

Технологии надёжности для IoT

Юрий Широков

По сути, любое интеллектуальное устройство для Интернета вещей является компьютером, а ни один компьютер в работе не может обходиться без устройства хранения данных. Чем больше попадаем мы в зависимость от окружающих нас интеллектуальных устройств, тем серьезнее становится проблема обеспечения надёжности хранения и конфиденциальности информации. Компания Innodisk уже имеет ответы на многие назревшие вопросы. О некоторых решениях Innodisk для AIoT расскажет эта статья.

Нестабильное питание — РАБОТЕ НЕ ПОМЕХА

Нестабильность электропитания является общей проблемой для устройств, функционирующих в необслуживаемом режиме и в экстремальных условиях. В частности, это может серьезно повлиять на работу твердотельного накопителя (SSD). Нестабильность питания во время его запуска и выключения способна вызвать сбои системы и проблемы с перезапуском. Внезапное падение напряжения электропитания может привести к повреждению данных, а в худшем случае — даже к выходу устройства из строя. По этой причине большинство твердотельных накопителей для критически важных приложений поставляется с функциями аварийного сохранения данных и контроля целостности данных при перезапуске после внезапной потери питания. Это технологии, используемые главным образом для обеспечения целостности данных после инцидентов. Однако существуют и другие факторы, способные повлиять на целостность данных SSD. Определённые приложения работают в условиях нестабильного

электропитания. Во время запуска и работы устройства напряжение может колебаться, что, в свою очередь, может помешать работе SSD, а также повредить само устройство. Другим значительным риском является остаточное напряжение источника питания после выключения, которое приведёт к проблемам во время перезапуска системы. Однако существуют профилактические меры, помогающие смягчить названные проблемы. Меры предосторожности могут быть реализованы путем оптимизации структуры оборудования, что позволяет SSD предотвратить повреждения данных, оборудования и внезапные проблемы с перезапуском. В этом разделе мы расскажем о рисках потери и нестабильности питания, а также, что более важно, покажем возможные пути решения проблем.

Аппаратные профилактические функции защитят SSD от нестабильных уровней напряжения. К ним относится, например, увеличение времени разгона во время запуска, обеспечивающее стабилизацию напряжения перед тем, как произойдет включение SSD. После вы-

ключения системы или во время быстрого перезапуска часто возникает остаточное напряжение, которое может вызвать проблемы. Влияние остаточного напряжения компенсируется путём настройки аппаратного обеспечения, разрешающего запуск только после его снижения до допустимого уровня. Благодаря объединению этих двух аппаратных функций SSD будет защищён как при запуске, так и при останове. Нестабильность питания в основном наблюдается в системах с недостаточной мощностью и/или нестабильной работой источника питания. Чаще всего это имеет место в таких приложениях, как бортовые компьютеры, удалённые установки и устройства, используемые в слаборазвитых районах, где электросети менее надёжны. Тем не менее, из-за непредвиденных обстоятельств инциденты могут случаться даже при хорошем электропитании. Строительные работы или удар молнии — всё, что нужно для создания нестабильности сети электропитания. Так что, хотя риск здесь не столь велик, критически важные данные всё равно требуют мер защиты целостности.

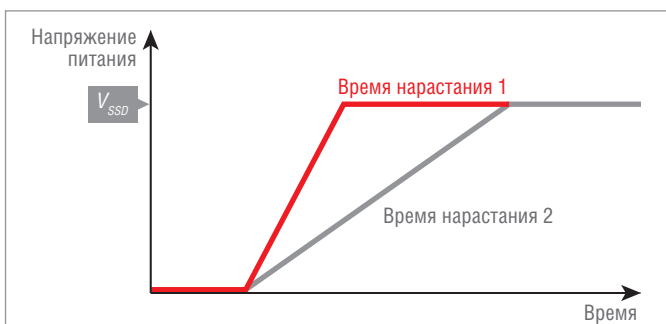


Рис. 1. Пример различного времени запуска устройства



Рис. 2. Колебания напряжения при разгоне SSD

Опасные моменты при запуске

Медленный выход напряжения питания на рабочий уровень — риск для запуска системы. Когда время разгона диска слишком длительное, это может вызвать проблемы, так как порог напряжения окажется недостаточным для стабильной работы SSD. Решение заключается в том, что твердотельный накопитель должен запускаться только после пересечения предварительно установленного порогового напряжения. Время разгона зависит от параметров электропитания и, следовательно, может варьироваться (рис. 1), что затрудняет для производителя разработку решений, принимающих этот фактор во внимание. Во время пуска напряжение также может колебаться (рис. 2). При этом может оказаться, что SSD уже запустился, но напряжение питания всё ещё нестабильно. Как и в случае описанного ранее медленного времени разгона, этот сценарий потенциально может вызвать проблемы и привести к повреждению данных и самого SSD.

Остаточное напряжение

После успешного выключения уровень напряжения питания должен быть близок к 0 В. Однако некачественный источник питания способен сохранять остаточное напряжение после выключения. Это может привести к проблемам при перезапуске.

Учёт переходных процессов

Чтобы избежать проблем при запуске, у SSD компании Innodisk имеется временная буферная зона (Ramp-up Buffer), которая обеспечивает выход источника питания на рабочий режим (рис. 3). Параметры запуска SSD настраиваются так, что после достижения определённого порога напряжения (V_{DT}) для обеспечения стабильного уровня напряжения (V_{SSD}) на момент перехода к работе выдерживается определённый интервал времени. Таким образом, любая нестабильность питания

или медленный разгон надёжно «отсекаются» буфером. Эта функция будет работать при любом запуске системы, поэтому автоматически учитываются любые условия. Решение Innodisk, реализующее данную функциональность, заключается в технологии iPower Guard™ — комплексе профилактических мер, защищающих твердотельный накопитель в условиях нестабильной среды электропитания. Этот комплексный пакет включает меры предосторожности при запуске и завершении работы для поддержания производительности устройства и обеспечения целостности данных. Технология iPower Guard реализована в сериях накопителей SSD 3SE4, 3TE7 и 3TG6-P.

