].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1 сектор (512 байт).

Примітка: підтримується 48-бітна адресація секторів.

Даний журнал містить інформацію про виниклі помилки читання в період роботи накопичувача в потоковому режимі (streaming mode). У цьому журналі зберігається загальна кількість подібних помилок, номер останньої помилки, попереднє і поточне значення регістрів стану й помилки; кількість і LBA-номер сектора, на якому дана помилка була зафіксована. Після читання даного журналу, накопичувач скидає лічильник загальної кількості помилок і очищає журнал. Вміст журналу зберігається тільки під час роботи й очищається в момент наступного включення/вимикання накопичувача або при надходженні сигналу апаратного скидання (hardware reset). Максимальна кількість помилок, що зберігаються – 31.

Delayed LBA Sector Log

Тип: Vendor Specified [General Purpose Logging].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: установлюється виробником (VS).

Примітка: підтримується 48-бітна адресація секторів.

Даний журнал містить LBA-адреси всіх секторів, які були переміщені зі свого нормального фізичного розташування, а також адреси границь недоступної послідовності секторів. У такий спосіб ведеться журнал всіх дефектних або нестабільних секторів. Максимальний розмір журналу встановлюється виробником. Нове фізичне розташування, метод і час доступу до заміщених секторів також установлюється виробником і не документується. Запис у даний журнал може бути додана в будь-який момент часу, за умови активності (живлення) самого накопичувача. Для процесу відновлення журналу встановлюється найвищий пріоритет і виконання всіх інших команд припиняється. При цьому видалити існуючий запис із журналу не можливо. Вміст журналу зберігається при циклах включення/вимикання накопичувача й при надходженні сигналу апаратного скидання (hardware reset).

ECC Uncorrectable Sector Log

Тип: Журнал непоправних помилок ECC [SMART Recovering].

Вид доступу: тільки читання (RO).

Розмір: 1 сектор (512 байт).

Примітка: підтримується тільки 28-бітна адресація секторів (28-bit LBA).

Даний журнал містить список LBA-адрес секторів, на яких була зафіксована й зігнорована некоректуєма помилка ECC при виконанні операції READ CONTINUOUS (див. AV feature). При цьому, виконання процедури автоматичного перепризначення збійного сектора (ADR – Automatic Defects Reassigment) накопичувачем заблоковано. Журнал може містити до 126 записів. Даний журнал доступний для читання тільки при дозволеній операції READ CONTINUOUS. У противному випадку накопичувач поверне код помилки ERR->ABRT, перерве виконання команди або поверне порожній журнал. Після успішного читання журналу, у самому накопичувачі він буде очищений.

Reassigned Sector Log

[under construction]

Drive Activity Log

[under construction]

Drive Time Buffer Log

[under construction]

Host Vendor Specific Log

Тип: Користувальницькі журнали.

Вид доступу: читання/запис (R/W).

Розмір: максимум 31 журнал по 16 секторів (253,952 байт).

Примітка: зміст і формат журналу – кожне, на розсуд користувача.

Цей вид журналу може бути використаний для зберігання довільних користувальницьких даних. Для запису цього журналу використовується команда WRITE SMART LOG. Якщо даний журнал жодного разу не був записаний, то при читанні накопичувач поверне порожній журнал, заповнений нулями.

Device Vendor Specific Log

Тип: Технічні журнали виробника.

Вид доступу: не визначений, на розсуд виробника (VS).

Розмір: максимум 31 журнал по 16 секторів (253,952 байт).

Примітка: зміст, формат і розміри журналу – на розсуд виробника.

Цей вид журналу призначений для внутрішнього використання фірмовими утилітами виробника, для зберігання результатів роботи убудованих підпрограм аналізу й діагностики стану накопичувача й т.п. Можливість читання/запису цього виду журналу встановлюється виробником і не документується. Нові накопичувачі Seagate (моделі Ux і Barracuda ATA) підтримують і навіть реально використовують ще три види журналів SMART, однак їхнє призначення й опис поки не відомі.

Вбудовані функції самоконтролю (self-test)

Практично з моменту появи стандарту S.M.A.R.T. II, у більшості накопичувачів з'явилася нова функція – внутрішня діагностика й самоконтроль, для поглибленого контролю стану механіки накопичувача, поверхні дисків і т.п. Для запуску цієї функції, у набір команд S.M.A.R.T. була введена нова команда – SMART EXECUTE OFF-LINE IMMEDIATE. Результат роботи зберігається або в спеціалізованих атрибутах, або окремим параметром серед інших даних в атрибутах. Якщо накопичувач підтримує журнали S.M.A.R.T., то результат виконання тестів зберігається також у журналі Self-test Log. Після виконання тесту, накопичувач в обов'язковому порядку обновляє показання у всіх атрибутах і інших параметрах. Якщо під час виконання внутрішнього тесту накопичувач одержить по інтерфейсу нову команду, то виконання тесту переривається й накопичувач приступає до обробки команди, що надійшла.

Методи тестування

Існує два способи запуску тестів S.M.A.R.T.: автономний (off-line) або монопольний (captive). Результат тесту завжди зберігається накопичувачем у даних S.M.A.R.T. При автономному запуску накопичувач повідомляє про успішне завершення команди ДО її ФАКТИЧНОГО виконання й тільки після цього виконує тест. При цьому, по інтерфейсу прапор ЗАЙНЯТИЙ (BSY) не виставляється й накопичувач у будь-який момент готовий приступитися до виконання чергової інтерфейсної команди, припиняючи роботу тесту. Фактично, тест виконується у фоновому режимі. При запуску тесту в монопольному режимі, по інтерфейсу виставляється прапор ЗАЙНЯТИЙ (BSY) і накопичувач починає безпосереднє виконання тесту в режимі реального часу. Будь-яка інтерфейсна команда під час виконання цього тесту приведе до його переривання й зупинки, після чого накопичувач приступиться до обробки команди, що надійшла.

Різновиди тестів S.M.A.R.T.

Офіційно документовані три види внутрішніх тестів, однак ще існує набір так званих "активних" тестів, функціональні особливості яких різні в різних виробників і для широкої публіки не документовані.

Таблиця 3.2 – Різновиди тестів

№	Назва тесту	off-line	captive
1	Off-line collection	+	-
2	Short Self-test	+	+
3	Extended Self-test	+	+
4	Drive Activity test #1..#4	+	+

Час тестування може варіюватися від 1 секунди (Quantum) до 54 мінут (Fujitsu MPG3409AT). Підтримка першого тесту найбільш імовірна навіть у дуже старих накопичувачах 4-5 літні давнини. Другий і третій тести з'явилися відносно недавно, як данина впровадженим складним технологічним рішенням – для повного контролю стану накопичувача довелося реалізовувати більше глибокі й точні тести. Підтримка 4-х "активних" тестів (див. таблицю, п.4) офіційно не документована.

Реальний набір виконуваних тестами функцій можна розглянути на прикладі тестів, підтримуваних жорсткими дисками Hitachi.

Таблиця 3.3 – Реальний набір виконуваних тестами функцій

Функція тесту	Short Self test	Extended Self test	Off-line Collection
Raw Read Error Rate Test	YES	YES	YES
Write Test	YES	YES	NO
Servo Test	YES	YES	NO
Partial Read Scanning	YES	NO	NO
Full Read Scanning	NO	YES	YES

3.3 Розробка функціональної схеми

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема системи. Нижче розглянемо її більш докладно.

Рисунок 3.2 – Функціональна схема системи

Функціональна схема складається з наступних блоків:

1. Блок читання типів атрибутів:

– Pre-failure (PF). Якщо атрибут має цей тип, то поле threshold атрибута містить мінімально припустиме значення атрибута, нижче якого не гарантується працездатність накопичувача й різко збільшується ймовірність його виходу з ладу.

– On-line collection (OC). Указує, що значення даного атрибута обновляється (обчислюється) під час виконання on-line тестів S.M.A.R.T. або ж під час обох видів тестів (on-line/off-line). У противному випадку, значення атрибута обновляється тільки при виконанні off-line тестів.

– Performance related (PR). Указує на те, що значення цього атрибута прямо залежить від продуктивності накопичувача за окремими показниками (seek/throughput/etc. performance). Звичайно обновляється після виконання self-test'ов SMART.

– Error rate (ER). Указує на те, що значення атрибута відбиває відносну частоту помилок по даному параметрі (raw read/write, seek, etc.).

– Events count (EC). Указує на те, що атрибут є лічильником подій.

– Self-preserve (SP). Указує на те, що значення атрибута обновляється й зберігається автоматично (звичайно при кожному старті накопичувача й при виконанні тестів SMART).

2. Блок автономного сканування поверхні.

3. Блок читання журналу помилок:

– Каталог журналів S.M.A.R.T.

– Сумарний журнал помилок.

– Комплексний журнал помилок.

– Розширений комплексний журнал помилок.

– Журнал результатів самоконтролю.

– Розширений журнал результатів самоконтролю.

– Журнал параметрів продуктивності потоків.

– Журнал помилок потокового запису.

– Журнал помилок потокового читання.

– Журнал непоправних помилок.

– Користувальницькі журнали.

– Технічні журнали виробника.

4. Блок вбудованих функцій самоконтролю.

5. Блок вибору методів тесту:

– автономний (off-line);

– монопольний (captive).

6. Блок набору «активних» тестів.

7. Блок читання атрибутів:

– Частота появи помилок при читанні даних з диска.

– Середня продуктивність (пропускна здатність) диска.

– Час розкручування шпинделя.

– Кількість циклів запуск/останов шпинделя.

– Кількість перепризначених секторів.

– Запас каналу читання.

– Частота появи помилок позиціонування БМГ.

– Середня продуктивність операцій позиціонування БМГ.

– Кількість відпрацьованих годин у включеному стані.

– Кількість повторів спроб старту шпинделя диска.

– Кількість повторів спроб рекалібровки накопичувача.

– Кількість повних циклів запуску/останова жорсткого диска.

– Частота появи "програмних" помилок при читанні даних з диска.

– Кількість циклів виводу БМГ у спеціальну парковочну зону/у робоче положення.

– Температура.

– Кількість операцій перепризначення (ремаппінгу).

– Поточна кількість нестабільних секторів.

– Кількість нескоректованих помилок.

– Загальна кількість помилок CRC у режимі UltraDMA.

– Частота появи помилок при записі даних.

– Зрушення пакета дисків щодо осі шпинделя.

– Частота появи помилок у результаті ударних навантажень.

– Навантаження на привод БМГ, викликана загальним наробітком годин накопичувачем.

– Навантаження на привод БМГ, викликана численними повтореннями операцій читання, запису, позиціонування головок і т.п.

– Навантаження на привод БМГ, викликане тертям у механічних частинах накопичувача.

– Загальна кількість циклів навантаження на привод БМГ.

– Загальний час навантаження на привод БМГ.

– Кількість зусиль обертаючого моменту привода.

– Кількість зафіксованих повторів включення/вимикання живлення накопичувача.

– Амплітуда тремтіння головок (GMR-head) у робочому стані.

Розглянувши усі блоки функціональної схеми перейдемо до розгляду діаграми взаємодії процесів, які відбуваються у системі.

3.4 Розробка діаграми процесів

Діаграма взаємодії процесів використовується для візуалізації процесів обробки даних (структурне проектування). Для розробника вважається звичним спочатку креслити діаграму взаємодії процесів даних рівня контексту, завдяки чому буде показано взаємодію системи.

Ця діаграма в подальшому підлягає уточненню шляхом деталізації процесів та потоків даних з метою показати систему що розробляється. Діаграма процесів розробленої системи зображена на рисунку 3.3.При детальному її

розгляді можна побачити як саме проходе взаємодія у розробленій системі. Використовується модель проектування, графічне представлення «потоків» даних в інформаційній системі.

Рисунок 3.3 – Діаграма взаємодії процесів

Діаграми потоків даних містять чотири типи елементів:

– Процеси які являють собою трансформацію даних в рамках описуваної системи.

– Сховища даних (репозиторії).

– Зовнішні по відношенню до системи сутності.

– Потоки даних між елементами трьох попередніх типів.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ. РОЗРАХУНКИ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДАНІ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАВИЛЬНІСТЬ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

4.1 Блок-схеми та опис алгоритмів функціонування системи

Блок-схеми є основою ПЗ. Тому від точності і детальності проробки блок-схеми залежить результат всієї програми.

При виборі початкової точки відліку при побудові схем було враховано, що виходячи з вибору мови програмування і інших технічних засобів, програма буде об’єктно-орієнтована що вимагає оптимізації, також те, що при розробці програми слід надати особливу увагу модулю підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

Функціональні блоки можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку на схемі зображають найважливіші блоки системи і зв'язки між ними.

На рисунку 4.1 зображена основна блок-схема програми, на рисунку 4.2 зображено роботу підпрограми.

З яких видно що робота основної програми складається з початкових етапів ініціалізації ПЗ, перевірки наявності ресурсів системи, блоку початку основного циклу з чеканням запиту від користувача в якому відбувається виклик підпрограми та останньої стадії – перевірки поточного стану та поверненням на початок схеми чи з завершенням роботи розробленого ПЗ.

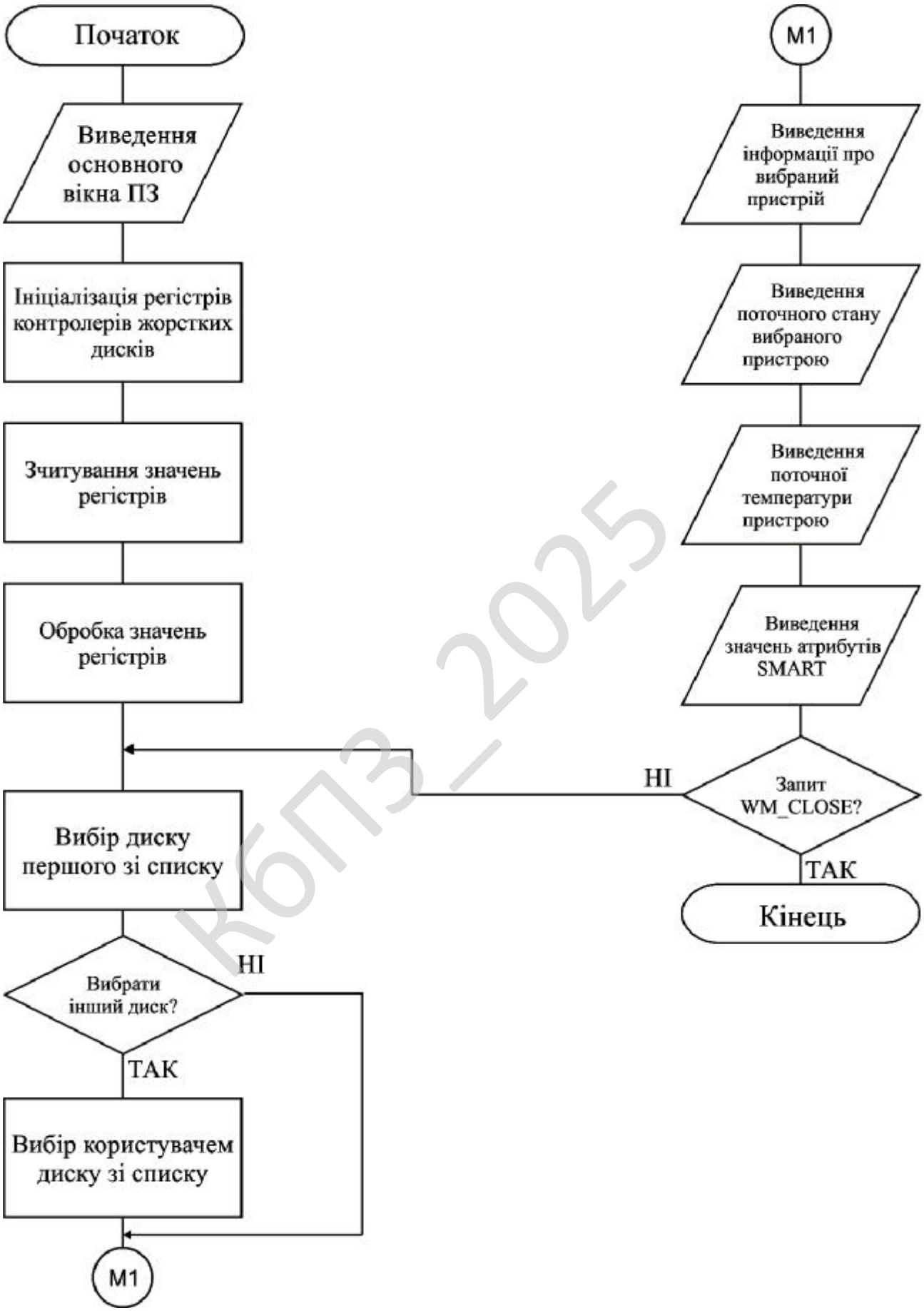


Рисунок 4.1 – Блок-схема основної програми

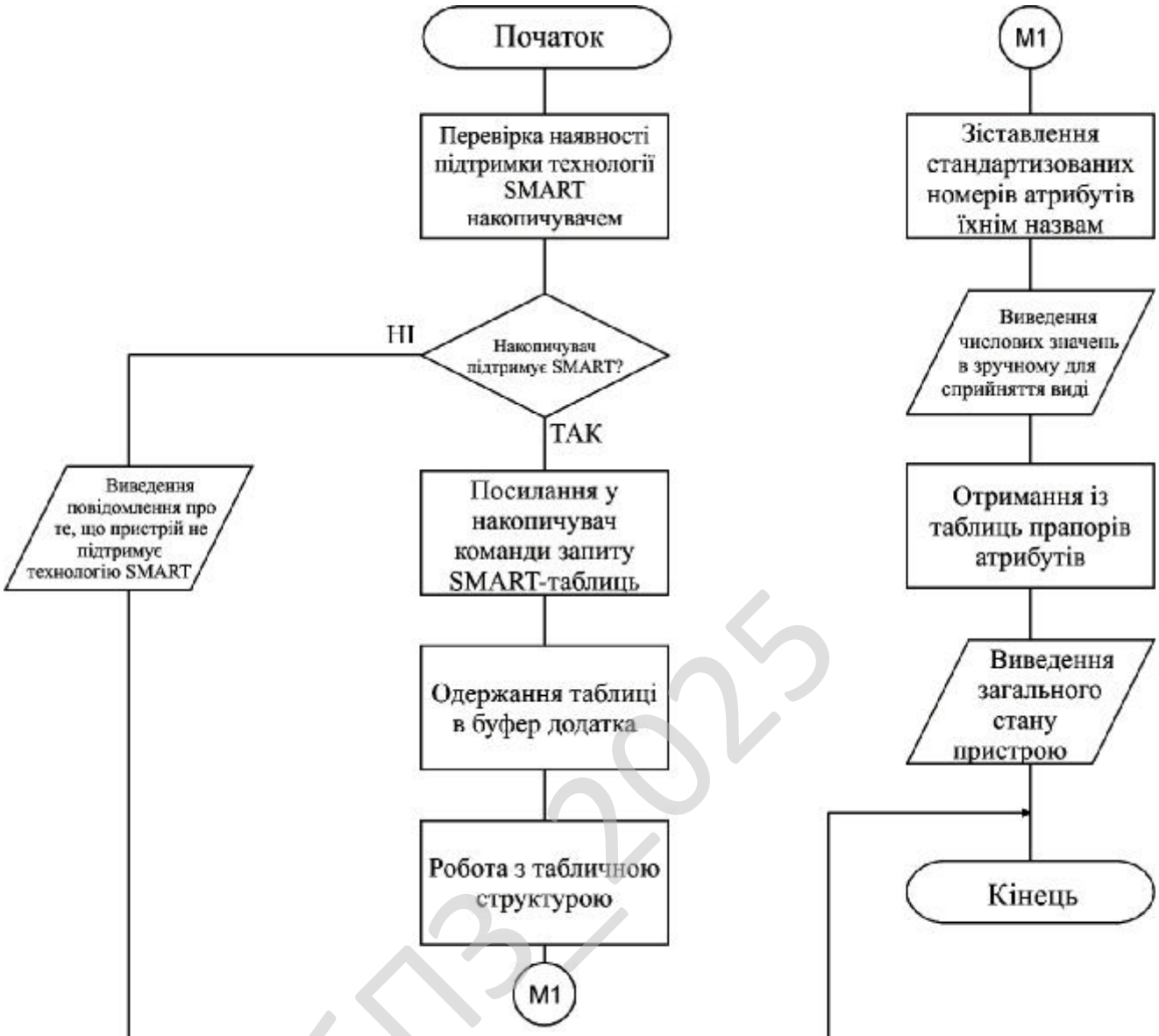


Рисунок 4.2 – Блок-схема роботи підпрограми

При роботі підпрограми виконується основний функціонал системи з циклічними послідовностями, перевіркою поточного стану та поверненням в основну програму прапорів стану виконання.

Було використано підходи з використанням UML, це уніфікована мова моделювання, використовується у парадигмі об'єктно-орієнтованого програмування. Є невід'ємною частиною уніфікованого процесу розробки програмного забезпечення.

UML є мовою широкого профілю, це відкритий стандарт, що використовує графічні позначення для створення абстрактної моделі системи, називаної UML-моделлю. UML був створений для визначення, візуалізації, проектування й документування в основному програмних систем. UML не є мовою програмування, але в засобах виконання UML-моделей як інтерпретованого коду можлива кодогенерація.

Розглянемо використані технології та їх основні компоненти що підтверджують правильність використаних проектних рішень.

Jira – була використана комерційна система відслідковування помилок, призначена для організації взаємодії з користувачами, хоча в деяких випадках використовується і для управління проектами. Розроблено компанією Atlassian, є одним з двох її основних продуктів (поряд з вікі-системою Confluence). Має веб-інтерфейс.

Назва системи отримано шляхом усічення слова «Gojira» – Японського імені монстра Годзилла, що, в свою чергу, є відсиланням до назви конкуруючого продукту – Bugzilla; створювалася в якості заміни Bugzilla і багато в чому повторює її архітектуру. Система дозволяє працювати з декількома проектами. Для кожного з проектів створює і веде схеми безпеки і схеми оповіщення.

До версії 3.13.5 (включно) розрізнялися редакції Enterprise, Professional і Standard, після – Залишилася тільки редакція Enterprise (для великих організацій).

Система заснована на Java EE і працює на кількох популярних системах управління базами даних і операційних системах.

Основний елемент обліку в системі – завдання (ticket або issue). Завдання містить назву проекту, тему, тип, пріоритет, компоненти і зміст. Завдання може бути розширена додатковими полями (також і нові призначені для користувача поля можуть бути визначені), додатками (наприклад – Фотографіями, скриншотами) або коментарями. Завдання може редагуватися або просто змінювати статус, наприклад, з «відкритий» в «закритий». Які переходи між

станами можливі, визначається через настроюється потік операцій. Будь-які зміни в задачі записуються в журнал.

Jira має велику кількість можливостей конфігурації: для кожної програми може бути визначений окремий тип завдання з власним workflow, набором статусів, одним або декількома видами уявлення (screens). Крім того, за допомогою так званих «схем» можна визначити для кожного індивідуального Jira-проекту власні права доступу, поведінку і видимість полів і багато іншого.

Завдяки універсальному підходу можна пристосувати Jira для багатьох непрофільних завдань, наприклад, керування вимогами, керування ризиками, аж до реалізації невеликої системи бронювання, автоматизації процесу рекрутингу.

Для інтеграції з зовнішніми системами підтримує інтерфейси SOAP, XML-RPC і REST. Поставляється із засобами інтеграції з такими системами управління версіями, як Subversion, CVS, Git, Clearcase, Team Foundation Server, Mercurial і Perforce.

Існують доповнення, що дозволяють вбудувати Jira в інтегровані середовища розробки, в тому числі Eclipse і IntelliJ IDEA. Перекладена багатьма мовами, включаючи англійську, японську, німецьку, французьку, іспанську.

Для сторонніх розробників надаються кошти розробки розширень системи – плагінів. Розробники розширень можуть викладати плагіни для продажу на спеціальний розділ сайту Atlassian.

Є комерційним продуктом, який може бути ліцензований для роботи на локальному сервері або доступний в якості віддаленого додатки. Для академічних і комерційних клієнтів доступний повний вихідний код під ліцензією розробника.

Для проектів з відкритим вихідним кодом Atlassian надає спеціальну безкоштовну ліцензію при дотриманні наступних правил:

– проект використовує ліцензії, схвалені Open Source Initiative;

– Вихідний код проекту доступний для скачування;

– у проекту є публічно доступна веб-сайт;

– програмне забезпечення від Atlassian є на веб-сайті проекту.

Наведемо короткий опис відомих атрибутів:

– * – (використовується в програмі HDD Speed) – даний покажчик показує, що відповідний атрибут S.M.A.R.T. є критичним для нормального функціонування накопичувача.

– Raw Read Error Rate – Частота появи помилок при читанні даних з диска.

– Throughput Performance – Середня продуктивність (пропускна здатність) диска.

– Spin Up Time – Час розкручування шпинделя.

– Start/Stop Count – Кількість циклів запуск/останов шпинделя.

– Reallocated Sectors Count – Кількість перепризначених секторів.

– Read Channel Margin – Запас каналу читання.

– Seek Error Rate – Частота появи помилок позиціонування блоку магнітних головок (БМГ).

– Seek Time Performance – Середня продуктивність операцій позиціонування БМГ.

– Power-On Hours – Кількість відпрацьованих годин у включеному стані.

– Spin Retry Count – Кількість повторів спроб старту шпинделя диска.

– Recalibration Retries – Кількість повторів спроб рекалібровки накопичувача.

– Device Power Cycle Count – Кількість повних циклів запуску/останова жорсткого диска.

– Soft Read Error Rate – Частота появи "програмних" помилок при читанні даних з диска.

– Load/Unload Cycle Count – Кількість циклів виводу БМГ у спеціальну парковочну зону/у робоче положення.

– Temperature – Температура.

– Reallocation Event Count – Кількість операцій перепризначення (ремаппінгу).

– Current Pending Sector Count – Поточна кількість нестабільних секторів.

– Uncorrectable Sector Count – Кількість нескоректованих помилок.

– UltraDMA CRC Error Count – Загальна кількість помилок CRC у режимі UltraDMA.

– Write Error Rate (Multi Zone Error Rate) – Частота появи помилок при записі даних.

– Disk Shift – Зрушення пакета дисків щодо осі шпинделя.

– G-Sense Error Rate – Частота появи помилок у результаті ударних навантажень.

– Loaded Hours – Навантаження на привод БМГ, викликана загальним наробітком годин накопичувачем.

– Load/Unload Retry Count – Навантаження на привод БМГ, викликана численними повтореннями операцій читання, запису, позиціонування головок і т.п.

– Load Friction – Навантаження на привод БМГ, викликане тертям у механічних частинах накопичувача.

– Load/Unload Cycle Count – Загальна кількість циклів навантаження на привод БМГ.

– Load-in Time – Загальний час навантаження на привод БМГ.

– Torque Amplification Count – Кількість зусиль обертаючого моменту привода.

– Power-Off Retract Count – Кількість зафіксованих повторів включення/вимикання живлення накопичувача.

– GMR Head Amplitude – Амплітуда тремтіння головок (GMR-head) у робочому стані.

