**Технология SMART**

1. История SMART
2. Сущность технологии SMART
   1. Прогнозирование неисправностей
   2. Диагностическое ПО

# Прогнозирование неисправностей

Все неисправности независимо от того, какие компоненты служат их источником, могут быть отнесены к *непрогнозируемым*, либо к *прогнозируемым*.

характеристик, которое можно выявить. При этом основная проблема заключается в разработке алгоритма заблаговременного обнаружения угрозы и определении интервала допустимых значений.

# Технология SMART

# История SMART

Истоки S.M.A.R.T, лежат в технологиях, созданных компаниями IBM и Compaq для обеспечения надежности хранения данных в критически важных информационных системах.

Родоначальником SMART можно считать компанию IBM, которая в 1992 г. выпустила первый в мире жесткий диск форм-фактора 3,5" со встроенными средствами предсказания поломок. В нем была реализована разработанная компанией концепция Predictive Failure Analysis (PFA), которая предусматривала периодическое измерение ряда параметров, например высоты магнитной головки над поверхностью диска, и формирование предупреждающих сообщений, если их отклонение от нормального значения превышает предельно допустимое.

тестовых процедур.

Современная версия стандарта, которая обозначается как S.M.A.R.T. III, помимо контроля и прогнозирования предусматривает меры активной профилактики путем выявления сбойных секторов и перемещения их содержимого. Эти операции, как и процедуры расширенной диагностики, выполняются устройством автоматически в фоновом режиме.

# Сущность технологии SMART

Аббревиатура S.M.A.R.T. расшифровывается как Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology, что в переводе означает «технология самоконтроля, анализа и оповещения».

1. К предсказуемым относятся отказы, происходящие в результате деградации накопителя. Подобно мозаике, отдельные факты складываются в картину состояния "здоровья" на
2. количество ошибок поиска;
3. время поиска;
4. количество повторов при калибровке;
5. и другие.

По данным различных фирм предсказуемые отказы составляют 60-70% от общего числа поломок.

Технология S.M.A.R.T. включает 2 основных компонента:

* аппаратный;
* состоянием головок и
* состоянием электронных компонентов жесткого диска.

интервалам допустимых значений диагностические программы способны оценить общее состояние накопителя и спрогнозировать угрозу возникновения неисправности.

В некоторых вариантах построения систем эти программы могут инициировать выполнение дополнительных процедур тестирования для уточнения статуса устройства, а затем, на основании их результатов, выполнить те или иные профилактические действия.

Если в результате прогнозирования выявлена высокая вероятность возникновения сбоя, программа диагностики извещает об этом пользователя и может выдать ему рекомендации по сохранению данных.

Что касается точности прогнозирования, то различные производители оценивают ее в диапазоне от 60 до 70% всех предсказуемых неисправностей. По мере развития технологий и совершенствования S.M.A.R.T. становится возможным прогнозировать все большее число типов неисправностей, а точность прогноза возрастает.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| В приведенной ниже таблице показано, наблюдая за какими параметрами можно прогнозировать возникновение тех или иных неполадок. Необходимо отметить, что некоторые Большое количество сбойных секторов | Дефекты носителя | Число дефектных секторов, частота возникновения новых |
| Повышенный шум и износ | Дефекты подшипников/двигателя | Биения, эксцентриситет |
| Постоянное возникновение исправимых ошибок | Дефект головки, загрязнение | Число повторных попыток, интенсивность использования механизмов коррекции ошибок ЕСС |
| Устройство не выходит в состояние готовности, шпиндель не вращается | Неисправность мотора, подшипников | Число попыток и длительность раскрутки |
| Устройство не отвечает, нет связи | Испорчен блок электроники | Непредсказуем |
| Ошибки позиционирования | Повреждение сервозаписи или механизма позиционирования | Частота возникновения ошибок позиционирования и попыток рекалибровки |
| Постоянное возникновение исправимых ошибок, ошибки позиционирования | Неисправность головки, резонанс | Число ошибок чтения и позиционирования |

Устройства и программы используют при манипулировании атрибутами не названия, а числовые обозначения. Часть номеров «зафиксирована» за вполне определенными параметрами, а другие номера производители могут использовать по своему усмотрению. В принципе, в устройствах различных производителей под одним и тем же номером могут подразумеваться совершенно разные параметры и величины. Из-за этого в диагностических утилитах может возникнуть путаница, либо программы должны быть «осведомлены» о распределении номеров между атрибутами в каждой тестируемой модели.

