

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

КАК УСТРОЕНА FLASH-ПАМЯТЬ SLC?

Для Flash памяти характерны три основные операции: чтение, удаление и запись, которые осуществляются на уровне блока (минимальная порция данных, обеспечивающая технологическую организацию памяти):

Read — чтение может происходить случайно в любом месте чипа Flash. Чтение имеет время доступа <0,1 миллисекунд (мс).

Erase — Удаление может быть выполнено только на весь блок данных. Очищает блок, устанавливая все биты в блоке в 1. Блоки могут быть удалены случайно в чипе. Операция длится примерно 1,5 мс. Множество операций удаления приводит к деградации блока и в конечном итоге может привести к его неработоспособности.

Write - запись происходит только на блоки, которые очищены, потому что запись может сбрасывать (изменять) биты только с 1 в 0. Блок должен быть запрограммирован последовательно, однако, весь блок не обязательно должен быть запрограммирован за один раз. Блоки в чипе могут быть запрограммированы в случайном порядке. Для записи требуется около 0,3 мс.

SSD – это твердотельный накопитель (англ. SSD, SolidStateDrive или SolidStateDisk), энергонезависимое, перезаписываемое запоминающее устройство без движущихся механических частей с использованием флэш-памяти. SSD полностью эмулирует работу жёсткого диска.

О НАДЁЖНОСТИ SSD

Казалось бы, нет движущихся частей – все должно быть очень надежно. Это не совсем так. Любая электроника может сломаться, не исключение и SSD. С низким ресурсом MLC-чипов ещё можно как-то бороться коррекцией ошибок ECC, резервированием, контролем за износом и перемешиванием блоков данных. Но самый большой источник проблем – контроллер и его прошивка. По причине того, что контроллер физически расположен между интерфейсом и микросхемами памяти, вероятность его повреждения в результате сбоя или проблем с питанием очень велика. При этом сами данные, в большинстве случаев сохраняются. Помимо физических повреждений, при которых доступ к данным пользователя невозможен, существуют логические повреждения, при которых также нарушается доступ к содержимому микросхем памяти. Любая, даже незначительная ошибка, баги в прошивке, может привести к полной потере данных. Струк-

туры данных очень сложные. Информация «размазывается» по нескольким чипам, плюс чередование, делают восстановление данных довольно сложной задачей.

В таких случаях восстановить накопитель помогает прошивка контроллера с низкоуровневым форматированием, когда заново создаются служебные структуры данных. Производители стараются постоянно дорабатывать микропрограмму, исправлять ошибки, оптимизировать работу контроллера. По этому, рекомендуется периодически обновлять прошивку накопителя для исключения возможных сбоев.

ТАК ЛИ ВАЖНА НАДЁЖНОСТЬ НАКОПИТЕЛЯ?

Производители SSD пытаются акцентировать внимание на двух основных преимуществах данной технологии: лучшей производительности и надёжности. Однако, если хранить данные на SSD не более безопасно, чем на обычном жёстком диске, то производительность становится единственной реальной причиной для приобретения твердотельного диска.

Мы не утверждаем, что производительность SSD не важна (или не впечатляет). Тем не менее, сама по себе технология SSD в данный момент имеет узкую специфику. Если бы вы собрались противопоставить твердотельные накопители против жёстких дисков по скоростным характеристикам, то обнаружили бы интересный факт: по производительности SSD-накопитель бюджетного класса превосходит HDD примерно на 85

Производительность SSD-накопителей будет лишь расти, в то время как наиболее продвинутые производители будут снижать стоимость таких дисков. Вместе с тем, это означает, что производителям придётся искать иные способы дифференцировать свои изделия.

До тех пор, пока в новых SSD - даже hi-end класса - продолжают выявляться явные баги с прошивками и прочие недоработки, потребители, заинтересованные, в первую очередь, в надёжности хранения данных, будут рассматривать технологию SSD как недостаточно зрелую. Поэтому мы полагаем, что на сегодняшний день именно надёжность должна стать основной миссией эволюции SSD.

