1. **Описание атрибутов.**

Теперь, когда рассмотрены возможности технологии, можно перейти к описанию атрибутов.

S.M.A.R.T. предусматривает слежение за работой головок, мотора (шпинделя) и электроники и отображение результатов в виде нескольких параметров, называемых атрибутами, к которым относятся ошибки чтения-записи, время раскрутки шпинделя, число отработанных часов и т.д. - всего около 50-ти.

Все атрибуты имеют уникальный номер (ID), одинаковый для всех производителей. Разные производители предпочитают разные наборы атрибутов. Они выбираются производителем, основываясь на их способности предсказывать ухудшение рабочих характеристик накопителя или определить его дефектность.

Данные хранятся в шестнадцатеричном виде, называемом «raw value», а потом пересчитываются в «value». Изначально всякому атрибуту присваивается условное (нормализованное) значение 100, реже - 200, а также определяется более низкий пороговый уровень (threshold). В ходе работы диска постоянно происходит подсчет различных событий (ошибки, сбои, включения питания и др.), значения атрибутов при этом уменьшаются (могут и увеличиваться - при хороших событиях). Это - Self-monitoring.

Значения атрибутов (value) используются для представления относительной надежности отдельного эксплуатационного или эталонного атрибута. Допустимое значение атрибута лежит в диапазоне от 1 до 255. Его высокое значение говорит о том, что результат анализа данной рабочей характеристики указывает на низкую вероятность ее ухудшения или выхода накопителя из строя. Соответственно, низкое значение атрибута говорит о том, что результат анализа данной рабочей характеристики указывает на высокую вероятность ее ухудшения или выхода накопителя из строя.

Каждый атрибут имеет собственное пороговое значение (threshold), которое используется для сравнения со значением атрибута (value) и указывает на ухудшение рабочих характеристик или дефектность накопителя. Числовое значение порогового атрибута определяется производителем через конструкционные особенности накопителя и анализ результатов испытаний на надежность. Пороговое значение каждого атрибута указывает на его нижнюю допустимую границу, до которой накопитель нормально функционирует. Если значение (value) опустится, ниже порогового, жесткий диск проинформирует систему о наличии серьезных проблем. Это - Alerting and Reporting. Сам жесткий диск никого не оповещает, это делает система, обращающаяся к нему за информацией.

К наиболее часто наблюдаемым критически важным характеристикам относятся:

* *Raw Read Error Rate* - частота ошибок при чтении данных с диска, происхождение которых обусловлено аппаратной частью диска.
* *Spin Up Time -* время раскрутки пакета дисков из состояния покоя до рабочей скорости. При расчете нормализованного значения (Value) практическое время сравнивается с некоторой эталонной величиной, установленной на заводе. Не ухудшающееся немаксимальное значение при Spin Up Retry Count Value = max (Raw равном 0) не говорит ни о чем плохом. Отличие времени от эталонного может быть вызвано рядом причин, например блок питания подкачал.
* *Spin Up Retry Count -* число повторных попыток раскрутки дисков до рабочей скорости, в случае если первая попытка была неудачной. Ненулевое значение Raw (соответственно немаксимальное Value) свидетельствует о проблемах в механической части накопителя.
* *Seek Error Rate -* частота ошибок при позиционировании блока головок. Высокое значение Raw свидетельствует о наличии проблем, которыми могут являться повреждение сервометок, чрезмерное термическое расширение дисков, механические проблемы в блоке позиционирования и др. Постоянное высокое значение Value говорит о том, что все хорошо.
* *Reallocated Sector Count* - число операций переназначения секторов. SMART в современных дисках способен произвести анализ сектора на стабильность работы "на лету" и в случае признания его сбойным произвести его переназначение.