AIoT для пограничных устройств

Искусственный интеллект (ИИ, AI) становится реальностью, и поскольку его роль в инфраструктуре Интернета вещей (IoT) растёт, мы должны искать умные решения, которые облегчат переход к интеллектуальной концепции устройств IoT. Кроме того, ИИ готов вытеснить человека-оператора во многих сценариях работы, что ещё больше подчёркивает потребность в надёжных системах, способных справиться с любой возникшей проблемой. Оснащение платформ искусственного интеллекта решениями для хранения данных промышленного уровня — это способ гарантировать, что оборудование всегда будет готово к выполнению задачи, что является одним из ключевых требований при создании IoT будущего.

ИИ (AI) и IoT находятся в процессе слияния и образования AIoT. При граничных вычислениях ресурсы перемещаются всё ближе к границе, на которой находятся полевые устройства IoT, собирающие данные. Следующий логичный шаг к эффективности и повышению скорости обработки данных в инновационных пограничных решениях — это ИИ. Первоначальная идея IoT заключа-

лась в том, что данные для обработки и анализа должны отправляться периферийными устройствами на централизованный сервер или в облако. Но так как количество сетевых устройств имеет тенденцию к экспоненциальному росту, многие приложения уже достигли предела по объёмам передаваемых по сети данных, что вызывает серьёзные проблемы. Данные собираются со всё большего числа устройств, а затем объединяются в то, что обычно называют Big Data (большие данные). По некоторым оценкам, количество устройств IoT к 2020 году достигнет 50 миллиардов. Собранные этими устройствами данные вызовут проблемы в виде задержек при обмене информацией с облаком. Несмотря на то что скорости передачи информации также стабильно растут, они не успевают за экспоненциально растущим объёмом данных, а задержки в обработке информации не только снижают общую производительность систем — во многих случаях они просто недопустимы.

Пограничные вычисления решают эту проблему, обрабатывая существенные объёмы данных непосредственно на месте их порождения. ИИ-устройство может самостоятельно определить, что нужно отправить в облако, а что можно отфильтровать. К тому же далеко не все данные одинаково ценны. Взять, к примеру, видеоматериалы систем безопасности, в которых наиболее значимы фрагменты с движущимися людьми или объектами, а статический фон менее интересен. В этом случае отправка всех данных в облако для анализа будет расточительством: ведь изображения можно предварительно обработать на месте. Решение подобных проблем — одна из областей, в которой ИИ может внести значительный вклад. Кроме того, ИИ открывает возможности и других технологических инноваций, от оптимизации городского движения до общественной безопасности и повышения качества финансовых услуг.

Но AIoT нуждается в компонентах, которые смогут справиться со сложными и разнообразными условиями функционирования «на грани». Местоположения устройств могут быть какими угодно, от бортовых транспортных средств и самолётов до заводов или нефтяных вышек в пустыне. Это требует гибкого и адаптивного подхода к производству компонентов. ИИ обещает также снизить влияние человеческого фактора на процессы принятия решений. Это накладывает на системных интеграторов большую ответ-

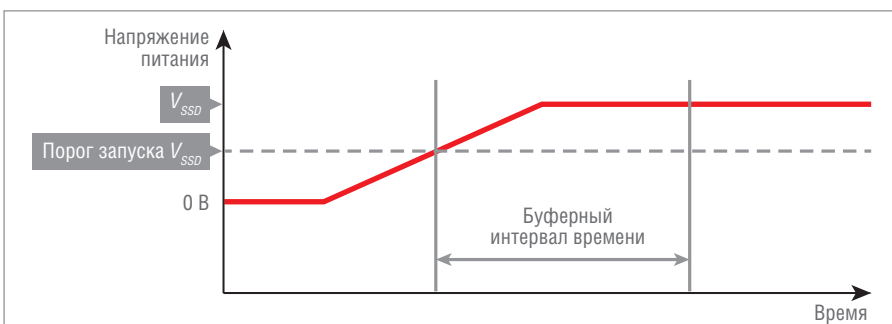


Рис. 3. Выход на стабильное напряжение до запуска SSD

ственность по обеспечению контроля и надёжности в случае аварийных ситуаций с участием ИИ, где человеческий фактор устранён, поскольку такие инциденты не обязательно будут иметь конкретного и очевидного виновника.

Производительность в любых условиях

Для обеспечения адекватной производительности устройства ИИ «на грани» потенциально могут потребовать больших вычислительных мощностей. Стандартные устройства хранения данных и полупроводниковая память могут обеспечивать необходимую производительность, но они плохо справляются с суровыми условиями эксплуатации. Например, работающее днём и ночью, летом и зимой устройство мониторинга дорожного трафика будет подвержено температурным перепадам, а бортовые системы автомобиля должны противостоять ударам и вибрации, промышленные установки функционируют в условиях повышенного уровня загрязнения и т.д. Обычно устройство AIoT имеет вид небольшого встраиваемого компьютера в промышленном исполнении. Для анализа данных в режиме реального времени этот компьютер нуждается в адекватной флэш-памяти и DRAM. Основным вопросом здесь является изучение и выявление рисков, присущих характеру и месту работы устройства. По завершении анализа компоненты могут быть подобраны в соответствии с конкретными требованиями приложения. Давайте посмотрим на некоторые примеры того, как это будет работать в реальных условиях.