Типи атрибутів

Кожний атрибут може мати деякий набір прапорів, що визначають його функціональні особливості. Нижче приводяться всі шість основних типів і їхні короткі описи:

– Pre-failure (PF). Якщо атрибут має цей тип, то поле threshold атрибута містить мінімально припустиме значення атрибута, нижче якого не гарантується працездатність накопичувача й різко збільшується ймовірність його виходу з ладу.

– On-line collection (OC). Указує, що значення даного атрибута обновляється (обчислюється) під час виконання on-line тестів S.M.A.R.T. або ж під час обох видів тестів (on-line/off-line). У противному випадку, значення атрибута обновляється тільки при виконанні off-line тестів.

– Performance related (PR). Указує на те, що значення цього атрибута прямо залежить від продуктивності накопичувача за окремими показниками (seek/throughput/etc. performance). Звичайно обновляється після виконання self-test'ов SMART.

– Error rate (ER). Указує на те, що значення атрибута відбиває відносну частоту помилок по даному параметрі (raw read/write, seek, etc.).

– Events count (EC). Указує на те, що атрибут є лічильником подій.

– Self-preserve (SP). Указує на те, що значення атрибута обновляється й зберігається автоматично (звичайно при кожному старті накопичувача й при виконанні тестів SMART).

Наведемо частини програмного кода, які реалізують деякі з вищеперерахованих функцій.

Функція читання та розшифровки таблиці атрибутів.

```
DWORD CASmart::CheckSmartAttributeUpdate(DWORD index, SMART_ATTRIBUTE* pre,
SMART_ATTRIBUTE* cur)
{
     if(memcmp(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) * MAX_ATTRIBUTE) == 0)
     {
          return SMART_STATUS_NO_CHANGE;
```

```
     }
     else
     {
          for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
          {
               switch(cur[i].Id)
               {
               case 0x09:
// Кількість відпрацьованих годин у включеному стані
                    {
DWORD preRawValue = MAKELONG(
                    MAKEWORD(pre[i].RawValue[0], pre[i].RawValue[1]),
                    MAKEWORD(pre[i].RawValue[2], pre[i].RawValue[3])
                         );
     DWORD curRawValue = MAKELONG(
                    MAKEWORD(cur[i].RawValue[0], cur[i].RawValue[1]),
                    MAKEWORD(cur[i].RawValue[2], cur[i].RawValue[3])
                              );
if(GetPowerOnHours(preRawValue, vars[index].DetectedTimeUnitType)
   != GetPowerOnHours(curRawValue, vars[index].DetectedTimeUnitType))
                         {
               memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) * MAX_ATTRIBUTE);
               return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                         }
if(GetPowerOnHours(preRawValue, vars[index].MeasuredTimeUnitType)
  != GetPowerOnHours(curRawValue, vars[index].MeasuredTimeUnitType))
                         {
                    memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) * MAX_ATTRIBUTE);
                    return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                         }
                    }
                    break;
               case 0x0C:
// Кількість зафіксованих повторів включення/вимикання живлення накопичувача
                    {
                    DWORD preRawValue = MAKELONG(
                    MAKEWORD(pre[i].RawValue[0], pre[i].RawValue[1]),
                    MAKEWORD(pre[i].RawValue[2], pre[i].RawValue[3])
                    );
DWORD curRawValue = MAKELONG(
                    MAKEWORD(cur[i].RawValue[0], cur[i].RawValue[1]),
                    MAKEWORD(cur[i].RawValue[2], cur[i].RawValue[3])
```

```
                    );
                    if(preRawValue != curRawValue)
                    {
                memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) * MAX_ATTRIBUTE);
                return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                    }
                }
                break;
            case 0xC2: // Температура
                if(pre[i].RawValue[0] != cur[i].RawValue[0]
                || pre[i].CurrentValue != cur[i].CurrentValue)
                {
            memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) * MAX_ATTRIBUTE);
            return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                }
                break;
            default:
                break;
            }
        }
        return SMART_STATUS_MINOR_CHANGE;
    }
}
// Визначення виробника
        if(GetDiskInfo(i, -1, -1, INTERFACE_TYPE_UNKNOWN, VENDOR_UNKNOWN))
        {
            int index = (int)vars.GetCount() - 1;
            CString cmp;
            cmp = vars[index].Model;
            if(cmp.Find(_T("DW C")) == 0 // WDC
            || cmp.Find(_T("iHat")) == 0 // Hitachi
            || cmp.Find(_T("ASSM")) == 0 // SAMSUNG
            || cmp.Find(_T("aMtx")) == 0 // Maxtor
            || cmp.Find(_T("OTHS")) == 0 // TOSHIBA
            || cmp.Find(_T("UFIJ")) == 0 // FUJITSU
            )
            {
vars[index].SerialNumber = vars[index].SerialNumberReverse;
    vars[index].FirmwareRev = vars[index].FirmwareRevReverse;
    vars[index].Model = vars[index].ModelReverse;
    vars[index].ModelSerial = vars[index].Model + vars[index].SerialNumber;
    vars[index].ModelSerial.Replace(_T("/"), _T(""));
```

```
                }
            }
// Розмір диску та розмір буферу
     asi.Cylinder = identify->LogicalCylinders;
     asi.Head = identify->LlogicalHeads;
     asi.Sector = identify->LogicalSectors;
     asi.Sector28 = identify->TotalAddressableSectors;
     asi.Sector48 = identify->MaxUserLba;
     asi.DiskSizeChs   = (DWORD)(((ULONGLONG)identify->LogicalCylinders *
identify->LlogicalHeads * identify->LogicalSectors * 512) / 1000 / 1000  - 50);
     asi.DiskSizeLba28 = (DWORD)(((ULONGLONG)identify->TotalAddressableSectors *
512) / 1000 / 1000 - 50);
     if(asi.IsLba48Supported)
     {
asi.DiskSizeLba48=(DWORD)(((ULONGLONG)identify->MaxUserLba * 512)/1000/1000- 50);
     }
     asi.BufferSize = identify->BufferSize * 512;
     if(asi.IsNvCacheSupported)
     {
          asi.NvCacheSize = identify->NvCacheSizeLogicalBlocks * 512;
     }
     if(asi.DiskSizeChs == 0)
     {
          asi.TotalDiskSize = 0;
     }
     else if(asi.DiskSizeLba48 > asi.DiskSizeLba28)
     {
          asi.TotalDiskSize = asi.DiskSizeLba48;
     }
     else if(asi.DiskSizeLba28 > asi.DiskSizeChs)
     {
          asi.TotalDiskSize = asi.DiskSizeLba28;
     }
     else
     {
          asi.TotalDiskSize = asi.DiskSizeChs;
     }
     // Перевірка помилок для контролеру External ATA
     if(asi.IsLba48Supported && (identify->TotalAddressableSectors < 268435455 &&
asi.DiskSizeLba28 != asi.DiskSizeLba48))
     {
          asi.DiskSizeLba48 = 0;
```

```
     }
// перевірка підтримки S.M.A.R.T.
     switch(asi.CommandType)
     {
     case CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE:
// РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
//        SendAtaCommandPd(physicalDriveId, 0xEF, 0x42, 0xFE);
//        SendAtaCommandPd(physicalDriveId, 0xEF, 0x05, 0xFE);
          if(GetSmartAttributePd(physicalDriveId, &asi))
          {
               GetSmartThresholdPd(physicalDriveId, &asi);
      asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute, asi.Threshold,
asi.AttributeCount, asi.VendorId);
               asi.IsSmartEnabled = TRUE;
          }
          else if(ControlSmartStatusPd(physicalDriveId, ENABLE_SMART))
          {
     if(GetSmartAttributePd(physicalDriveId, &asi))
               {
     GetSmartThresholdPd(physicalDriveId, &asi);
                    asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute, asi.Threshold,
asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                    asi.IsSmartEnabled = TRUE;
               }
          }
          break;
     case CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT:
// РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
//        SendAtaCommandScsi(scsiPort, scsiTargetId, 0xEC, 0x00, 0x00); // ID
//        SendAtaCommandScsi(scsiPort, scsiTargetId, 0xEF, 0x05, 0x80); // APM
//        SendAtaCommandScsi(scsiPort, scsiTargetId, 0xEF, 0x42, 0x80); // AAM
// Підтримка функцій
/*-----------------------------------------------*/
DWORD CAtaSmart::CheckDiskStatus(SMART_ATTRIBUTE* attribute, SMART_THRESHOLD*
threshold, DWORD attributeCount, DWORD vendorId)
{
     int error = 0;
     int caution = 0;
     BOOL flagUnknown = TRUE;
     for(DWORD j = 0; j < attributeCount; j++)
     {
          if( attribute[j].Id != 0xBE // Температура воздуха
```

```
&&   threshold[j].ThresholdValue != 0
&&   attribute[j].CurrentValue <= threshold[j].ThresholdValue)
{
     error++;
}
switch(attribute[j].Id)
{
case 0x05: // Кількість перепризначених секторів
case 0xC4: // Кількість операцій перепризначення (ремаппінгу).
case 0xC5: // Поточна кількість нестабільних секторів
case 0xC6: // Кількість нескоректованих помилок
     if(attribute[j].RawValue[0] == 0xFF
     && attribute[j].RawValue[1] == 0xFF
     && attribute[j].RawValue[2] == 0xFF
     && attribute[j].RawValue[3] == 0xFF)
     {
          flagUnknown = FALSE;
     }
     else
     {
caution += attribute[j].RawValue[0]    + attribute[j].RawValue[1];
flagUnknown = FALSE;
     }
     break;
case 0xBB: // Визначення фірми-розробника
     if(vendorId == VENDOR_MTRON)
     {
          if(attribute[j].CurrentValue == 0)
          {
               error = 1;
          }
          else if(attribute[j].CurrentValue < 10)
          {
               caution = 1;
          }
          else
          {
               flagUnknown = FALSE;
          }
     }
     break;
default:
```

```
                break;
            }
        }
        if(error > 0)
        {
            return DISK_STATUS_BAD;
        }
        else if(flagUnknown)
        {
            return DISK_STATUS_UNKNOWN;
        }
        else if(caution > 0)
        {
            return DISK_STATUS_CAUTION;
        }
        else
        {
            return DISK_STATUS_GOOD;
        }
}
```

Була використана водоспадна (каскадна) модель життєвого циклу ПЗ (waterfall model) – послідовний метод розробки програмного забезпечення, названий так через діаграму схожу на водоспад.

Ця модель розробки запозичена з системної інженерії у виробництві та будівництві – областях, в яких зміни на пізніх етапах дуже дорогі, або неможливі. Наприклад, для створення складних інженерних конструкцій (споруд, літаків, мостів і т.п.). Зміни в проекті фундаменту будинку після того, як покладений дах коштують дуже дорого, тому перфекціонізм на початкових етапах проектування просто необхідний. Інженери, які починали займатись розробкою програмного забезпечення перейшовши з інших галузей, просто адаптували звичну модель, тому що на ранніх етапах розвитку комп'ютерної техніки не було методологій створених саме для програмування. Проте, схожі методології застосовуються для програмного забезпечення й далі, у випадках коли вимоги фіксовані, і вимагається висока якість та надійність, наприклад в системах для військових чи медичних потреб.

Перший формальний опис водоспадної моделі, після якої вона стала популярною був здійснений В. В. Ройсом у 1970. Попри те, що стаття містить переважно критику методу, на неї часто посилаються.

Переваги методу:

– Ніяких переробок.

– Гарна специфікація перетікає в гарну документацію.

– Зрозуміла модель.

– Розробники можуть мати низьку кваліфікацію.

Недоліки:

– Необхідний перфекціонізм на кожному етапі.

– Важко вносити зміни (якщо взагалі можливо).

– Надлишкове проектування.

– Поділ розробників на "perfect" та "code monkeys".

Модифікації. Через те що цей метод погано підходить для розробки саме ПЗ, частіше використовують його модифікації.

Найвідоміша модифікація – Sashimi. Названа так через японську страву сашимі (суші нарізане і сервіроване так, що складені рядочком шматочки накладаються один на одного). В моделі розробки Сашимі фази життєвого циклу йдуть одна за одною, але при цьому перекриваються одна з одною в часі.

4.2 Захист розробленого програмного забезпечення

Захист розробленого програмного забезпечення буде відбуватися за допомогою Twofish, який є симетричним алгоритмом блочного шифрування з розміром блоку 128 біт і довжиною ключа до 256 біт. Число раундів 16. Розроблено групою фахівців на чолі з Брюсом Шнайером. Був одним з п'яти фіналістів другого етапу конкурсу AES. Алгоритм розроблений на основі алгоритмів Blowfish, SAFER і Square.

Відмінними особливостями алгоритму є використання попередньо обчислюваних та залежних від ключа S-box'ів і складна схема розгортки підключення шифрування. Половина n-бітного ключа шифрування використовується як власне ключ шифрування, інша – для модифікації алгоритму (від неї залежать S-box'и).

Twofish розроблявся спеціально з урахуванням вимог та рекомендацій NIST для конкурсу AES [1]:

– 128-бітний блочний симетричний шифр.

– Довжина ключів 128, 192 і 256 біт.

– Відсутність слабких ключів.

– Ефективна програмна (в першу чергу на 32-бітних процесорах) та апаратна реалізація.

– Гнучкість (можливість використання додаткових довжин ключа, використання в поточному шифруванні, хеш-функціях і т.д.).

– Простота алгоритму – для можливості його ефективного аналізу.

Однак саме складність структури алгоритму і, відповідно, складність його аналізу на предмет слабких ключів або прихованих зв'язків, а також досить повільне час шифрування порівняно з Rijndael на більшості платформ, зіграло не на його користь.[2]

Алгоритм Twofish виник в результаті спроби модифіковані алгоритм Blowfish для 128-бітового вхідного блоку. Новий алгоритм повинен був бути легко реалізованим апаратно (у тому числі використовувати таблиці меншого розміру), мати досконалішу систему розширення ключа (key schedule) і мати однозначну функцію F.

В результаті, алгоритм був реалізований у вигляді змішаної мережі Фейстеля з чотирма гілками, які модифікують один одну з використанням криптоперетворень Адамара (Pseudo-Hadamar Transform, PHT).

Можливість ефективної реалізації на сучасних (для того часу) 32-бітних процесорах (а також в смарт-картах і подібних пристроях) – один з ключових принципів, яким керувалися розробники Twofish.

Наприклад, у функції F при обчисленні PHT і складання з частиною ключа K навмисно використовується додавання, замість традиційного xor. Це дає можливість використовувати команду LEA сімейства процесорів Pentium, яка за один такт дозволяє обчислити перетворення Адамара. (Правда в такому випадку код доводиться компілювати під конкретне значення ключа).

Алгоритм Twofish не запатентований і може бути використаний ким завгодно без будь-якої плати або відрахувань. Він використовується в багатьох програмах шифрування, хоча і отримав менше поширення, ніж Blowfish.

Опис алгоритму

Twofish розбиває вхідний 128-бітний блок даних на чотири 32-бітних підблоки, над якими, після процедури вхідного відбілювання (input whitening), проводиться 16 раундів перетворень. Після останнього раунду виконується вихідна відбілювання (output whitening).

Відбілювання (whitening)

Відбілювання – це процедура xor'а даних з підключами перед першим раундом і після останнього раунду. Вперше ця техніка була використана в шифрі Khufu/Khare і, незалежно, Рональдом Рівестом (англ. Ron Rivest) в алгоритмі шифрування DESX. Joe Killian (NEC) і Phillip Rogaway (Каліфорнійський університет) показали, що відбілювання дійсно ускладнює завдання пошуку ключа повним перебором (exhaustive key-search) в DESX[3] . Розробники Twofish стверджують[4], що в Twofish відбілювання також істотно ускладнює завдання підбору ключа, оскільки криптоаналітика не може дізнатися, які дані потрапляють на вхід функції F першого раунду.

Тим не менш, виявилися і негативні сторони. Цікаве дослідження провели фахівці дослідницького центру компанії IBM.[5] Вони виконали реалізацію алгоритму Twofish для типової смарт-карти з CMOS-архітектурою і

проаналізували можливість атаки за допомогою диференціального аналізу споживаної потужності (DPA – Differential Power Analysis). Атаці піддавалася саме процедура вхідного вибілювання, оскільки вона безпосередньо використовує xor підключів з вхідними даними. У результаті дослідники показали, що можна повністю обчислити 128-бітовий ключ проаналізувавши всього 100 операцій шифрування довільних блоків.

Функція g

Функція g – основа алгоритму Twofish. На вхід функції подається 32-бітове число X, яке потім розбивається на чотири байти x0, x1, x2, x3. Кожен з вийшов байтів пропускається через свій S-box. (Слід зазначити, що S-box'и в алгоритмі не фіксовані, а залежать від ключа). Отримані 4 байти на виходах S-box'ов інтерпретуються як вектор з чотирма компонентами. Цей вектор множиться на фіксовану матрицю MDS (maximum distance separable) розміром 4x4, причому обчислення проводяться в скінченному полі по модулю непривідного многочлена

MDS матриця – це така матриця над кінцевим полем K, що якщо взяти її як матрицю лінійного перетворення з простору у простір , то будь-які два вектори з простору виду (x, f (x)) будуть мати як мінімум m+1 відмінностей в компонентах. Тобто набір векторів вигляду (x, f (x)) утворює код, що володіє властивістю максимального рознесення (maximum distance separable code). Таким кодом, наприклад, є код Ріда-Соломона.

В Twofish властивість максимальної рознесеність матриці MDS означає, що загальна кількість змінних байт вектора a і вектора не менше п'яти. Іншими словами, будь-яка зміна тільки одного байта в a призводить до зміни всіх чотирьох байтів в b.

Криптоперетворення Адамара (Pseudo-Hadamar Transform, PHT)

Криптоперетворення Адамара – оборотне перетворення бітового рядка довжиною 2n. Рядок розбивається на дві частини a і b однакової довжини в n біт. Перетворення обчислюється таким чином:

)

)

Ця операція часто використовується для «розсіювання» коду (наприклад в шифрі SAFER).

В Twofish це перетворення використовується при змішуванні результатів двох g-функцій (n = 32).

Циклічний зсув на 1 біт

У кожному раунді два правих 32-бітових блоки, які xor-яться з результатами функції F, додатково циклічно зрушуються на один біт. Третій блок зрушується до операції xor, четвертий блок – після. Ці зрушення спеціально додані, щоб порушити вирівнювання по байтах, яке властиво S-box'ам та операції множення на MDS-матрицю. Проте шифр перестає бути повністю симетричним, так як при шифруванні й розшифровці зрушення слід здійснювати в протилежні сторони.

Генерація ключів

Twofish розрахований на роботу з ключами довжиною 128, 192 і 256 біт. З вихідного ключа генерується 40 32-бітних підключів, перші вісім з яких використовуються тільки в операціях вхідного і вихідного вибілювання, а решта 32 – в раундах шифрування, по два підключі на раунд. Особливістю Twofish є те, що вихідний ключ використовується також і для зміни самого алгоритму шифрування, так як використовуються у функції g S-box'и не фіксовані, а залежать від ключа.

Для формування раундових підключів вихідний ключ M розбивається з перестановкою байт на два однакові блоки M_o і M_e. Потім за допомогою блоку M_o і функції h шифрується значення 2 * i, а за допомогою блоку M_e шифрується значення 2*i+1, де i – номер поточного раунду (0 – 15). Отримані зашифровані блоки змішуються криптоперетвореням Адамара, і потім використовуються як раундові підключі.

5 МЕТОДИКА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ В ПРОМИСЛОВУ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Розглянемо розроблене ПЗ підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу яке зображено на рисунку 5.1. З рисунку можна побачити що інтерфейс головного вікна розподілено на наступні функціональні розділи:

– Навігаційне меню: Файл; Диски; Функції; Параметри; Довідка.

– Інформаційних блоків ПЗ.

– Підрозділу виведення поточної інформації.

– Вікно виведення результату роботи системи.

– Навігаційного меню яке викликається натисканням правої клавіші маніпулятора миші.

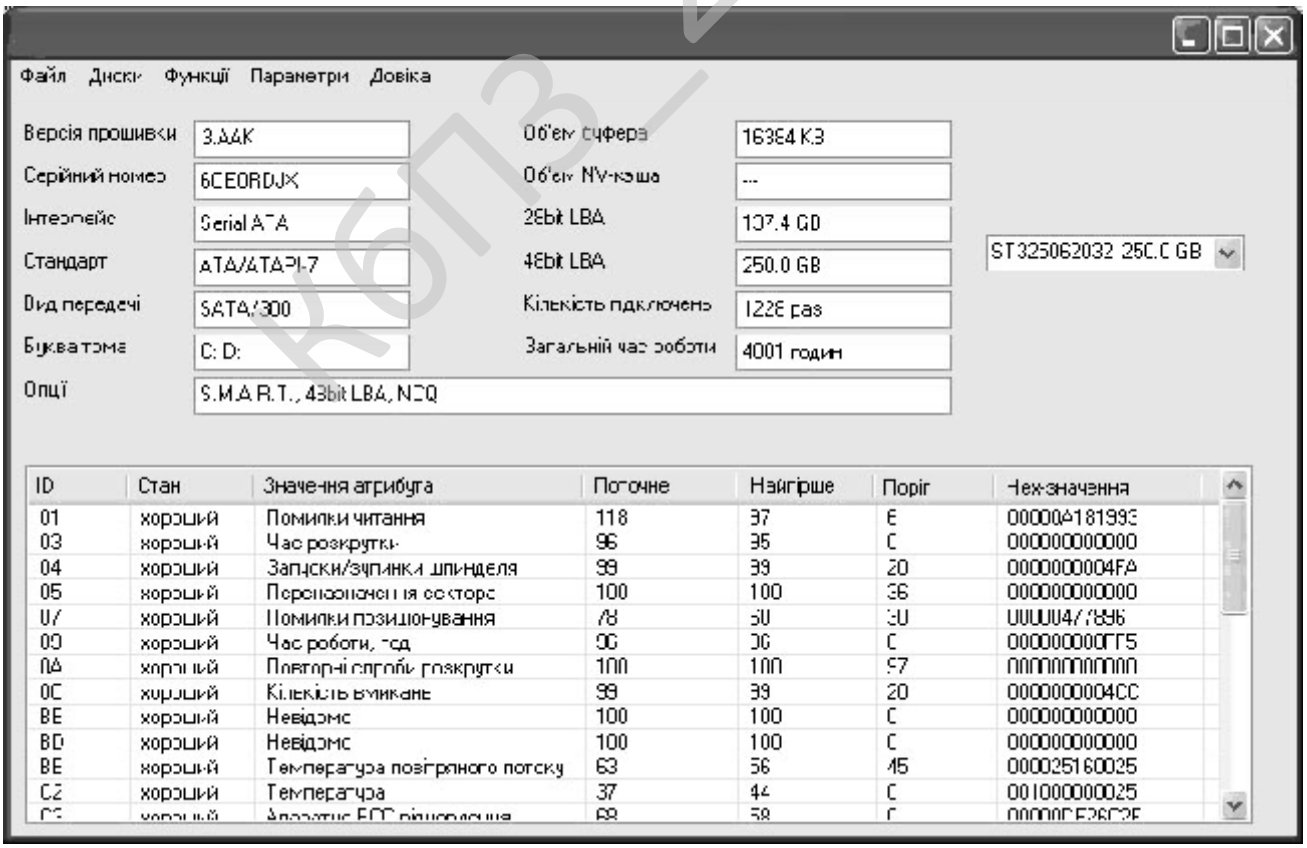


Рисунок 5.1 – Головне вікно ПЗ

Основними драйверами росту галузі ЦОД у наступні два роки аналітики називають твердотільні накопичувачі корпоративного класу (середньорічні темпи росту – більше 47%), персональні пристрої зберігання даних (22%) і накопичувачі великої ємності для підприємств (близько 18%). Найближчі перспективи – перехід на більше тонкі дискові накопичувачі (7 мм замість 9,5 мм) для ПК, поява нового покоління гібридних дисків з поліпшеними показниками ціна/продуктивність, більше широке впровадження герметизованих гелієвих дисків.

Розроблена програма має дуже простий і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з користувачем. Кожен, хто в достатньому обсязі володіє операційним середовищем Windows без особливих складностей освоїть і цю програму, оскільки її інтерфейс інтуїтивно зрозумілий.

Якщо програма не видала ніяких помилок, і працює, то можна використовувати, інакше слід слідувати інструкціям, які пропонує програма.

На рисунку 5.2 зображено авторські дані розробленого програмного забезпечення.

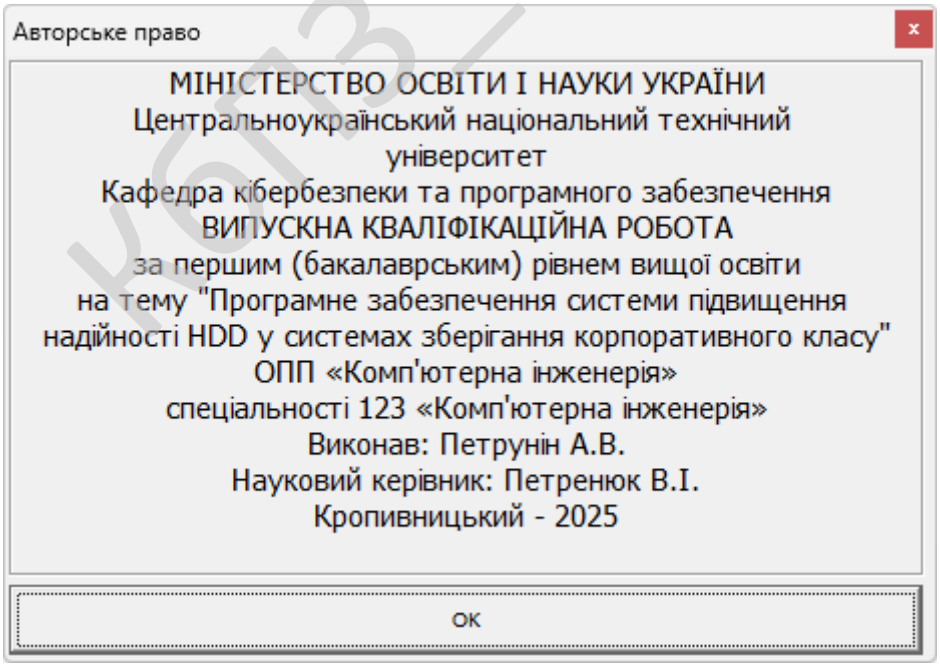


Рисунок 5.2 – Авторське право

Розглянемо процес впровадження програмного забезпечення, це процес налаштування програмного забезпечення під певні умови використання, а також навчання користувачів роботі з програмним продуктом. Впровадження програмного забезпечення це усі дії, що роблять розроблену програмну систему готовою до використання. Даний процес є частинною життєвого циклу програмного забезпечення.

Загалом процес розгортання складається з кількох взаємопов'язаних дій із можливими переходами між ними. Ця активність може відбуватися як з боку виробника так і з боку споживача. Оскільки кожна програмна система є унікальною, то усі процеси та процедури під час розгортання важко передбачити. Тому, "розгортання" можна трактувати як загальний процес відповідно до певних вимог та характеристик. Розгортання може здійснюватись програмістом і в процесі розробки програмного забезпечення.

До діяльностей пов'язаних із розгортанням програмного забезпечення відносять:

– Випуск.

– Встановлення та активація.

