

1. До чего дошёл прогресс!

Запоминающие устройства на основе микросхем флэш-памяти завоевали в наше время огромную популярность. Всем знакомы компьютерные флэш-диски – миниатюрные брелки с разъёмом USB. Без карты памяти одного из многочисленных форматов нельзя представить цифровой фотоаппарат или карманный компьютер. Слотами для сменных флэш-карт оснащаются всё больше мобильных телефонов, плееров и других портативных и даже стационарных устройств, таких как DVD проигрыватели или фотопринтеры – это расширяет их функции и даёт пользователям гибкость и удобства неограниченной внешней памяти.

По существу, флэш-накопители превратились в универсальное средство хранения и переноса цифровой информации. И это не случайно: по практичности им просто нет равных. Большой и постоянно растущий объём, измеряющийся уже многими гигабайтами; высокое быстродействие и надёжность хранения данных; непревзойденная компактность; неприхотливость к внешней среде и отсутствие подвижных деталей; низкое энергопотребление и, наконец, удобство подключения и использования – вот секреты огульного успеха флэшек на рынке. Отсюда и массовый выпуск и повсеместная доступность этих высокотехнологичных изделий. Потребителей не могут не радовать постоянно снижающиеся цены, которые в ряде случаев уже меньше 1 руб. за Мбайт.

2. Обратная сторона медали

Увы, ничего идеального в этом мире не бывает, за всё надо платить. В случае с флэш-накопителями, платить приходится надёжностью в эксплуатации. Этот важнейший показатель в последнее время оставляет желать лучшего, чему способствуют как технические обстоятельства, так и ситуация на рынке.

Во-первых, современная архитектура включает скоростные многофункциональные контроллеры и чипы памяти NAND с высокой плотностью упаковки данных. Это объективно повышает уязвимость флэшек к внешним воздействиям. С выпуском новых моделей, обостряется и проблема совместимости оборудования. Так, многие картридеры не поддерживают карты SD и CF большого объёма (карта может не опознаваться или даже портиться при форматировании). Избыточное количество форматов, форм-факторов и модификаций карт, сужает область применения каждого вида и затрудняет стандартизацию.

Во-вторых, жёсткая конкуренция вынуждает производителей всячески снижать себестоимость продукции, в том числе, за счет упрощения конструкции, перехода на более дешёвые комплектующие, смягчения контроля и т.п. Всё это закономерно

отражается на надёжности. Что касается фирм категории No Name , то о надёжности их изделий можно даже не вспоминать.

3. Всё может сломаться...□

Жизнь показывает, что множество флэш-дисков и карт памяти выходят из строя по самым различным причинам. Гарантийный сервис не всегда доступен, учитывая разнообразие мест покупки. А уж о восстановлении информации, зачастую более ценной для владельца, чем сам носитель, речи вообще не идет. За этими услугами следует обращаться в специализированные организации.

В этой статье мы попытались систематизировать типичные для флэшек неисправности. Помимо симптомов сбоев, приводятся их причины, методы ремонта и восстановления данных, а также меры профилактики. Рекомендации нацелены на то, чтобы снизить риск поломки накопителей, и тем продлить им жизнь.

Вероятно, самой частой проблемой, связанной с флэшками, является их потеря. Технического решения эта проблема, похоже, не имеет :) , здесь всё зависит от аккуратности и внимательности владельца. Прикиньте стоимость информации, хранящейся на вашем накопителе, и впредь обращайтесь с ним как с денежным эквивалентом. Обязательно защитите конфиденциальные данные от посторонних глаз. Имеется ряд решений, пригодных в случае утери или хищения носителя: программное шифрование файлов и архивов, парольная защита раздела (с аппаратным шифрованием уровня AES-128 или без него), биометрическая защита (встроенный сенсор отпечатков пальцев) и т.п. По надёжности методы защиты весьма неоднородны, однако сравнительный анализ выходит за рамки данной статьи.

Перечень именно технических неисправностей флэш-накопителей, в порядке убывания их распространенности, выглядит так:

- логические неисправности
- механические поломки
- электрические и тепловые повреждения
- сбои контроллера
- сбои и износ флэш-памяти

Нередко в «больном» устройстве выявляется сразу несколько проблем, так что классификация отчасти условна. Тем не менее, будем ей следовать и рассмотрим подробнее каждую из категорий.