Контроль городского трафика

Наши города существуют в трёх измерениях, разрастаясь вверх и вниз. Дороги, однако, в основном ограничиваются двумя измерениями, что с ростом городов приводит к увеличению пробок. Мониторинг и измерение трафика на основе данных в реальном времени могут значительно повысить эффективность управления транспортными потоками. Для решения задачи установки наблюдения за трафиком размещены в стратегически важных местах по всему городу. Первичный анализ данных выполняется локальными платформами искусственного интеллекта. Он включает в себя распознавание транспортных средств и оценку транспортных потоков (рис. 4). Каждая установка, таким образом, на основе анализа может са-



Рис. 4. Контроль городского трафика

мостоятельно определить, увеличивает ли плотность транспортных потоков и существует ли риск заторов. Любые важные данные могут быть затем отправлены на централизованную платформу (в облако), где уже принимаются различные меры: перенаправление трафика, изменение ограничений скорости, настройка светофоров и т.п.

Управление автопарком и AI

Мониторинг большого парка транспортных средств является сложной задачей, но при её решении вы получаете множество плюсов: снижение затрат на топливо, оптимальное техническое обслуживание транспортных средств, смягчение последствий небезопасного поведения водителя и т.д. Современные системы позиционирования в основном зависят от GPS (Global Positioning System — система глобального позиционирования), которая не в состоянии справиться с определёнными проблемами. Например, при езде в туннеле GPS бесполезна, поскольку не определяет текущего местоположения автомобиля. Это происходит и в городах в условиях плотной застройки, при движении внутри зданий или других зон с плохим спутниковым покрытием. Системе также сложно определить высоту автомобиля. В решении проблем может помочь ИИ. Помимо данных GPS есть и другие источники информации, которые могут дать нам указатель на положение транспортного средства. Например, можно постоянно отслеживать и регистрировать скорость движения и повороты транспортного средства. Бортовая платформа AI в состоянии уточнить положение автомобиля в любой момент времени, используя дополнительные параметры для компенсации неполных данных GPS. Эта технология называется точной навигацией (Dead Reckoning — DR). Итоговые данные передаются по беспроводным сетям оператору.

Автономные роботы-доставщики

Главная проблема беспилотного транспорта, с которой приходится сталкиваться, — это постоянно меняющаяся картина движения, чреватая непредсказуемыми ситуациями. Из-за этого автономное транспортное средство должно иметь возможность принимать решения за доли секунды при любых неожиданных изменениях, происходящих на его пути. Мы полагаемся на свои чувства, а у робота для этого есть множество собирающих всевозможные данные датчиков. Данные должны быть обработаны в согласованную картину всей ситуации в реальном времени. В этом случае полагаться на облачные вычисления бессмысленно, поскольку задержка наверняка приведёт к тому, что пока готовятся и пересылаются данные и принимается решение, будет уже слишком поздно реагировать. Встроенная платформа AI, автономно выполняющая эти сложные вычисления, зависит от компонентов, работающих при любых погодных и физических условиях без какого-либо снижения производительности. Во избежание несчастных случаев с участием автономных транспортных средств целесообразно, чтобы оборудование работало с минимальной вероятностью отказа и с достаточным резервированием.

Надёжное хранение данных при высоких температурах

Твердотельный накопитель (SSD) стал основой большинства промышленных решений. Особенно отчётлива тенденция в разработке устройств для агрессивных сред: твердотельные накопители, как правило, прочнее традиционных хранилищ данных. Тем не менее, SSD не всегда «дружит» с экстремальными температурами. При нормальных диапазонах температур время хранения данных, как правило, достаточно велико, и для целостности данных нет никакой опасности. Однако всё меняется при повышении температуры. Хранение данных является проблемой в любой высокотемпературной среде: в автомобиле, на заводе, в аэрокосмической и оборонной промышленности.

Хранящиеся на флэш-памяти NAND данные постепенно деградируют. Это происходит из-за того, что заряд в каждой NAND-ячейке подвержен утечке. Способность ячейки хранить данные характеризуется параметрами хранения данных (data retention). Параметр data reten-

Гибкий подход к Индустрии 4.0

Модульные встраиваемые ПК для систем автоматизации

PROFI
NET

PROFI
BUS

EtherNet/IP

EtherCAT

CANopen



Модульный дизайн

Соединительные шины для ПК серии UNO могут быть универсальными (ПК общего применения), специализированными (отвечающими отраслевым стандартам) или разработанными по ТЗ заказчика.



Широкий диапазон питания

Диапазон питания 10–36 В пост. тока обеспечивает надежную работу при нестабильной электросети.



Более 100 комбинаций модулей расширения из линейки iDoor

Большое количество модулей расширения позволяет увеличить функциональность компьютера и решить практически любую задачу.



Различные схемы монтажа

ПК Advantech поддерживают все возможные варианты монтажа: VESA, на DIN-рейку, кронштейн, монтажную плату.

ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet



IoT Solutions
Alliance
Premier



Серия UNO-2271G

- Миниатюрный ПК на базе Intel® Atom™ E3815/3825
- 4 Гбайт RAM, 32 Гбайт eMMC, 2×GbE, 1×USB, 1×HDMI
- Возможно расширение модулем 2×COM либо iDoor



Серия UNO-2372G

- Небольшой модульный ПК на базе Intel® Atom™ E3845/ Celeron J1900
- 4 Гбайт RAM, 2×GbE, 4×USB, 1×HDMI&DP, 4×COM
- Возможно расширение модулем iDoor



Серия UNO-2484G

- Модульный ПК на базе Intel® Core™ i
- 8 Гбайт RAM, 4×GbE, 4×USB, 1×HDMI&DP, 4×COM
- Возможно расширение модулем HDD, мультисплайным модулем и модулем iDoor

PROSOFT®
WWW.PROSOFT.RU
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА	(495) 234-0636	info@prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ	(812) 448-0444	info@spb.prosoft.ru
АЛМА-АТА	(727) 321-8324	sales@kz.prosoft.ru
ВОЛГОГРАД	(8442) 391-000	volgograd@regionprof.ru
ВОРОНЕЖ	(473) 229-5281	voronezh@regionprof.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ	(343) 356-5111	info@prosoftsystems.ru
	(912) 620-8050	ekaterinburg@regionprof.ru
КАЗАНЬ	(843) 203-6020	kazan@regionprof.ru

КРАСНОДАР	(861) 224-9513	krasnod
Н. НОВГОРОД	(831) 215-4084	n.novgo
НОВОСИБИРСК	(383) 202-0960	nnsk@re
ОМСК	(3812) 286-521	omsk@i
ПЕНЗА	(8412) 49-4971	penza@
САМАРА	(846) 277-9166	samara@
УФА	(347) 292-5216	ufa@re
ЧЕЛЯБИНСК	(351) 239-9360	chelyabi





Рис. 5. Условия работы флэш-памяти могут быть очень жёсткими

tion описывает способность флэш-памяти NAND сохранять записанные в неё данные на протяжении длительного времени. Это часы, которые начинают тикать после записи данных во флэш-ячейку NAND и чей обратный отсчёт продолжается до тех пор, пока данные остаются необновлёнными (старые данные удалены, и на их место записаны новые). При повышении температуры и с увеличением числа циклов программирования/стирания (Program/Erase – P/E) ячейки время хранения данных уменьшается, поскольку оба этих фактора способствуют более высокой скорости утечки заряда. Более высокие температуры ускоряют движение заряженных частиц в элементе, в то время как циклы P/E постепенно нарушают структурную целостность элемента памяти. Коэффициент ухудшения данных (DF – фактор деградации), где $DF = 1$ – это сохранение данных при стандартной температуре, увеличивается вплоть до 168 в диапазоне +80...+85°C, а это означает, что срок хранения данных уменьшается в 168 раз (рис. 5).

Проблема может быть решена путём периодического обновления данных в соответствии с температурой и числом циклов P/E. Это делается путём переноса данных из блока в блок, аналогично выравниванию износа. Испытания показывают, что теоретически обновляемые таким образом данные будут сохраняться десятилетиями даже при температуре, достигающей +85°C.

Существуют три основные причины, по которым сохранность данных является проблемой для технологии флэш-памяти NAND. Во-первых, из-за структуры флэш-ячейки высокие температуры приводят к вырождению данных более высокими темпами. Во-вторых, интенсивная перезапись ещё больше усугубляет проблему хранения данных: по мере увеличения количества циклов P/E ячейка ещё больше ослабляется, что

приводит к снижению её способности удерживать заряд. Наконец, поскольку производители стремятся упаковать в матрицу как можно больше ячеек, их размеры сокращаются, что делает хранение данных ещё более сложным. Борьба с деградацией памяти вследствие этих факторов породила технологию периодического обновления данных.

Базовой структурой NAND-ячеек является транзистор с плавающим затвором (МОП-транзистор, рис. 6). Ячейка памяти сохраняет заряд на плавающем затворе, расположенном между двумя изолирующими слоями. Этот заряд представляет двоичное значение информации, например, 00, 01, 10 и 11 в случае ячейки MLC (Multi Level Cell – многоуровневая ячейка памяти). Изолированность затвора также означает, что заряд долгое время останется неизменным и после выключения SSD. Данные стираются посредством снятия заряда с плавающего затвора ячейки. Этот процесс каждый раз немного повреждает ячейку, поэтому все NAND-микросхемы имеют конечную продолжительность жизни.

Высокая температура

При стандартных температурах (менее +40°C) NAND-флэш в основном функционирует стабильно.

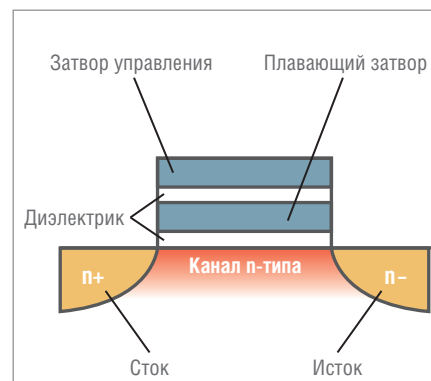


Рис. 6. Устройство транзистора с плавающим затвором

Испытания показывают, что при температурах в диапазоне +80...+85°C время хранения данных резко уменьшается. Ухудшение качества данных (коэффициент DF) достигает при этом 168. Другими словами, данные будут вырождаться со скоростью в 168 раз быстрее, чем при стандартной температуре. Например, если поместить в среду с температурой +80°C устройство с гипотетическим сроком хранения данных 1 год, для потери данных будет достаточно и двух дней (рис. 7).

Влияние P/E

Для стирания данных из ячейки к ней прикладывается электрический заряд. Этот заряд каждый раз слегка повреждает структуру ячейки. По мере накопления повреждений ячейка будет терять свои способности хранения данных. Это означает, что твердотельные накопители, эксплуатировавшиеся в условиях высокой нагрузки P/E, особенно нежелательно использовать в целях хранения данных.