– Деактивація.

– Адаптація.

– Обновлення.

– Вмонтування.

– Відстежування версій.

– Видалення.

– Вилучення з обігу.

При впровадженні програмного забезпечення потрібно урахувати наступні дії:

– Виділення критичних, з точки зору загального результату, процедур в діяльності організації. Коли набір таких процедур визначений, необхідно в першу чергу використовувати IT рішення для автоматизації операцій усередині саме цих

процедур. Таким чином, розроблене ІТ рішення автоматично стає життєво важливим і затребуваним для організації, а також буде забезпечена публічність процесу впровадження;

– Розширення нормативної бази організації шляхом включення до неї регламентів, що описують порядок виконання процедур автоматизованих процесів. В іншому випадку є небезпека виникнення неузгодженості між автоматизованими процедурами та іншими процесами організації.

– Виконання робіт з загальної стандартизації існуючої діяльності організації, коли виділяються кращі практики виконання процедур і включаються в ІТ рішення за принципом найбільшої корисності для більшості учасників. Відсоток таких процедур щодо загального обсягу автоматизації може бути невеликий, але це надає процесу побудови рішення вагу в організації за рахунок збільшення його необхідності.

Під час роботи над програмою було проведено тестування програмного забезпечення, тобто технічне дослідження, призначене для виявлення інформації про якість продукту відносно контексту, в якому воно має використовуватись.

Тестування включає як процес пошуку помилок або інших дефектів, так і випробування програмних складових з метою їх оцінки.

Проводилась оцінка:

– відповідності поставленим вимогам;

– правильна відповідь для усіх можливих вхідних даних;

– виконання функцій за прийнятний час;

– практичність;

– сумісність з ОС та стороннім ПЗ.

Оскільки число можливих тестів для програмних компонент практично нескінченне, тому стратегія тестування полягала в тому, щоб провести всі можливі тести з урахуванням наявного часу та ресурсів.

Як результат ПЗ тестувалось стандартним виконанням програми з метою виявлення помилок або інших дефектів.

Обрано умови розповсюдження – Freeware.

Це власницьке програмне забезпечення, котре можна Безоплатно використовувати протягом необмеженого терміну без обмежень у функціональності, і поширюване без сирцевих кодів.

Автори такого програмного забезпечення, як правило, хочуть «дати щось спільноті», але хочуть також контролювати його подальшу розробку. Іноді, коли програмісти вирішують припинити розробку, вони передають сирцевий код іншим програмістам, або ж спільності як вільне програмне забезпечення.

Дуже часто плутають поняття «безплатне програмне забезпечення» та «вільне програмне забезпечення», хоча вони суттєво відрізняються.

Безплатне програмне забезпечення можна безоплатно встановлювати та використовувати (іноді з певними обмеженнями, як, наприклад, «безплатне для домашнього або некомерційного вжитку»), в той час як вільне програмне забезпечення можна продавати за будь-яку суму, але при тому, у користувача, котрий його отримує, повинні бути права на вивчення, модифікацію та поширення сирцевих кодів одержаної програми.

6 ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

Програмне забезпечення, створене в результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, призначено для системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

В межах України в недостатній мірі представлені вітчизняні розробки в цій області.

Рішення завдання полягало у вирішенні наступних задач:

– Був проведений огляд існуючих систем підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

– Досліджена система підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

– На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

Розроблене програмне забезпечення має простий, дружній та зручний інтерфейс користувача, що забезпечує легкість у освоєнні роботи програмного продукту, зручність у використанні, і не потребує особливих спеціальних знань.

При створені програмного забезпечення було використано об’єктно-орієнтований підхід, що відповідає сучасним тенденціям у галузі розробки комерційних програмних систем.

Програма реалізована на мові високого рівня Visual C++. Дана мова програмування дозволяє найбільш ефективно обробляти дані призначені для

системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу. Це дозволило мінімізувати строк розробки програмного забезпечення, і, як слід, зменшити витрати на його розробку. Запропоноване програмне забезпечення ділиться на загальне програмне забезпечення, що поставляється із засобами обчислювальної техніки й спеціальне програмне забезпечення, що спеціально розроблене для даної конкретної системи й включає програми, що реалізують її функції.

Програма призначена для виконання під управлінням багатозадачної операційної системи Windows 10/11.

Даються необхідні рекомендації з установки розробленого програмного забезпечення.

Для підвищення рівня безпеки запропоновано застосовувати алгоритм Twofish.

В цілому створене програмне забезпечення підтверджує правильність використаних проектних рішень та повністю відповідає вимогам технічного завдання. Створене програмне забезпечення має потенційну можливість для подальшого вдосконалення і застосування у різних галузях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Prateek Prasad. App Design Apprentice. Razeware LLC. 2020. 272 p.

2. Dawn Griffiths, David Griffiths. Head First Android Development. O'Reilly Media, Inc. 2021. 1414 p.

3. Nathan Metzler. Kotlin Programming for Beginners. Independently published. 2021. 158 p.

4. Aaron Torres. Go Programming Cookbook Second Edition. Packt Publishing Ltd. 2019. 427 p.

5. Мелешко Є.В., Якименко М.С., Поліщук Л.І. Алгоритми та структури даних: Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей денної та заочної форми навчання. – Кропивницький: Видавець – Лисенко В.Ф., 2019. – 156 с.

6. Knuth D. The Art of Computer Programming, Vol. 1: Fundamental Algorithms, 3rd Edition 3rd Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.

7. Knuth D. Art of Computer Programming, Vol. 2: Seminumerical Algorithms 3rd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 672 p.

8. Knuth D. The Art of Computer Programming: Vol. 3: Sorting and Searching 2nd Edition, Kindle Edition. – Addison-Wesley Professional, 2019. – 800 p.

9. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms, 3rd Edition (The MIT Press) 3rd Edition – The MIT Press, 2019. – 1292 p.

10. Kuznetsov O., Ilchenko O., Kryvinska N., Buravchenko K., Smirnov O., Savchenko Iu. «An Empirical Assessment of Leading Blockchain Financial Services». *2023 IEEE 1st Ukrainian Distributed Ledger Technology Forum (UADLTF),* Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6,

11. Smirnov O., Fedorov E., Neskorodieva A., Neskorodieva T. «Intellectual Classification method of Gymnastic Elements Based on Combinations of

Descriptive and Generative Approache». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 3664, 2024, Pages 11-23.

12. Kuznetsov, O., Kryvinska, N., Ilchenko, O., Smirnova, T., Ulianovska, Y. «Comparative Analysis of Cryptocurrency Trading Platforms Using the Analytic Hierarchy Process». *CEUR Workshop Proceedings*, 2023, 3628, pp. 106-115.

13. Malyukov V., Bebeshko B., Lakhno V., Smirnov O., Malyukova I., Mohylnyi H. «Managing the Purchase-Sale Process of Digital Currencies Under Fuzzy Conditions». *Lecture Notes in Networks and Systems,* 2023, 729 LNNS, pp. 104–112.

14. Al-Mudhafar Aqeel, A.M., Smirnova, T., Buravchenko, K., Smirnov, O. «The method of assessing and improving the user experience of subscribers in software-configured networks based on the use of machine learning». *Advanced Information Systems*, 2023, 7(2), pp. 49-56.

15. Smirnov, O., Sydorenko, V., Aleksander, M., Zhyharevych, O., Yenchev, S. «Simulation of the cloud IoT-based monitoring system for critical infrastructures». *CEUR Workshop Proceedings,* Volume 3530, 2023, pp. 256-265.

16. Smirnov, O., Odarchenko, R., Smirnova, T., Bondar, S., Volosheniuk, D. «Optimal Structure Construction of Private 5G Network for the Needs of Enterprises». Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 2023, 178, pp. 208–223.

17. Smirnov, O., Karapetyan, A., Fedorov, E., «Creating Neural Network and Single Solution Human-Based Metaheuristic Methods of Solving the Traveling Salesman Problem». CEUR Workshop Proceedings, Volume 3312, 2022, pp. 47-58.

18. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». SN Computer Science, Vol 2, 337, 2021. https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w.

19. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». 2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), 2021, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143

20. Smirnova T., Gnatyuk S., Berdibayev R., Avkurova Zh., Iavich M. «Cloud-Based Cyber Incidents Response System and Software Tools». Communications in Computer and Information Science, 2021, vol 1486. Springer, Cham. pp 169-184.

21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Poluyanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». International Journal of Computing; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256.

22. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.

23. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.

24. Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.

25. Smirnov, O., Drieieva, H., Drieiev, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.

26. Smirnov O. Kuznetsov A., Zaicenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.

27. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019,

Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.

28. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.

29. Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.

30. Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.

31. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobaev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.

32. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.

33. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Коваленко, А., Конопліцька-Слободенюк , О., Смірнова , Т., Константинова, Л. «Дослідження застосування систем підтримки оперативного персоналу об’єкту критичної інфраструктури при керуванні енергоблоком АЕС з реактором типу ВВЕР-1000».

Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 2024. № 2(26), С. 6-26.

34. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка.* 2024. №3(23), С. 111-131.

35. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів IEC60880 та IEC62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.

36. Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». *Кібербезпека: освіта, наука, техніка.* 2024. №3(23), С. 111-131.

37. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.

38. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.

39. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція "Інформаційна безпека та

комп'ютерні технології", м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.

40. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.

41. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.

42. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.

43. Смірнов О.А., Дрєєва Г.М., Дрєєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.

44. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).

45. Смірнова Т.В., Солових Є.К., Смірнов О.А., Дрєєв О.М. Побудова хмарних інформаційних технологій оптимізації технологічного процесу відновлення та зміцнення поверхонь деталей. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 1(32). с. 184-194, 2019.

46. Смірнов О.А., Котелянець В.В. Стійкі до колізій стохастичні моделі функціонування безпроводових сенсорних мереж. Вісник інженерної академії України, №3, с. 145-152, 2018

47. O. Smirnov, O. Kovalenko, A. Kovalenko, S. Smirnov, V. Vialkova. The mathematical model of the testing technology for DOM XSS vulnerabilities. Scientific & practical cyber security journal (SPCSJ) Vol 2 Issue 1, 22-28 pp. [Электронный Журнал]. Georgia. Tbilisi: SCSA – 2018.

48. Oleksii Smirnov, Oleksandr Kovalenko, Jamil Al-Azzeh, Anna Kovalenko, Serhii Smirnov. Qualitative risk analysis of software development. Asian Journal of Information Technology. – Volume 17(3). – Medwell Journals. – 2018. – P. 218-230.

49. Смірнов О.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С., Смірнов С.А. Розробка методу передтестової компіляції й розподілу доступу. Збірник наукових праць III міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційна безпека та комп'ютерні технології", м. Кропивницький. 19-20 квітня 2018р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2018. – С. 214-215

50. Smirnov Oleksii, Kovalenko Oleksandr, Kovalenko Anna, Smirnov Serhii. Method of testing the DOM XSS vulnerability. International Conference «Information technologies, systems and networks ITSN-2017». Chisinau, Republic of Moldova. 17 – 18 October 2017. – Chisinau: Academy of Sciences of Moldova, Military Academy of Armed Forces "Alexandru cel Bun". 2017. P7.

51. Смірнов О.А., Смірнов С.А., Коваленко О.В., Коваленко А.С. Технологія тестування DOM XSS уразливості. Науково-практичний журнал кібер безпеки (SPCSJ) № 1. [Електронний журнал]. Грузія. Тбілісі: SCSA - 2017.

52. Смірнов О.А., Лисенко І.А. Інформаційна технологія проектування тестових наборів з урахуванням вимог до програмного забезпечення. Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 4 (44). - Полтава: ПолтНТУ. - 2017. - С. 112-115.

Додаток А
(обов’язковий)

Технічне завдання

Зміст

1 Найменування та область застосування

Це технічне завдання розповсюджується на розробку системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

2 Підстава для розробки

Підставою для розробки служить завдання на випускну кваліфікаційну роботу за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти, видане на кафедрі кібербезпеки та програмного забезпечення (нак. № 47-02 від 17.01.2025 року).

3 Мета та призначення розробки

Метою випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти є розробка програмного забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу.

4 Джерела розробки

Джерелом цієї випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти є стосовна до теми література і існуючі аналоги.

5 Технічні вимоги

5.1 Склад продукції

Складниками розробки є:

– вибір і обґрунтування методів реалізації проекту;

– розробка програмної частин системи, а також розробка взаємодії системи з ОС та з користувачем;

– розробка програми, що реалізує спроектовані алгоритми роботи системи.

5.2 Показники призначення

Система повинна забезпечувати:

– системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу;

– цілісність даних у процесі роботи та при зберіганні;

– простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

5.3 Вимоги до функціональних характеристик

Розроблене програмне забезпечення не повинно мати обмежень на версію драйверів та операційної системи.

5.4 Вимоги до архітектури

Компонент, що розробляється повинен використовувати системні засоби та апаратні засоби, що на даному етапі розвитку обчислювальної техніки найбільше поширені.

5.5 Вимоги до надійності

Програмні модулі написані по всім правилам, які стосуються стандартних викликів процедур, функцій, методів і форм, визначених технічною документацією на середовище розробки.

5.6 Умови експлуатації

Робочі місця користувачів ПЗ повинні задовольняти наступним умовам експлуатації:

– температура повітря: 19-20 град. по Цельсію;

– відносна вологість повітря до 80%;

– атмосферний тиск 107 кПа.

5.7 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів

Програмне забезпечення повинно бути реалізоване на ПЕОМ, працювати в ОС Windows 10/11 і з сумісними з цією платформою пристроями і прикладним програмним забезпечення.

5.8 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності

Переносність програмного забезпечення повинна бути забезпечена за рахунок його реалізації стандартного інтерфейсу взаємодії з ОС, що працюють під управлінням ОС Windows 10/11.

5.8.1 Обладнання

Комп’ютер Intel® Celeron/8 Mb/1.2 Gb/SVGA 14” 1Mb або сумісні з ним.

5.8.2 Мова програмування

Середовище Visual C++.

5.8.3 Вхідні дані

Опис алгоритму роботи запропонованої системи.

5.8.4 Вихідні дані

Робоча програма.

6 Вимоги до програмної документації

Програмна продукція повинна бути представлена у виді опису структури даних, схем та опису алгоритму, а також текстів вихідних модулів програмного забезпечення згідно ЄСПД .

7 Перелік документів, що розробляються

- Структурна схема системи – 1 аркуш.
- Функціональна схема системи – 1 аркуш.
- Діаграма процесів – 1 аркуш.
- Блок-схема алгоритму роботи програми – 2 аркуша.
- Пояснювальна записка – 84 аркуші.

8 Етапи розробки

8.1 Збір і обробка інформації по темі випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти. Постановка задачі на виконання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти (складання ТЗ).

8.2 Проведення досліджень або експериментальних робіт для уточнення основних положень випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

8.3 Розробка функціональних схем, блок схем алгоритмів роботи програмного забезпечення.

8.4 Побудова схем взаємодії даних.

8.5 Створення прототипу ПЗ.

8.6 Віднаходження ПЗ, аналіз отриманих результатів.

8.7 Оформлення пояснювальної записки і виконання робіт по графічній частині.

9 Порядок контролю та приймання

9.1 Подання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на попередній захист 23.05.2025 р.

9.2 Подання випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти на захист 6.06.2025 р.

Додаток Б

(обов’язковий)

Міністерство освіти і науки України

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник випускної кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

_____ Петренюк В.І.

Програмне забезпечення системи підвищення надійності HDD у системах зберігання корпоративного класу

Лістинг програми

Код документу 12

Носій: CD/DVD-диск / USB-флеш-накопичувач

Загальна кількість аркушів: 72

Літера: РП

Кропивницький – 2025 року

Файл DiskInfo.cpp – основна програма

```
#include "stdafx.h"
#include "DiskInfo.h"
#include "DiskInfoDlg.h"
#include "GraphDlg.h"

#include "GetFileVersion.h"
#include "GetOsInfo.h"
#include "IsCurrentUserLocalAdministrator.h"

#ifdef _DEBUG
#define new DEBUG_NEW
#endif

// CDiskInfoApp

BEGIN_MESSAGE_MAP(CDiskInfoApp, CWinApp)
      ON_COMMAND(ID_HELP, &CWinApp::OnHelp)
END_MESSAGE_MAP()


// CDiskInfoApp конструктор

CDiskInfoApp::CDiskInfoApp()
{
      // ПРИМІТКА: Додаємо код конструктору,
      // Встановлюємо усі значиму ініціалізацію в  InitInstance
}


// Опис CDiskInfoApp об’єкту

CDiskInfoApp theApp;
CString m_Ini;

//-----------------------------------------------------------------------------
// Опис прототипів
//-----------------------------------------------------------------------------
static BOOL IsFileExistEx(const TCHAR* path, const TCHAR* fileName);
static BOOL RunAsRestart();
// CDiskInfoApp ініціалізація

BOOL CDiskInfoApp::InitInstance()
{
      BOOL flagEarthlight = FALSE;
      DWORD defaultDisk = 0;
      HANDLE hMutex = NULL;

      INITCOMMONCONTROLSEX InitCtrls;
      InitCtrls.dwSize = sizeof(InitCtrls);
      InitCtrls.dwICC = ICC_WIN95_CLASSES;
      InitCommonControlsEx(&InitCtrls);
      CWinApp::InitInstance();

      ZeroMemory(&m_OsVer, sizeof(OSVERSIONINFO));
      m_OsVer.dwOSVersionInfoSize = sizeof(OSVERSIONINFO);
      GetVersionEx(&m_OsVer);

      // Якщо версія підтримується.
      if(GetFileVersion(_T("Shdocvw.dll")) < 471)
      {
            AfxMessageBox(_T("CrystalDiskInfo має потребу у  IE 6.0 або
вище."));
      }

      // ініціалізація m_Ini
      TCHAR *ptrEnd;
```

```
	TCHAR ini[MAX_PATH];
	::GetModuleFileName(NULL, ini, MAX_PATH);
	if((ptrEnd = _tcsrchr(ini, '.')) != NULL)
	{
		*ptrEnd = '\0';
		_tcscat_s(ini, MAX_PATH, _T(".ini"));
	}
	m_Ini = ini;

	int argc;
	LPWSTR *argv = CommandLineToArgvW(GetCommandLineW(), &argc);

	if(argc > 1)
	{
		CString cstr;
		cstr = argv[1];
		if(cstr.Compare(_T("/Earthlight")) == 0)
		{
			flagEarthlight = TRUE;
			if(argc > 2)
			{
				defaultDisk = _tstoi(argv[2]);
			}
		}
		if(cstr.Compare(_T("/Startup")) == 0)
		{
			int time = 0;
			time = GetPrivateProfileInt(_T("Setting"),
_T("StartupWaitTime"), 30, m_Ini);
			if(time >= 0)
			{
				Sleep(time * 1000);
			}
			TCHAR str[MAX_PATH];
			::GetModuleFileName(NULL, str, MAX_PATH);
			ShellExecute(NULL, NULL, str, NULL, NULL, SW_SHOWNORMAL);
			return FALSE;
		}
	}

	// Розшифрування отриманих даних
	//flagEarthlight = TRUE;

	if(! flagEarthlight)
	{
		hMutex = ::CreateMutex(NULL, FALSE, PRODUCT_NAME PRODUCT_VERSION);
		if(GetLastError() == ERROR_ALREADY_EXISTS)
		{
			return FALSE;
		}
	}

	CString DefaultTheme;
	CString DefaultLanguage;
	TCHAR tmp[MAX_PATH];

	GetModuleFileName(NULL, tmp, MAX_PATH);
	if((ptrEnd = _tcsrchr(tmp, '\\')) != NULL)
	{
		*ptrEnd = '\0';
	}

	m_ExeDir.Format(_T("%s\\"), tmp);
	m_ThemeDir.Format(_T("%s\\%s"), tmp, THEME_DIR);
	m_LangDir.Format(_T("%s\\%s"), tmp, LANGUAGE_DIR);
	m_SmartDir.Format(_T("%s\\%s"), tmp, SMART_DIR);

	m_ThemeIndex = MENU_THEME_INDEX;
	m_LangIndex = MENU_LANG_INDEX;
```

```
	DefaultTheme.Format(_T("%s\\%s"), tmp, DEFAULT_THEME);
	DefaultLanguage.Format(_T("%s\\%s"), tmp, DEFAULT_LANGUAGE);

/*
	if(IsClassicSystem())
	{
		m_MainDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR CLASSIC_DIALOG, tmp);
	}
*/
	if(! IsFileExist(m_MainDlgPath))
	{
		m_MainDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR MAIN_DIALOG, tmp);
	}

	m_AboutDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR ABOUT_DIALOG, tmp);
	m_SettingDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR SETTING_DIALOG, tmp);
	if(GetIeVersion() == 800)
	{
		m_GraphDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR GRAPH_DIALOG_IE8, tmp);
	}
	else
	{
		m_GraphDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR GRAPH_DIALOG, tmp);
	}
	m_OptionDlgPath.Format(_T("%s\\") DIALOG_DIR OPTION_DIALOG, tmp);

	if(! IsFileExistEx(m_MainDlgPath, MAIN_DIALOG))
	{
		return FALSE;
	}
	if(! IsFileExistEx(m_AboutDlgPath, ABOUT_DIALOG))
	{
		return FALSE;
	}
	if(! IsFileExistEx(m_SettingDlgPath, SETTING_DIALOG))
	{
		return FALSE;
	}

// для сімейства Windows NT
#ifdef _UNICODE
	if(! IsCurrentUserLocalAdministrator())
	{
		if(m_OsVer.dwMajorVersion < 6)
		{
			AfxMessageBox(_T("CrystalDiskInfo is required Administrator
Privileges."));
		}
		RunAsRestart();
		return FALSE;
	}
#endif

	if(flagEarthlight)
	{
		CGraphDlg dlg(NULL, defaultDisk);
		m_pMainWnd = &dlg;
		INT_PTR nResponse = dlg.DoModal();
	}
	else
	{
		CDiskInfoDlg dlg;
		m_pMainWnd = &dlg;
		INT_PTR nResponse = dlg.DoModal();
		::ReleaseMutex(hMutex);
		::CloseHandle(hMutex);
	}
```

```
	return FALSE;
}

BOOL IsFileExistEx(const TCHAR* path, const TCHAR* fileName)
{
	if(! IsFileExist(path))
	{
		CString cstr;
		cstr.Format(_T("Не знайдено\"%s\"."), fileName);
		AfxMessageBox(cstr);
		return FALSE;
	}
	return TRUE;
}

BOOL RunAsRestart()
{
	int count;
#ifdef _UNICODE
	TCHAR** cmd = ::CommandLineToArgvW(::GetCommandLine(), &count);
#else
	TCHAR** cmd = ::__argv;
	count = ::__argc;
#endif

	if(count < 2 || _tcscmp(cmd[1], _T("runas")) != 0)
	{
		TCHAR path[MAX_PATH];
		::GetModuleFileName(NULL, path, MAX_PATH);
		if(::ShellExecute(NULL, _T("runas"), path, _T("runas"), NULL,
SW_SHOWNORMAL)
			> (HINSTANCE)32)
		{
			return TRUE;
		}
	}
	return FALSE;
}
```

Файл DiskInfo.h – бібліотека для файлу DiskInfo.cpp

```
#pragma once

#ifndef __AFXWIN_H__
	#error "include 'stdafx.h' перед включенням цього файлу для PCH"
#endif

#include "resource.h"		// головні символи

#define THEME_DIR                       _T("CdiResource\\theme\\")
#define LANGUAGE_DIR                    _T("CdiResource\\language\\")
#define DIALOG_DIR                            _T("CdiResource\\dialog\\")
#define SMART_DIR                       _T("Smart\\")
#define SMART_INI                       _T("Smart.ini")
#define EXCHANGE_INI                    _T("Exchange.ini")

#define MENU_THEME_INDEX                3
#define MENU_LANG_INDEX                 6
#define MENU_DRIVE_INDEX                4

#define MAIN_DIALOG                           _T("Main.html")
//#define CLASSIC_DIALOG                      _T("Classic.html")
#define ABOUT_DIALOG                    _T("About.html")
#define SETTING_DIALOG                  _T("Setting.html")
#define GRAPH_DIALOG                    _T("Graph.html")
#define GRAPH_DIALOG_IE8                _T("GraphIe8.html")
#define OPTION_DIALOG                   _T("Option.html")

#define DEFAULT_THEME                   THEME_DIR _T("default\\Main.css")
#define DEFAULT_LANGUAGE                LANGUAGE_DIR _T("English.lang")


class CDiskInfoApp : public CWinApp
{
public:
	CDiskInfoApp();

	OSVERSIONINFO m_OsVer;
	BOOL m_IsNT;

	CString m_MainDlgPath;
	CString m_AboutDlgPath;
	CString m_SettingDlgPath;
	CString m_GraphDlgPath;
	CString m_OptionDlgPath;
	CString m_SmartDir;
	CString m_ExeDir;
	CString m_Ini;

	CString m_ThemeDir;
	CString m_LangDir;
	DWORD m_ThemeIndex;
	DWORD m_LangIndex;

// Аннулюється
	public:
	virtual BOOL InitInstance();

// Реалізація

	DECLARE_MESSAGE_MAP()
};

extern CDiskInfoApp theApp;
```