3.1. Логические неисправности□

Накопитель физически исправен, но опознаётся как пустой или неформатированный, а ранее записанные данные не видны. В данном случае повреждена файловая система, точнее, её служебные таблицы. Данные обычно остаются на месте, и их можно пытаться восстановить с помощью различных эвристических программ (в просторечии называемых рекаверилками). Можно рекомендовать известные пакеты R-Studio, EasyRecovery и т.п. (методику их использования см. в статье «Простое восстановление данных»)

Разумеется, для проведения восстановления, накопитель должен быть подключен к порту USB компьютера: флэш-диск непосредственно, а карта памяти – через картридер (его роль может исполнять фотоаппарат, или другое устройство с подходящим карточным слотом, если они имеют стандартную эмуляцию USB Drive). Восстанавливаемые файлы всегда записываются на другой накопитель с достаточным объёмом свободного места.

Любая эвристика основана на определённых допущениях, выросших из практики работы с жёсткими дисками. У флэш-накопителей нет большого разнообразия файловых систем (обычно FAT16, реже FAT32), но отличается схема работы, дисциплина адресации и записи и т.п., поэтому указанные допущения могут быть неверны. В подобных случаях «рекаверилки» грубо ошибаются или вообще не видят данные, и требуется кропотливая ручная работа.

Приведём пример. При сбое флэш-диска, сегмент, размером 128 Кб, был заполнен случайным кодом с преобладанием «единиц» и повторяемостью 2 Кб. Этот сегмент частично пришёлся на FAT, отчего R-Studio выдала недостоверные результаты. В дисковом редакторе были вычислены границы испорченного сегмента, он был обнулён, после чего R-Studio была запущена повторно. Результаты улучшились, хотя несколько файлов было потеряно.

Часто требуется восстановить цифровые фотографии с карты памяти. Здесь есть свои особенности. С одной стороны, однотипные файлы (чаще всего форматов JPG, TIFF и MOV) записываются последовательно без фрагментации, так что даже при сильном разрушении файловой системы их границы легко определить по характерным заголовкам. Фактически, нужно лишь просканировать накопитель. На этом принципе основаны многочисленные коммерческие программы наподобие PhotoRescue. С другой стороны, сложности представляет восстановление RAW-снимков. Этот формат не стандартизирован, и имеет много разновидностей, зависящих от производителя фотоаппарата, и даже прошивки той или иной модели. Здесь порой помогает только фирменный специализированный софт.

Основная причина неисправности – преждевременное извлечение устройства из разъема или внезапное отключение питания, когда операционная система не успевает обновить файловую систему на накопителе. Конечно, нередки и ошибки пользователя, когда он по неосторожности стирает файлы или запускает форматирование.

Профилактика: корректно завершайте работу перед отключением флэшки. В компьютерах и ноутбуках с Windows всегда используйте функцию "безопасное

извлечение устройства". В цифровых фотоаппаратах и другой портативной технике следите за зарядом аккумулятора, чтобы он не "сел" неожиданно в процессе работы. Выключайте питание не раньше, чем закончатся текущие операции с картой.

3.2. Механические поломки

Миниатюрные флэш-ки хотя и рождены для «кочевой жизни», нередко страдают от грубого обращения. Флэш-диски зачастую имеют непрочный корпус, тонкую плату, слабое крепление разъема USB. Карты памяти бывают слабы на изгиб, у них может расслаиваться корпус, выпадать задвижка разрешения записи, смещаться разделители контактов и истираться сами контакты. Замечено, что чаще ломается продукция эконом-класса и no-name.

Изгибные нагрузки повреждают корпус, вызывают микротрещины на плате, приводят к нарушению контактов и растрескиванию деталей. От ударов и падений страдает кварцевый резонатор. У большинства устройств негерметичный корпус, пропускающий воду.

Ремонт: восстановление контактов, замена деталей, укрепление разъема USB, склейка или замена корпуса. При подобных манипуляциях данные сохраняются. Если треснул чип памяти, то данные потеряны, ремонт не оправдан. К счастью, такое случается редко.

Профилактика: аккуратно обращайтесь со своими устройствами, не роняйте и не наступайте. Карты памяти храните в жестких футлярах. При подключении флэш-диска к порту USB, не прилагайте больших усилий, а во время работы старайтесь не задевать устройство: есть риск выломать разъём, заодно получив замыкание.

Если ваш накопитель побывал в воде, особенно морской, его лучше сразу отдать специалисту. Некачественная промывка и просушка, преждевременное включение, могут непоправимо испортить устройство и уничтожить данные.