Миниатюризация ячеек Flash NAND

Одно из физических последствий уменьшения размеров ячеек памяти заключается в том, что им становится

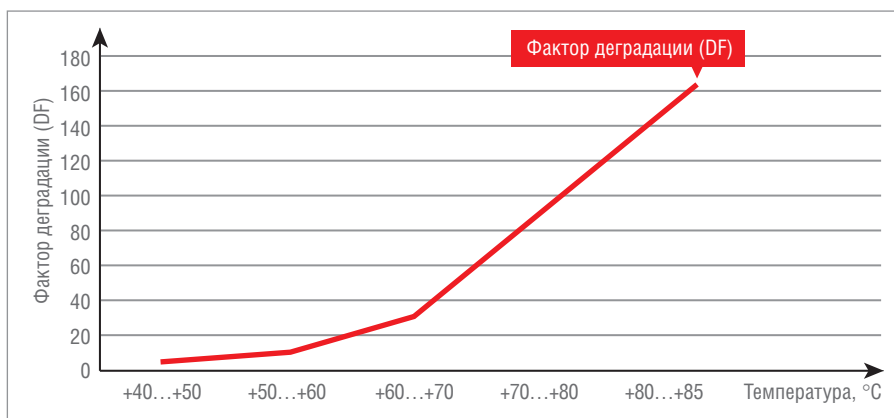


Рис. 7. Зависимость фактора деградации данных от диапазона рабочих температур

Доступное решение для построения промышленных Ethernet-сетей



Широкий диапазон входного напряжения



IP30



Дублированный вход по питанию



Промышленный диапазон рабочих температур
-40...+75°C



5 лет гарантии

Серия неуправляемых коммутаторов EKI-2000

ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet



EKI-2525/L
5 × 10/100Base-TX

EKI-2528/L
8 × 10/100Base-TX

EKI-2525M
4 × 10/100Base-TX, 1 × 100Base-FX
(многомодовое оптоволокно)

EKI-2525S
4 × 10/100Base-TX, 1 × 100Base-FX
(одномодовое оптоволокно)

**В НАЛИЧИИ
НА СКЛАДЕ**

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

ADVANTECH
Premier Partner

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



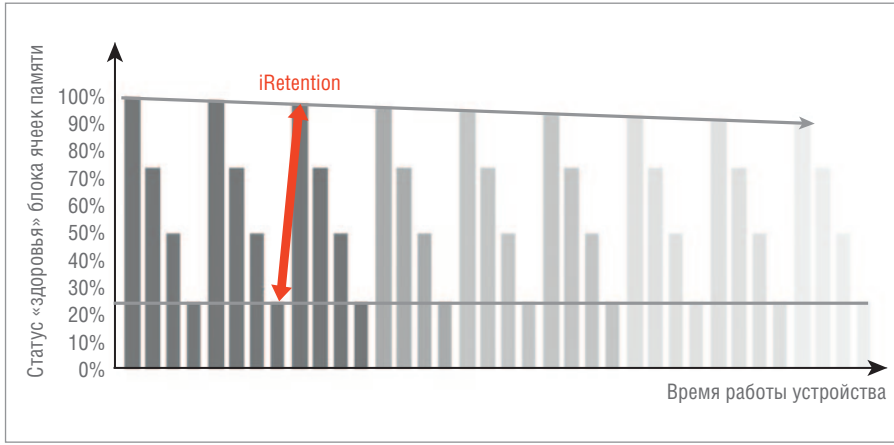


Рис. 8. Алгоритм запуска обновления данных SSD iRetention™

труднее удерживать заряд. Меньшие по размерам ячейки памяти будут терять заряд с большей скоростью, чем традиционные более крупные. Хотя данную проблему нельзя устранить напрямую, важно учитывать этот факт при оценке целостности данных.

Компенсация температуры и P/E

Для решения проблемы сохранения данных твердотельный накопитель должен учитывать как температуру, так и число циклов P/E. Добавление встроенного датчика температуры позволяет SSD строить температурный профиль. Этот профиль и количество циклов P/E постоянно обесчитываются алгоритмом встроенного программного обеспечения, дающим твердотельному накопителю возможность самостоятельно контролировать ситуацию с хранением данных. SSD может определить оптимальную частоту обновления для обеспечения целостности данных, сводя при этом к минимуму низкоуровневые процессы. Другими словами, данные хранятся в безопасности и оказывают минимальное влияние на производительность SSD. Операция обновления работает с блоками данных. Находящиеся в зоне риска блоки данных перемещаются на новые места, после этого таймер хранения данных сбрасывается и начинает

новый отсчёт времени до следующего цикла (рис. 8). Как видно из рис 9, тестирование показывает, что алгоритм компенсации влияния температуры и P/E теоретически может продлить срок хранения данных на многие десятилетия. Например, даже работая в диапазоне +80...+85°C (DF = 168), SSD с алгоритмом обновления будет хранить данные более 80 лет.

ФИЗИЧЕСКОЕ УНИЧТОЖЕНИЕ ДАННЫХ

Система физического уничтожения данных Innodisk представляет собой самоуничтожающуюся конструкцию, которая инициируется подачей на твердотельный накопитель высокого напряжения, разрушающего интегральные схемы контроллера и флэш-памяти (рис. 10). Этот механизм предотвращает несанкционированное использование данных или их утрату при возникновении непредвиденных ситуаций. Он гарантирует, что данные в каждой микросхеме флэш-памяти будут уничтожены безвозвратно и, следовательно, не подлежат восстановлению.

Твердотельные накопители с физическим уничтожением данных подходят для хранения конфиденциальных данных, особенно для аэрокосмических и оборонных приложений.

Процесс физического уничтожения Innodisk: как это работает

Для аэрокосмических и оборонных приложений возможность уничтожения данных на твердотельных накопителях является неотъемлемой частью функциональности. Физическое уничтожение данных в Innodisk делает конфиденциальные данные за очень короткий период времени полностью нечитаемыми, недоступными и не подлежащими восстановлению. Для окончательного уничтожения данных используются два способа: первый — логическое уничтожение данных, второй — их физическое уничтожение. После того как процесс запущен, прошивка и пользовательские данные SSD необратимо стираются. Также происходит физическое разрушение SSD, включая его контроллер, флэш-память и цепь питания. Оба эти метода приводят к уничтожению данных SSD и делают их полностью недоступными для считывания.