Файл AtaSmart.cpp – тестування жорсткого диску з використанням технології SMART

```
#include "stdafx.h"
#include "AtaSmart.h"
#include <wbemcli.h>

#include "DebugPrint.h"
#include "DnpService.h"

#pragma comment(lib, "wbemuuid.lib")
#define SAFE_RELEASE(p) { if(p) { (p)->Release(); (p)=NULL; } }

static const TCHAR *commandTypeString[] =
{
	_T("pd"),
	_T("sm"),
	_T("sa"),
	_T("sp"),
	_T("io"),
	_T("lo"),
	_T("jm"),
	_T("cy")
};
// Визначення ATA
CAtaSmart::CAtaSmart()
{
	BOOL bosVersionInfoEx;
	ZeroMemory(&m_Os, sizeof(OSVERSIONINFOEX));
	m_Os.dwOSVersionInfoSize = sizeof(OSVERSIONINFOEX);
	if(!(bosVersionInfoEx = GetVersionEx((OSVERSIONINFO *)&m_Os)))
	{
		m_Os.dwOSVersionInfoSize = sizeof(OSVERSIONINFO);
		GetVersionEx((OSVERSIONINFO *)&m_Os);
	}

	m_FlagAtaPassThrough = FALSE;
	if(m_Os.dwMajorVersion >= 6 || (m_Os.dwMajorVersion == 5 &&
m_Os.dwMinorVersion == 2))
	{
		m_FlagAtaPassThrough = TRUE;
	}
	else if(m_Os.dwMajorVersion == 5 && m_Os.dwMinorVersion == 1)
	{
		CString cstr;
		cstr = m_Os.szCSDVersion;
		cstr.Replace(_T("Service Pack "), _T(""));
		if(_tstoi(cstr) >= 2)
		{
			m_FlagAtaPassThrough = TRUE;
		}
	}
}

CAtaSmart::~CAtaSmart()
{
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
DWORD CAtaSmart::UpdateSmartInfo(DWORD i)
{
	if(vars.GetCount() == 0)
	{
		return SMART_STATUS_NO_CHANGE;
	}

	static SMART_ATTRIBUTE attribute[MAX_DISK][MAX_ATTRIBUTE] = {0};
// Читання таблиці атрибутів
```

```
	if(vars[i].IsSmartEnabled)
	{
		switch(vars[i].CommandType)
		{
		case CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE:
			GetSmartAttributePd(vars[i].PhysicalDriveId, &(vars[i]));
			vars[i].DiskStatus = CheckDiskStatus(vars[i].Attribute,
vars[i].Threshold, vars[i].AttributeCount, vars[i].VendorId);
			break;

		case CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT:
			GetSmartAttributeScsi(vars[i].ScsiPort, vars[i].ScsiTargetId,
&(vars[i]));
			vars[i].DiskStatus = CheckDiskStatus(vars[i].Attribute,
vars[i].Threshold, vars[i].AttributeCount, vars[i].VendorId);
			break;
		case CMD_TYPE_SAT:
		case CMD_TYPE_SUNPLUS:
		case CMD_TYPE_IO_DATA:
		case CMD_TYPE_LOGITEC:
		case CMD_TYPE_JMICRON:
		case CMD_TYPE_CYPRESS:
			GetSmartAttributeSat(vars[i].PhysicalDriveId, &(vars[i]));
			vars[i].DiskStatus = CheckDiskStatus(vars[i].Attribute,
vars[i].Threshold, vars[i].AttributeCount, vars[i].VendorId);
			break;
		default:
			return SMART_STATUS_NO_CHANGE;
		}

		return CheckSmartAttributeUpdate(i, attribute[i],
vars[i].Attribute);
	}

	return SMART_STATUS_NO_CHANGE;
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BOOL CAtaSmart::UpdateIdInfo(DWORD i)
{
	BOOL flag = FALSE;
	switch(vars[i].CommandType)
	{
	case CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE:
		flag =  DoIdentifyDevicePd(vars[i].PhysicalDriveId,
&(vars[i].IdentifyDevice));
		break;
	case CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT:
		flag =  DoIdentifyDeviceScsi(vars[i].ScsiPort, vars[i].ScsiTargetId,
&(vars[i].IdentifyDevice));
		break;
	case CMD_TYPE_SAT:
	case CMD_TYPE_SUNPLUS:
	case CMD_TYPE_IO_DATA:
	case CMD_TYPE_LOGITEC:
	case CMD_TYPE_JMICRON:
	case CMD_TYPE_CYPRESS:
		flag = DoIdentifyDeviceSat(vars[i].PhysicalDriveId,
&(vars[i].IdentifyDevice), vars[i].CommandType);
		break;
	default:
		return FALSE;
		break;
	}

	if(vars[i].Major >= 3 && vars[i].IdentifyDevice.CommandSetSupported2 & (1
<< 3))
	{
		vars[i].IsApmSupported = TRUE;
```

```
            if(vars[i].IdentifyDevice.CommandSetEnabled2 & (1 << 3))
            {
                  vars[i].IsApmEnabled = TRUE;
            }
            else
            {
                  vars[i].IsApmEnabled = FALSE;
            }
      }
      if(vars[i].Major >= 5 && vars[i].IdentifyDevice.CommandSetSupported2 & (1
<< 9))
      {
            vars[i].IsAamSupported = TRUE;
            if(vars[i].IdentifyDevice.CommandSetEnabled2 & (1 << 9))
            {
                  vars[i].IsAamEnabled = TRUE;
            }
            else
            {
                  vars[i].IsAamEnabled = FALSE;
            }
      }

      return flag;
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BYTE CAtaSmart::GetAamValue(DWORD i)
{
      return LOBYTE(vars[i].IdentifyDevice.AcousticManagement);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BYTE CAtaSmart::GetApmValue(DWORD i)
{
      return LOBYTE(vars[i].IdentifyDevice.CurrentPowerManagement);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BYTE CAtaSmart::GetRecommendAamValue(DWORD i)
{
      return HIBYTE(vars[i].IdentifyDevice.AcousticManagement);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BYTE CAtaSmart::GetRecommendApmValue(DWORD i)
{
      return HIBYTE(vars[i].IdentifyDevice.CurrentPowerManagement);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BOOL CAtaSmart::EnableAam(DWORD i, BYTE param)
{
      return SendAtaCommand(i, 0xEF, 0x42, param);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BOOL CAtaSmart::DisableAam(DWORD i)
{
      return SendAtaCommand(i, 0xEF, 0xC2, 0);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BOOL CAtaSmart::EnableApm(DWORD i, BYTE param)
{
      return SendAtaCommand(i, 0xEF, 0x05, param);
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
```

```
BOOL CAtaSmart::DisableApm(DWORD i)
{
	return SendAtaCommand(i, 0xEF, 0x85, 0);
}

BOOL CAtaSmart::SendAtaCommand(DWORD i, BYTE main, BYTE sub, BYTE param)
{
	switch(vars[i].CommandType)
	{
	case CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE:
		return SendAtaCommandPd(vars[i].PhysicalDriveId, main, sub, param,
NULL, 0);
		break;
	case CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT:
		return SendAtaCommandScsi(vars[i].ScsiPort, vars[i].ScsiTargetId,
main, sub, param);
		break;
	case CMD_TYPE_SAT:
	case CMD_TYPE_SUNPLUS:
	case CMD_TYPE_IO_DATA:
	case CMD_TYPE_LOGITEC:
	case CMD_TYPE_JMICRON:
	case CMD_TYPE_CYPRESS:
		return SendAtaCommandSat(vars[i].PhysicalDriveId, main, sub, param,
vars[i].CommandType);
		break;
	default:
		return FALSE;
		break;
	}
	return FALSE;
}

DWORD CAtaSmart::CheckSmartAttributeUpdate(DWORD index, SMART_ATTRIBUTE* pre,
SMART_ATTRIBUTE* cur)
{

	if(memcmp(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) * MAX_ATTRIBUTE) == 0)
	{
		return SMART_STATUS_NO_CHANGE;
	}
	else
	{
		for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
		{
			switch(cur[i].Id)
			{
			case 0x09: // Кількість відпрацьованих годин у включеному
стані
				{
					DWORD preRawValue = MAKELONG(
						MAKEWORD(pre[i].RawValue[0],
pre[i].RawValue[1]),
						MAKEWORD(pre[i].RawValue[2],
pre[i].RawValue[3])
						);
					DWORD curRawValue = MAKELONG(
						MAKEWORD(cur[i].RawValue[0],
cur[i].RawValue[1]),
						MAKEWORD(cur[i].RawValue[2],
cur[i].RawValue[3])
						);

					if(GetPowerOnHours(preRawValue,
vars[index].DetectedTimeUnitType)
					!= GetPowerOnHours(curRawValue,
vars[index].DetectedTimeUnitType))
					{
```

```
                                    memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) *
MAX_ATTRIBUTE);
                                    return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                              }
                              if(GetPowerOnHours(preRawValue,
vars[index].MeasuredTimeUnitType)
                              != GetPowerOnHours(curRawValue,
vars[index].MeasuredTimeUnitType))
                              {
                                    memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) *
MAX_ATTRIBUTE);
                                    return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                              }
                        }
                        break;
                  case 0x0C: // Кількість зафіксованих повторів
включення/вимикання живлення накопичувача
                        {
                              DWORD preRawValue = MAKELONG(
                                    MAKEWORD(pre[i].RawValue[0],
pre[i].RawValue[1]),
                                    MAKEWORD(pre[i].RawValue[2],
pre[i].RawValue[3])
                                    );
                              DWORD curRawValue = MAKELONG(
                                    MAKEWORD(cur[i].RawValue[0],
cur[i].RawValue[1]),
                                    MAKEWORD(cur[i].RawValue[2],
cur[i].RawValue[3])
                                    );
                              if(preRawValue != curRawValue)
                              {
                                    memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) *
MAX_ATTRIBUTE);
                                    return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                              }
                        }
                        break;
                  case 0xC2: // Температура
                        if(pre[i].RawValue[0] != cur[i].RawValue[0]
                        || pre[i].CurrentValue != cur[i].CurrentValue)
                        {
                              memcpy(pre, cur, sizeof(SMART_ATTRIBUTE) *
MAX_ATTRIBUTE);
                              return SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE;
                        }
                        break;
                  default:
                        break;
                  }
            }
            return SMART_STATUS_MINOR_CHANGE;
      }
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BOOL CAtaSmart::MeasuredTimeUnit()
{
      DWORD getTickCount = GetTickCount();
      if(getTickCount > MeasuredGetTickCount + 155000 || MeasuredGetTickCount +
125000 > getTickCount)
      {
            return FALSE;
      }

      for(int i = 0; i < vars.GetCount(); i++)
      {
            if(vars[i].PowerOnRawValue < 0)
            {
```

```
                continue;
            }
            UpdateSmartInfo(i);

            DWORD test = vars[i].PowerOnRawValue - vars[i].PowerOnStartRawValue;

            if(vars[i].Model.Find(_T("SAMSUNG")) == 0)
            {
                if(test >= 2)
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_HALF_MINUTES;
                }
                else
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_HOURS;
                }
            }
            else if(vars[i].Model.Find(_T("FUJITSU")) == 0)
            {
                if(test >= 2)
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_SECONDS;
                }
                else
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_HOURS;
                }
            }
            else if(vars[i].Model.Find(_T("MAXTOR")) == 0)
            {
                if(test >= 2)
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_MINUTES;
                    vars[i].IsMaxtorMinute = TRUE;
                }
                else
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_HOURS;
                    vars[i].IsMaxtorMinute = FALSE;
                }
            }
            else
            {
                if(test >= 2)
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_MINUTES;
                }
                else
                {
                    vars[i].MeasuredTimeUnitType = POWER_ON_HOURS;
                }
            }
        }

        return TRUE;
}

/* ЗАГАЛЬНІ ФУНКЦІЇ*/
BOOL CAtaSmart::Init(BOOL useWmi, BOOL advancedDiskSearch, PBOOL flagChangeDisk)
{
        IsEnabledWmi = FALSE;
        CArray<DISK_POSITION, DISK_POSITION> previous;

        if(flagChangeDisk != NULL)
        {
            *flagChangeDisk = FALSE;
            for(int i = 0; i < vars.GetCount(); i++)
            {
                DISK_POSITION dp;
```

```
                dp.PhysicalDriveId = vars.GetAt(i).PhysicalDriveId;
                dp.ScsiTargetId = vars.GetAt(i).ScsiTargetId;
                dp.ScsiPort = vars.GetAt(i).ScsiPort;

                previous.Add(dp);
            }
        }

        // Ініціалізація
        vars.RemoveAll();
        m_ControllerMap = _T("");

        if(useWmi)
        {
            HRESULT hRes = S_OK;
            ULONG   uReturned = 1;

            IWbemLocator*                pIWbemLocator = NULL;
            IWbemServices*               pIWbemServices = NULL;
            IEnumWbemClassObject*   pEnumCOMDevs = NULL;
            IEnumWbemClassObject*   pEnumCOMDevs2 = NULL;
            IWbemClassObject*       pCOMDev = NULL;

            DebugPrint(_T("CAtaSmart::Init WMI on - Start"));

            bool initWmi = true;
            CDnpService cService;

            for(int i = 0; i < 3; i++)
            {
                if(! cService.IsServiceRunning(_T("Winmgmt")))
                {
                    DebugPrint(_T("Waiting... Winmgmt"));
                    initWmi = cService.EasyStart(_T("Winmgmt"));
                    continue;
                }
                else
                {
                    break;
                }
            }

            if(initWmi)
            {
                try
                {
                    DebugPrint(_T("CoInitialize()"));
                    CoInitialize(NULL);
                    DebugPrint(_T("CoInitializeSecurity()"));
                    CoInitializeSecurity(NULL, -1, NULL, NULL,
RPC_C_AUTHN_LEVEL_DEFAULT,
                        RPC_C_IMP_LEVEL_IMPERSONATE, NULL, EOAC_NONE,
NULL);
                    DebugPrint(_T("CoCreateInstance()"));
                    if(FAILED(CoCreateInstance(CLSID_WbemLocator, NULL,
CLSCTX_INPROC_SERVER,
                        IID_IWbemLocator, (LPVOID *)&pIWbemLocator)))
                    {
                        CoUninitialize();
                        DebugPrint(_T("NG:WMI Init 1"));
                    }
                    else
                    {
                        long securityFlag = 0;
                        if( m_Os.dwMajorVersion >= 6 // Vista або пізніша
версія
                        || (m_Os.dwMajorVersion == 5 &&
m_Os.dwMinorVersion >= 1) // XP або пізніша версія
                        )
```

```
                                {
                                      securityFlag =
WBEM_FLAG_CONNECT_USE_MAX_WAIT;
                                }

                                DebugPrint(_T("ConnectServer()"));
                                if(FAILED(pIWbemLocator-
>ConnectServer(SysAllocString(L"\\\\.\\root\\cimv2"),
                                      NULL, NULL, 0L,
                                      securityFlag,
                                      NULL, NULL, &pIWbemServices)))
                                {
                                      CoUninitialize();
                                      DebugPrint(_T("NG:WMI Init 2"));
                                }
                                else
                                {
                                      DebugPrint(_T("CoSetProxyBlanket()"));
                                      hRes = CoSetProxyBlanket(pIWbemServices,
RPC_C_AUTHN_WINNT, RPC_C_AUTHZ_NONE,
                                            NULL, RPC_C_AUTHN_LEVEL_CALL,
RPC_C_IMP_LEVEL_IMPERSONATE, NULL, EOAC_NONE);
                                      if(FAILED(hRes))
                                      {
                                            CoUninitialize();
                                            CString cstr;
                                            cstr.Format(_T("NG:WMI Init - %08X"),
hRes);
                                            DebugPrint(cstr);
                                      }
                                      else
                                      {
                                            IsEnabledWmi = TRUE;
                                            DebugPrint(_T("OK:WMI Init"));
                                      }
                                }
                                SAFE_RELEASE(pIWbemLocator);
                          }
                    }
                    catch(...)
                    {
                          DebugPrint(_T("EX:WMI Init"));
                    }
              }
              else
              {
                    DebugPrint(_T("NG:WMI Init 3"));
              }

              if(IsEnabledWmi)
              {
                    CStringArray csa;
                    CString temp, cstr, cstr1, cstr2;
                    try
                    {// Win32_IDE Контролер
                          pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
                                SysAllocString(L"select Name, DeviceID from
Win32_IDEController"), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs);
                          while(pEnumCOMDevs && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                          {
                                VARIANT  pVal;
                                VariantClear(&pVal);
                                CString name1, deviceId, channel;
                                if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                {
                                      deviceId = pVal.bstrVal;
```

```
                                    if(deviceId.Find(_T("PCIIDE\\IDECHANNEL"))
== 0)
                                    {
                                          channel = deviceId.Right(1);
                                    }
                                    deviceId.Replace(_T("\\"), _T("\\\\"));
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              if(pCOMDev->Get(L"Name", 0L, &pVal, NULL, NULL) ==
WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    name1 = pVal.bstrVal;
                                    if(! channel.IsEmpty())
                                    {
                                          name1 += _T(" (") + channel + _T(")");
                                    }
                                    m_IdeController.Add(name1);

                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                              if(cstr.Find(name1) == -1 || cstr.Find(name1 +
_T(" [ATA]")) >= 0)
                              {
                                    csa.Add(cstr);
                                    cstr = _T("%%%") + name1 + _T(" [ATA]");
                                    cstr += _T("\r\n");
                              }

                              CString mapping;
                              mapping.Format(_T("ASSOCIATORS OF
{Win32_IDEController.DeviceID=\"%s\"} WHERE AssocClass =
Win32_IDEControllerDevice"), deviceId);
                              pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
SysAllocString(mapping), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs2);
                              while(pEnumCOMDevs2 && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs2-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                              {
                                    VARIANT pVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                                    CString name2, deviceId, channel;
                                    if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal,
NULL, NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                    {
                                          deviceId = pVal.bstrVal;

      if(deviceId.Find(_T("PCIIDE\\IDECHANNEL")) == 0)
                                          {
                                                channel = deviceId.Right(1);
                                          }
                                          VariantClear(&pVal);
                                    }
                                    if(pCOMDev->Get(L"Name", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                    {
                                          name2 = pVal.bstrVal;
                                          if(! channel.IsEmpty())
                                          {
                                                name2 += _T(" (") + channel +
_T(")");
                                          }
                                          VariantClear(&pVal);
                                    }
                                    SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                                    if(cstr.Find(_T("   - ") + name1) >= 0 ||
cstr.Find(_T("   + ") + name1) >= 0)
```

```
                                    {
                                          cstr1 = _T("- ") + name1;
                                          cstr2 = _T("+ ") + name1;
                                          cstr.Replace(cstr1, cstr2);

                                          cstr1 = name1 + _T("\r\n     - ") +
name2;
                                          cstr.Replace(name1, cstr1);
                                    }
                                    else
                                    {
                                          cstr += _T("   - ") + name2 +
_T("\r\n");
                                    }
                                    cstr.Replace(_T("%%%"), _T(" + "));
                              }
                              cstr.Replace(_T("%%%"), _T(" - "));
                              SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs2);
                        }
                        csa.Add(cstr);
                        SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);
                        DebugPrint(_T("OK:Win32_IDEController"));
                  }
                  catch(...)
                  {
                        DebugPrint(_T("EX:Win32_IDEController"));
                  }

                  try
                  {
                        cstr = _T("");
                        pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
                              SysAllocString(L"select Name, DeviceID from
Win32_SCSIController"), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs);
                        while(pEnumCOMDevs && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                        {
                              VARIANT  pVal;
                              VariantClear(&pVal);
                              CString name1, deviceId;
                              if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    deviceId = pVal.bstrVal;
                                    deviceId.Replace(_T("\\"), _T("\\\\"));
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              if(pCOMDev->Get(L"Name", 0L, &pVal, NULL, NULL) ==
WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    name1 = pVal.bstrVal;
                                    m_ScsiController.Add(name1);
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              SAFE_RELEASE(pCOMDev);
                              if(cstr.Find(name1) == -1 || cstr.Find(name1 +
_T(" [SCSI]")) >= 0)
                              {
                                    csa.Add(cstr);
                                    cstr = _T("%%%") + name1 + _T(" [SCSI]");

                                    cstr += _T("\r\n");
                              }

                              CString mapping;
                              mapping.Format(_T("ASSOCIATORS OF
{Win32_SCSIController.DeviceID=\"%s\"} WHERE AssocClass =
Win32_SCSIControllerDevice"), deviceId);
```

```
                              pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
SysAllocString(mapping), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs2);
                              while(pEnumCOMDevs2 && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs2-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                              {
                                    VARIANT pVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                                    CString name2, deviceId;
                                    if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal,
NULL, NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                    {
                                          deviceId = pVal.bstrVal;
                                          VariantClear(&pVal);
                                    }
                                    if(pCOMDev->Get(L"Name", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                    {
                                          name2 = pVal.bstrVal;
                                          VariantClear(&pVal);
                                    }
                                    SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                                    if(cstr.Find(_T("   - ") + name1) >= 0 ||
cstr.Find(_T("   + ") + name1) >= 0)
                                    {
                                          cstr1 = _T("- ") + name1;
                                          cstr2 = _T("+ ") + name1;
                                          cstr.Replace(cstr1, cstr2);

                                          cstr1 = name1 + _T("\r\n     - ") +
name2;
                                          cstr.Replace(name1, cstr1);
                                    }
                                    else
                                    {
                                          cstr += _T("   - ") + name2 +
_T("\r\n");
                                    }
                                    cstr.Replace(_T("%%%"), _T(" + "));
                              }
                              cstr.Replace(_T("%%%"), _T(" - "));
                              SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs2);
                        }
                        csa.Add(cstr);
                        SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);
                        DebugPrint(_T("OK:Win32_SCSIController"));
                  }
                  catch(...)
                  {
                        DebugPrint(_T("EX:Win32_SCSIController"));
                  }

                  for(int i = 0; i < csa.GetCount(); i++)
                  {
                        m_ControllerMap += csa.GetAt(i);
                  }

                  try
                  {// Win32_USB Контролер
                        pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
                              SysAllocString(L"select Name, DeviceID from
Win32_USBController"), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs);
                        while(pEnumCOMDevs && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                        {
                              VARIANT  pVal;
                              VariantClear(&pVal);
```

```
                                CString deviceId, channel;
                                if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                {
                                      deviceId = pVal.bstrVal;
                                      deviceId.Replace(_T("\\"), _T("\\\\"));
                                      VariantClear(&pVal);
                                }
                                SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                                CString mapping, enclosure;
                                mapping.Format(_T("ASSOCIATORS OF
{Win32_USBController.DeviceID=\"%s\"} WHERE AssocClass =
Win32_USBControllerDevice"), deviceId);
                                pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
SysAllocString(mapping), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs2);
                                while(pEnumCOMDevs2 && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs2-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                                {
                                      VARIANT pVal;
                                      VariantClear(&pVal);
                                      if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal,
NULL, NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                      {
                                            cstr = pVal.bstrVal;
                                            VariantClear(&pVal);
                                            if(cstr.Find(_T("USBSTOR")) >= 0)
                                            {
                                                  EXTERNAL_DISK_INFO edi = {0};
                                                  int curPos= 0;
                                                  CString resToken;
                                                  resToken =
deviceId.Tokenize(_T("\\&"), curPos);
                                                  while(resToken != _T(""))
                                                  {

      if(resToken.Replace(_T("VID_"), _T("")) > 0)
                                                        {
                                                              edi.VendorId =
_tcstol(resToken, NULL, 16);
                                                        }
                                                        else
if(resToken.Replace(_T("PID_"), _T("")) > 0)
                                                        {
                                                              edi.ProductId =
_tcstol(resToken, NULL, 16);
                                                        }
                                                        resToken =
deviceId.Tokenize(_T("\\&"), curPos);
                                                  };

                                                  if(pCOMDev->Get(L"Name", 0L,
&pVal, NULL, NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                                  {
                                                        edi.Enclosure =
pVal.bstrVal;
                                                        VariantClear(&pVal);
                                                  }
                                                  externals.Add(edi);
                                            }
                                            deviceId = cstr;
                                      }
                                      SAFE_RELEASE(pCOMDev);
                                }
                                SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs2);
                          }
                          SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);
                          DebugPrint(_T("OK:Win32_USBController"));
```

```
		}
		catch(...)
		{
			DebugPrint(_T("EX:Win32_USBController"));
		}

		try
		{// Win32_1394 Контролер
			pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
				SysAllocString(L"select Name, DeviceID from
Win32_1394Controller"), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs);
			while(pEnumCOMDevs && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
			{
				VARIANT  pVal;
				VariantClear(&pVal);
				CString deviceId, channel;
				if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
				{
					deviceId = pVal.bstrVal;
					deviceId.Replace(_T("\\"), _T("\\\\"));
					VariantClear(&pVal);
				}
				SAFE_RELEASE(pCOMDev);

				CString mapping, enclosure;
				mapping.Format(_T("ASSOCIATORS OF
{Win32_1394Controller.DeviceID=\"%s\"} WHERE AssocClass =
Win32_1394ControllerDevice"), deviceId);
				pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
SysAllocString(mapping), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs2);
				while(pEnumCOMDevs2 && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs2-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
				{
					VARIANT pVal;
					VariantClear(&pVal);
					if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal,
NULL, NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
					{
						deviceId = pVal.bstrVal;
						VariantClear(&pVal);
					}
					SAFE_RELEASE(pCOMDev);
				}
				SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs2);
			}
			SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);
			DebugPrint(_T("OK:Win32_1394Controller"));
		}
		catch(...)
		{
			DebugPrint(_T("EX:Win32_1394Controller"));
		}

		/* РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
		for(int i = 0; i < externals.GetCount(); i++)
		{
			CString cstr;
			cstr.Format(_T("Enclosure=%s, VID=%04X, PID=%04X"),
				externals.GetAt(i).Enclosure,
				externals.GetAt(i).VendorId,
				externals.GetAt(i).ProductId);

			AfxMessageBox(cstr);
		}
		*/
```

```
                  try
                  {
                        pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
                              SysAllocString(L"SELECT * FROM Win32_DiskDrive"),
WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY, NULL, &pEnumCOMDevs);
                        DebugPrint(_T("DO:SELECT * FROM Win32_DiskDrive"));
                        while(pEnumCOMDevs && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                        {
                              CString mapping1, mapping2;
                              CString model, deviceId, diskSize;
                              INT physicalDriveId = -1, scsiPort = -1,
scsiTargetId = -1;

                              VARIANT pVal;
                              VariantClear(&pVal);
                              if(pCOMDev->Get(L"Size", 0L, &pVal, NULL, NULL) ==
WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    diskSize = pVal.bstrVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    deviceId = pVal.bstrVal;
                                    deviceId.Replace(_T("\\"), _T("\\\\"));
                                    if(_ttoi(deviceId.Right(2)) >= 10)
                                    {
                                          physicalDriveId =
_ttoi(deviceId.Right(2));
                                    }
                                    else
                                    {
                                          physicalDriveId =
_ttoi(deviceId.Right(1));
                                    }
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              if(pCOMDev->Get(L"Model", 0L, &pVal, NULL, NULL)
== WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    model = pVal.bstrVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              if(pCOMDev->Get(L"SCSIPort", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    scsiPort = pVal.intVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              if(pCOMDev->Get(L"SCSITargetId", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    scsiTargetId = pVal.intVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                              try
                              {
                                    // GetDiskInfo - інформація про диск
                                    CString cstr;
                                    cstr.Format(_T("DO:GetDiskInfo pd=%d, sp=%d,
st=%d"), physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId);
                                    DebugPrint(cstr);
```

```
                                    INTERFACE_TYPE interfaceType =
INTERFACE_TYPE_UNKNOWN;
                                    VENDOR_ID vendorId = VENDOR_UNKNOWN;

                                    if(model.Find(_T(" USB Device")) >= 0)
                                    {
                                          interfaceType = INTERFACE_TYPE_USB;
                                    }
                                    else if(model.Find(_T(" IEEE 1394 SBP2
Device")) >= 0)
                                    {
                                          interfaceType =
INTERFACE_TYPE_IEEE1394;
                                    }

                                    for(int i = 0; i < externals.GetCount();
i++)
                                    {

      if(model.Find(externals.GetAt(i).Enclosure) == 0)
                                          {
                                                vendorId =
(VENDOR_ID)externals.GetAt(i).VendorId;
                                          }
                                    }

                                    if(GetDiskInfo(physicalDriveId, scsiPort,
scsiTargetId, interfaceType, vendorId))
                                    {
                                          int index = (int)vars.GetCount() - 1;
                                          if(! diskSize.IsEmpty())
                                          {
                                                DWORD totalDiskSize =
(DWORD)(_ttoi64(diskSize) / 1000 / 1000 - 50);
                                                if((totalDiskSize <

vars[index].TotalDiskSize - 100

                                                || vars[index].TotalDiskSize +

100 < totalDiskSize)

vars[index].DiskSizeLba48

                                                )
                                                {
                                                      vars[index].TotalDiskSize =
totalDiskSize;

                                                }
                                          }

                                          BOOL flagSkipModelCheck = FALSE;

                                          vars[index].ModelWmi = model;
                                          // Модель
                                          model.Replace(_T(" SCSI Disk Device"),
_T(""));

                                          model.Replace(_T(" ATA Device"),
_T(""));


                                          if(model.Replace(_T(" USB Device"),
_T("")) > 0)
                                          {
                                                flagSkipModelCheck = TRUE;
                                                cstr.Format(_T("USB (%s)"),
vars[index].Interface);

                                                vars[index].Interface = cstr;
                                                vars[index].InterfaceType =
INTERFACE_TYPE_USB;


                                                for(int i = 0; i <
externals.GetCount(); i++)

                                                {
```

```
      if(externals.GetAt(i).Enclosure.Find(vars[index].ModelWmi) == 0)
                                                {
                                                      vars[index].Enclosure
= externals.GetAt(i).Enclosure;
                                                      vars[index].VendorId
= externals.GetAt(i).VendorId;
                                                      vars[index].ProductId
= externals.GetAt(i).ProductId;
                                                }
                                          }
                                    }
                                    else if(model.Replace(_T(" IEEE 1394
SBP2 Device"), _T("")) > 0)
                                    {
                                          flagSkipModelCheck = TRUE;
                                          cstr.Format(_T("IEEE 1394 (%s)"),
vars[index].Interface);
                                          vars[index].Interface = cstr;
                                          vars[index].InterfaceType =
INTERFACE_TYPE_IEEE1394;
                                          for(int i = 0; i <
externals.GetCount(); i++)
                                          {
      if(externals.GetAt(i).Enclosure.Find(vars[index].ModelWmi) == 0)
                                                {
                                                      vars[index].Enclosure
= externals.GetAt(i).Enclosure;
                                                      vars[index].VendorId
= externals.GetAt(i).VendorId;
                                                      vars[index].ProductId
= externals.GetAt(i).ProductId;
                                                }
                                          }
                                    }

                                    CString cmp, cmp1, cmp2, cmp3;
                                    cmp = model;
                                    cmp.Replace(_T(" "), _T(""));
                                    cmp1 = cmp.Left(16);

                                    cmp = vars[index].Model;
                                    cmp.Replace(_T(" "), _T(""));
                                    cmp2 = cmp.Left(16);

                                    cmp = vars[index].ModelReverse;
                                    cmp.Replace(_T(" "), _T(""));
                                    cmp3 = cmp.Left(16);

                                    if(vars[index].Model.IsEmpty())
                                    {
                                          vars.RemoveAt(index);
                                    }
                                    else if(flagSkipModelCheck)
                                    {
                                          // Не використовується
                                    }
                                    else if(model.IsEmpty() ||
cmp1.Compare(cmp2) == 0)
                                    {
                                          // Не використовується
                                    }
                                    else if(cmp1.Compare(cmp3) == 0)
                                    {
                                          vars[index].SerialNumber =
vars[index].SerialNumberReverse;
                                          vars[index].FirmwareRev =
vars[index].FirmwareRevReverse;
```

```
                                                vars[index].Model =
vars[index].ModelReverse;
                                                vars[index].ModelSerial =
vars[index].Model + vars[index].SerialNumber;

      vars[index].ModelSerial.Replace(_T("/"), _T(""));
                                          }
                                          else
                                          {
                                                vars.RemoveAt(index);
                                          }

                                          // РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
                                          // vars[index].VendorId =
VENDOR_MTRON;


                                                DebugPrint(_T("OK:Check Model Name"));
                                    }
                              }
                              catch(...)
                              {
                                    DebugPrint(_T("EX:GetDiskInfo pd=%d, sp=%d,
st=%d"));
                              }
                        }
                        SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);
                        DebugPrint(_T("OK:SELECT * FROM Win32_DiskDrive"));
                  }
                  catch(...)
                  {
                        DebugPrint(_T("EX:SELECT * FROM Win32_DiskDrive"));
                  }

                  // Список дисків
                  try
                  {
                        DWORD driveLetterMap[256] = {0};

                        pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
                              SysAllocString(L"SELECT * FROM
Win32_DiskPartition"), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY | WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY,
NULL, &pEnumCOMDevs);