При покупке выбирайте флэш-диски с прочным, не слишком тонким корпусом. Чем больше металла, тем лучше. Разъём USB должен сидеть «как влитой», колпачок — надёжно фиксироваться. Удобно, когда колпачок застрахован от потери, а на корпусе имеется отверстие для шнура или кольца, чтобы брелок можно было подцепить к ключам или повесить на шею. Неплохи конструкции, где вилка выдвигается или поворачивается, хотя в подвижном дизайне есть свои слабые места. Обрезиненный корпус сочетает влаго- и ударостойкость, это удачный вариант для путешествий.

Среди карт памяти прочнее те, чей корпус не склеен из двух тонких половинок, а представляет собой как бы монолитный кусок пластика. В дорогих моделях внутренний объём залит силиконом, что даёт дополнительную герметизацию.

3.3. Электрические и тепловые повреждения

Нестабильное электропитание, а также разряды статики – частая причина неисправности флэш-дисков. Многие нынешние модели имеют слабую защиту от перепадов напряжения, и случайные броски выводят их из строя. Вероятно, сказывается политика удешевления продукции, когда из схмотехники выводились «лишние» элементы защиты. Свою долю вины несут и некачественные «китайские» блоки питания с их пульсациями в линиях 5В.

Нередко к поломке флэш-дисков приводит устаревшая электропроводка: многие компьютеры до сих пор не заземлены. На их корпусе может блуждать потенциал в десятки вольт, а статический заряд стекает куда придется. Все это, при совпадении неблагоприятных условий, приводит к выгоранию контроллера и элементов обвязки. С учётом заряда на теле человека, наиболее опасен бывает момент подключения.

Еще одна причина неисправностей – "человеческий фактор" при сборке системных блоков. Небрежные, или просто неопытные работники умудряются неправильно подключить к материнской плате шлейф порта USB на передней панели. Это приводит к переполюсовке линий питания, и флэш-диск тихо сгорает при первом же подключении :(Шлейф чаще всего не экранирован, и даже правильная сборка не избавляет от наводок внутри корпуса, вносящих искажения в работу порта. Подключенный к нему накопитель может работать медленно, сбоить или вообще не определяться в системе, что служит предпосылкой для ложных выводов о неисправности.

Проблема нагрева, для флэш-дисков, разумеется, не так актуальна, как для жестких дисков с их механикой. Но и здесь кроется причина поломок. Многие пластиковые корпуса не обеспечивают хорошего теплоотвода, и при активной работе нагруженные детали могут перегреться, выйти из строя и даже проплавить корпус. Чаще всего страдает стабилизатор питания. Справедливости ради, скажем, что в новых моделях улучшена элементная база, уделено внимание теплоотводу и проблема встречается реже.

Повышенная температура эксплуатации вредна и для чипов флэш-памяти. Хотя по спецификациям они выдерживают до 125°, на практике, уже начиная с 70°, их ресурс резко падает, а вероятность сбоев растёт. Достичь такого нагрева проще, чем кажется: «помогает» соседство с силовыми деталями в тесном корпусе.

Что касается карт памяти, то реальна опасность их повреждения статическим разрядом в процессе вставки или извлечения из слота. Особенно уязвимы карты с открытыми контактами, наподобие MMC ; «пробить» статикой CF или MS труднее по очевидным причинам.

Ремонт: замена неисправных деталей. Переставлять контроллер или чип памяти не

всегда рентабельно, поэтому ремонт обычно сводится к замене сгоревших элементов обвязки.

Профилактика: обеспечьте компьютерам заземление и стабильное электропитание. Используйте качественные блоки питания достаточной мощности. Прежде чем вставить флэш-диск в порт USB, коснитесь рукой системного блока, чтобы уравнивать потенциалы. От статики и перегрева, лучше других защищены флэш-диски в металлических корпусах.

В свете проблем со сборкой, а также для уменьшения наводок, рекомендуется использовать порты USB, распаянные на материнской плате. Для удобства доступа к задней панели поставьте удлинитель USB. Качественный продукт отличают витые пары проводов с обязательной экранировкой и внешний диаметр не менее 5мм. Кабель не должен быть слишком длинным (оптимально 0.8-1.5 м) и не должен соседствовать с силовыми проводами.

С картами памяти следует обращаться с осторожностью, не дотрагиваться до открытых контактов и по возможности не вынимать из слотов в неблагоприятной окружающей среде.