Физическое уничтожение данных требует подачи высокого напряжения, поэтому для обеспечения физического уничтожения Innodisk предусматривает подвод напряжения 28 В на один из контактов стандартного разъёма SATA. Это могут быть контакты питания 14 и 15 стандартного разъёма SATA (табл. 1).

Процесс физического разрушения включает следующие шаги:

- Шаг 1. На устройство подаётся дополнительное внешнее питание 28 В.
- Шаг 2. Напряжение 28 В подаётся последовательно на каждый флэш-модуль (рис. 11).
- Шаг 3. Внешнее напряжение, превышающее допустимое напряжение питания модуля, разрушает ячейки памяти.

В корпусе SSD размещено несколько микросхем флэш-памяти. Чтобы гарантировать разрушение всех модулей памяти, для последовательного направления тока на каждый модуль флэш-памяти используется плавкий предохранитель. Без предохранителей ток пошёл бы

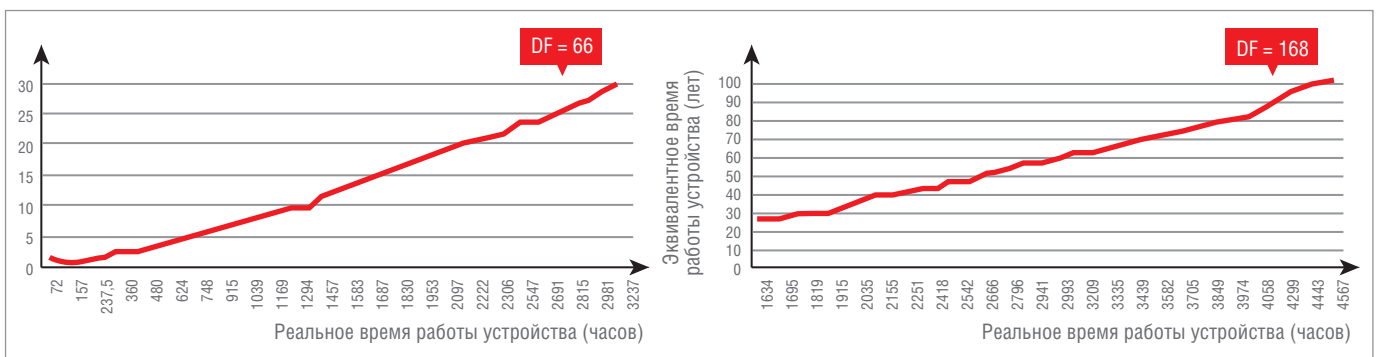


Рис. 9. Сравнение работы SSD при DF=66 и DF=168

Таблица 1

Назначение контактов разъёма SATA для физического уничтожения данных

Контакт	Наименование	Описание
P1	NC	+3,3 В
P2	NC	+3,3 В
P3	GND_28V	Земля 28 В
P4	GND	Земля
P5	GND	Земля
P6	GND	Земля
P7	V5	Питание +5 В
P8	V5	Питание +5 В
P9	V5	Питание +5 В
P10	GND	Земля
P11	DAS/DSS	Индикация активности/запрет ступенчатой раскрутки
P12	GND	Земля
P13	GND_28V	Земля 28 В
P14	28V	Питание +28 В для физического разрушения (опционально, специфично в зависимости от вендора)
P15	28V	Питание +28 В для физического разрушения (опционально, специфично в зависимости от вендора)

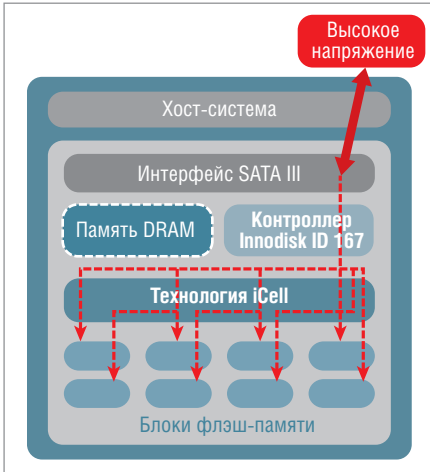


Рис. 10. Принцип физического уничтожения данных SSD

только через одну микросхему памяти. После того как она сгорит, другие микросхемы могут оказаться не выведенными из строя. Встроенная система предохранителей используется для обеспечения направления тока на каждую микросхему флэш-памяти. Когда сгорит первый флэш-модуль, соответствующий ему предохранитель разрывает его цепь (рис. 11). Следовательно, ток будет затем проходить через другие флэш-модули и уничтожать их в последовательном порядке, разрушая каждый.

Механизм физического уничтожения Innodisk – это максимально эффективная функция защиты, особенно для критически важных приложений. Конфиденциальные данные уничтожаются логически, а все внутренние компоненты хранилища и доступа физически разрушаются, что делает невозможным получение данных. Запоминающее устройство становится перманентно невозможным.

Ещё одно решение для мобильной автоматизации

Традиционно немногие устройства CAN работают в операционных системах

Linux. Однако для пользователей, заинтересованных в такой связке, существует альтернатива использовать простые и ограниченные по функциональности драйверы символьных устройств (Character Device Drivers). SocketCAN предлагает лучшее решение, основанное на механизме TCP/IP. Это позволяет одновременно запускать несколько процессов и обеспечивает большую мобильность. SocketCAN – это набор драйверов CAN-устройств с открытым исходным кодом и сетевой стек, разработанные подразделением Volkswagen Research для ядра Linux. Данный пакет известен также как низкоуровневый фреймворк CAN (LLCF). Однако базовый драйвер SocketCAN имеет определённое ограничение – он поддерживает только один порт CAN-устройства. Для любых приложений, которым требуется больше портов, необходимо установить дополнительные модули или внести значительные изменения в API. Например, существуют решения, вносящие изменения в исходный код с целью создания двух независимых портов. В этом разделе мы рассмотрим различия между символьными драйверами и SocketCAN, а также преимущества двухпортового решения Innodisk.