                        while(pEnumCOMDevs && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                        {
                              DWORD physicalDriveId = 0;
                              CString partition, drive, mapping, cstr;
                              VARIANT pVal;
                              VariantClear(&pVal);
                              if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal, NULL,
NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                              {
                                    partition = pVal.bstrVal;
                                    VariantClear(&pVal);
                              }
                              cstr = partition;
                              cstr.Replace(_T("Disk #"), _T(""));
                              physicalDriveId = _ttoi(cstr);
                              SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                              pIWbemServices->ExecQuery(SysAllocString(L"WQL"),
                                    SysAllocString(L"SELECT * FROM
Win32_LogicalDisk Where DriveType = 3"), WBEM_FLAG_FORWARD_ONLY |
WBEM_FLAG_RETURN_IMMEDIATELY, NULL, &pEnumCOMDevs2);
                              while(pEnumCOMDevs2 && SUCCEEDED(pEnumCOMDevs2-
>Next(10000, 1, &pCOMDev, &uReturned)) && uReturned == 1)
                              {
                                    VariantClear(&pVal);
```

```
                                    if(pCOMDev->Get(L"DeviceID", 0L, &pVal,
NULL, NULL) == WBEM_S_NO_ERROR && pVal.vt > VT_NULL)
                                    {
                                          drive = pVal.bstrVal;
                                          VariantClear(&pVal);
                                    }
                                    SAFE_RELEASE(pCOMDev);

                                    IWbemContext *pCtx = 0;
                                    IWbemCallResult *pResult = 0;

      mapping.Format(_T("Win32_LogicalDiskToPartition.Antecedent=\"Win32_DiskPar
tition.DeviceID=\\\"%s\\\"\",Dependent=\"Win32_LogicalDisk.DeviceID=\\\"%s\\\"\"
"),
                                          partition, drive);

                                    BSTR bstr;
                                    bstr = mapping.AllocSysString();
                                    pIWbemServices->GetObject(bstr, 0, pCtx,
&pCOMDev, &pResult);
                                    SysFreeString(bstr);
                                    if(pCOMDev)
                                    {
                                          driveLetterMap[physicalDriveId] |= 1
<< (drive.GetAt(0) - 'A');
                                    }
                                    SAFE_RELEASE(pCOMDev);
                              }
                              SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs2);
                        }
                        SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);

                        for(int i = 0; i < vars.GetCount(); i++)
                        {
                              CString driveLetter = _T("");
                              for(int j = 0; j < 26; j++)
                              {
                                    if(driveLetterMap[vars[i].PhysicalDriveId] &
(1 << j))
                                    {
                                          CString cstr;
                                          cstr.Format(_T("%C"), j + 'A');
                                          driveLetter += cstr + _T(": ");
                                          vars[i].DriveLetterMap += (1 << j);
                                    }
                              }
                              vars[i].DriveMap.Append(driveLetter);
                        }
                        DebugPrint(_T("OK:Список дисків"));

                  }
                  catch(...)
                  {
                        DebugPrint(_T("EX:Список дисків"));
                  }

                  SAFE_RELEASE(pCOMDev);
                  SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs);
                  SAFE_RELEASE(pEnumCOMDevs2);
                  SAFE_RELEASE(pIWbemServices);
                  CoUninitialize();

                  DebugPrint(_T("OK:CoUninitialize()"));
            }
      }
      else
      {
            DebugPrint(_T("CAtaSmart::Init WMI off - Start"));
      }
```

```
	// \\\\.\\PhysicalDrive%d
	for(int i = 0; i < MAX_SEARCH_PHYSICAL_DRIVE; i++)
	{
		BOOL  bRet;
		HANDLE	hIoCtrl;
		DWORD dwReturned;
		DISK_GEOMETRY dg;

		hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(i);
		if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
		{
			continue;
		}
		bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_DISK_GET_DRIVE_GEOMETRY,
			NULL, 0, &dg, sizeof(DISK_GEOMETRY),
			&dwReturned, NULL);
		::CloseHandle(hIoCtrl);
		if(bRet == FALSE || dwReturned != sizeof(DISK_GEOMETRY) ||
dg.MediaType != FixedMedia)
		{
			continue;
		}
// Визначення виробника
		if(GetDiskInfo(i, -1, -1, INTERFACE_TYPE_UNKNOWN, VENDOR_UNKNOWN))
		{
			int index = (int)vars.GetCount() - 1;
			CString cmp;
			cmp = vars[index].Model;
			if(cmp.Find(_T("DW C")) == 0 // WDC
			|| cmp.Find(_T("iHat")) == 0 // Hitachi
			|| cmp.Find(_T("ASSM")) == 0 // SAMSUNG
			|| cmp.Find(_T("aMtx")) == 0 // Maxtor
			|| cmp.Find(_T("OTHS")) == 0 // TOSHIBA
			|| cmp.Find(_T("UFIJ")) == 0 // FUJITSU
			)
			{
				vars[index].SerialNumber =
vars[index].SerialNumberReverse;
				vars[index].FirmwareRev =
vars[index].FirmwareRevReverse;
				vars[index].Model = vars[index].ModelReverse;
				vars[index].ModelSerial = vars[index].Model +
vars[index].SerialNumber;
				vars[index].ModelSerial.Replace(_T("/"), _T(""));
			}
		}
	}

	// сортування
	ATA_SMART_INFO* p = vars.GetData();
	qsort(p, vars.GetCount(), sizeof(ATA_SMART_INFO), Compare);

	DebugPrint(_T("OK:GetDiskInfo - PhysicalDrive"));

	// Визначення типу знайдених дисків
	if(advancedDiskSearch)
	{
		// \\\\.\\Scsi%d:
		for(int i = 0; i < MAX_SEARCH_SCSI_PORT; i++)
		{
			for(int j = 0; j < MAX_SEARCH_SCSI_TARGET_ID; j++)
			{
				if(GetDiskInfo(-1, i, j, INTERFACE_TYPE_UNKNOWN,
VENDOR_UNKNOWN))
				{
					int index = (int)vars.GetCount() - 1;
					CString cmp;
					cmp = vars[index].Model;
```

```
                                    if(cmp.Find(_T("DW C")) == 0 // WDC
                                    || cmp.Find(_T("iHat")) == 0 // Hitachi
                                    || cmp.Find(_T("ASSM")) == 0 // SAMSUNG
                                    || cmp.Find(_T("aMtx")) == 0 // Maxtor
                                    || cmp.Find(_T("OTHS")) == 0 // TOSHIBA
                                    || cmp.Find(_T("UFIJ")) == 0 // FUJITSU
                                    )
                                    {
                                          vars[index].SerialNumber =
vars[index].SerialNumberReverse;
                                          vars[index].FirmwareRev =
vars[index].FirmwareRevReverse;
                                          vars[index].Model =
vars[index].ModelReverse;
                                          vars[index].ModelSerial = vars[index].Model
+ vars[index].SerialNumber;
                                          vars[index].ModelSerial.Replace(_T("/"),
_T(""));
                                    }
                              }
                        }
                  }
                  DebugPrint(_T("OK:GetDiskInfo - Scsi"));
            }

            MeasuredGetTickCount = GetTickCount();
            DebugPrint(_T("CAtaSmart::Init - Complete"));

            if(flagChangeDisk != NULL)
            {
                  if(vars.GetCount() != previous.GetCount())
                  {
                        *flagChangeDisk = TRUE;
                  }
                  else
                  {
                        for(int i = 0; i < vars.GetCount(); i++)
                        {
                              if(vars.GetAt(i).PhysicalDriveId !=
previous.GetAt(i).PhysicalDriveId
                              || vars.GetAt(i).ScsiTargetId !=
previous.GetAt(i).ScsiTargetId
                              || vars.GetAt(i).ScsiPort != previous.GetAt(i).ScsiPort
                              )
                              {
                                    *flagChangeDisk = TRUE;
                                    break;
                              }
                        }
                  }
            }

            return IsEnabledWmi;
}

int CAtaSmart::Compare(const void *p1, const void *p2)
{
            return ((ATA_SMART_INFO*)p1)->PhysicalDriveId - ((ATA_SMART_INFO*)p2)-
>PhysicalDriveId;
}

BOOL CAtaSmart::AddDisk(INT physicalDriveId, INT scsiPort, INT scsiTargetId,
COMMAND_TYPE commandType, IDENTIFY_DEVICE* identify)
{
            ATA_SMART_INFO asi;

            memcpy(&(asi.IdentifyDevice), identify, sizeof(IDENTIFY_DEVICE));
            asi.PhysicalDriveId = physicalDriveId;
            asi.ScsiPort =  scsiPort;
```

```
asi.ScsiTargetId = scsiTargetId;
asi.CommandType = commandType;
asi.CommandTypeString = commandTypeString[commandType];

for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
{
      ::ZeroMemory(&(asi.Attribute[i]), sizeof(SMART_ATTRIBUTE));
      ::ZeroMemory(&(asi.Threshold[i]), sizeof(SMART_THRESHOLD));
}

asi.IsSmartEnabled = FALSE;
asi.IsWord88 = FALSE;
asi.IsWord64_76 = FALSE;
asi.IsCheckSumError = FALSE;

asi.IsSmartSupported = FALSE;
asi.IsLba48Supported = FALSE;
asi.IsNcqSupported = FALSE;
asi.IsAamSupported = FALSE;
asi.IsApmSupported = FALSE;
asi.IsAamEnabled = FALSE;
asi.IsApmEnabled = FALSE;
asi.IsNvCacheSupported = FALSE;
asi.IsMaxtorMinute = FALSE;

asi.TotalDiskSize = 0;
asi.Cylinder = 0;
asi.Head = 0;
asi.Sector = 0;
asi.Sector28 = 0;
asi.Sector48 = 0;
asi.DiskSizeChs = 0;
asi.DiskSizeLba28 = 0;
asi.DiskSizeLba48 = 0;
asi.BufferSize = 0;
asi.NvCacheSize = 0;
asi.TransferModeType = 0;
asi.DetectedTimeUnitType = 0;
asi.MeasuredTimeUnitType = 0;
asi.AttributeCount = 0;
asi.DetectedPowerOnHours = -1;
asi.MeasuredPowerOnHours = -1;
asi.PowerOnRawValue = -1;
asi.PowerOnStartRawValue = -1;
asi.PowerOnCount = 0;
asi.Temperature = 0;
asi.Speed = 0.0;
asi.Life = -1;

asi.Major = 0;
asi.Minor = 0;

asi.DiskStatus = 0;
asi.DriveLetterMap = 0;

asi.AlarmTemperature = 0;

asi.VendorId = VENDOR_UNKNOWN;
asi.InterfaceType = INTERFACE_TYPE_UNKNOWN;

asi.VendorId = 0;
asi.ProductId = 0;

asi.SerialNumber = _T("");
asi.FirmwareRev = _T("");
asi.Model = _T("");
asi.ModelReverse = _T("");
asi.ModelWmi = _T("");
asi.ModelSerial = _T("");
```

```
	asi.DriveMap = _T("");
	asi.MaxTransferMode = _T("");
	asi.CurrentTransferMode = _T("");
	asi.MajorVersion = _T("");
	asi.MinorVersion = _T("");
	asi.Interface = _T("");
	asi.Enclosure = _T("");

	CHAR buf[64];

	// Перевірка помилок
	BYTE sum = 0;
	BYTE checkSum[IDENTIFY_BUFFER_SIZE];
	memcpy(checkSum, (void *)identify, IDENTIFY_BUFFER_SIZE);
	for(int j = 0; j < IDENTIFY_BUFFER_SIZE; j++)
	{
		sum += checkSum[j];
	}
	if(sum != 0)
	{
		asi.IsCheckSumError = TRUE;
	}

	// Обооротні дії
	strncpy_s(buf, 64, identify->SerialNumber, sizeof(identify-
>SerialNumber));
	asi.SerialNumberReverse = buf;
	asi.SerialNumberReverse.TrimLeft();
	asi.SerialNumberReverse.TrimRight();
	strncpy_s(buf, 64, identify->FirmwareRev, sizeof(identify->FirmwareRev));
	asi.FirmwareRevReverse = buf;
	asi.FirmwareRevReverse.TrimLeft();
	asi.FirmwareRevReverse.TrimRight();
	strncpy_s(buf, 64, identify->Model, sizeof(identify->Model));
	asi.ModelReverse = buf;
	asi.ModelReverse.TrimLeft();
	asi.ModelReverse.TrimRight();

	ChangeByteOrder(identify->SerialNumber, sizeof(identify->SerialNumber));
	ChangeByteOrder(identify->FirmwareRev, sizeof(identify->FirmwareRev));
	ChangeByteOrder(identify->Model, sizeof(identify->Model));

	if(CheckAsciiStringError(identify->SerialNumber, sizeof(identify-
>SerialNumber))
	|| CheckAsciiStringError(identify->FirmwareRev, sizeof(identify-
>FirmwareRev))
	|| CheckAsciiStringError(identify->Model, sizeof(identify->Model)))
	{
		return FALSE;
	}



	// Запис даних у структуру
	strncpy_s(buf, 64, identify->SerialNumber, sizeof(identify-
>SerialNumber));
	asi.SerialNumber = buf;
	asi.SerialNumber.TrimLeft();
	asi.SerialNumber.TrimRight();
	strncpy_s(buf, 64, identify->FirmwareRev, sizeof(identify->FirmwareRev));
	asi.FirmwareRev = buf;
	asi.FirmwareRev.TrimLeft();
	asi.FirmwareRev.TrimRight();
	strncpy_s(buf, 64, identify->Model, sizeof(identify->Model));
	asi.Model = buf;
	asi.Model.TrimLeft();
	asi.Model.TrimRight();

	if(asi.Model.IsEmpty() || asi.FirmwareRev.IsEmpty())
```

```
	{
		return FALSE;
	}

// РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
//    asi.Model = _T(" MTRON ") + asi.Model;

	asi.ModelSerial = asi.Model + asi.SerialNumber;
	asi.ModelSerial.Replace(_T("/"), _T(""));

	asi.Major = GetAtaMajorVersion(identify->MajorVersion, asi.MajorVersion);
	asi.TransferModeType = GetTransferMode(identify->MultiWordDma, identify-
>SerialAtaCapabilities,
                                       identify->UltraDmaMode,
asi.CurrentTransferMode, asi.MaxTransferMode,
                                       asi.Interface, &asi.InterfaceType);
	asi.DetectedTimeUnitType = GetTimeUnitType(asi.Model, asi.FirmwareRev,
asi.Major, asi.TransferModeType);

	// Feature
	if(asi.Major >= 3 && asi.IdentifyDevice.CommandSetSupported1 & (1 << 0))
	{
		asi.IsSmartSupported = TRUE;
	}
	if(asi.Major >= 3 && asi.IdentifyDevice.CommandSetSupported2 & (1 << 3))
	{
		asi.IsApmSupported = TRUE;
		if(asi.IdentifyDevice.CommandSetEnabled2 & (1 << 3))
		{
			asi.IsApmEnabled = TRUE;
		}
	}
	if(asi.Major >= 5 && asi.IdentifyDevice.CommandSetSupported2 & (1 << 9))
	{
		asi.IsAamSupported = TRUE;
		if(asi.IdentifyDevice.CommandSetEnabled2 & (1 << 9))
		{
			asi.IsAamEnabled = TRUE;
		}
	}

	if(asi.Major >= 5 && asi.IdentifyDevice.CommandSetSupported2 & (1 << 10))
	{
		asi.IsLba48Supported = TRUE;
	}

	if(asi.Major >= 6 && asi.IdentifyDevice.SerialAtaCapabilities & (1 << 8))
	{
		asi.IsNcqSupported = TRUE;
	}
	if(asi.Major >= 7 && asi.IdentifyDevice.NvCacheCapabilities & (1 << 0))
	{
		asi.IsNvCacheSupported = TRUE;
	}

	CString model = asi.Model;
	model.MakeUpper();
	if(model.Find(_T("MAXTOR")) == 0 && asi.DetectedTimeUnitType ==
POWER_ON_MINUTES)
	{
		asi.IsMaxtorMinute = TRUE;
	}

	// Розмір диску та розмір буферу
	asi.Cylinder = identify->LogicalCylinders;
	asi.Head = identify->LlogicalHeads;
	asi.Sector = identify->LogicalSectors;
	asi.Sector28 = identify->TotalAddressableSectors;
	asi.Sector48 = identify->MaxUserLba;
```

```
      asi.DiskSizeChs   = (DWORD)(((ULONGLONG)identify->LogicalCylinders *
identify->LlogicalHeads * identify->LogicalSectors * 512) / 1000 / 1000  - 50);
      asi.DiskSizeLba28 = (DWORD)(((ULONGLONG)identify->TotalAddressableSectors
* 512) / 1000 / 1000 - 50);
      if(asi.IsLba48Supported)
      {
            asi.DiskSizeLba48 = (DWORD)(((ULONGLONG)identify->MaxUserLba * 512)
/ 1000 / 1000 - 50);
      }
      asi.BufferSize = identify->BufferSize * 512;
      if(asi.IsNvCacheSupported)
      {
            asi.NvCacheSize = identify->NvCacheSizeLogicalBlocks * 512;
      }

      if(asi.DiskSizeChs == 0)
      {
            asi.TotalDiskSize = 0;
      }
      else if(asi.DiskSizeLba48 > asi.DiskSizeLba28)
      {
            asi.TotalDiskSize = asi.DiskSizeLba48;
      }
      else if(asi.DiskSizeLba28 > asi.DiskSizeChs)
      {
            asi.TotalDiskSize = asi.DiskSizeLba28;
      }
      else
      {
            asi.TotalDiskSize = asi.DiskSizeChs;
      }

      // Перевірка помилок для контролеру External ATA
      if(asi.IsLba48Supported && (identify->TotalAddressableSectors < 268435455
&& asi.DiskSizeLba28 != asi.DiskSizeLba48))
      {
            asi.DiskSizeLba48 = 0;
      }

      // SSD Життя
      if(asi.Model.Find(_T("MTRON")) == 0)
      {
            asi.VendorId = VENDOR_MTRON;
      }

      // перевірка підтримки S.M.A.R.T.
      switch(asi.CommandType)
      {
      case CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE:
// РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
//          SendAtaCommandPd(physicalDriveId, 0xEF, 0x42, 0xFE);
//          SendAtaCommandPd(physicalDriveId, 0xEF, 0x05, 0xFE);

            if(GetSmartAttributePd(physicalDriveId, &asi))
            {
                  GetSmartThresholdPd(physicalDriveId, &asi);
                  asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute, asi.Threshold,
asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                  asi.IsSmartEnabled = TRUE;
            }
            else if(ControlSmartStatusPd(physicalDriveId, ENABLE_SMART))
            {
                  if(GetSmartAttributePd(physicalDriveId, &asi))
                  {
                        GetSmartThresholdPd(physicalDriveId, &asi);
                        asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute,
asi.Threshold, asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                        asi.IsSmartEnabled = TRUE;
                  }
```

```
            }
            break;
      case CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT:
// РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
//          SendAtaCommandScsi(scsiPort, scsiTargetId, 0xEC, 0x00, 0x00); // ID
//          SendAtaCommandScsi(scsiPort, scsiTargetId, 0xEF, 0x05, 0x80); // APM
//          SendAtaCommandScsi(scsiPort, scsiTargetId, 0xEF, 0x42, 0x80); // AAM

            if(GetSmartAttributeScsi(scsiPort, scsiTargetId, &asi))
            {
                  GetSmartThresholdScsi(scsiPort, scsiTargetId, &asi);
                  asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute, asi.Threshold,
asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                  asi.IsSmartEnabled = TRUE;
            }
            else if(ControlSmartStatusScsi(scsiPort, scsiTargetId,
ENABLE_SMART))
            {
                  if(GetSmartAttributeScsi(scsiPort, scsiTargetId, &asi))
                  {
                        GetSmartThresholdScsi(scsiPort, scsiTargetId, &asi);
                        asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute,
asi.Threshold, asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                        asi.IsSmartEnabled = TRUE;
                  }
            }
            break;
      case CMD_TYPE_SAT:
      case CMD_TYPE_SUNPLUS:
      case CMD_TYPE_IO_DATA:
      case CMD_TYPE_LOGITEC:
      case CMD_TYPE_JMICRON:
      case CMD_TYPE_CYPRESS:
// РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
//          SendAtaCommandSat(physicalDriveId, 0xEF, 0x05, 0xC0,
asi.CommandType);
//          SendAtaCommandSat(physicalDriveId, 0xEF, 0x42, 0xC0,
asi.CommandType);

            if(GetSmartAttributeSat(physicalDriveId, &asi))
            {
                  GetSmartThresholdSat(physicalDriveId, &asi);
                  asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute, asi.Threshold,
asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                  asi.IsSmartEnabled = TRUE;
            }
            else if(ControlSmartStatusSat(physicalDriveId, ENABLE_SMART,
asi.CommandType))
            {
                  if(GetSmartAttributeSat(physicalDriveId, &asi))
                  {
                        GetSmartThresholdSat(physicalDriveId, &asi);
                        asi.DiskStatus = CheckDiskStatus(asi.Attribute,
asi.Threshold, asi.AttributeCount, asi.VendorId);
                        asi.IsSmartEnabled = TRUE;
                  }
            }
            break;
      default:
            return FALSE;
            break;
      }

      for(int i = 0; i < vars.GetCount(); i++)
      {
            if(asi.Model.Compare(vars[i].Model) == 0 &&
asi.SerialNumber.Compare(vars[i].SerialNumber) == 0)
            {
                  return FALSE;
```

```
		}
	}

	asi.PowerOnStartRawValue = asi.PowerOnRawValue;

	vars.Add(asi);

	return TRUE;
}

BOOL CAtaSmart::GetDiskInfo(INT physicalDriveId, INT scsiPort, INT scsiTargetId,
INTERFACE_TYPE interfaceType, VENDOR_ID vendorId)
{
	if(vars.GetCount() > MAX_DISK)
	{
		return FALSE;
	}
	// Перевірка перекриття
	for(int i = 0; i < vars.GetCount(); i++)
	{
		if(physicalDriveId >= 0 && vars[i].PhysicalDriveId ==
physicalDriveId)
		{
			return FALSE;
		}
		else if(scsiPort >= 0 && scsiTargetId >= 0
			&&	vars[i].ScsiPort == scsiPort && vars[i].ScsiTargetId ==
scsiTargetId)
		{
			return FALSE;
		}
	}

	IDENTIFY_DEVICE identify = {0};

	if(interfaceType == INTERFACE_TYPE_UNKNOWN || interfaceType ==
INTERFACE_TYPE_PATA || interfaceType == INTERFACE_TYPE_SATA)
	{
		if(physicalDriveId >= 0 && DoIdentifyDevicePd(physicalDriveId,
&identify))
		{
			return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE, &identify);
		}
		else if(scsiPort >= 0 && scsiTargetId >= 0 &&
DoIdentifyDeviceScsi(scsiPort, scsiTargetId, &identify))
		{
			return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT, &identify);
		}
	}
	else if(physicalDriveId >= 0)
	{
		/** РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
		if(TRUE)
		{
			DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_DEBUG);
		}
		else
		*/
		if(interfaceType == INTERFACE_TYPE_USB && vendorId ==
USB_VENDOR_IO_DATA)
		{
			if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_IO_DATA))
			{
				return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_IO_DATA, &identify);
```

```
                }
            }
            if(interfaceType == INTERFACE_TYPE_USB && vendorId ==
USB_VENDOR_LOGITEC)
            {
                if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_LOGITEC))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_LOGITEC, &identify);
                }
            }
            if(interfaceType == INTERFACE_TYPE_USB && vendorId ==
USB_VENDOR_SUNPLUS)
            {
                if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_SUNPLUS))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_SUNPLUS, &identify);
                }
            }
            else if(interfaceType == INTERFACE_TYPE_USB && vendorId ==
USB_VENDOR_CYPRESS)
            {
                if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_CYPRESS))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_CYPRESS, &identify);
                }
            }
            else if(interfaceType == INTERFACE_TYPE_USB &&
                (vendorId == USB_VENDOR_INITIO || vendorId ==
USB_VENDOR_OXFORD)
                )
            {
                if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_SAT))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_SAT, &identify);
                }
            }
            else
            {
                if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_SAT))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_SAT, &identify);
                }
                else if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_JMICRON))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_JMICRON, &identify);
                }
                else if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_SUNPLUS))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_SUNPLUS, &identify);
                }
                else if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_CYPRESS))
                {
                    return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_CYPRESS, &identify);
```

```
                }
                else if(DoIdentifyDeviceSat(physicalDriveId, &identify,
CMD_TYPE_LOGITEC))
                {
                        return AddDisk(physicalDriveId, scsiPort, scsiTargetId,
CMD_TYPE_LOGITEC, &identify);
                }
            }
      }

      return FALSE;
}

/*-----------------------------------------------------------------------------*/
// \\\\.\\Фізичний диск X
/*-----------------------------------------------------------------------------*/
HANDLE CAtaSmart::GetIoCtrlHandle(BYTE index)
{
      CString     strDevice;
      strDevice.Format(_T("\\\\.\\PhysicalDrive%d"), index);

      return ::CreateFile(strDevice, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
            FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
            NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
}

BOOL CAtaSmart::DoIdentifyDevicePd(INT physicalDriveId, IDENTIFY_DEVICE* data)
{
      BOOL  bRet;
      HANDLE      hIoCtrl;
      DWORD dwReturned;

      IDENTIFY_DEVICE_OUTDATA sendCmdOutParam;
      SENDCMDINPARAMS   sendCmd;

      if(data == NULL)
      {
            return      FALSE;
      }

      if(! SendAtaCommandPd(physicalDriveId, 0xEC, 0x00, 0x00, (PBYTE)data,
sizeof(IDENTIFY_DEVICE)))
      {
            ::ZeroMemory(data, sizeof(IDENTIFY_DEVICE));
            hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
            if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
            {
                  return      FALSE;
            }
            ::ZeroMemory(&sendCmdOutParam, sizeof(IDENTIFY_DEVICE_OUTDATA));
            ::ZeroMemory(&sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS));

            sendCmd.irDriveRegs.bCommandReg                 = ID_CMD;
            sendCmd.irDriveRegs.bSectorCountReg       = 1;
            sendCmd.irDriveRegs.bSectorNumberReg      = 1;
            sendCmd.cBufferSize                                   =
IDENTIFY_BUFFER_SIZE;

            bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, DFP_RECEIVE_DRIVE_DATA,
                  &sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS),
                  &sendCmdOutParam, sizeof(IDENTIFY_DEVICE_OUTDATA),
                  &dwReturned, NULL);

            ::CloseHandle(hIoCtrl);

            if(bRet == FALSE || dwReturned != sizeof(IDENTIFY_DEVICE_OUTDATA))
            {
                  return      FALSE;
            }
```

```
            memcpy_s(data, sizeof(IDENTIFY_DEVICE),
sendCmdOutParam.SendCmdOutParam.bBuffer, sizeof(IDENTIFY_DEVICE));
      }

      return      TRUE;
}

BOOL CAtaSmart::GetSmartAttributePd(INT PhysicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi)
{
      BOOL  bRet;
      HANDLE      hIoCtrl;
      DWORD dwReturned;

      SMART_READ_DATA_OUTDATA sendCmdOutParam;
      SENDCMDINPARAMS   sendCmd;

      hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(PhysicalDriveId);
      if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            return      FALSE;
      }

      ::ZeroMemory(&sendCmdOutParam, sizeof(SMART_READ_DATA_OUTDATA));
      ::ZeroMemory(&sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS));

      sendCmd.irDriveRegs.bFeaturesReg    = READ_ATTRIBUTES;
      sendCmd.irDriveRegs.bSectorCountReg = 1;
      sendCmd.irDriveRegs.bSectorNumberReg= 1;
      sendCmd.irDriveRegs.bCylLowReg          = SMART_CYL_LOW;
      sendCmd.irDriveRegs.bCylHighReg         = SMART_CYL_HI;
      sendCmd.irDriveRegs.bCommandReg         = SMART_CMD;
      sendCmd.cBufferSize                           =
READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE;

      bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, DFP_RECEIVE_DRIVE_DATA,
            &sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS),
            &sendCmdOutParam, sizeof(SMART_READ_DATA_OUTDATA),
            &dwReturned, NULL);

      ::CloseHandle(hIoCtrl);

      if(bRet == FALSE || dwReturned != sizeof(SMART_READ_DATA_OUTDATA))
      {
            return      FALSE;
      }

      CString str;
      asi->AttributeCount = 0;
      int j = 0;
      for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
      {
            DWORD rawValue = 0;
            memcpy(     &(asi->Attribute[j]),
                        &(sendCmdOutParam.Data[i * sizeof(SMART_ATTRIBUTE) +
1]), sizeof(SMART_ATTRIBUTE));

            if(asi->Attribute[j].Id != 0)
            {
                  switch(asi->Attribute[j].Id)
                  {
                  case 0x09: // Кількість відпрацьованих годин у включеному
стані
                        rawValue = MAKELONG(
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[0], asi-
>Attribute[j].RawValue[1]),
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[2], asi-
>Attribute[j].RawValue[3])
                              );
```

```
                        asi->PowerOnRawValue = rawValue;
                        asi->DetectedPowerOnHours = GetPowerOnHours(rawValue,
asi->DetectedTimeUnitType);
                        asi->MeasuredPowerOnHours = GetPowerOnHours(rawValue,
asi->MeasuredTimeUnitType);
                        break;
                  case 0x0C: // Кількість зафіксованих повторів
включення/вимикання живлення накопичувача
                        rawValue = MAKELONG(
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[0], asi-
>Attribute[j].RawValue[1]),
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[2], asi-
>Attribute[j].RawValue[3])
                              );
                        asi->PowerOnCount = rawValue;
                        break;
                  case 0xC2: // Температура
                        if(asi->Attribute[j].RawValue[0] > 0)
                        {
                              asi->Temperature = asi->Attribute[j].RawValue[0];
                        }
                        else
                        {
                              asi->Temperature = asi->Attribute[j].CurrentValue;
                        }
                  case 0xBB: // Визначення фірми-розробника
                        if(asi->VendorId == VENDOR_MTRON)
                        {
                              asi->Life = asi->Attribute[j].CurrentValue;
                        }
                        break;
                  default:
                        break;
                  }
                  j++;
            }
      }
      asi->AttributeCount = j;

      if(asi->AttributeCount > 0)
      {
            return TRUE;
      }
      else
      {
            return FALSE;
      }
}

BOOL CAtaSmart::GetSmartThresholdPd(INT physicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi)
{
      BOOL  bRet;
      HANDLE      hIoCtrl;
      DWORD dwReturned;

      SMART_READ_DATA_OUTDATA sendCmdOutParam;
      SENDCMDINPARAMS   sendCmd;

      hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
      if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            return      FALSE;
      }

      ::ZeroMemory(&sendCmdOutParam, sizeof(SMART_READ_DATA_OUTDATA));
      ::ZeroMemory(&sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS));

      sendCmd.irDriveRegs.bFeaturesReg    = READ_THRESHOLDS;
      sendCmd.irDriveRegs.bCylLowReg            = SMART_CYL_LOW;
```

```
	sendCmd.irDriveRegs.bCylHighReg		= SMART_CYL_HI;
	sendCmd.irDriveRegs.bCommandReg		= SMART_CMD;
	sendCmd.cBufferSize				=
READ_THRESHOLD_BUFFER_SIZE;

	bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, DFP_RECEIVE_DRIVE_DATA,
		&sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS),
		&sendCmdOutParam, sizeof(SMART_READ_DATA_OUTDATA),
		&dwReturned, NULL);

	::CloseHandle(hIoCtrl);

	if(bRet == FALSE || dwReturned != sizeof(SMART_READ_DATA_OUTDATA))
	{
		return	FALSE;
	}

	CString str;
	int j = 0;
	for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
	{
		memcpy(	&(asi->Threshold[i]),
			&(sendCmdOutParam.Data[i * sizeof(SMART_THRESHOLD) +
1]), sizeof(SMART_THRESHOLD));

		if(asi->Threshold[j].Id != 0)
		{
			j++;
		}
	}

	return	TRUE;
}

BOOL CAtaSmart::ControlSmartStatusPd(INT physicalDriveId, BYTE command)
{
	BOOL  bRet;
	HANDLE	hIoCtrl;
	DWORD dwReturned;

	SENDCMDINPARAMS	sendCmd;
	SENDCMDOUTPARAMS  sendCmdOutParam;

	hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
	if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
	{
		return	FALSE;
	}

	::ZeroMemory(&sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS));
	::ZeroMemory(&sendCmdOutParam, sizeof(SENDCMDOUTPARAMS));

	sendCmd.irDriveRegs.bFeaturesReg    = command;
	sendCmd.irDriveRegs.bSectorCountReg = 1;
	sendCmd.irDriveRegs.bSectorNumberReg= 1;
	sendCmd.irDriveRegs.bCylLowReg		= SMART_CYL_LOW;
	sendCmd.irDriveRegs.bCylHighReg		= SMART_CYL_HI;
	sendCmd.irDriveRegs.bCommandReg		= SMART_CMD;
	sendCmd.cBufferSize				= 0;

	bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, DFP_SEND_DRIVE_COMMAND,
		&sendCmd, sizeof(SENDCMDINPARAMS) - 1,
		&sendCmdOutParam, sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) -1,
		&dwReturned, NULL);

	::CloseHandle(hIoCtrl);

	return	bRet;
}
```

```
BOOL CAtaSmart::SendAtaCommandPd(INT physicalDriveId, BYTE main, BYTE sub, BYTE
param, PBYTE data, DWORD dataSize)
{
	BOOL  bRet;
	HANDLE	hIoCtrl;
	DWORD dwReturned;

	hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
	if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
	{
		return	FALSE;
	}

	if(m_FlagAtaPassThrough)
	{
		ATA_PASS_THROUGH_EX_WITH_BUFFERS ab;
		::ZeroMemory(&ab, sizeof(ab));
		ab.Apt.Length = sizeof(ATA_PASS_THROUGH_EX);
		ab.Apt.TimeOutValue = 10;
		DWORD size = offsetof(ATA_PASS_THROUGH_EX_WITH_BUFFERS, Buf);
		ab.Apt.DataBufferOffset = size;

		if(dataSize > 0)
		{
			if(dataSize > sizeof(ab.Buf))
			{
				return FALSE;
			}
			ab.Apt.AtaFlags = ATA_FLAGS_DATA_IN;
			ab.Apt.DataTransferLength = dataSize;
			size += dataSize;
		}

		ab.Apt.CurrentTaskFile.bFeaturesReg = sub;
		ab.Apt.CurrentTaskFile.bSectorCountReg = param;
		ab.Apt.CurrentTaskFile.bCommandReg = main;

		bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_ATA_PASS_THROUGH,
			&ab, size, &ab, size, &dwReturned, NULL);
		::CloseHandle(hIoCtrl);
		if(bRet && dataSize && data != NULL)
		{
			memcpy_s(data, dataSize, ab.Buf, dataSize);
		}
	}
	else if(m_Os.dwMajorVersion == 4)
	{
		return FALSE;
	}
	else
	{
		DWORD size = sizeof(CMD_IDE_PATH_THROUGH) - 1 + dataSize;
		CMD_IDE_PATH_THROUGH* buf =
(CMD_IDE_PATH_THROUGH*)VirtualAlloc(NULL, size, MEM_COMMIT, PAGE_READWRITE);

		buf->reg.bFeaturesReg		= sub;
		buf->reg.bSectorCountReg	= param;
		buf->reg.bSectorNumberReg	= 0;
		buf->reg.bCylLowReg			= 0;
		buf->reg.bCylHighReg		= 0;
		buf->reg.bDriveHeadReg		= 0;
		buf->reg.bCommandReg		= main;
		buf->reg.bReserved			= 0;
		buf->length					= dataSize;

		bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_IDE_PASS_THROUGH,
			buf, size, buf, size, &dwReturned, NULL);
		::CloseHandle(hIoCtrl);
```

```
            if(bRet && dataSize && data != NULL)
            {
                  memcpy_s(data, dataSize, buf->buffer, dataSize);
            }
            VirtualFree(buf, 0, MEM_RELEASE);
      }

      return      bRet;
}

/*------------------------------------------------------------------------------*/
//  \\\\.\\ Диск SCSI X
/*------------------------------------------------------------------------------*/

BOOL CAtaSmart::DoIdentifyDeviceScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId,
IDENTIFY_DEVICE* identify)
{
      int done = FALSE;
      int controller = 0;
      int current = 0;
      HANDLE hScsiDriveIOCTL = 0;
      CString driveName;
      driveName.Format(_T("\\\\.\\Scsi%d:"), scsiPort);
      hScsiDriveIOCTL = CreateFile(driveName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
                                          FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
      if(hScsiDriveIOCTL != INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            BYTE buffer[sizeof(SRB_IO_CONTROL) + sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) +
IDENTIFY_BUFFER_SIZE];
            SRB_IO_CONTROL *p = (SRB_IO_CONTROL *)buffer;
            SENDCMDINPARAMS *pin = (SENDCMDINPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
            DWORD dummy;

            memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
            p->HeaderLength = sizeof (SRB_IO_CONTROL);
            p->Timeout = 2;
            p->Length = sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + IDENTIFY_BUFFER_SIZE;
            p->ControlCode = IOCTL_SCSI_MINIPORT_IDENTIFY;
            memcpy((char *)p->Signature, "SCSIDISK", 8);
            pin->irDriveRegs.bCommandReg = ID_CMD;
            pin->bDriveNumber = scsiTargetId;

            if(DeviceIoControl(hScsiDriveIOCTL, IOCTL_SCSI_MINIPORT,
                                          buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDINPARAMS) - 1,
                                          buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + IDENTIFY_BUFFER_SIZE,
                                          &dummy, NULL))
            {
                  SENDCMDOUTPARAMS *pOut = (SENDCMDOUTPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
                  if(*(pOut->bBuffer) > 0)
                  {
                        done = TRUE;
                        memcpy_s(identify, sizeof(IDENTIFY_DEVICE), pOut-
>bBuffer, sizeof(IDENTIFY_DEVICE));
                  }
            }
            CloseHandle(hScsiDriveIOCTL);
      }
      return done;
}

BOOL CAtaSmart::GetSmartAttributeScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId,
ATA_SMART_INFO* asi)
{
      HANDLE hScsiDriveIOCTL = 0;
```

```
	CString driveName;
	driveName.Format(_T("\\\\.\\Scsi%d:"), scsiPort);
	hScsiDriveIOCTL = CreateFile(driveName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
                                    FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
	if(hScsiDriveIOCTL != INVALID_HANDLE_VALUE)
	{
		BYTE buffer[sizeof(SRB_IO_CONTROL) + sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) +
READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE];
		SRB_IO_CONTROL *p = (SRB_IO_CONTROL *)buffer;
		SENDCMDINPARAMS *pin = (SENDCMDINPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
		DWORD dummy;
		memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
		p->HeaderLength = sizeof(SRB_IO_CONTROL);
		p->Timeout = 2;
		p->Length = sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE;
		p->ControlCode = IOCTL_SCSI_MINIPORT_READ_SMART_ATTRIBS;
		memcpy((char *)p->Signature, "SCSIDISK", 8);
		pin->irDriveRegs.bFeaturesReg      = READ_ATTRIBUTES;
		pin->irDriveRegs.bSectorCountReg   = 1;
		pin->irDriveRegs.bSectorNumberReg  = 1;
		pin->irDriveRegs.bCylLowReg              = SMART_CYL_LOW;
		pin->irDriveRegs.bCylHighReg       = SMART_CYL_HI;
		pin->irDriveRegs.bCommandReg       = SMART_CMD;
		pin->cBufferSize                   =
READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE;
		pin->bDriveNumber                  = scsiTargetId;

		if(DeviceIoControl(hScsiDriveIOCTL, IOCTL_SCSI_MINIPORT,
                                    buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDINPARAMS) - 1,
                                    buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE,
                                    &dummy, NULL))
		{
			SENDCMDOUTPARAMS *pOut = (SENDCMDOUTPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
			if(*(pOut->bBuffer) > 0)
			{
				CString str;
				asi->AttributeCount = 0;
				int j = 0;

				for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
				{
					DWORD rawValue = 0;

					memcpy(	&(asi->Attribute[j]),
						&(pOut->bBuffer[i * sizeof(SMART_ATTRIBUTE)
+ 2]), sizeof(SMART_ATTRIBUTE));

					if(asi->Attribute[j].Id != 0)
					{
						switch(asi->Attribute[j].Id)
						{
						case 0x09: // Кількість відпрацьованих годин
у включеному стані
                                    rawValue = MAKELONG(
                                        MAKEWORD(asi-
>Attribute[j].RawValue[0], asi->Attribute[j].RawValue[1]),
                                        MAKEWORD(asi-
>Attribute[j].RawValue[2], asi->Attribute[j].RawValue[3])
                                        );
                                    asi->PowerOnRawValue = rawValue;
                                    asi->DetectedPowerOnHours =
GetPowerOnHours(rawValue, asi->DetectedTimeUnitType);
                                    asi->MeasuredPowerOnHours =
GetPowerOnHours(rawValue, asi->MeasuredTimeUnitType);
```

```
                                    break;
                                case 0x0C: // Кількість зафіксованих
повторів включення/вимикання живлення накопичувача
                                    rawValue = MAKELONG(
                                        MAKEWORD(asi-
>Attribute[j].RawValue[0], asi->Attribute[j].RawValue[1]),
                                        MAKEWORD(asi-
>Attribute[j].RawValue[2], asi->Attribute[j].RawValue[3])
                                        );
                                    asi->PowerOnCount = rawValue;
                                    break;
                                case 0xC2: // Температура
                                    if(asi->Attribute[j].RawValue[0] > 0)
                                    {
                                        asi->Temperature = asi-
>Attribute[j].RawValue[0];
                                    }
                                    else
                                    {
                                        asi->Temperature = asi-
>Attribute[j].CurrentValue;
                                    }
                                    break;
                                case 0xBB: // Визначення фірми-розробника
                                    if(asi->VendorId == VENDOR_MTRON)
                                    {
                                        asi->Life = asi-
>Attribute[j].CurrentValue;
                                    }
                                    break;
                                default:
                                    break;
                                }
                                j++;
                            }
                        }
                        asi->AttributeCount = j;
                    }
                }
            }
            CloseHandle(hScsiDriveIOCTL);

            if(asi->AttributeCount > 0)
            {
                return    TRUE;
            }
            else
            {
                return FALSE;
            }
}

BOOL CAtaSmart::GetSmartThresholdScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId,
ATA_SMART_INFO* asi)
{
      HANDLE hScsiDriveIOCTL = 0;
      CString driveName;
      driveName.Format(_T("\\\\.\\Scsi%d:"), scsiPort);
      hScsiDriveIOCTL = CreateFile(driveName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
                                    FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
      if(hScsiDriveIOCTL != INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            BYTE buffer[sizeof(SRB_IO_CONTROL) + sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) +
READ_THRESHOLD_BUFFER_SIZE];
            SRB_IO_CONTROL *p = (SRB_IO_CONTROL *)buffer;
            SENDCMDINPARAMS *pin = (SENDCMDINPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
            DWORD dummy;
```

```
            memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
            p->HeaderLength = sizeof(SRB_IO_CONTROL);
            p->Timeout = 2;
            p->Length = sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + READ_THRESHOLD_BUFFER_SIZE;
