

Сергей Солдатов

## Встраиваемые решения на базе RAID 1

Увеличение объёмов информации, обрабатываемой встраиваемыми системами, повышает внимание к средствам резервирования информации в этих системах. Наиболее простым средством резервирования является построение массивов дисков на базе RAID 1. В статье рассказывается о ряде проблем при реализации RAID 1 во встраиваемых системах, а также об аппаратных RAID-решениях для данной области.

Для построения современных корпоративных отказоустойчивых систем уже давно используются разнообразные технологии резервирования. Но в области встраиваемых решений технологии резервирования стали внедряться относительно недавно, с появлением твердотельных дисков (SSD – Solid-State Drive) и после миниатюризации элементной базы [1]. Компания Innodisk – одна из немногих, кто активно занимается разработками в этом сегменте. Она предлагает компактные и экономичные аппаратные RAID-решения (Redundant Array of Independent Disks – резервированный массив независимых дисков), предназначенные для встраиваемого рынка.

В отличие от традиционных корпоративных приложений перед встраиваемым решением стоит ряд специфических проблем: небольшое пространство, системные ограничения, проблемы с целостностью данных, тяжёлые условия работы. Эти проблемы делают невозможным использование типовых RAID-решений для большинства встроенных приложений.

Для встраиваемых систем нет единого решения, поэтому системный интегратор должен подобрать индивидуальное, но в то же время экономичное решение. И если произошёл сбой, крайне важно, чтобы оператор был проинформирован, а систему можно было бы восстановить без ущерба для целостности данных.

Цель данной статьи – более детально рассмотреть специфику встраиваемых систем и дать представление о надёжном и экономически эффективном решении.

### Истоки проблем встраиваемых систем

Встраиваемые системы многообразны и находят применение в самых разных сферах. Тем не менее, есть общие проблемы, присущие различным отраслям. Благодаря распространению IoT (Internet of Things) постоянно растёт спрос на увеличение возможностей подключения устройств и модернизации системы. Независимо от того, являются ли эти устройства оборудованием специального назначения, аэрокосмической или автомобильной техникой, аппаратурой АСУ ТП, каждый раз, когда встаёт вопрос о расширении хранилища данных, эксплуатационный персонал сталкивается с однотипными трудностями: пространство на борту транспортного средства или платформы уже полностью используется, и для новых систем практически нет места. Таким образом, любое расширение или обновление может обойтись очень дорого.

В то же время у каждого заказчика возникают специфические проблемы в сфере надёжности, безопасности и доступности данных и т.д. Существует потребность в индивидуальной настройке решений, которая не предлагается более крупными поставщиками встраи-

ваемых компонентов. Благодаря индивидуальному решению можно выполнить ограниченное вмешательство в уже находящиеся в эксплуатации системы, обеспечить безопасность данных, а последствия изменений в рамках всего комплекса будут незначительными.

### Проблемы встраиваемых решений

#### Целостность данных

Целостность данных крайне важна во встраиваемых решениях, поскольку внезапный отказ может как привести к большим финансовым потерям из-за простоя, так и представлять опасность для персонала и выполнения техпроцесса. В случае сбоя диска должна быть система уведомлений, а также возможность лёгкой замены диска.

#### Ограничения по размеру

Стандартная конфигурация RAID для корпоративного сектора обычно включает хранилище большой ёмкости, отличающееся дороговизной и громоздкостью. Для системных интеграторов встраиваемых решений зачастую самыми главными являются ограничения по размерам, а затем идут требования к пропускной способности устройств.

### Программные и аппаратные средства RAID

Стандартный RAID-массив обычно реализуется с помощью программного

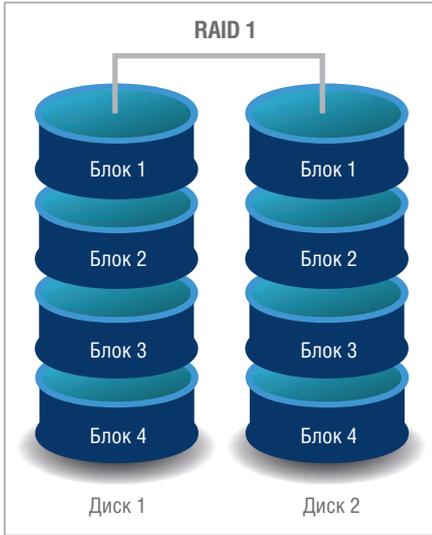


Рис. 1. Зеркалирование дисков при RAID 1

обеспечения, что означает, что поддержка RAID обрабатывается процессором. Тем не менее, во встраиваемых системах процессоры в первую очередь выбираются для повышения энергоэффективности и компактности — поддержка RAID может очень сильно повлиять на скорость обработки.

**Тяжёлые условия эксплуатации**

Промышленные системы предназначены для работы на удалённых объектах и в тяжёлых условиях окружающей среды. Для обеспечения целостности данных компоненты должны выдерживать большие колебания темпера-



Рис. 2. График загрузки центрального процессора для аппаратного и программного RAID

туры, электромагнитные помехи, удары и вибрацию.