CAN (Controller Area Network – сеть контроллеров) – это стандарт промышленной сети, прежде всего ориентированный на объединение исполнительных устройств и датчиков. CAN широко используется как протокол обмена на основе сообщений между бортовыми устройствами на транспорте, позволяющий микроконтроллерам общаться без участия хост-компьютера. Он также активно применяется в промышленной автоматизации и встраиваемой аппаратуре. Сигнал CAN передаётся посредством витой пары, подключаемой непосредственно к различным устройствам. Открытый исходный код SocketCAN основан на API сокетов Беркли (библиотека для разработки приложений на языке C с поддержкой межпроцессного взаимодействия). До того как стал доступен SocketCAN, работающие в Linux приложения общались при помощи простых символьных драйверов. Но проблема с этими драйверами заключается в том, что они позволяют получить доступ к устройству в определённый момент времени только одному процессу. На примере сети Интернет это было бы похоже на ситуацию, когда после запуска Интернет-браузера вы не можете запустить больше ни одно требующее подключения к сети Интернет приложение. Модификация устройства CAN также влечёт необходимость изменения драйвера и, следовательно, перепрограммирования приложения, чтобы оно соответствовало новым настройкам. SocketCAN решает эти проблемы, используя сетевую модель (аналогично TCP/IP), что позволяет многим приложениям получать доступ к CAN-устройствам одновременно. Универсальность TCP/IP позволяет знакомым с программирова-

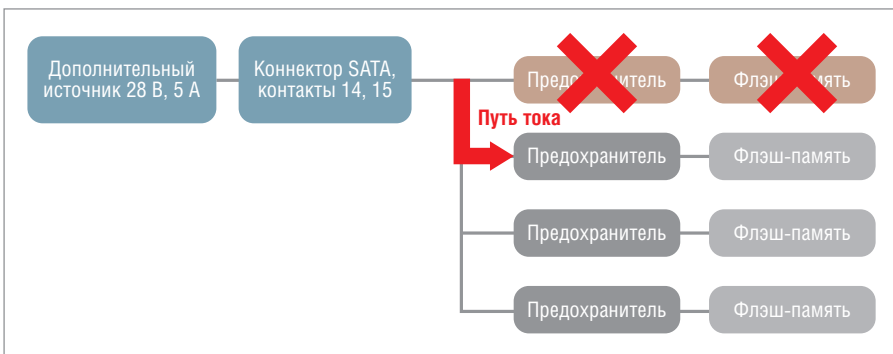


Рис. 11. Пояснение к процессу физического разрушения данных

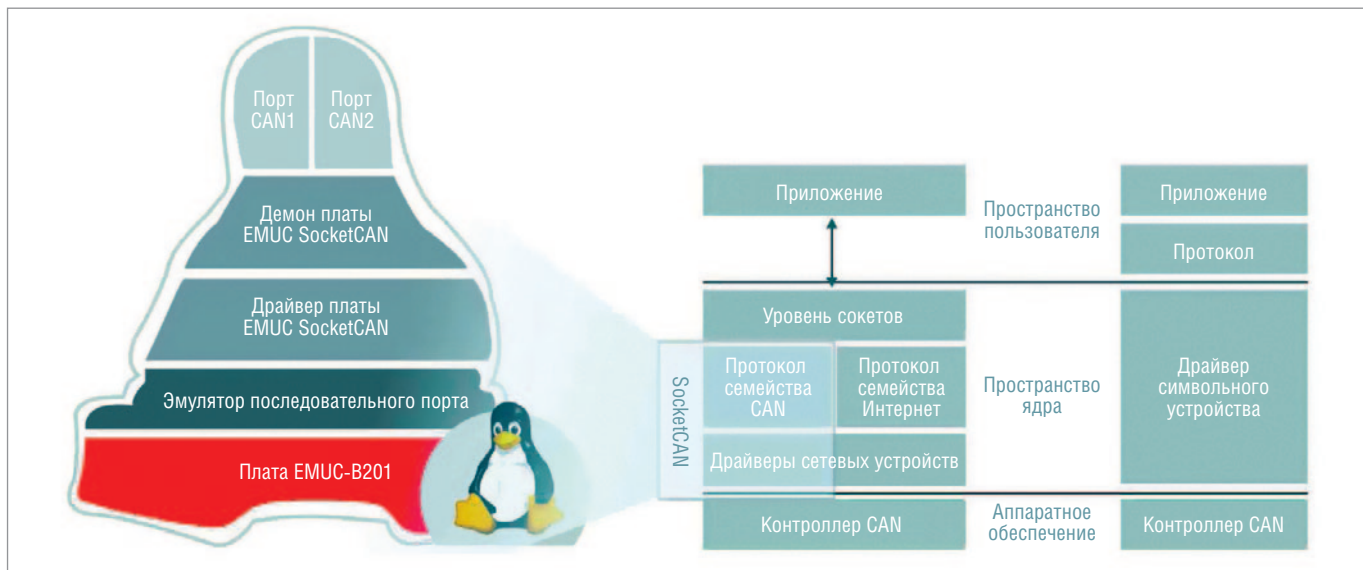


Рис. 12. Сравнение SocketCAN и символического драйвера

нием сетевых приложений пользователям легче освоиться с SocketCAN. Как видно из рис. 12, семейство протоколов, обеспечивающих Socket Layer, подключаемый к пользовательскому пространству, базируется непосредственно на сетевом уровне Linux, в то время как в драйверах сетевых устройств CAN аппаратное обеспечение контроллера лишь взаимодействует с сетевым уровнем Linux.