**Таблица 1 – Таблица известных атрибутов IDE и Serial ATA дисков**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Hex | Имя атрибута | Описание |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 1 | 1 | Raw Read Error Rate | Частота ошибок при чтении данных с диска, происхождение которых обусловлено аппаратной частью диска. Для всех дисков Seagate, Samsung и Fujitsu 2,5" это — число внутренних коррекций данных, проведенных до выдачи в интерфейс, следовательно на пугающе огромные цифры можно реагировать спокойно. |
| 2 | 2 | Throughput Performance | Общая производительность диска. Если значение атрибута уменьшается, то велика вероятность, что с диском есть проблемы. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 3 | 3 | Spin-Up Time | Время раскрутки пакета дисков из состояния покоя до рабочей скорости. Растет при износе механики (повышенное трение в подшипнике и тп), также может свидетельствовать о некачественном питании (например, просадке напряжения при старте диска). |
| 4 | 4 | Start/Stop Count | Полное число циклов запуск-остановка шпинделя. У дисков некоторых производителей (например, Seagate) — счетчик включения режима энергосбережения. В поле raw value хранится общее количество запусков/остановок диска. |
| 5 | 5 | Reallocated Sectors Count | Число операций переназначения секторов. Когда диск обнаруживает ошибку чтения/записи, он помечает сектор «переназначенным» и переносит данные в специально отведенную *резервную* область. Вот почему на современных жестких дисках нельзя увидеть Bad-блоки — все они спрятаны в переназначенных секторах. Этот процесс называют remapping, а переназначенный сектор — remap Чем больше значение, тем хуже состояние поверхности дисков. Поле raw value содержит общее количество переназначенных секторов. Рост значения этого атрибута может свидетельствовать об ухудшении состояния поверхности блинов диска. |
| 6 | 6 | Read Channel Margin | Запас канала чтения. Назначение этого атрибута не документировано. В современных накопителях не используется. |
| 7 | 7 | Seek Error Rate | Частота ошибок при позиционировании блока магнитных головок. Чем их больше, тем хуже состояние механики и/или поверхности жесткого диска.Также на значение параметра может повлиять перегрев и внешние вибрации (например, от соседних дисков в корзине). |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 8 | 8 | Seek Time Performance | Средняя производительность операции позиционирования магнитными головками. Если значение атрибута уменьшается (замедление позиционирования), то велика вероятность проблем с механической частью привода головок. |
| 9 | 9 | Power-On Hours (POH) | Число часов (минут, секунд — в зависимости от производителя), проведенных во включенном состоянии.В качестве порогового значения для него выбирается паспортное время наработки на отказ (MTBF — mean time between failure). |
| 10 | 0A | Spin-Up Retry Count | Число повторных попыток раскрутки дисков до рабочей скорости в случае, если первая попытка была неудачной. Если значение атрибута увеличивается, то велика вероятность неполадок с механической частью. |
| 11 | 0B | Recalibration Retries | Количество повторов запросов рекалибровки в случае, если первая попытка была неудачной. Если значение атрибута увеличивается, то велика вероятность проблем с механической частью. |
| 12 | 0C | Device Power Cycle Count | Количество полных циклов включения-выключения диска. |
| 13 | 0D | Soft Read Error Rate | Число ошибок при чтении, по вине программного обеспечения, которые не поддались исправлению. Все ошибки имеют не механическую природу и указывают лишь на неправильную разметку/взаимодействие с диском программ или операционной системы. |
| 184 | B8 | End-to-End error | Данный атрибут — часть технологии HP SMART IV, это означает, что после передачи через кэш памяти буфера данных паритет данных между хостом и жестким диском не совпадают. |
| 187 | BB | Reported UNC Errors | Ошибки, которые не могли быть восстановлены, используя методы устранения ошибки аппаратными средствами. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 190 | BE | Airflow Temperature (WDC) | Температура воздуха внутри корпуса жесткого диска. Для дисков Seagate рассчитывается по формуле (100 —HDA temperature). Для дисков Western Digital- (125- HDA). |
| 191 | BF | G-sense error rate | Количество ошибок, возникающих в результате ударных нагрузок. Атрибут хранит показания встроенного акселерометра, который фиксирует все удары, толчки, падения и даже неаккуратную установку диска в корпус компьютера. |
| 192 | CO | Power-off retract count | Число циклов выключений или аварийных отказов (включений/выключений питания накопителя). |
| 193 | C1 | Load/Unload Cycle | Количество циклов перемещения блока магнитных головок в парковочную зону/ в рабочее положение. |
| 194 | C2 | HDA temperature | Здесь хранятся показания встроенного термодатчика для механической части диска - банки (HDA — Hard Disk Assembly). Информация снимается со встроенного термодатчика, которым служит одна из магнитных головок, обычно нижняя в банке. В битовых полях атрибута фиксируются текущая, минимальная и максимальная температура. Не все программы, работающие со SMART, правильно разбирают эти поля, так что к их показаниям стоит относиться критично. |