Следует упомянуть о влиянии внешних электромагнитных полей. Неоднократно наблюдались сбои в работе флэш-дисков, когда рядом находился мобильный телефон. Имеются также сообщения о порче информации после досмотра багажа в аэропортах. Пока не накоплена достоверная статистика по данному вопросу, стоит подстраховаться: держать флэшки подальше от включённых мобильных телефонов, а перед полетом брать в ручную кладь.

3.4. Сбои контроллера

Контроллер имеется во всех флэш-дисках и многих картах памяти, он отвечает за передачу данных между внешним интерфейсом и флэш-памятью, и выполняет множество других функций.

Как показывает практика, прошивка (микропрограмма) контроллера подвержена внешним воздействиям – сбои питания, разряды статики, ошибки интерфейса и т.п. могут ее повредить. В таких случаях контроллер блокируется и не отвечает на запросы операционной системы. Внешне это проявляется в том, что накопитель опознается в компьютере как «Неизвестное устройство», либо как съёмный диск с нулевой ёмкостью. При обращениях к нему могут выводиться сообщения «Вставьте диск в дисковод» или «Нет доступа к диску».

Естественно, данные обычным путём не доступны, однако во флэш-памяти они сохраняются, и их можно считать непосредственно с чипа на специальном оборудовании. Описание подобных технологий выходит за рамки данной статьи.

Иногда накопитель становится доступен только на чтение, причем положение переключателя записи, если он есть, ни на что не влияет. Данные видны и читаются, но при попытках создания файла, стирания или форматирования выводится сообщение «Диск защищен от записи». Контроллер переходит в такой режим при выявлении аппаратных ошибок флэш-памяти, чтобы предотвратить её дальнейшее разрушение (память NAND повреждается главным образом при записи). Понятно, что в этом случае можно говорить только о ремонте накопителя.

Многие контроллеры поддерживают защиту данных, когда с помощью прилагаемой программы, на флэш-диске, создается скрытый раздел, открывающийся после ввода пароля. Данная функция пока не стандартизирована, а главное, недостаточно надёжна: скрытый раздел становится недоступным даже при лёгких сбоях. Причиной могут служить как упомянутые внешние воздействия на контроллер, так и некорректные действия пользователя (например, попытка форматирования раздела с помощью «чужой» утилиты). Восстановление данных в таких случаях – прерогатива специалистов.

Ремонт: восстановление прошивки контроллера с помощью технологических утилит. Утилиты строго специализированы, и надо иметь версию именно для своей модели контроллера. Знать только модель накопителя недостаточно, поскольку в различных экземплярах одной и той же модели могут стоять совершенно разные контроллеры: таковы реалии нынешнего производства.

Требуемые программы иногда можно скачать с сайта производителя флэшки или найти на прилагаемом компакт-диске. Если в этих источниках утилиты отсутствуют, можно провести в Интернете поиск по маркировке контроллера. Для этого следует разобрать флэш-диск или, что безопаснее, определить контроллер по кодам VID/PID (их можно узнать в Диспетчере устройств, с помощью программ MSINFO32 или UsbIDCheck), и таблице (содержит расшифровку кодов более 7000 USB-устройств).

Во многих случаях, однако, фирма-разработчик контроллера предоставляет свой инструментарий лишь производителям и авторизованным сервисам, по достаточно строгому лицензионному соглашению. Разумеется, в открытый доступ такой софт не попадает, поэтому самостоятельный ремонт затруднителен.

В последнее время, ограничительная практика расширяется. Этому способствует беспокойная ситуация на рынке, а именно – поток подделок из Китая. Так, в большом количестве, продавались флэш-диски, «перешитые» на больший номинальный объём (например, 2 Гб при реальных 128 Мб). Покупатель раскрывал обман не сразу, а лишь когда записанные данные превышали реальный объём чипа памяти (флэшка попросту переставала определяться). Встречались также «урезанные» вдвое или вчетверо экземпляры, на чипах с дефектными участками.

В описанных случаях, мошенникам помог именно мощный сервисный софт, имевшийся в открытом доступе. Подделки строились на тех контроллерах, утилиты для прошивки которых можно было найти в Интернете.

Заметим, что при прошивке контроллера флэш-память обычно стирается, поэтому ремонт накопителя и восстановление данных – задачи технологически несовместимые.