В качестве иллюстрации далее приведена таблица кодов некоторых атрибутов, как общепринятых, так и «фирменных», из которой видно, что иногда производители пытаются найти «общий язык» в использовании дополнительных не стандартизированных атрибутов. Поскольку зачастую фирмы держат информацию о собственных дополнительных атрибутах в секрете, о назначении некоторых из них можно только догадываться, что и отражено в таблице словами «нет данных».

Таблица 2. Атрибуты SMART

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код | Название атрибута S.M.A.R.T | Описание |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 8 | Seek Time Performance | Скорость позиционирования. Ее снижение свидетельствует об износе механики накопителя |
| 9 | Power-On Hours | Счетчик наработки |
| **IBM** | | |
| 10 | Spin Retry Count | Счетчик повторных попыток раскрутки шпинделя |
| 12 | Device Power Cycle Count | Счетчик циклов полного включения/выключения питания |
| 191 | G-Sense Error Rate | Нет данных |
| 192 | Power off Retract Count | Нет данных |
| 193 | Load/Unload Cycle Count | Нет данных |
| 196 | Reallocation Event Count | Нет данных |
| 197 | Current Pending Sector Count | Нет данных |
| 198 | Off-line Scan Uncorrectable Sector Count | Нет данных |
| 199 | Ultra DMA CRC Error Count | Частота ошибок передачи данных контроллеру в режиме Ultra-DMA обнаруженных с помощью кода CRC |
| 220 | Disk Shift | Нет данных |
| 221 | G-Sense Error Rate | Нет данных |
| 222 | Loaded Hours | Нет данных |
| 223 | Load Retry Count | Нет данных |
| 224 | Load Friction | Нет данных |
| 225 | Load Cycle Count | Нет данных |
| 226 | Load-in Time | Нет данных |
| 227 | Torq-amp Count | Нет данных |
| 228 | Power-off Retract Count | Нет данных |
| **Fujitsu** | | |
| 10 | Spin up Retry Count | Счетчик повторных попыток раскрутки шпинделя |
| 12 | Drive Power Cycle Count | Счетчик циклов полного включения/выключения питания |
| 200 | Write Error Rate | Частота неисправимых ошибок записи. Чем больше ошибок, тем меньше значение атрибута Quantum |
|  | | |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| **Western Digital** | | |
| 10 | Spin up Retry Count | Счетчик повторных попыток раскрутки шпинделя |
| 11 | Drive Calibration Retry Count | Число повторных калибровок |
| 199 | Ultra ATA CRC Error Count | Частота ошибок передачи данных контроллеру в режиме Ultra-DMA, обнаруженных с помощью кода CRC |
| 200 | Multi-rolle Error Rate | Нет данных |

Существует множество методов контроля за состоянием накопителя и борьбы с возникающими неисправностями. Часть из них (например, механизмы контроля величины зазора между магнитной головкой и носителем) является «компонентами» технологии S.M.A.R.T., другие — воплощением собственной концепции, зачастую являющейся расши

2. Контроль рабочей температуры накопителя и защита от перегрева.

3. Контроль величины зазора между головками чтения/записи и магнитным слоем.

4. Контроль состояния магнитного слоя.

**Защита накопителя от воздействия ударных нагрузок.**

Технологии борьбы с ударными нагрузками можно разделить на 2 типа:

* пассивные;

пластин так, чтобы при ударе или вибрации пластины не изменяли своего положения относительно головок, составляя единую жесткую механическую конструкцию.

3. Повышается жесткость узла кронштейнов, на которых крепятся головки, чтобы передающееся при ударе воздействие не усиливалось в результате возникновения резонансных колебаний. Это снижает риск отрыва и последующего «падения» головки при ударе.

4. Форма и крепление головки делаются такими, чтобы «приземление» на поверхность диска осуществлялось плашмя. Это позволяет понизить вероятность откалывания головкой частиц магнитного слоя.

Активные формы защиты

Данные методы защиты обеспечивают защиту от ударов и вибрации во время работы жесткого диска. Функции контроля выполняются специальной схемой, которая в случае ударных нагрузок выполняет действия, предусмотренные разработчиком системы. Например, если в момент удара накопитель находился в состоянии записи данных, запись на диск приостанавливается, а затем возобновляется. Это позволяет предотвратить повреждение данных при резком смещении головок относительно текущей дорожки.