**ВОЗМОЖНОСТИ РЕШЕНИЯ ОТ INNOdisk RAID 1**

Одной из основных проблем рынка встраиваемых систем является целостность данных. Чтобы решить эту проблему, можно использовать RAID первого уровня (RAID 1), который работает, просто зеркалируя два диска, поэтому в случае отказа одного диска все данные остаются неповреждёнными и доступными (рис. 1).

При этом скорость записи остаётся такой же, как и при установке одного

диска. При чтении RAID 1 увеличивает скорость за счёт того, что имеется один и тот же набор данных, доступный на обоих дисках.

**Компактность**

Пространственные ограничения можно учесть, используя устройства в компактных форм-факторах. Для самой маленькой RAID-системы просто необходим модуль RAID с двумя встроенными SSD-дисками, что позволяет значительно упростить интеграцию.

**Аппаратный RAID**

Компания Innodisk предлагает аппаратный RAID (табл. 1), где RAID реали-

Решение RAID 1 от Innodisk

Таблица 1

Внешний вид					
	Форм-фактор	mPCIe/mSATA	M.2	2,5	Standard PCIe x4
	Интерфейс ввода	PCI Express 2.0	SATA III	SATA III	PCI Express 2.0
		SATA III			
	Интерфейс вывода	SATA III	SATA III	SATA III	SATA III
Выходной разъём	7-контактный SATA	7-контактный SATA	M.2 2242/2260/2280 mSATA	M.2 2242/2260/2280/22110	

Таблица 2

Возможности программного обеспечения iRAID для управления RAID и SSD

Возможность	Описание
Монитор	Позволяет быстро получить данные о состоянии настроенного RAID
Логгирование	Доступ к подробным записям о работе устройств
Доступ к SMART-информации	Простой доступ к SMART-информации устройств хранения
Уведомления	Настройка уведомлений оператора при выполнении определённых параметров

зован в отдельном контроллере на модуле расширения. Это означает, что зеркалирование диска происходит без загрузки центрального процессора, что гарантирует отсутствие снижения производительности в других процессах (рис. 2).

Данный процесс полностью автоматизирован и начнётся, как только будет установлен новый модуль SSD.

### Программное обеспечение для мониторинга

Благодаря эффективной системе мониторинга пользователь может получить доступ к SMART-информации SSD в любое время. Система уведомлений будет предупреждать пользователя, если произойдёт нештатная ситуация,

что, в свою очередь, позволяет устранить проблему до потери данных.

Программное обеспечение iRAID от Innodisk предоставляет возможности мониторинга, логгирования, доступа к SMART-информации и уведомлениям (табл. 2), а также позволяет осуществлять отдельный контроль до пяти модулей резервирования.

### Прочность

Для обеспечения работы в экстремальных условиях модули Innodisk тестируются для использования в промышленных диапазонах температур -40...+85°C, а также при вибрациях до 5g с частотой 7...2000 Гц и ударах до 50g в течение 0,05 мс.

## ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЙ RAID 1 ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

### Машинное зрение в фармацевтической промышленности

Сегодня упаковка и контроль фармацевтической продукции полностью автоматизированы. Фармацевтические компании автоматизировали весь технологический процесс и сократили расходы на производство. Также без участия человека требуется выполнять строгую дозировку и маркировку фармацевтической продукции. В поисках решения, которое объединило бы как высокую производительность, так и полную сохранность данных, немецкий производитель систем видеоконтроля (устройств машинного зрения) обратился за помощью к Innodisk. Перед компанией Innodisk стояли следующие задачи:

- обеспечение качества – любая ошибка в системе может привести к неправильной дозировке или к сбою в маркировке;
- предотвращение остановки производственного процесса – замена

# Система расширения интерфейсов MI/O

## Гибкая разработка компьютерных систем

Одноплатный компьютер + модуль MI/Oe

Одноплатный компьютер

Модуль MI/Oe

Корпус с расширением MI/Oe

Enabling an Intelligent Planet

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама



## **КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ НА УРОВНЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОТОКОЛОВ**



- Аппаратно-программный комплекс для защиты промышленной Ethernet-сети от киберугроз
- Работа на базе глубокой инспекции пакетов (Deep Packet Inspection)
- Поддержка >70 промышленных и IT-протоколов
- Загружаемые программные модули анализа трафика промышленных протоколов:  
**ModBus/TCP • EtherNet/IP • OPC • IEC 104 • DNP 3 • GOOSE**
- Наличие предустановленных шаблонов безопасности для ПЛК и технологического оборудования
- Прозрачный режим работы для всех сетевых устройств (нет IP-адреса)
- Быстродействие > 1000 пакетов/с при полной нагрузке
- Легкая интеграция в существующую сеть
- Выполнен в промышленном исполнении
- Отраслевые сертификаты МЭК 61850, IEE 1613, ATEX, GL, EN 50121-4

неисправных устройств может быть связана с дорогостоящим простоем оборудования;

- контроль системы — заказчику требовалось контролировать состояние устройств и своевременно делать профилактику до возникновения ошибок.