| 195 | C3 | Hardware ECC Recovered | Число коррекции ошибок аппаратной частью диска (чтение, позиционирование, передача по внешнему интерфейсу) На дисках с SATA-интерфейсом значение нередко ухудшается при повышении частоты системной шины — SATA очень чувствителен к разгону. |
| 196 | C4 | Reallocation Event Count | Число операций переназначения.В поле «raw value» атрибута хранится общее число попыток переноса информации с переназначенных секторов в резервную область. Учитываются как успешные, так и неуспешные попытки. |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 197 | C5 | Current Pending Sector Count | Число секторов, являющихся кандидатами на замену. Они не были еще определены как плохие, но считывание с них отличается от чтения стабильного сектора, это так называемые подозрительные или нестабильные сектора. В случае успешного последующего прочтения сектора он исключается из числа кандидатов. В случае повторных ошибочных чтений накопитель пытается восстановить его и выполняет операцию переназначения (rernaping). Рост значения этого атрибута может свидетельствовать о физической деградации жесткого диска. |
| 198 | C6 | Uncorrectable Sector Count | Число неисправимых ошибок при обращении к сектору {Возможно, имелось в виду «число некорректируемых (средствами диска) секторов», но никак не число самих ошибок}. В случае увеличения числа ошибок велика вероятность критических дефектов поверхности и/или механики накопителя. |
| 199 | C7 | UltraDMA CRC Error Count | Число ошибок, возникающих при передаче данных по внешнему интерфейсу в режиме UltraDMA (нарушения целостности пакетов и т.п.). Рост этого атрибута свидетельствует о плохом (мятом, перекрученном) кабеле и плохих контактах. Также подобные ошибки появляются при разгоне шины PCI, сбоях питания, сильных электромагнитных наводках, а иногда и по вине драйвера. |
| 200 | C8 | Write Error Rate/ Multi-Zone Error Rate | Показывает общее количество ошибок, происходящих при записи сектора. Показывает общее число ошибок записи на диск. Может служить показателем качества поверхности и механики накопителя. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 201 | C9 | Soft read error rate | Частота появления «программных» ошибок при чтении данных с диска. Данный параметр показывает частоту появления ошибок при операциях чтения с поверхности диска по вине программного обеспечения, а не аппаратной части накопителя. |
| 202 | CA | Data Address Mark errors | Number of Data Address Mark (DAM) errors (or) vendor-specific. |
| 203 | CB | UltraDMA CRC Error Count | Количество ошибок ЕСС. |
| 204 | CC | Soft ECC correction | Количество ошибок ЕСС, скорректированных программным способом. |
| 205 | CD | Thermal asperity rate (TAR) | Number of thermal asperity errors. |
| 206 | CE | Flying height | Высота между головкой и поверхностью диска. |
| 207 | CF | Spin high current | Величина силы тока при раскрутке диска. |
| 208 | D0 | Spin buzz | Number of buzz routines to spin up the drive. |
| 209 | D1 | Offline seek performance | Производительность поиска во время офлайновых операций (Drive’s seek performance during offline operations.) |
| 220 | DC | Disk Shift | Дистанция смещения блока дисков относительно шпинделя. В основном возникает из-за удара или падения. Единица измерения неизвестна. При увеличении атрибута диск быстро становится неработоспособным. |
| 221 | DD | G-Sense Error Rate | Число ошибок, возникших из-за внешних нагрузок и ударов. Атрибут хранит показания встроенного датчика удара. |
| 222 | DE | Loaded Hours | Время, проведенное блоком магнитных головок между выгрузкой из парковочной области в рабочую область диска и загрузкой блока обратно в парковочную область. |
| 223 | DF | Load/Unload Retry Count | Количество новых попыток выгрузок/загрузок блока магнитных головок в/из парковочной области после неудачной попытки. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |  |
| 224 | E0 | Load Friction | Величина силы трения блока магнитных головок при его выгрузке из парковочной области. |
| 225 | E1 | Load Cycle Count | Количество циклов перемещения блока магнитных головок в парковочную область. |
| 226 | E2 | Load 'In'-time | Время, за которое привод выгружает магнитные головки из парковочной области на рабочую поверхность диска. |
| 227 | E3 | Torque Amplification Count | Количество попыток скомпенсировать вращающий момент. |
| 228 | E4 | Power-Off Retract Cycle | Количество повторов автоматической парковки блока магнитных головок в результате выключения питания. |
| 230 | E6 | GMR Head Amplitude | Амплитуда «дрожания» (расстояние повторяющегося перемещения блока магнитных головок). |
| 231 | E7 | Temperature | Температура жесткого диска. |
| 240 | F0 | Head flying hours | Время позиционирования головки. |
| 250 | FA | Read error retry rate | Число ошибок во время чтения жесткого диска. |