            p->ControlCode = IOCTL_SCSI_MINIPORT_READ_SMART_THRESHOLDS;
            memcpy((char *)p->Signature, "SCSIDISK", 8);
            pin->irDriveRegs.bFeaturesReg       = READ_THRESHOLDS;
            pin->irDriveRegs.bSectorCountReg    = 1;
            pin->irDriveRegs.bSectorNumberReg   = 1;
            pin->irDriveRegs.bCylLowReg               = SMART_CYL_LOW;
            pin->irDriveRegs.bCylHighReg        = SMART_CYL_HI;
            pin->irDriveRegs.bCommandReg        = SMART_CMD;
            pin->cBufferSize                          =
READ_THRESHOLD_BUFFER_SIZE;
            pin->bDriveNumber                         = scsiTargetId;

            if(DeviceIoControl(hScsiDriveIOCTL, IOCTL_SCSI_MINIPORT,
                                                buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDINPARAMS) - 1,
                                                buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + READ_THRESHOLD_BUFFER_SIZE,
                                                &dummy, NULL))
            {
                  SENDCMDOUTPARAMS *pOut = (SENDCMDOUTPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
                  if(*(pOut->bBuffer) > 0)
                  {
                        int j = 0;
                        for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
                        {
                              memcpy(     &(asi->Threshold[j]),
                                    &(pOut->bBuffer[i * sizeof(SMART_THRESHOLD)
+ 2]), sizeof(SMART_THRESHOLD));
                              if(asi->Threshold[j].Id != 0)
                              {
                                    j++;
                              }
                        }
                  }
            }
      }
      CloseHandle (hScsiDriveIOCTL);

      if(asi->AttributeCount > 0)
      {
            return TRUE;
      }
      else
      {
            return FALSE;
      }
}

BOOL CAtaSmart::ControlSmartStatusScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, BYTE
command)
{
      BOOL  bRet;
      HANDLE hScsiDriveIOCTL = 0;
      CString driveName;
      driveName.Format(_T("\\\\.\\Scsi%d:"), scsiPort);
      hScsiDriveIOCTL = CreateFile(driveName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
                                          FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
      if(hScsiDriveIOCTL != INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            BYTE buffer[sizeof(SRB_IO_CONTROL) + sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) +
SCSI_MINIPORT_BUFFER_SIZE];
            SRB_IO_CONTROL *p = (SRB_IO_CONTROL *)buffer;
```

```
            SENDCMDINPARAMS *pin = (SENDCMDINPARAMS *)(buffer +
sizeof(SRB_IO_CONTROL));
            DWORD dummy;
            memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
            p->HeaderLength = sizeof(SRB_IO_CONTROL);
            p->Timeout = 2;
            p->Length = sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + SCSI_MINIPORT_BUFFER_SIZE;
            if(command == DISABLE_SMART)
            {
                  p->ControlCode = IOCTL_SCSI_MINIPORT_DISABLE_SMART;
            }
            else
            {
                  p->ControlCode = IOCTL_SCSI_MINIPORT_ENABLE_SMART;
            }
            memcpy((char *)p->Signature, "SCSIDISK", 8);
            pin->irDriveRegs.bFeaturesReg       = command;
            pin->irDriveRegs.bSectorCountReg    = 1;
            pin->irDriveRegs.bSectorNumberReg   = 1;
            pin->irDriveRegs.bCylLowReg               = SMART_CYL_LOW;
            pin->irDriveRegs.bCylHighReg        = SMART_CYL_HI;
            pin->irDriveRegs.bCommandReg        = SMART_CMD;
            pin->cBufferSize                          =
SCSI_MINIPORT_BUFFER_SIZE;
            pin->bDriveNumber                         = scsiTargetId;

            bRet = DeviceIoControl(hScsiDriveIOCTL, IOCTL_SCSI_MINIPORT,
                                                buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDINPARAMS) - 1,
                                                buffer, sizeof(SRB_IO_CONTROL) +
sizeof(SENDCMDOUTPARAMS) + SCSI_MINIPORT_BUFFER_SIZE,
                                                &dummy, NULL);
      }
      CloseHandle(hScsiDriveIOCTL);

      return bRet;
}


BOOL CAtaSmart::SendAtaCommandScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, BYTE main,
BYTE sub, BYTE param)
{
/** Does not work...
      BOOL  bRet;
      HANDLE hScsiDriveIOCTL = 0;
      CString driveName;
      driveName.Format(_T("\\\\.\\Scsi%d:"), scsiPort);
      hScsiDriveIOCTL = CreateFile(driveName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
                                          FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);
      if(hScsiDriveIOCTL != INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            DWORD dummy;
            CMD_ATA_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS capt;
            ::ZeroMemory(&capt, sizeof(CMD_ATA_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS));
            capt.apt.Length = sizeof(CMD_ATA_PASS_THROUGH);
            capt.apt.PathId = 0;
            capt.apt.TargetId = 0;
            capt.apt.Lun = 0;
            capt.apt.TimeOutValue = 10;

            DWORD size = offsetof(CMD_ATA_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS, DataBuf);
            capt.apt.DataBufferOffset = size;

            capt.apt.AtaFlags = 0x02;
            capt.apt.DataTransferLength = 512;
            size += 512;
            capt.DataBuf[0] = 0xCF;
```

```
            capt.apt.CurrentTaskFile.bFeaturesReg= sub;
            capt.apt.CurrentTaskFile.bSectorCountReg = param;
            capt.apt.CurrentTaskFile.bDriveHeadReg = 0xA0;
            capt.apt.CurrentTaskFile.bCommandReg = main;

            bRet = DeviceIoControl(hScsiDriveIOCTL, IOCTL_ATA_PASS_THROUGH,
                                                &capt, size,
                                                &capt, size,
                                                &dummy, NULL);
      }
      CloseHandle(hScsiDriveIOCTL);

      return bRet;
*/
      return FALSE;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
//  SCSI / ATA переклад (SAT)
/*-------------------------------------------------------------------------*/

BOOL CAtaSmart::DoIdentifyDeviceSat(INT physicalDriveId, IDENTIFY_DEVICE* data,
COMMAND_TYPE type)
{
      BOOL  bRet;
      HANDLE      hIoCtrl;
      DWORD dwReturned;
      DWORD length;

      SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS sptwb;

      if(data == NULL)
      {
            return      FALSE;
      }

      ::ZeroMemory(data, sizeof(IDENTIFY_DEVICE));

      hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
      if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            return      FALSE;
      }

      ::ZeroMemory(&sptwb,sizeof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS));

    sptwb.Spt.Length = sizeof(SCSI_PASS_THROUGH);
    sptwb.Spt.PathId = 0;
    sptwb.Spt.TargetId = 0;
    sptwb.Spt.Lun = 0;
    sptwb.Spt.SenseInfoLength = 24;
    sptwb.Spt.DataIn = SCSI_IOCTL_DATA_IN;
    sptwb.Spt.DataTransferLength = IDENTIFY_BUFFER_SIZE;
    sptwb.Spt.TimeOutValue = 2;
    sptwb.Spt.DataBufferOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
DataBuf);
    sptwb.Spt.SenseInfoOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
SenseBuf);

      if(type == CMD_TYPE_SAT)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xA1;//ATA проходів через(12) операцій коду(A1h)
            sptwb.Spt.Cdb[1] = (4 << 1) | 0; //MULTIPLE_COUNT=0,PROTOCOL=4(PIO
Data-In),Reserved
            sptwb.Spt.Cdb[2] = (1 << 3) | (1 << 2) |
2;//OFF_LINE=0,CK_COND=0,Reserved=0,T_DIR=1(ToDevice),BYTE_BLOCK=1,T_LENGTH=2
            sptwb.Spt.Cdb[3] = 0;//FEATURES (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[4] = 1;//SECTOR_COUNT (7:0)
```

```
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0;//LBA_LOW (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0;//LBA_MID (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0;//LBA_HIGH (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[9] = ID_CMD;//COMMAND
    }
    else if(type == CMD_TYPE_SUNPLUS)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xF8;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x22;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x10;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xEC; // ID_CMD
    }
    else if(type == CMD_TYPE_IO_DATA)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE3;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xEC;  // ID_CMD
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0x00;
    }
    else if(type == CMD_TYPE_LOGITEC)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 10;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE0;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xEC;  // ID_CMD
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4C;
    }
    else if(type == CMD_TYPE_JMICRON)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xDF;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x10;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x02;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xEC; // ID_CMD
    }
    else if(type == CMD_TYPE_CYPRESS)
    {
```

```
            sptwb.Spt.CdbLength = 16;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0x24;
            sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x24;
            sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[3] = 0xBE;
            sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
            sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x01;
            sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xA0;
            sptwb.Spt.Cdb[12] = 0xEC; // ID_CMD
            sptwb.Spt.Cdb[13] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[14] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[15] = 0x00;
      }
/*
      else if(type == CMD_TYPE_DEBUG)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 16;
            for(int i = 0xA0; i <= 0xFF; i++)
            {
                  for(int j = 8; j < 16; j++)
                  {
                        ::ZeroMemory(&sptwb.Spt.Cdb, 16);
                        sptwb.Spt.Cdb[0] = i;
                        sptwb.Spt.Cdb[j - 1] = 0xA0;
                        sptwb.Spt.Cdb[j] = 0xEC;

                        length = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
DataBuf) + sptwb.Spt.DataTransferLength;

                        bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl,
IOCTL_SCSI_PASS_THROUGH,
                              &sptwb, sizeof(SCSI_PASS_THROUGH),
                              &sptwb, length,   &dwReturned, NULL);


                        if(bRet == FALSE || dwReturned != length)
                        {
                              continue;
                        }

                        CString cstr;
                        cstr.Format(_T("i = %d, j = %d"), i, j);
                        AfxMessageBox(cstr);

                        ::CloseHandle(hIoCtrl);
                        memcpy_s(data, sizeof(IDENTIFY_DEVICE), sptwb.DataBuf,
sizeof(IDENTIFY_DEVICE));

                        return TRUE;
                  }
            }
      }
*/
      else
      {
            return FALSE;
      }

      length = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS, DataBuf) +
sptwb.Spt.DataTransferLength;

      bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_SCSI_PASS_THROUGH,
            &sptwb, sizeof(SCSI_PASS_THROUGH),
            &sptwb, length,   &dwReturned, NULL);
```

```
	::CloseHandle(hIoCtrl);

	if(bRet == FALSE || dwReturned != length)
	{
		return	FALSE;
	}

	memcpy_s(data, sizeof(IDENTIFY_DEVICE), sptwb.DataBuf,
sizeof(IDENTIFY_DEVICE));

	return	TRUE;
}

BOOL CAtaSmart::GetSmartAttributeSat(INT PhysicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi)
{
	BOOL  bRet;
	HANDLE	hIoCtrl;
	DWORD dwReturned;
	DWORD length;

	SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS sptwb;

	hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(PhysicalDriveId);
	if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
	{
		return	FALSE;
	}

	::ZeroMemory(&sptwb,sizeof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS));

    sptwb.Spt.Length = sizeof(SCSI_PASS_THROUGH);
    sptwb.Spt.PathId = 0;
    sptwb.Spt.TargetId = 0;
    sptwb.Spt.Lun = 0;
    sptwb.Spt.SenseInfoLength = 24;
    sptwb.Spt.DataIn = SCSI_IOCTL_DATA_IN;
    sptwb.Spt.DataTransferLength = READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE;
    sptwb.Spt.TimeOutValue = 2;
    sptwb.Spt.DataBufferOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
DataBuf);
    sptwb.Spt.SenseInfoOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
SenseBuf);

	COMMAND_TYPE type = asi->CommandType;
	if(type == CMD_TYPE_SAT)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 12;
		sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xA1;//ATA прохід через (12) операцій коду (A1h)
		sptwb.Spt.Cdb[1] = (4 << 1) | 0; //MULTIPLE_COUNT=0,PROTOCOL=4(PIO
Data-In),Reserved
		sptwb.Spt.Cdb[2] = (1 << 3) | (1 << 2) |
2;//OFF_LINE=0,CK_COND=0,Reserved=0,T_DIR=1(ToDevice),BYTE_BLOCK=1,T_LENGTH=2
		sptwb.Spt.Cdb[3] = READ_ATTRIBUTES;//FEATURES (7:0)
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 1;//SECTOR_COUNT (7:0)
		sptwb.Spt.Cdb[5] = 1;//LBA_LOW (7:0)
		sptwb.Spt.Cdb[6] = SMART_CYL_LOW;//LBA_MID (7:0)
		sptwb.Spt.Cdb[7] = SMART_CYL_HI;//LBA_HIGH (7:0)
		sptwb.Spt.Cdb[9] = SMART_CMD;//COMMAND
	}
	else if(type == CMD_TYPE_SUNPLUS)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 12;
		sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xF8;
		sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x22;
		sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x10;
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
		sptwb.Spt.Cdb[5] = 0xD0;  // READ_ATTRIBUTES
```

```
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0xC2;  // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xB0; // SMART_CMD
    }
    else if(type == CMD_TYPE_IO_DATA)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE3;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00; // ?
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0xD0; // READ_ATTRIBUTES
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00; // ?
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00; // ?
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0; //
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xB0; // SMART_CMD
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0x00;
    }
    else if(type == CMD_TYPE_LOGITEC)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 10;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE0;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0xD0; // READ_ATTRIBUTES
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xB0; // SMART_CMD
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4C;
    }
    else if(type == CMD_TYPE_JMICRON)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xDF;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x10;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x02;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0xD0;  // READ_ATTRIBUTES
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0xC2;  // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xB0; // SMART_CMD
    }
    else if(type == CMD_TYPE_CYPRESS)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 16;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0x24;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x24;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0xBE;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xD0;  // READ_ATTRIBUTES
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[12] = 0xB0; // ID_CMD
```

```
            sptwb.Spt.Cdb[13] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[14] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[15] = 0x00;
      }
      else
      {
            return FALSE;
      }

      length = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS, DataBuf) +
sptwb.Spt.DataTransferLength;
      bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_SCSI_PASS_THROUGH,
            &sptwb, sizeof(SCSI_PASS_THROUGH),
            &sptwb, length,   &dwReturned, NULL);

      ::CloseHandle(hIoCtrl);

      if(bRet == FALSE || dwReturned != length)
      {
            return      FALSE;
      }

      CString str;
      asi->AttributeCount = 0;
      int j = 0;
      for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
      {
            DWORD rawValue = 0;
            memcpy(     &(asi->Attribute[j]),
                        &(sptwb.DataBuf[i * sizeof(SMART_ATTRIBUTE) + 2]),
sizeof(SMART_ATTRIBUTE));

            if(asi->Attribute[j].Id != 0)
            {
                  switch(asi->Attribute[j].Id)
                  {
                  case 0x09: // Кількість відпрацьованих годин у включеному
стані
                        rawValue = MAKELONG(
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[0], asi-
>Attribute[j].RawValue[1]),
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[2], asi-
>Attribute[j].RawValue[3])
                              );
                        asi->PowerOnRawValue = rawValue;
                        asi->DetectedPowerOnHours = GetPowerOnHours(rawValue,
asi->DetectedTimeUnitType);
                        asi->MeasuredPowerOnHours = GetPowerOnHours(rawValue,
asi->MeasuredTimeUnitType);
                        break;
                  case 0x0C: // Кількість зафіксованих повторів
включення/вимикання живлення накопичувача
                        rawValue = MAKELONG(
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[0], asi-
>Attribute[j].RawValue[1]),
                              MAKEWORD(asi->Attribute[j].RawValue[2], asi-
>Attribute[j].RawValue[3])
                              );
                        asi->PowerOnCount = rawValue;
                        break;
                  case 0xC2: // Температура
                        if(asi->Attribute[j].RawValue[0] > 0)
                        {
                              asi->Temperature = asi->Attribute[j].RawValue[0];
                        }
                        else
                        {
                              asi->Temperature = asi->Attribute[j].CurrentValue;
                        }
```

```
                        break;
                  case 0xBB: // Визначення фірми-розробника
                        if(asi->VendorId == VENDOR_MTRON)
                        {
                              asi->Life = asi->Attribute[j].CurrentValue;
                        // РОЗШИФРУВАННЯ ЗНАЧЕНЬ
                        //    asi->Life = 0;
                        //    asi->Attribute[j].CurrentValue = 0;
                        }
                        break;
                  default:
                        break;
                  }
                  j++;
            }
      }
      asi->AttributeCount = j;

      if(asi->AttributeCount > 0)
      {
            return TRUE;
      }
      else
      {
            return FALSE;
      }
}

BOOL CAtaSmart::GetSmartThresholdSat(INT physicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi)
{
      BOOL  bRet;
      HANDLE      hIoCtrl;
      DWORD dwReturned;
      DWORD length;

      SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS sptwb;

      hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
      if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            return    FALSE;
      }

      ::ZeroMemory(&sptwb,sizeof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS));

    sptwb.Spt.Length = sizeof(SCSI_PASS_THROUGH);
    sptwb.Spt.PathId = 0;
    sptwb.Spt.TargetId = 0;
    sptwb.Spt.Lun = 0;
    sptwb.Spt.SenseInfoLength = 24;
    sptwb.Spt.DataIn = SCSI_IOCTL_DATA_IN;
    sptwb.Spt.DataTransferLength = READ_THRESHOLD_BUFFER_SIZE;
    sptwb.Spt.TimeOutValue = 2;
    sptwb.Spt.DataBufferOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
DataBuf);
    sptwb.Spt.SenseInfoOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
SenseBuf);

      COMMAND_TYPE type = asi->CommandType;
      if(type == CMD_TYPE_SAT)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xA1; ////ATA Проходів через (12) операцій коду
(A1h)
            sptwb.Spt.Cdb[1] = (4 << 1) | 0; //MULTIPLE_COUNT=0,PROTOCOL=4(PIO
Data-In),Reserved
            sptwb.Spt.Cdb[2] = (1 << 3) | (1 << 2) |
2;//OFF_LINE=0,CK_COND=0,Reserved=0,T_DIR=1(ToDevice),BYTE_BLOCK=1,T_LENGTH=2
            sptwb.Spt.Cdb[3] = READ_THRESHOLDS;//FEATURES (7:0)
```

```
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 1;//SECTOR_COUNT (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 1;//LBA_LOW (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[6] = SMART_CYL_LOW;//LBA_MID (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[7] = SMART_CYL_HI;//LBA_HIGH (7:0)
        sptwb.Spt.Cdb[9] = SMART_CMD;//COMMAND
    }
    else if(type == CMD_TYPE_SUNPLUS)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xF8;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x22;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x10;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0xD1; // READ_THRESHOLD
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xB0;// SMART_CMD
    }
    else if(type == CMD_TYPE_IO_DATA)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE3;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00; // ?
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0xD1; // READ_THRESHOLD
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00; // ?
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00; // ?
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0; //
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xB0; // SMART_CMD
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0x00;
    }
    else if(type == CMD_TYPE_LOGITEC)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 10;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE0;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0xD1; // READ_THRESHOLD
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xB0; // SMART_CMD
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4C;
    }
    else if(type == CMD_TYPE_JMICRON)
    {
        sptwb.Spt.CdbLength = 12;
        sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xDF;
        sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x10;
        sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x02;
        sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
        sptwb.Spt.Cdb[5] = 0xD1;  // READ_THRESHOLD
        sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x01;
        sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
        sptwb.Spt.Cdb[9] = 0xC2;  // SMART_CYL_HIGH
        sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
        sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xB0; // SMART_CMD
    }
    else if(type == CMD_TYPE_CYPRESS)
```

```
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 16;
		sptwb.Spt.Cdb[0] = 0x24;
		sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x24;
		sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[3] = 0xBE;
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
		sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xD1;  // READ_THRESHOLD
		sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
		sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
		sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[12] = 0xB0; // ID_CMD
		sptwb.Spt.Cdb[13] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[14] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[15] = 0x00;
	}
	else
	{
		return FALSE;
	}

	length = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS, DataBuf) +
sptwb.Spt.DataTransferLength;
	bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_SCSI_PASS_THROUGH,
		&sptwb, sizeof(SCSI_PASS_THROUGH),
		&sptwb, length,   &dwReturned, NULL);

	::CloseHandle(hIoCtrl);

	if(bRet == FALSE || dwReturned != length)
	{
		return	FALSE;
	}

	CString str;
	int j = 0;
	for(int i = 0; i < MAX_ATTRIBUTE; i++)
	{
		memcpy(	&(asi->Threshold[i]),
			&(sptwb.DataBuf[i * sizeof(SMART_THRESHOLD) + 2]),
sizeof(SMART_THRESHOLD));

		if(asi->Threshold[j].Id != 0)
		{
			j++;
		}
	}

	return	TRUE;
}

BOOL CAtaSmart::ControlSmartStatusSat(INT physicalDriveId, BYTE command,
COMMAND_TYPE type)
{
	BOOL  bRet;
	HANDLE	hIoCtrl;
	DWORD dwReturned;

	SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS sptwb;

	hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
	if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
	{
		return	FALSE;
	}
```

```
      ::ZeroMemory(&sptwb,sizeof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS));

    sptwb.Spt.Length = sizeof(SCSI_PASS_THROUGH);
    sptwb.Spt.PathId = 0;
    sptwb.Spt.TargetId = 0;
    sptwb.Spt.Lun = 0;
    sptwb.Spt.SenseInfoLength = 24;
    sptwb.Spt.DataIn = SCSI_IOCTL_DATA_IN;
    sptwb.Spt.DataTransferLength = 0;
    sptwb.Spt.TimeOutValue = 2;
    sptwb.Spt.DataBufferOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
DataBuf);
    sptwb.Spt.SenseInfoOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
SenseBuf);
      if(type == CMD_TYPE_SAT)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xA1; //ATA Проходів через (12) операцій коду
(A1h)
            sptwb.Spt.Cdb[1] = (3 << 1) | 0; //MULTIPLE_COUNT=0,PROTOCOL=3(Non-
Data),Reserved
            sptwb.Spt.Cdb[2] = (1 << 3) | (1 << 2) |
2;//OFF_LINE=0,CK_COND=0,Reserved=0,T_DIR=1(ToDevice),BYTE_BLOCK=1,T_LENGTH=2
            sptwb.Spt.Cdb[3] = command;//FEATURES (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[4] = 0;//SECTOR_COUNT (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[5] = 1;//LBA_LOW (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[6] = SMART_CYL_LOW;//LBA_MID (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[7] = SMART_CYL_HI;//LBA_HIGH (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[9] = SMART_CMD;//COMMAND
      }
      else if(type == CMD_TYPE_SUNPLUS)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xF8;
            sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x22;
            sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x10;
            sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x01;
            sptwb.Spt.Cdb[5] = command;
            sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
            sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
            sptwb.Spt.Cdb[9] = 0xC2;  // SMART_CYL_HIGH
            sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
            sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xB0; // SMART_CMD
      }
      else if(type == CMD_TYPE_IO_DATA)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE3;
            sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00; // ?
            sptwb.Spt.Cdb[2] = command;
            sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00; // ?
            sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00; // ?
            sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
            sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
            sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0; //
            sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xB0; // SMART_CMD
            sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[11] = 0x00;
      }
      else if(type == CMD_TYPE_LOGITEC)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 10;
            sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE0;
            sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[2] = command;
            sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x00;
```

```
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x4F; // SMART_CYL_LOW
		sptwb.Spt.Cdb[6] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
		sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[8] = 0xB0; // SMART_CMD
		sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4C;
	}
	else if(type == CMD_TYPE_JMICRON)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 12;
		sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xDF;
		sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x10;
		sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[3] = 0x02;
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[5] = command;
		sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x01;
		sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x01;
		sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
		sptwb.Spt.Cdb[9] = 0xC2;  // SMART_CYL_HIGH
		sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xB0; // SMART_CMD
	}
	else if(type == CMD_TYPE_CYPRESS)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 16;
		sptwb.Spt.Cdb[0] = 0x24;
		sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x24;
		sptwb.Spt.Cdb[2] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[3] = 0xBE;
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[6] = command;
		sptwb.Spt.Cdb[7] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[8] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4F;  // SMART_CYL_LOW
		sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xC2; // SMART_CYL_HIGH
		sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[12] = 0xB0; // ID_CMD
		sptwb.Spt.Cdb[13] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[14] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[15] = 0x00;
	}
	else
	{
		return FALSE;
	}

	DWORD length = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS, DataBuf) +
sptwb.Spt.DataTransferLength;
	bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_SCSI_PASS_THROUGH,
		&sptwb, sizeof(SCSI_PASS_THROUGH),
		&sptwb, length,   &dwReturned, NULL);

	::CloseHandle(hIoCtrl);

	return	bRet;
}

BOOL CAtaSmart::SendAtaCommandSat(INT physicalDriveId, BYTE main, BYTE sub, BYTE
param, COMMAND_TYPE type)
{
	BOOL  bRet;
	HANDLE	hIoCtrl;
	DWORD dwReturned;

	SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS sptwb;

	hIoCtrl = GetIoCtrlHandle(physicalDriveId);
```

```
      if(hIoCtrl == INVALID_HANDLE_VALUE)
      {
            return      FALSE;
      }

      ::ZeroMemory(&sptwb,sizeof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS));

    sptwb.Spt.Length = sizeof(SCSI_PASS_THROUGH);
    sptwb.Spt.PathId = 0;
    sptwb.Spt.TargetId = 0;
    sptwb.Spt.Lun = 0;
    sptwb.Spt.SenseInfoLength = 24;
    sptwb.Spt.DataIn = SCSI_IOCTL_DATA_IN;
    sptwb.Spt.DataTransferLength = 0;
    sptwb.Spt.TimeOutValue = 2;
    sptwb.Spt.DataBufferOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
DataBuf);
    sptwb.Spt.SenseInfoOffset = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS,
SenseBuf);
      if(type == CMD_TYPE_SAT)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0]  = 0xA1; //ATA Проходів через (12) операцій коду
(A1h)
            sptwb.Spt.Cdb[1]  = (3 << 1) | 0; //MULTIPLE_COUNT=0,PROTOCOL=3(Non-
Data),Reserved
            sptwb.Spt.Cdb[2]  = (1 << 3) | (1 << 2) |
2;//OFF_LINE=0,CK_COND=0,Reserved=0,T_DIR=1(ToDevice),BYTE_BLOCK=1,T_LENGTH=2
            sptwb.Spt.Cdb[3]  = sub;          //FEATURES (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[4]  = param;        //SECTOR_COUNT (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[5]  = 0x00;         //LBA_LOW (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[6]  = 0x00;         //LBA_MID (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[7]  = 0x00;         //LBA_HIGH (7:0)
            sptwb.Spt.Cdb[8]  = 0xA0;         //DEVICE_HEAD
            sptwb.Spt.Cdb[9]  = main;         //COMMAND
            sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[11] = 0x00;
      }
      else if(type == CMD_TYPE_SUNPLUS)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0]  = 0xF8;
            sptwb.Spt.Cdb[1]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[2]  = 0x22;
            sptwb.Spt.Cdb[3]  = 0x10;
            sptwb.Spt.Cdb[4]  = 0x01;
            sptwb.Spt.Cdb[5]  = sub;
            sptwb.Spt.Cdb[6]  = param;
            sptwb.Spt.Cdb[7]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[8]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[9]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
            sptwb.Spt.Cdb[11] = main;
      }
      else if(type == CMD_TYPE_IO_DATA)
      {
            sptwb.Spt.CdbLength = 12;
            sptwb.Spt.Cdb[0]  = 0xE3;
            sptwb.Spt.Cdb[1]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[2]  = sub;
            sptwb.Spt.Cdb[3]  = param;
            sptwb.Spt.Cdb[4]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[5]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[6]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[7]  = 0xA0;
            sptwb.Spt.Cdb[8]  = main;
            sptwb.Spt.Cdb[9]  = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
            sptwb.Spt.Cdb[11] = 0x00;
```

```
	}
	else if(type == CMD_TYPE_LOGITEC)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 10;
		sptwb.Spt.Cdb[0] = 0xE0;
		sptwb.Spt.Cdb[1] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[2] = sub;
		sptwb.Spt.Cdb[3] = param;
		sptwb.Spt.Cdb[4] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[5] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[6] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[7] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[8] = main;
		sptwb.Spt.Cdb[9] = 0x4C;		// ?
	}
	else if(type == CMD_TYPE_JMICRON)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 12;
		sptwb.Spt.Cdb[0]  = 0xDF;
		sptwb.Spt.Cdb[1]  = 0x10;
		sptwb.Spt.Cdb[2]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[3]  = 0x02;
		sptwb.Spt.Cdb[4]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[5]  = sub;
		sptwb.Spt.Cdb[6]  = param;
		sptwb.Spt.Cdb[7]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[8]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[9]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[10] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[11] = main;
	}
	else if(type == CMD_TYPE_CYPRESS)
	{
		sptwb.Spt.CdbLength = 16;
		sptwb.Spt.Cdb[0]  = 0x24;
		sptwb.Spt.Cdb[1]  = 0x24;
		sptwb.Spt.Cdb[2]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[3]  = 0xBE;
		sptwb.Spt.Cdb[4]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[5]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[6]  = sub;
		sptwb.Spt.Cdb[7]  = param;
		sptwb.Spt.Cdb[8]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[9]  = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[10] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[11] = 0xA0;
		sptwb.Spt.Cdb[12] = main;
		sptwb.Spt.Cdb[13] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[14] = 0x00;
		sptwb.Spt.Cdb[15] = 0x00;
	}
	else
	{
		return FALSE;
	}

	DWORD length = offsetof(SCSI_PASS_THROUGH_WITH_BUFFERS, DataBuf) +
sptwb.Spt.DataTransferLength;
	bRet = ::DeviceIoControl(hIoCtrl, IOCTL_SCSI_PASS_THROUGH,
		&sptwb, sizeof(SCSI_PASS_THROUGH),
		&sptwb, length,   &dwReturned, NULL);

	::CloseHandle(hIoCtrl);

	return	bRet;
}

/*-------------------------------------------------------------------------*/
// Підтримка функцій
```

```
/*-----------------------------------------------------------------------------*/

DWORD CAtaSmart::CheckDiskStatus(SMART_ATTRIBUTE* attribute, SMART_THRESHOLD*
threshold, DWORD attributeCount, DWORD vendorId)
{
	int error = 0;
	int caution = 0;
	BOOL flagUnknown = TRUE;

	for(DWORD j = 0; j < attributeCount; j++)
	{
		if( attribute[j].Id != 0xBE // Температура воздуха
		&&	threshold[j].ThresholdValue != 0
		&&	attribute[j].CurrentValue <= threshold[j].ThresholdValue)
		{
			error++;
		}

		switch(attribute[j].Id)
		{
		case 0x05: // Кількість перепризначених секторів
//		case 0xC4: // Кількість операцій перепризначення (ремаппінгу).
		case 0xC5: // Поточна кількість нестабільних секторів
		case 0xC6: // Кількість нескоректованих помилок
			if(attribute[j].RawValue[0] == 0xFF
			&& attribute[j].RawValue[1] == 0xFF
			&& attribute[j].RawValue[2] == 0xFF
			&& attribute[j].RawValue[3] == 0xFF)
			{
				flagUnknown = FALSE;
			}
			else
			{
				caution += attribute[j].RawValue[0]
						+ attribute[j].RawValue[1];
				flagUnknown = FALSE;
			}
			break;
		case 0xBB: // Визначення фірми-розробника
			if(vendorId == VENDOR_MTRON)
			{
				if(attribute[j].CurrentValue == 0)
				{
					error = 1;
				}
				else if(attribute[j].CurrentValue < 10)
				{
					caution = 1;
				}
				else
				{
					flagUnknown = FALSE;
				}
			}
			break;
		default:
			break;
		}
	}

	if(error > 0)
	{
		return DISK_STATUS_BAD;
	}
	else if(flagUnknown)
	{
		return DISK_STATUS_UNKNOWN;
	}
	else if(caution > 0)
```

```
	{
		return DISK_STATUS_CAUTION;
	}
	else
	{
		return DISK_STATUS_GOOD;
	}
}

VOID CAtaSmart::ChangeByteOrder(PCHAR str, DWORD length)
{
	CHAR  temp;
	for(DWORD i = 0; i < length; i += 2)
	{
		temp = str[i];
		str[i] = str[i+1];
		str[i+1] = temp;
	}
}

BOOL CAtaSmart::CheckAsciiStringError(PCHAR str, DWORD length)
{
	BOOL flag = FALSE;
	for(DWORD i = 0; i < length; i++)
	{
		if((0x00 < str[i] && str[i] < 0x20) || str[i] >= 0x7f)
		{
			flag = TRUE;
			break;
		}
	}
	return flag;
}

DWORD CAtaSmart::GetPowerOnHours(DWORD rawValue, DWORD timeUnitType)
{
	switch(timeUnitType)
	{
	case POWER_ON_UNKNOWN:
		return 0;
		break;
	case POWER_ON_HOURS:
		return rawValue;
		break;
	case POWER_ON_MINUTES:
		return rawValue / 60;
		break;
	case POWER_ON_HALF_MINUTES:
		return rawValue / 120;
		break;
	case POWER_ON_SECONDS:
		return rawValue / 60 / 60;
		break;
	default:
		return rawValue;
		break;
	}
}

DWORD CAtaSmart::GetPowerOnHoursEx(DWORD i, DWORD timeUnitType)
{
	DWORD rawValue = vars[i].PowerOnRawValue;
	switch(timeUnitType)
	{
	case POWER_ON_UNKNOWN:
		return 0;
		break;
	case POWER_ON_HOURS:
		return rawValue;
```

```
            break;
      case POWER_ON_MINUTES:
            return rawValue / 60;
            break;
      case POWER_ON_HALF_MINUTES:
            return rawValue / 120;
            break;
      case POWER_ON_SECONDS:
            return rawValue / 60 / 60;
            break;
      default:
            return rawValue;
            break;
      }
}

DWORD CAtaSmart::GetTransferMode(WORD w63, WORD w76, WORD w88, CString &current,
CString &max, CString &type, INTERFACE_TYPE* interfaceType)
{
      DWORD tm = TRANSFER_MODE_PIO;
      current = max = _T("");
      type = _T("Parallel ATA");
      *interfaceType = INTERFACE_TYPE_PATA;

      // Слово DMA або PIO
      if(w63 & 0x0700)
      {
            tm = TRANSFER_MODE_PIO_DMA;
            current = max = _T("PIO / DMA");
      }

      // Ultara DMA Максимальний режим передачі
             if(w88 & 0x0040){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_133; max = _T("Ultra
DMA/133");}
      else if(w88 & 0x0020){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_100; max = _T("Ultra
DMA/100");}
      else if(w88 & 0x0010){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_66;  max = _T("Ultra
DMA/66");}
      else if(w88 & 0x0008){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_44;  max = _T("Ultra
DMA/44");}
      else if(w88 & 0x0004){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_33;  max = _T("Ultra
DMA/33");}
      else if(w88 & 0x0002){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_25;  max = _T("Ultra
DMA/25");}
      else if(w88 & 0x0001){tm = TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_16;  max = _T("Ultra
DMA/16");}

      // Ultara DMA поточний режим передачі
             if(w88 & 0x4000){current = _T("Ultra DMA/133");}
      else if(w88 & 0x2000){current = _T("Ultra DMA/100");}
      else if(w88 & 0x1000){current = _T("Ultra DMA/66");}
      else if(w88 & 0x0800){current = _T("Ultra DMA/44");}
      else if(w88 & 0x0400){current = _T("Ultra DMA/33");}
      else if(w88 & 0x0200){current = _T("Ultra DMA/25");}
      else if(w88 & 0x0100){current = _T("Ultra DMA/16");}

      // Serial ATA
      if(w76 != 0x0000 && w76 != 0xFFFF)
      {
            current = max = _T("SATA/150");
            type = _T("Serial ATA");
            *interfaceType = INTERFACE_TYPE_SATA;
      }

             if(w76 & 0x0010){tm = TRANSFER_MODE_UNKNOWN;  current = max =
_T("Unknown");}
      else if(w76 & 0x0008){tm = TRANSFER_MODE_SATA_600; current = max =
_T("SATA/600");}
```

```
	else if(w76 & 0x0004){tm = TRANSFER_MODE_SATA_300; current = max =
_T("SATA/300");}
	else if(w76 & 0x0002){tm = TRANSFER_MODE_SATA_150; current = max =
_T("SATA/150");}

	return tm;
}

DWORD CAtaSmart::GetTimeUnitType(CString model, CString firmware, DWORD major,
DWORD transferMode)
{
	model.MakeUpper();

	if(model.Find(_T("FUJITSU")) == 0)
	{
		if(major >= 8)
		{
			return POWER_ON_HOURS;
		}
		else
		{
			return POWER_ON_SECONDS;
		}
	}
	else if(model.Find(_T("HITACHI_DK")) == 0)
	{
		return POWER_ON_MINUTES;
	}
	else if(model.Find(_T("MAXTOR")) == 0)
	{
		if(transferMode >= TRANSFER_MODE_SATA_300
		|| model.Find(_T("MAXTOR 6H")) == 0	// Maxtor DiamondMax 11
сімейство
		|| model.Find(_T("MAXTOR 7H500")) == 0	// Maxtor MaXLine Pro 500
сімейство
		|| model.Find(_T("MAXTOR 6L0")) == 0	// Maxtor DiamondMax Plus
D740X сімейство
		|| model.Find(_T("MAXTOR 4K")) == 0	// Maxtor DiamondMax D540X-
4K сімейство
		)
		{
			return POWER_ON_HOURS;
		}
		else
		{
			return POWER_ON_MINUTES;
		}
	}
	else if(model.Find(_T("SAMSUNG")) == 0)
	{
		if(transferMode >= TRANSFER_MODE_SATA_300)
		{
			return POWER_ON_HOURS;
		}
		else if(-23 >= _tstoi(firmware.Right(3)) &&
_tstoi(firmware.Right(3)) >= -39)
		{
			return POWER_ON_HALF_MINUTES;
		}
		else if(model.Find(_T("SAMSUNG SV")) == 0
		||		model.Find(_T("SAMSUNG SP")) == 0
		||		model.Find(_T("SAMSUNG HM")) == 0
		)
		{
			return POWER_ON_HALF_MINUTES;
		}
		else
		{
			return POWER_ON_HOURS;
```

```
		}
	}
	else
	{
		return POWER_ON_HOURS;
	}
}

DWORD CAtaSmart::GetAtaMajorVersion(WORD w80, CString &majorVersion)
{
	DWORD major = 0;

	if(w80 == 0x0000 || w80 == 0xFFFF)
	{
		return FALSE;
	}

	for(int i = 14; i > 0; i--)
	{
		if((w80 >> i) & 0x1)
		{
			major = i;
			break;
		}
	}

	if(major == 15)
	{
		majorVersion = _T("");
	}
	else if(major >= 8)
	{
		majorVersion.Format(_T("ATA%d-ACS"), major);
	}
	else if(major >= 4)
	{
		majorVersion.Format(_T("ATA/ATAPI-%d"), major);
	}
	else if(major == 0)
	{
		majorVersion = _T("");
	}
	else
	{
		majorVersion.Format(_T("ATA-%d"), major);
	}

	return major;
}


/*
DWORD CAtaSmart::GetMaxtorPowerOnHours(DWORD currentValue, DWORD rawValue)
{
	if(200 < currentValue && currentValue <= 253)
	{
		return ((253 - currentValue) * 65536 + rawValue) / 60;
	}
	else if(100 < currentValue && currentValue <= 200)
	{
		return ((200 - currentValue) * 65536 + rawValue) / 60;
	}
	else if(currentValue <= 100)
	{
		return ((100 - currentValue) * 65536 + rawValue) / 60;
	}
	else
	{
		return rawValue / 60;
```

```
        }
    }
    */
```