Соединив аппаратные средства с программным обеспечением собственной запатентованной разработки, компания Innodisk смогла предложить интегрированное решение.

Данное решение обладает следующими возможностями:

- резервирование хранения данных: применение RAID 1 с дублирующим SSD означает, что система остаётся работоспособной даже при выходе из строя одного из дисков;
- простота замены: в случае отказа устройства неисправный SSD можно быстро заменить, и RAID будет автоматически восстановлен после установки нового диска;
- контрольное ПО iRAID позволяет пользователю легко отслеживать состояние каждого устройства.

В решении использовался модуль E2SS-32R2 в формате 2,5" с возможностью создания RAID-массива (RAID 0/1) на базе дисков формата M.2 (2xS80 3MG2-P SSD) с интерфейсом SATA III. Для управления массивом дисков применяется инструмент управления iRAID.

Решение компании Innodisk представляет собой хорошо управляемую систему со встроенным программным обеспечением для устранения любых

непредвиденных ошибок и сбоев, с которыми сталкивается заказчик.

### СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Перевозчики на железнодорожном транспорте постоянно сталкиваются с новыми проблемами, когда речь заходит о контроле безопасности на подвижном составе и удовлетворённости пассажиров качеством сервиса. Наряду с повсеместным использованием электропитания через Ethernet (Power over Ethernet, PoE) и IoT железнодорожные операторы говорят о высоком спросе на постоянное Интернет-подключение, которое позволяет обеспечить конкурентоспособность. Это подключение необходимо для информационно-развлекательной системы, которая сообщит пассажирам обо всех изменениях в расписании, а также предоставит другую полезную и необходимую информацию, в то время как система контроля позволит машинисту быстро оценить и урегулировать нештатные ситуации в случае их возникновения. Но при огромном интересе к новой системе специалисты отмечают, что одним из главных препятствий для её внедрения остаётся отсутствие оптимального решения.

Компания Innodisk смогла предложить для данного сегмента оригинальное решение (рис. 3) в части резервирования, которое включает:

- RAID с двумя SSD — компактное решение для увеличения ёмкости диска, повышающее надёжность;

- кастомизированное программное обеспечение и систему восстановления данных для обеспечения сохранности информации и устойчивой работы диска.

Все модули протестированы и сертифицированы для эксплуатации в широком диапазоне рабочих температур.

Аппаратное и программное обеспечение системы:

- два SSD 3MG2-P (ёмкость до 2 Тбайт);
- RAID-модуль E2SS-32R1/32R2 (RAID 0, RAID 1);
- оптимизированное программное обеспечение на базе кастомизированной Linux OS для восстановления на главном сервере.

В результате с внедрением контроля беспроводных систем железнодорожный оператор перевозок сможет обеспечить устойчивую и надёжную систему связи и повысить удовлетворённость пассажиров предоставляемыми услугами.

Оператор имеет прекрасное оборудование, чтобы справиться с любой нештатной ситуацией, а также обеспечить высокий уровень безопасности.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждое встраиваемое приложение уникально и требует уникального решения, но есть определённые проблемы, общие для различных отраслей, такие как небольшое пространство, системные ограничения и тяжёлые условия работы. Благодаря установке компактного встраиваемого RAID 1 эти проблемы могут быть в значительной степени решены.

Аппаратный RAID практически не влияет на производительность системы, а программное обеспечение для мониторинга будет предупреждать пользователей о возможной нештатной ситуации и предоставлять оперативную информацию о состоянии дисков. В то же время реализация решения в промышленном исполнении обеспечивает высокую надёжность работы системы. ●

*Статья подготовлена по материалам компании Innodisk*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Си Си Ву. Как сделать встраиваемый накопитель данных отказоустойчивым // Современные технологии автоматизации. — 2018. — № 2.

E-mail: [ssacompany@mail.ru](mailto:ssacompany@mail.ru)



Рис. 3. Решения Innodisk применяются для контроля безопасности на железнодорожном транспорте



# COM Express ADLINK

## ДОБАВЬ МОЩНОСТИ СВОИМ РЕШЕНИЯМ




**NEW** **EXTREME RUGGED**

**Express-KL/KLE**  
**сExpress-KL**

Модули COM Express™ тип 6 и тип 6 Compact с процессорами 7-го поколения Intel® Core™ и Intel® Xeon P (Kaby Lake)



**EXTREME RUGGED**

**Express-SL/SLE**  
**сExpress-SL**

Модули COM Express™ тип 6 и тип 6 Compact с процессорами 6-го поколения Intel® Core™, Xeon™ и Celeron (Skylake)



**EXTREME RUGGED**

**сExpress-AL**

Модули COM Express™ тип 6 Compact с процессорами Intel® Atom E3900, Pentium и Celeron, SoC



**сExpress-BW**

Модули COM Express™ тип 6 Compact с процессорами Intel® Pentium, Celeron N3000 и Atom x5 E8000, SoC (Braswell)