**Контроль рабочей температуры накопителя и защита от перегрева.**

Первоначально эти значения задаются производителем диска (далее значения приводятся в соответствии со спецификой дисков фирм IBM и Western Digital, т.к. они весьма близки). Первое значение устанавливается изготовителем компьютера или администратором системы и соответствует максимальной нормальной температуре (по умолчанию она составляет 50 градусов). Второе пороговое значение — 65 градусов — максимальная допустимая температура.

Микропроцессор производит сравнение каждые 25 минут. Если температура превышает первое пороговое значение и не снижается в течение некоторого времени (интервал между измерениями в этом случае сокращается до 15 минут), средствами S.M.A.R.T. выдается предупреждение. Если температура накопителя достигает второго уровня и при повторном замере через 3-10 минут не снижается, дальнейшие действия зависят от установленного программным путем режима. Это может быть автоматическая остановка диска либо выдача тревожного оповещения через систему S.M.A.R.T. При этом все превышения температуры фиксируются в журнале накопителя.

Показания термодатчика используются также сервосистемой накопителя для автоматического поддержания температуры в допустимых пределах. Это происходит, если обнаруживается, что чрезмерный нагрев вызван сочетанием необычайно высокой температуры окружающей среды с интенсивным перемещением головок. В этом случае сервосистема может несколько замедлить позиционирование, чтобы катушки привода могли остыть.

**Контроль величины зазора между головками чтения/записи и магнитным слоем.**

головок накопителя. Замеры производятся на разных участках поверхностей, а их результаты фиксируются в самом устройстве. Используя накопленные данные, специальные статистические алгоритмы способны выявить подозрительные отклонения от нормы, например когда характер изменения высоты одной головки существенно отличается от поведения других. В этом случае осуществляется проверка, не превосходит ли величина отклонения допустимого порога, и если это так — выдается соответствующее предупреждение. Данная технология может предсказать выход головки из строя в среднем за десять дней до того, как это случается, хотя этот срок сильно зависит от интенсивности работы устройства.

Некоторые производители пытаются строить прогноз о возможной поломке головок на основании наблюдения за *частотой возникновения ошибок чтения/записи*. Такой метод в отличие от контроля величины зазора позволяет предсказать аварию в среднем лишь за один час. При этом в большинстве случаев головка оказывается уже частично повреждена, и данные не удается спасти в полном объеме.

Также значение величины зазора между головками и магнитным слоем может применяться при записи данных. Если в процессе записи обнаруживается, что величина зазора выходит за допустимые границы и, следовательно, надежность записи не может быть гарантирована (это может случиться, например, при ударе, вибрации, наличии дефектов носителя или загрязнении), операция несколько раз повторяется. В случае многократного неуспеха данные записываются в другую область диска и ошибка фиксируется в журнале устройства.

**Контроль состояния магнитного слоя.**

Контроль состояния магнитного слоя осуществляется при *помощи контрольных кодов*.

действиях фиксируется в журнале устройства.

Установленное на компьютере программное обеспечение может воспользоваться специальными низкоуровневыми командами для проверки того, выполняется ли в данный момент автономное сканирование и какова доля уже протестированных секторов.

# Диагностическое ПО

Диагностическое программное обеспечение бывает двух видов:

1. Разработанное производителем жесткого диска;
2. Разработанное независимыми разработчиками ПО.

Диагностические утилиты производителей жестких дисков ориентированы в основном на использование специалистами по техническому обслуживанию либо при возникновении подозрения на неисправность диска — в этом случае они играют роль «официального» инструмента, особенно при разрешении спорных ситуаций.

К тому же во многих случаях фирменные утилиты позволяют осуществлять проверку только «родных» устройств, и если в компьютере установлены винчестеры разных производителей, придется пользоваться несколькими программами.

Обычной особенностью таких утилит является полное скрытие от пользователя параметров S.M.A.R.T. По результатам тестирования выводится только “Успешно/Неуспешно”, что в некоторых случаях не приемлемо

Выход из этой ситуации предлагает целый ряд независимых разработчиков про Storagesoft - подразделением корпорации Micro House International. После установки программа автоматически запускается при загрузке Windows, и в правой части «Панели задач» появляется значок с изображением жесткого диска. И при получении неблагоприятного прогноза S.M.A.R.T. (программа позволяет следить также и за степенью заполнения пространства на диске) этот значок приобретает тревожно-красную окраску.

