

## ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ БУДУЩЕГО

И.Н. Афонин (Компания ПРОСОФТ)

Представлены структура, возможности и особенности отказоустойчивой информационной системы нового поколения *Advantix Intellect*, выпускаемой компанией ЗАО НПФ "ДОПОМАНТ".

Ключевые слова: информационная система, доступность, надежность, отказоустойчивость, кластерные решения.

**Введение**

В настоящее время успешное функционирование высокотехнологичного предприятия невозможно без современных систем автоматизации на всех уровнях производственных и технологических процессов. Информационные системы обеспечивают не только автоматизацию технологических операций, но и все больше проникают в бизнес-процессы предприятий, связывают системы класса SCADA, MES и ERP в одно целое и повышают эффективность работы предприятия в целом. Поэтому одной из основных задач построения информационной системы является обеспечение ее продолжительного и бесперебойного функционирования, обеспечение высокой доступности. Выбор стратегии обеспечения высокой доступности зависит от специфики производственного процесса и, прежде всего, определяется максимально допустимым временем простоя. Для разных предприятий стоимость простоя может отличаться на несколько порядков. А в некоторых критически важных процессах отказ влияет на безопасность и может привести к невозможным потерям.

**Достижение высокой доступности информационной системы**

*Доступность* — это степень готовности системы или компонента к эксплуатации в случае необходимости и определяется надежностью системы, а также временем, которое требуется на восстановление в случае сбоя:

$$A_v = \frac{T_0}{T_0 + T_v},$$

где  $T_0$  — среднее время наработки на отказ,  $T_v$  — время восстановления.

Очевидно, что для повышения степени готовности системы ( $A_v \rightarrow 1$ ) необходимо увеличивать среднее время наработки на отказ ( $T_0 \rightarrow \infty$ ) и уменьшать время восстановления между сбоями ( $T_v \rightarrow 0$ ).

Среднее время наработки на отказ связано с интенсивностью отказов:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_i},$$

где  $\lambda_i$  — интенсивность отказа  $i$ -го компонента.

Согласно этому выражению, средняя наработка на отказ будет определяться компонентом, интенсивность отказов которого значительно выше остальных, так называемое "слабое звено". В информационных системах это, прежде всего, высоконагруженные компоненты: системы питания и охлаждения (блоки питания и вентиляторы) и дисковая подсистема

(жесткие диски). Для повышения надежности этих компонент используется резервирование.

В простейшем случае наработка на отказ резервированных однотипных компонентов (стандартный вариант резервирования в серверах) определяется как:

$$T_{op} = T_0 \sum_{i=0}^m \frac{1}{i+1},$$

где  $T_{op}$  — средняя наработка на отказ компонента;  $m$  — кратность резервирования.

Для наиболее простого варианта, когда  $m=1$ , получаем:  $T_{op}=1,5T_0$ . Таким образом, при дублировании средняя наработка на отказ увеличивается в 1,5 раза.

В зависимости от времени восстановления после сбоев, решения высокой доступности можно разделить на два основных класса:

— устойчивые к отказам (Fault Tolerance) — системы, способные за короткий промежуток времени обнаружить отказ и восстановить работоспособность с минимальной потерей информации;

— непрерывной готовности (Continuous Availability) — системы, обеспечивающие функционирование при отказах с нулевым временем простоя и без потери информации. Дополнительным требованием является отсутствие деградации системы в случае отказа.

Повышение готовности достигается также использованием компонентов с возможностью горячей замены, что позволяет значительно уменьшить время восстановления между сбоями (при наличии ЗИП).

По своей реализации отказоустойчивость подразделяют на активную и пассивную. Активная отказоустойчивость основывается на специальных процессах обнаружения отказа и реконфигурации системы, пассивная — в способности не потерять свои функциональные свойства при отказе отдельных элементов.

Активная отказоустойчивость позволяет более экономно построить систему высокой доступности. Но это связано с потерей времени при восстановлении системы (простой) и потерей части данных. Этот вид отказоустойчивости реализуется в кластерных системах. Кластер состоит из нескольких серверов, которые называются узлами кластера (Node), и представляется единым целым для ОС, ПО и пользователей. Узлы кластера связаны между собой посредством так называемого "сердечного пульса" (Heartbeat), который позволяет системе отслеживать их работоспособность и управлять ими. Когда пропадает "пульс" основного узла, система автоматически переносит соответствующий сервис на другой узел. Этот способ повышения высокой доступности относится к категории Fault Tolerance.

Пассивная отказоустойчивость применяется для реализации непрерывной готовности системы. Структурно она строится на мажоритарном принципе либо на резервировании с полным контролем компонентов: до уровня процессорных и системных тактов, блоков памяти, которые не допускают отказов системы и потерю данных.

В обоих случаях повышение отказоустойчивости ведет к избыточности системы. Следует отметить, что высокая доступность — недешевое решение. Каждая девятка после запятой может увеличивать стоимость в разы и даже на порядки.

**Решение Advantix Intellect**

Построение эффективной и качественной информационной системы высокой доступности представляет собой достаточно сложную задачу, реализация которой требует глубоких знаний, опыта и значительных средств. Однако есть решения, позволяющие достичь высокой надежности без особых затрат. В качестве такого решения предлагается готовая отказоустойчивая система нового поколения Advantix Intellect, позволяющая достичь уровня готовности 99,99+.

Решение представляет собой два стандартных сервера Intel x86 архитектуры с поддержкой технологии IPMI (Intelligent Platform Management Interface), объединенных в кластер с помощью специального ПО (рисунок).