ПОЯСНЕНИЯ К ВОПРОСУ О НАДЁЖНОСТИ

Жёсткие диски и накопители на основе NAND-памяти иногда выходят из строя и это связано с различными факторами, обусловленными их уникальной архитектурой и конструк-

цией. Когда мы говорим о надёжности жёстких дисков, на ум приходит тот факт, что они основаны на механических деталях, часть из которых во время работы диска находится в движении. И хотя конструктивно жёсткие диски соответствуют очень строгим допускам, тем не менее, каждая деталь имеет определённый срок службы.

Мы также знаем, что SSD-накопители лишены подобных проблем. Их "твердотельная" природа в принципе исключает риск повреждения считывающей головки или выхода из строя шпинделя.

Но хранение данных на SSD неотъемлемо связано с виртуализацией, так как здесь нельзя физически разметить статическое LBA-пространство, как на жёстком диске. Поэтому возникают другие факторы, определяющие надёжность накопителя. Прошивка — это самый существенный из них, мы видим воздействие данного фактора всякий раз, когда слышим о неполадках в работе SSD.

За последние три года все баги в SSD-накопителях Intel всегда решались обновлением прошивки. Проблемы Crucial с управлением энергосбережением модели m4 были решены выходом новой прошивки. И мы видели, что самый известный партнёр SandForce, — компания OCZ — ответила на многочисленные жалобы потребителей выходом сразу нескольких прошивок. Фактически, случай SandForce наиболее показателен. Поскольку производители SSD-дисков могут использовать различные прошивки в качестве средства дифференциации моделей, диски на основе контроллеров SandForce от разных производителей, очевидно, могут иметь различные баги, свойственные конкретной прошивке. Данный факт, несомненно, только усложняет задачу повышения надёжности твердотельных накопителей.

Если оставить специфику SSD в стороне, то теперь нам необходимо определить надёжность дисков различных производителей. Проблема здесь заключается в том, что способы, при помощи которых каждый вендор, реселлер или потребитель измеряет данный показатель, несколько различаются, что делает объективное сравнение практически невозможным.

Устинович Н. В., Бодяк А. М.,

Научный руководитель: Курулёв А.П., канд. техн. наук, профессор

Единственное, что можно констатировать совершенно точно — SSD-диски выигрывают у HDD в надёжности из-за отсутствия движущихся частей. Следовательно, при падении или тряске во время работы, информация на них останется целой, чего не скажешь о HDD.

Для повышения надёжности можно:

Использовать специфический разъём (SFF-8784) для подключения интерфейсного кабеля на тонких накопителях WD ради повышения надёжности. Такой тип разъёма используется ради повышения устойчивости накопителя к вибрации и ударным нагрузкам.

Оснащать конденсаторами, обеспечивающими устройство резервным питанием в случае аварийного отключения питания, поскольку имеющегося заряда хватит для сохранения всей важной информации.

Использовать снижение ресурса, тем самым компенсировать оптимизированными алгоритмами записи и выделением дополнительного объёма памяти под резервирование ячеек.

Обновлять программное обеспечение, исправляющее ошибки и повышающее надёжность.

Устанавливать современные контроллеры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с высокой стоимостью SSD дисков и небольшим объёмом памяти использовать их для хранения данных нецелесообразно. Зато они отлично подойдут в качестве системного раздела, на который устанавливается ОС и на серверах для кэширования статичных данных.

1. Интегральные микросхемы энергонезависимой памяти 28F008SA 28F008SA-L. Пер. В.В.Затишный. М. 1992.
2. Flash Memory Cells-An Overview. Paolo Pavan, Roberto Bez, PieroOlivo, and Enrico Zanoni, Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 8, august 1997.
3. SILC-Related Effects in Flash E PROM's-Part II: Prediction of Steady-State SILC-Related Disturb Characteristics. Jan De Blauwe, Jan Van Houdt, Dirk Wellekens, Guido Groeseneken, and Herman E. Maes, IEEE transactions on electron devices, Vol. 45, No. 8, august 1998.