Файл AtaSmart.h – бібліотека для файлу AtaSmart.cpp

```
#pragma once

#include "winioctl.h"
#include "SPTIUtil.h"


class CAtaSmart
{
public:
	static const int MAX_DISK = 32;// FIX
	static const int MAX_ATTRIBUTE = 30; // FIX
	static const int MAX_SEARCH_PHYSICAL_DRIVE = 32;
	static const int MAX_SEARCH_SCSI_PORT = 16;
	static const int MAX_SEARCH_SCSI_TARGET_ID = 8;

	static const int SCSI_MINIPORT_BUFFER_SIZE = 512;

public:
	CAtaSmart();
	virtual ~CAtaSmart();

	enum SMART_STATUS
	{
		SMART_STATUS_NO_CHANGE = 0,
		SMART_STATUS_MINOR_CHANGE,
		SMART_STATUS_MAJOR_CHANGE
	};

	enum TRANSFER_MODE
	{
		TRANSFER_MODE_UNKNOWN = 0,
		TRANSFER_MODE_PIO,
		TRANSFER_MODE_PIO_DMA,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_16,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_25,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_33,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_44,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_66,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_100,
		TRANSFER_MODE_ULTRA_DMA_133,
		TRANSFER_MODE_SATA_150,
		TRANSFER_MODE_SATA_300,
		TRANSFER_MODE_SATA_600
	};

	enum DISK_STATUS
	{
		DISK_STATUS_UNKNOWN = 0,
		DISK_STATUS_GOOD,
		DISK_STATUS_CAUTION,
		DISK_STATUS_BAD
	};

	enum POWER_ON_HOURS_UNIT
	{
		POWER_ON_UNKNOWN = 0,
		POWER_ON_HOURS,
		POWER_ON_MINUTES,
		POWER_ON_HALF_MINUTES,
		POWER_ON_SECONDS,
	};

	enum COMMAND_TYPE
	{
		CMD_TYPE_PHYSICAL_DRIVE = 0,
```

```
            CMD_TYPE_SCSI_MINIPORT,
            CMD_TYPE_SAT,                        // SAT = SCSI_ATA_TRANSLATION
            CMD_TYPE_SUNPLUS,
            CMD_TYPE_IO_DATA,
            CMD_TYPE_LOGITEC,
            CMD_TYPE_JMICRON,
            CMD_TYPE_CYPRESS,
            CMD_TYPE_PROLIFIC,
            CMD_TYPE_DEBUG
      };

      enum VENDOR_ID
      {
            VENDOR_UNKNOWN      = 0x0000,
            VENDOR_MTRON    = 0x0001,

            USB_VENDOR_BUFFALO  = 0x0411,
            USB_VENDOR_IO_DATA  = 0x04BB,
            USB_VENDOR_LOGITEC  = 0x0789,
            USB_VENDOR_INITIO   = 0x13FD,
            USB_VENDOR_SUNPLUS  = 0x04FC,
            USB_VENDOR_JMICRON  = 0x152D,
            USB_VENDOR_CYPRESS  = 0x04B4,
            USB_VENDOR_OXFORD   = 0x0928,
            USB_VENDOR_PROLIFIC = 0x067B,

      };

      enum INTERFACE_TYPE
      {
            INTERFACE_TYPE_UNKNOWN = 0,
            INTERFACE_TYPE_PATA,
            INTERFACE_TYPE_SATA,
            INTERFACE_TYPE_USB,
            INTERFACE_TYPE_IEEE1394
      };

protected:
      enum IO_CONTROL_CODE
      {
            DFP_SEND_DRIVE_COMMAND  = 0x0007C084,
            DFP_RECEIVE_DRIVE_DATA  = 0x0007C088,
            IOCTL_SCSI_MINIPORT     = 0x0004D008,
            IOCTL_IDE_PASS_THROUGH  = 0x0004D028, // 2000 або пізніша версія
            IOCTL_ATA_PASS_THROUGH  = 0x0004D02C, // XP SP2 and 2003 або пізніша
версія
      };

#pragma pack(push,1)

      typedef     struct _IDENTIFY_DEVICE_OUTDATA
      {
            SENDCMDOUTPARAMS  SendCmdOutParam;
            BYTE                    Data[IDENTIFY_BUFFER_SIZE - 1];
      } IDENTIFY_DEVICE_OUTDATA, *PIDENTIFY_DEVICE_OUTDATA;

      typedef     struct _SMART_READ_DATA_OUTDATA
      {
            SENDCMDOUTPARAMS  SendCmdOutParam;
            BYTE                    Data[READ_ATTRIBUTE_BUFFER_SIZE - 1];
      } SMART_READ_DATA_OUTDATA, *PSMART_READ_DATA_OUTDATA;

      typedef struct _CMD_IDE_PATH_THROUGH
      {
            IDEREGS     reg;
            DWORD   length;
            BYTE    buffer[1];
      } CMD_IDE_PATH_THROUGH, *PCMD_IDE_PATH_THROUGH;
```

```
static const int ATA_FLAGS_DRDY_REQUIRED = 0x01;
static const int ATA_FLAGS_DATA_IN       = 0x02;
static const int ATA_FLAGS_DATA_OUT      = 0x04;
static const int ATA_FLAGS_48BIT_COMMAND = 0x08;

typedef struct _ATA_PASS_THROUGH_EX
{
      WORD    Length;
      WORD    AtaFlags;
      BYTE    PathId;
      BYTE    TargetId;
      BYTE    Lun;
      BYTE    ReservedAsUchar;
      DWORD   DataTransferLength;
      DWORD   TimeOutValue;
      DWORD   ReservedAsUlong;
      DWORD_PTR   DataBufferOffset;
      IDEREGS PreviousTaskFile;
      IDEREGS CurrentTaskFile;
} ATA_PASS_THROUGH_EX, *PCMD_ATA_PASS_THROUGH_EX;

typedef struct
{
      ATA_PASS_THROUGH_EX Apt;
      BYTE  Buf[512];
} ATA_PASS_THROUGH_EX_WITH_BUFFERS;

typedef     struct SMART_ATTRIBUTE
{
      BYTE  Id;
      WORD  StatusFlags;
      BYTE  CurrentValue;
      BYTE  WorstValue;
      BYTE  RawValue[6];
      BYTE  Reserved;
};

typedef     struct SMART_THRESHOLD
{
      BYTE  Id;
      BYTE  ThresholdValue;
      BYTE  Reserved[10];
};

typedef struct SRB_IO_CONTROL
{
   ULONG    HeaderLength;
   UCHAR    Signature[8];
   ULONG    Timeout;
   ULONG    ControlCode;
   ULONG    ReturnCode;
   ULONG    Length;
};

typedef struct SRB_IO_COMMAND
{
      SRB_IO_CONTROL    Cntrol;
      IDEREGS                 IdeRegs;
      BYTE              Data[512];
};

struct IDENTIFY_DEVICE
{
      WORD        GeneralConfiguration;                   //0
      WORD        LogicalCylinders;                       //1
Застарівший
      WORD        SpecificConfiguration;                  //2
      WORD        LlogicalHeads;                                //3
Застарівший
```

```
            WORD        Retired1[2];                                    //4-5
            WORD        LogicalSectors;                                 //6
Застарівший
            DWORD       ReservedForCompactFlash;                //7-8
            WORD        Retired2;                                       //9
            CHAR        SerialNumber[20];                       //10-19
            WORD        Retired3;                                       //20
            WORD        BufferSize;                                     //21
Застарівший
            WORD        Obsolute4;                                      //22
            CHAR        FirmwareRev[8];                                 //23-26
            CHAR        Model[40];                                      //27-46
            WORD        MaxNumPerInterupt;                              //47
            WORD        Reserved1;                                      //48
            WORD        Capabilities1;                                  //49
            WORD        Capabilities2;                                  //50
            DWORD       Obsolute5;                                      //51-52
            WORD        Field88and7064;                                 //53
            WORD        Obsolute6[5];                                   //54-58
            WORD        MultSectorStuff;                        //59
            DWORD       TotalAddressableSectors;                //60-61
            WORD        Obsolute7;                                      //62
            WORD        MultiWordDma;                                   //63
            WORD        PioMode;                                        //64
            WORD        MinMultiwordDmaCycleTime;               //65
            WORD        RecommendedMultiwordDmaCycleTime;  //66
            WORD        MinPioCycleTimewoFlowCtrl;              //67
            WORD        MinPioCycleTimeWithFlowCtrl;       //68
            WORD        Reserved2[6];                                   //69-74
            WORD        QueueDepth;                                     //75
            WORD        SerialAtaCapabilities;                  //76
            WORD        ReservedForFutureSerialAta;             //77
            WORD        SerialAtaFeaturesSupported;             //78
            WORD        SerialAtaFeaturesEnabled;               //79
            WORD        MajorVersion;                                   //80
            WORD        MinorVersion;                                   //81
            WORD        CommandSetSupported1;                   //82
            WORD        CommandSetSupported2;                   //83
            WORD        CommandSetSupported3;                   //84
            WORD        CommandSetEnabled1;                             //85
            WORD        CommandSetEnabled2;                             //86
            WORD        CommandSetDefault;                              //87
            WORD        UltraDmaMode;                                   //88
            WORD        TimeReqForSecurityErase;                //89
            WORD        TimeReqForEnhancedSecure;               //90
            WORD        CurrentPowerManagement;                 //91
            WORD        MasterPasswordRevision;                 //92
            WORD        HardwareResetResult;                    //93
            WORD        AcoustricManagement;                    //94
            WORD        StreamMinRequestSize;                   //95
            WORD        StreamingTimeDma;                       //96
            WORD        StreamingAccessLatency;                 //97
            DWORD       StreamingPerformance;                   //98-99
            ULONGLONG   MaxUserLba;                                     //100-103
            WORD        StremingTimePio;                        //104
            WORD        Reserved3;                                      //105
            WORD        SectorSize;                                     //106
            WORD        InterSeekDelay;                                 //107
            WORD        IeeeOui;                                        //108
            WORD        UniqueId3;                                      //109
            WORD        UniqueId2;                                      //110
            WORD        UniqueId1;                                      //111
            WORD        Reserved4[4];                                   //112-115
            WORD        Reserved5;                                      //116
            DWORD       WordsPerLogicalSector;                  //117-118
            WORD        Reserved6[8];                                   //119-126
            WORD        RemovableMediaStatus;                   //127
            WORD        SecurityStatus;                                 //128
            WORD        VendorSpecific[31];                             //129-159
```

```
		WORD		CfaPowerMode1;					//160
		WORD		Reserved7[15];					//161-175
		CHAR		CurrentMediaSerialNo[60];		//176-205
		WORD		SctCommandTransport;			//206  254
		WORD		ReservedForCeAta1[2];			//207-208
		WORD		AlignmentOfLogicalBlocks;		//209
		DWORD		WriteReadVerifySectorCountMode3;	//210-211
		DWORD		WriteReadVerifySectorCountMode2;	//212-213
		WORD		NvCacheCapabilities;			//214
		DWORD		NvCacheSizeLogicalBlocks;		//215-216
		WORD		NominalMediaRotationRate;		//217
		WORD		Reserved8;					//218
		WORD		NvCacheOptions1;				//219
		WORD		NvCacheOptions2;				//220
		WORD		Reserved9;					//221
		WORD		TransportMajorVersionNumber;	//222
		WORD		TransportMinorVersionNumber;	//223
		WORD		ReservedForCeAta2[10];			//224-233
		WORD		MinimumBlocksPerDownloadMicrocode;	//234
		WORD		MaximumBlocksPerDownloadMicrocode;	//235
		WORD		Reserved10[19];				//236-254
		WORD		IntegrityWord;				//255
	};
#pragma	pack(pop)

public:
	DWORD UpdateSmartInfo(DWORD index);
	BOOL UpdateIdInfo(DWORD index);
	BYTE GetAamValue(DWORD index);
	BYTE GetApmValue(DWORD index);
	BOOL EnableAam(DWORD index, BYTE param);
	BOOL EnableApm(DWORD index, BYTE param);
	BOOL DisableAam(DWORD index);
	BOOL DisableApm(DWORD index);
	BYTE GetRecommendAamValue(DWORD index);
	BYTE GetRecommendApmValue(DWORD index);

	BOOL Init(BOOL useWmi, BOOL advancedDiskSearch, PBOOL flagChangeDisk);
	BOOL MeasuredTimeUnit();
	DWORD GetPowerOnHours(DWORD rawValue, DWORD timeUnitType);
	DWORD GetPowerOnHoursEx(DWORD index, DWORD timeUnitType);

	struct DISK_POSITION
	{
		INT			PhysicalDriveId;
		INT			ScsiPort;
		INT			ScsiTargetId;
	};

	struct ATA_SMART_INFO
	{
		IDENTIFY_DEVICE		IdentifyDevice;
		SMART_ATTRIBUTE		Attribute[MAX_ATTRIBUTE];
		SMART_THRESHOLD		Threshold[MAX_ATTRIBUTE];

		BOOL			IsSmartEnabled;
		BOOL			IsCheckSumError;
		BOOL			IsWord88;
		BOOL			IsWord64_76;

		BOOL			IsSmartSupported;
		BOOL			IsLba48Supported;
		BOOL			IsAamSupported;
		BOOL			IsApmSupported;
		BOOL			IsAamEnabled;
		BOOL			IsApmEnabled;
		BOOL			IsNcqSupported;
		BOOL			IsNvCacheSupported;
		BOOL			IsMaxtorMinute;
```

```
		INT				PhysicalDriveId;
		INT				ScsiPort;
		INT				ScsiTargetId;
//		INT				AccessType;

		DWORD			TotalDiskSize;
		DWORD			Cylinder;
		DWORD			Head;
		DWORD			Sector;
		DWORD			Sector28;
		ULONGLONG		Sector48;
		DWORD			DiskSizeChs;
		DWORD			DiskSizeLba28;
		DWORD			DiskSizeLba48;
		DWORD			BufferSize;
		ULONGLONG		NvCacheSize;
		DWORD			TransferModeType;
		DWORD			DetectedTimeUnitType;
		DWORD			MeasuredTimeUnitType;
		DWORD			AttributeCount;
		INT				DetectedPowerOnHours;
		INT				MeasuredPowerOnHours;
		INT				PowerOnRawValue;
		INT				PowerOnStartRawValue;
		DWORD			PowerOnCount;
		DWORD			Temperature;
		double			Speed;

		INT				Life;

		DWORD			Major;
		DWORD			Minor;

		DWORD			DiskStatus;
		DWORD			DriveLetterMap;
		//
		DWORD			AlarmTemperature;
		BOOL			AlarmHealthStatus;

		INTERFACE_TYPE	InterfaceType;
		COMMAND_TYPE	CommandType;

		DWORD			VendorId;
		DWORD			ProductId;

		CString			SerialNumber;
		CString			SerialNumberReverse;
		CString			FirmwareRev;
		CString			FirmwareRevReverse;
		CString			Model;
		CString			ModelReverse;
		CString			ModelWmi;
		CString			ModelSerial;
		CString			DriveMap;
		CString			MaxTransferMode;
		CString			CurrentTransferMode;
		CString			MajorVersion;
		CString			MinorVersion;
		CString			Interface;
		CString			Enclosure;
		CString			CommandTypeString;
	};

	struct EXTERNAL_DISK_INFO
	{
		CString Enclosure;
		DWORD VendorId;
		DWORD ProductId;
```

```
	};

	CArray<ATA_SMART_INFO, ATA_SMART_INFO> vars;
	CArray<EXTERNAL_DISK_INFO, EXTERNAL_DISK_INFO> externals;

	CStringArray m_IdeController;
	CStringArray m_ScsiController;
	CStringArray m_UsbController;
	CString m_ControllerMap;

	BOOL IsEnabledWmi;
	DWORD MeasuredGetTickCount;

protected:
	OSVERSIONINFOEX m_Os;
	CString m_SerialNumberA_Z[26];
	BOOL m_FlagAtaPassThrough;

	BOOL GetDiskInfo(INT physicalDriveId, INT scsiPort, INT scsiTargetId,
INTERFACE_TYPE interfaceType, VENDOR_ID vendorId);
	BOOL AddDisk(INT PhysicalDriveId, INT ScsiPort, INT scsiTargetId,
COMMAND_TYPE commandType, IDENTIFY_DEVICE* identify);
	DWORD CheckSmartAttributeUpdate(DWORD index, SMART_ATTRIBUTE* pre,
SMART_ATTRIBUTE* cur);

	VOID InitAtaInfo();
	VOID InitAtaInfoByWmi();
	VOID InitStruct();
	VOID ChangeByteOrder(PCHAR str, DWORD length);
	BOOL CheckAsciiStringError(PCHAR str, DWORD length);
	HANDLE GetIoCtrlHandle(BYTE index);
	BOOL SendAtaCommand(DWORD i, BYTE main, BYTE sub, BYTE param);

	BOOL DoIdentifyDevicePd(INT physicalDriveId, IDENTIFY_DEVICE* identify);
	BOOL GetSmartAttributePd(INT physicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi);
	BOOL GetSmartThresholdPd(INT physicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi);
	BOOL ControlSmartStatusPd(INT physicalDriveId, BYTE command);
	BOOL SendAtaCommandPd(INT physicalDriveId, BYTE main, BYTE sub, BYTE
param, PBYTE data, DWORD dataSize);

	BOOL DoIdentifyDeviceScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, IDENTIFY_DEVICE*
identify);
	BOOL GetSmartAttributeScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, ATA_SMART_INFO*
asi);
	BOOL GetSmartThresholdScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, ATA_SMART_INFO*
asi);
	BOOL ControlSmartStatusScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, BYTE command);
	BOOL SendAtaCommandScsi(INT scsiPort, INT scsiTargetId, BYTE main, BYTE
sub, BYTE param);

	BOOL DoIdentifyDeviceSat(INT physicalDriveId, IDENTIFY_DEVICE* identify,
COMMAND_TYPE commandType);
	BOOL GetSmartAttributeSat(INT physicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi);
	BOOL GetSmartThresholdSat(INT physicalDriveId, ATA_SMART_INFO* asi);
	BOOL ControlSmartStatusSat(INT physicalDriveId, BYTE command, COMMAND_TYPE
commandType);
	BOOL SendAtaCommandSat(INT physicalDriveId, BYTE main, BYTE sub, BYTE
param, COMMAND_TYPE commandType);

	DWORD CheckDiskStatus(SMART_ATTRIBUTE* attribute, SMART_THRESHOLD*
threshold, DWORD attributeCount, DWORD vendorId);

	DWORD GetTransferMode(WORD w63, WORD w76, WORD w88, CString
&currentTransferMode, CString &maxTransferMode, CString &Interface,
INTERFACE_TYPE *interfaceType);
	DWORD GetTimeUnitType(CString model, CString firmware, DWORD major, DWORD
transferMode);
	DWORD GetAtaMajorVersion(WORD w80, CString &majorVersion);
//	DWORD GetMaxtorPowerOnHours(DWORD currentValue, DWORD rawValue);
```

```
        static int Compare(const void *p1, const void *p2);
};
```