Щелкнув по нему мышью, можно открыть диалоговую панель с несколькими вкладками. В нижней части панели имеется список установленных в системе жестких дисков, из которого можно выбрать тот, информацию о котором необходимо получить.

Настройка параметров работы программы, в частности установка интервалов опроса, осуществляется на вкладке Configure. Здесь же, нажав на кнопку Advanced Options, можно указать, какую программу следует запустить при возникновении тревоги, а также адрес электронной почты для автоматической отправки извещения. Вкладка Drive Info содержит общие сведения об устройстве, на вкладке Status отображается информация о статусе S.M.A.R.T. Вкладка History содержит подробные сведения о сбоях, а на вкладке Logging отображается протокол выполнения встроенных процедур самодиагностики.

Хотя утилита EZ-SMART распространяется как коммерческий продукт, на Web-сайте компании IBM предлагается ее адаптированная бесплатная версия.

**HddSpeed**

Утилита HddSpeed создана Михаилом Радченко. Она работает в среде MS-DOS и оснащена оконным псевдографическим интерфейсом.

Программа выводит на экран подробную информацию о характеристиках и состоянии накопителей и позволяет управлять различными режимами работы жесткого диска. Кроме того, имеются встроенные средства измерения производительности.

Предусмотрено несколько вариантов представления информации о состоянии контролируемых с помощью S.M.A.R.T. параметров. В первом случае выдается наглядное отображение уровня надежности, напоминающее по виду графический эквалайзер. Если же необпользовать детальное табличное представление. В программе реализован также т.н. Т.E.C.-прогноз — предсказание времени достижения тем или иным параметром порогового значения при сохранении зафиксированной на основании нескольких измерений динамики его изменения.

ошибки чтения/записи или появления новых элементов в списке дефектных секторов) программа может выполнять заданные действия, среди которых выдача сообщения или звукового сигнала, переход программы в полноэкранный режим или даже завершение работы Windows.

Утилита **HDD Info** отображает детальную информацию о характеристиках и режимах работы устройств, версии встроенного микрокода, серийном номере, дате и месте изготовления и т.п.

«Центр управления» жесткими дисками — утилита **HDD Control** — позволяет менять различные внутренние настройки, относящиеся как к работе самого накопителя и интерфейса, так и к средствам обработки ошибок (ЕСС-коррекции, автоматическому перемещению содержимого секторов и т.д.), а также режимам функционирования S.M.A.R.T. Предусмотрена возможность временного или постоянного сохранения конфигурации, а также ее записи и восстановления из файла.

Утилита **HDD Benchmark**, — предназначена для измерения производительности жесткого диска.

Утилита **HDD Test&Repair** — достаточно мощный инструмент для диагностики и исправления неполадок жестких дисков, в котором сосредоточено множество тестов, в том числе с возможностью представления результатов в графической форме. В качестве примера можно привести тот факт, что сканирование поверхности может осуществляться в пяти различных режимах (не считая процедуры встроенной самодиагностики). Отметим также возможность наглядного или подробного отображения состояния контролируемых параметров S.M.A.R.T, и средство просмотра списка дефектных секторов.

О потенциальной мощности (в том числе разрушительной при неумелом использоващий свой цвет в зависимости от состояния жестких дисков и Т.Е.С.-прогноза. При возникновении угрозы выхода накопителя из строя программа выдает звуковой сигнал и предупреждение с предложением продемонстрировать таблицу атрибутов, изучив которую можно узнать, в чем причина тревоги. Можно настроить программу и для отправки сообщения по электронной почте. Список атрибутов, для которых осуществляются контроль и прогнозирование, может быть также настроен.

Утилита весьма удобна и проста в использовании, а ее система помощи содержит не только описание самой программы, но и достаточно подробную информацию технического характера. Для облегчения ее освоения использовано оригинальное решение — предусмотрена возможность имитации тревожного прогноза и изменения значения контролируемых диска, причем на русском языке. Если же нажать на кнопку S.M.A.R.T. information — на экране появляется диаграмма с текущими и пороговыми значениями атрибутов. Сами атрибуты просто нумеруются, и для грамотной трактовки полученной картины необходимо знать, какому параметру они соответствуют в той или иной модели жесткого диска.