Профилактика: Оберегайте флэшки от статики, это особенно актуально зимой с её сухим воздухом и шерстяной одеждой. Избегайте сбоев электропитания во время активной работы с накопителями (лучше всего подключить компьютер к ИБП). Не забывайте про безопасное извлечение. Запароленные флэш-диски требуют особо аккуратного обращения.

3.5. Сбои и износ памяти

Накопитель опознается и работает, но данные читаются с ошибками. Искажаются файлы, портятся архивы, может выводиться сообщение «Ошибка CRC ».

Причина – дефекты флэш-памяти на физическом уровне, чаще всего вследствие заводского брака или износа. Память NAND, по своей природе, выдерживает ограниченное число перезаписей, причем по мере роста ёмкости чипов, заявленный ресурс снижается: от 1 млн. циклов несколько лет назад до 100 тыс. в новых моделях и даже 10 тыс. в дешёвой памяти MLC (Multi - Level Cell).

Реальный ресурс по записи, каждого конкретного чипа, зависит от качества его изготовления и условий эксплуатации, и на практике может быть значительно ниже заявленного. В то же время, число считываний ничем не ограничено, более того, гарантируется хранение однажды записанных данных в течение 10 лет.

Как бы то ни было, по сравнению с другими сменными носителями (FDD, ZIP, CD-RW, DVD-RW, Tape) ресурс флэш-памяти весьма велик. Износ не имел бы серьёзного значения, производись запись равномерно по всем адресам. К сожалению, это не так, и вся проблема в файловой системе FAT. Ряд её служебных таблиц переписывается при каждом обновлении любого из файлов, именно эти ячейки памяти первыми выходят из строя.

Для борьбы с этим явлением применяется технология «выравнивания износа» (wear leveling): часто изменяемые данные перемещаются по адресному пространству флэш-памяти, так что запись производится по разным физическим адресам. В каждый контроллер заложен свой алгоритм выравнивания; сравнивать их эффективность у тех или иных моделей затруднительно, поскольку детали реализации не разглашаются. Считается, что выравнивание износа повышает ресурс флэш-памяти в 3-5 раз.

Ремонт: низкоуровневое форматирование с сокрытием дефектов. Процедура сходна с «ремапом» у жестких дисков: последовательно тестируются все адреса, обнаруженные сбойные блоки переназначаются в резервную область чипа памяти, и, в дальнейшем, не используются. При нарастании числа дефектов, полезный объем флэшки может

незначительно уменьшиться, но она остается полностью рабочей.

Флэш-диск форматируется при помощи специальной утилиты, которую можно найти в комплекте поставки (часто под именем Recovery или Format) или скачать с сайта производителя. Все данные при этой операции необратимо теряются. Для карт памяти аналогичных утилит имеется гораздо меньше. Вероятно, производители считают, что типовые применения карт не связаны с быстрым износом.

Профилактика: конечный ресурс по записи принципиально ограничивает срок службы флэш-накопителей (в этом их важное отличие от жестких дисков). Разумеется, долговечность каждого конкретного устройства сильно зависит от характера эксплуатации. Так, если держать на флэш-диске базу данных 1С, при работе с которой многие файлы обновляются автоматически, то проблемы начнутся через считанные месяцы. С другой стороны, владелец цифрового фотоаппарата в этом смысле ничем не рискует – последовательная запись снимков на карту памяти, а затем копирование на компьютер и полное форматирование, расходуют ресурс карты крайне экономно.

В среднем, современные флэш-диски можно эксплуатировать 1.5-2 года до первых проявлений износа. Для профилактики сбоев, при активной работе, время от времени выполняйте низкоуровневое форматирование (разумеется, сохранив перед этим нужные данные). Соккрытие неустойчиво читающихся блоков предотвратит потерю информации. Сильно «потрёпанные» экземпляры выводите из эксплуатации или используйте для хранения менее важных данных.

4. Заключение

Многие из вышеописанных проблем – это «детские болезни» флэш-накопителей, они вызваны молодостью технологий, быстрым развитием стандартов и взрывным ростом рынка. Можно ожидать, что взросление отрасли повлияет на надёжность изделий в лучшую сторону. Как бы то ни было, на сегодня флэшки – незаменимые средства хранения и переноса информации. Смело пользуйтесь ими в своё удовольствие.

Аккуратность и несложные меры профилактики помогут вам продлить жизнь своим устройствам и избежать большей части неприятностей. А если сбой всё же случился – обращайтесь в специализированные организации. Современные технологии позволяют в 95% случаев восстановить данные, а в 70% ещё и отремонтировать накопитель.