Преимущества двухпортового решения

В стандартном решении SocketCAN доступен только один порт CANbus. Любое дальнейшее расширение может стать дорогостоящим и трудоёмким, поскольку придётся изменить драйвер или установить второй модуль. Двухпортовое решение включает в себя плату расширения CANbus с модификацией SocketCAN API (рис. 13). Это решение в миниатюрном форм-факторе, построенное на основе исходного кода стандартного SocketCAN open, обеспечивает два порта, которые могут коммуницировать с двумя разными сетями CANbus. Это стало возможным благодаря модификации драйвера и демона (сервисной программы) SocketCAN. Двойные порты обеспечивают избыточность, разделение ресурсов и возможность подключения к независимым сетям CANbus.

При переходе на двухпортовое решение возможны два сценария.

- Сценарий 1: исходная конфигурация была без SocketCAN. Если исходная настройка не использует стандартное решение SocketCAN, то приложения придётся перепрограммировать, так как они не совместимы с интерфейсом SocketCAN.

- Сценарий 2: оригинальная конфигурация использовала SocketCAN. Двухпортовое решение совместимо с любым приложением, которое уже использует SocketCAN. Это означает, что модификация в данном случае — это просто подключение по принципу plug-and-play.

Итак, преимущества SocketCAN для приложений CANbus на основе Linux очевидны. Символьный драйвер может одновременно обслуживать только один процесс и иметь проблемы с совместимостью, поскольку все такие драйверы имеют разные интерфейсы с прикладным уровнем. Тем не менее, есть ограничения и для стандартного решения SocketCAN, так как оно поддерживает только один порт CANbus. Двухпортовое решение с двумя отдельными портами обеспечивает большую гибкость, избыточность и возможность настройки для CAN-устройств, функционирующих под управлением ОС Linux.

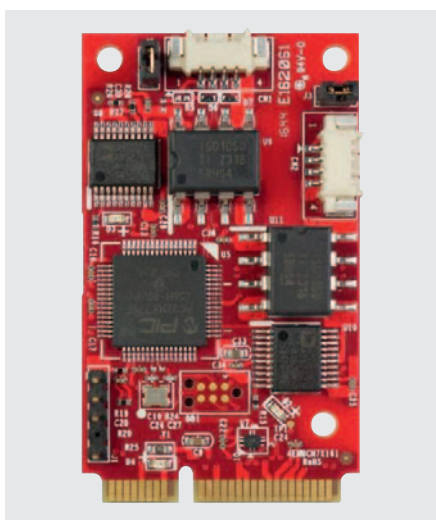


Рис. 13. Двухпортовый модуль CANbus EMUC-B202

Двухпортовое решение Innodisk совместимо с процессорной архитектурой ARM и следующими операционными системами семейства Linux: Ubuntu, Fedora, Debian, CentOS, QNX.

Среди достоинств модуля SocketCAN можно назвать промышленный дизайн с диапазоном рабочих температур -40...+85°C, соответствие по защите от перенапряжения EN 61000-4-5 2,5 кВ, соответствие по диэлектрической изоляции IEC 60950-1:2005 + A1:2009 + A2:2013 2,5 кВ, соответствие по защите от электростатических разрядов EN 61000-4-2 (ESD) до 15 кВ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания Innodisk — один из законодателей на рынке твердотельных устройств памяти для особо ответственных применений. Высококачественная продукция Innodisk традиционно пользуется спросом в судостроении, медицине, промышленности, аэрокосмической, военной, транспортной сферах. Но сегодня с повсеместным внедрением автономных интеллектуальных устройств, зачастую работающих в сложных условиях, чёткая грань между требованиями к военным, промышленным и гражданским системам нивелируется. Растущие ожидания пользователей в плане надёжности и безотказности функционирования заставляют разработчиков всё больше обращать внимание именно на продукцию таких инновационных компаний, как Innodisk. ●

E-mail: textoed@gmail.com

Статья подготовлена по материалам компании Innodisk.



PC/104 – надежность, проверенная временем

- Работа в жестких условиях эксплуатации и расширенном диапазоне температур
- Устойчивость к ударам и вибрации
- Длительный срок доступности



CMx-BTx

Защищенные процессорные платы с Intel® Atom™ E38xx

- Форм-фактор: PC/104, PC/104-Plus, PCI-104
- Интерфейсы: SATA, GbE, USB 3.0, USB 2.0
- Память DDR3L SODIMM до 4 ГБ
- Поддержка VGA и LVDS



CM1-86DX3

Защищенная процессорная плата PC/104 с процессором Vortex86DX3 System-on-Chip

- Память DDR3L, напаянная, до 2 ГБ
- Интерфейсы: SATA, CFast, GbE, Fast Ethernet
- Поддержка VGA и 18/24 бит TTL/TFT



CMx-SLx

Процессорные платы PCI/104-Express тип 1 с Intel® Core™ 6-го поколения (Skylake)

- Память DDR4-ECC, напаянная, до 16 ГБ
- Интерфейсы: PCIe x1, PCIe x16, GbE, SATA, USB 3.1, USB 2.0, COM, GPIO
- Поддержка DDI, HDMI, DP и 18/24 бит LVDS

SEMA-Cloud



- Удаленное управление и контроль устройств в облаке
- Передача данных в облако
- Снижение простоев за счет дистанционного диагностического обслуживания
- Удаленное обновление ПО