Файл AboutDlg.cpp – довідка

```
#include "stdafx.h"
#include "DiskInfo.h"
#include "AboutDlg.h"

IMPLEMENT_DYNCREATE(CAboutDlg, CDHtmlDialog)

CAboutDlg::CAboutDlg(CWnd* pParent /*=NULL*/)
                  : CDHtmlDialogEx(CAboutDlg::IDD, CAboutDlg::IDH, pParent)
{

}

CAboutDlg::~CAboutDlg()
{
}

BOOL CAboutDlg::OnInitDialog()
{
                  CDHtmlDialogEx::OnInitDialog();

                  InitDHtmlDialog(SIZE_X, SIZE_Y, ((CDiskInfoApp*)AfxGetApp())-
>m_AboutDlgPath);

                  return TRUE;
}

void CAboutDlg::OnDocumentComplete(LPDISPATCH pDisp, LPCTSTR szUrl)
{
                  CString cstr;
                  cstr = szUrl;
                  if(cstr.Find(_T("html")) != -1 || cstr.Find(_T("dlg")) != -1)
                  {
                        m_FlagShowWindow = TRUE;
                       m_Copyright = PRODUCT_COPYRIGHT;
                        UpdateData(FALSE);
                        ShowWindow(SW_SHOW);
                  }
}

BEGIN_MESSAGE_MAP(CAboutDlg, CDHtmlDialogEx)
END_MESSAGE_MAP()

BEGIN_DHTML_EVENT_MAP(CAboutDlg)
                  DHTML_EVENT_ONCLICK(_T("CrystalDewWorld"), OnCrystalDewWorld)
END_DHTML_EVENT_MAP()

HRESULT CAboutDlg::OnCrystalDewWorld(IHTMLElement* /*pElement*/)
{
                  if(GetUserDefaultLCID() == 0x0411)// Japanese
                  {
                        ShellExecute(NULL, NULL, URL_CRYSTAL_DEW_WORLD_JA, NULL,
NULL, SW_SHOWNORMAL);
                  }
                  else // Other Language
                  {
                        ShellExecute(NULL, NULL, URL_CRYSTAL_DEW_WORLD_EN, NULL,
NULL, SW_SHOWNORMAL);
                  }

                  return S_FALSE;
}
```

Файл AboutDlg.h – бібліотека для файлу AboutDlg.cpp

```
#pragma once

class CAboutDlg : public CDHtmlDialogEx
{
	DECLARE_DYNCREATE(CAboutDlg)

	static const int SIZE_X = 240;
	static const int SIZE_Y = 200;

public:
	CAboutDlg(CWnd* pParent = NULL);
	virtual ~CAboutDlg();

	enum { IDD = IDD_ABOUT, IDH = IDR_HTML_DUMMY };

protected:
	virtual void DoDataExchange(CDataExchange* pDX);
	virtual BOOL OnInitDialog();
	virtual void OnDocumentComplete(LPDISPATCH pDisp, LPCTSTR szUrl);

	CString m_Version;
	CString m_Release;
	CString m_Copyright;

	HRESULT OnCrystalDewWorld(IHTMLElement *pElement);

	DECLARE_MESSAGE_MAP()
	DECLARE_DHTML_EVENT_MAP()
};
```