По служебному каналу (Private link) передаются пакеты, обеспечивающие синхронизацию данных и использующиеся для обнаружения сбоев и управления ресурсами. Данные и приложения непрерывно синхронизируются в масштабе РВ между узлами системы. При возникновении неполадки на одном сервере его функции берет на себя второй. Все это происходит автоматически и не требует участия оператора. Пользователи, подключенные по сети предприятия (Enterprise link), видят систему как единое целое. Управление и мониторинг осуществляется с помощью Web-консоли с любого ПК, удаленно или локально подключенного к сети предприятия.

Ключевой особенностью данного решения, позволяющего достичь уровня четырех девяток “плюс”, является реализация проактивного мониторинга состояния системы.

Традиционные кластерные решения по обеспечению высокой доступности контролируют компоненты системы только на наличие обратной связи.

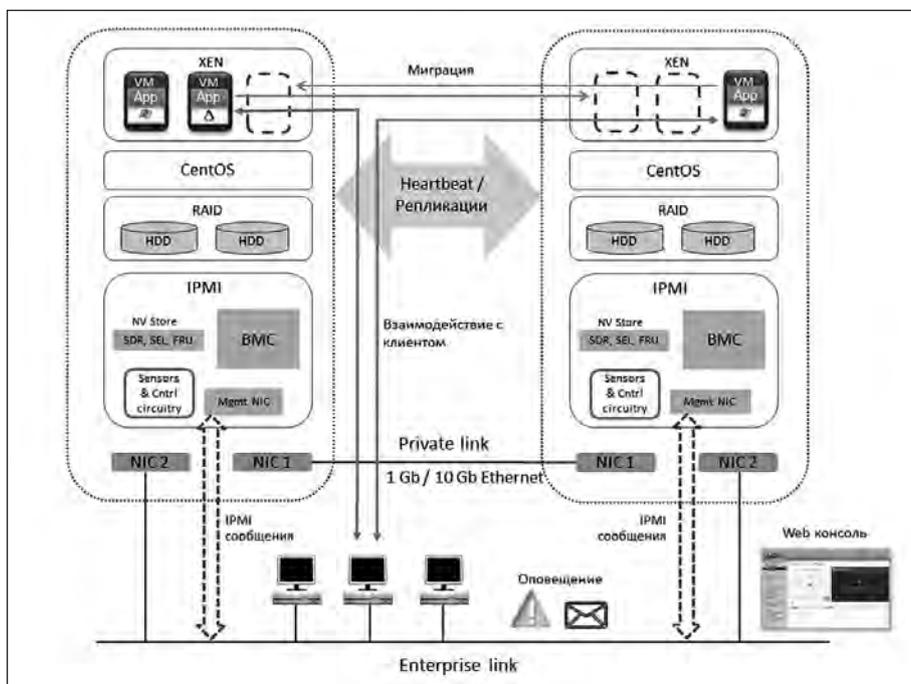
Неисправность распознается только в том случае, когда они выходят из строя. В данном решении используются функциональные возможности, предоставляемые интеллектуальным интерфейсом управления платформой IPMI: мониторинг, управление, журналирование и инвентаризация, доступные независимо от процессора, BIOS и ОС. Использование возможностей IPMI является ключевым моментом для обеспечения высокой доступности системы.

Взаимодействуя по интерфейсу IPMI, модули специального ПО выявляют потенциальные неполадки в системе и переносят приложения и данные на неповрежденный сервер.

Такой подход позволяет не только отследить внезапные отказы резервированных компонент, таких как блоки питания, вентиляторы, жесткие диски, но и, анализируя изменение параметров аппаратных компонентов информационной системы (таблица), предотвратить их постепенные отказы и избежать выхода из строя системы в целом.

Описанный мониторинг производится более чем по 150 параметрам системы, доступным через IPMI. Это напряжения и температура, скорость вращения вентиляторов и ошибки памяти и др. Наряду с мониторингом всех текущих процессов ведется журнал всех событий и ошибок. Администратор может просмотреть любые произошедшие изменения и проанализировать их. Непрерывный контроль выполняемых приложений и аппаратного обеспечения позволяет выявить назревающие проблемы прежде чем они приведут к сбою.

Система предусматривает разные виды оповещений и поддерживает удаленное администрирование через Web-консоль с использованием обычного браузера. С ее помощью можно управлять физически-



Функциональная схема решения Advantix Intellect

Таблица. Некоторые параметры, влияющие на постепенные отказы информационной системы

Компоненты информационной системы	Параметры
Процессор	Напряжения питания, температура
Материнская плата	Ошибки ECC интерфейсов, напряжение питания, температура
Оперативная память	Ошибки оперативной памяти, температура
Дисковая подсистема	Ошибки жесткого диска, износ диска, ошибки RAID массива, датчик аккумулятора RAID контроллера
Сеть	Ошибки связи
Система охлаждения	Скорость вращения вентиляторов, температура
Блок питания	Температура, напряжение

ми и виртуальными машинами, дисковой подсистемой, делать Backup, Snapshot и импорт виртуальных машин, настраивать параметры системы, выводить физические и виртуальные машины на обслуживание без остановки системы.

Еще одним аспектом повышения надежности производственных информационных систем является снижение зависимости от так называемого человеческого фактора. Чем сложнее система, тем более высококвалифицированные специалисты нужны для ее обслуживания и тем больше допускается ошибок при ее эксплуатации. Решение Advantix Intellect основывается на двух стандартных серверах Intel архитектуры и не требует дополнительного оборудования в виде внешних систем хранения данных. Управление системой осуществляется с единой Web-консоли. Автоматизация процессов управления, интуитивно понятный и простой интерфейс консоли позволяет избежать многих ошибок операторов. Таким образом, минимальное число стандартного оборудования и простота управления понижают требования к квалификации персонала.

*Афонин Игорь Николаевич – бренд-менеджер отдела промышленных компьютеров компании ПРОСОФТ.  
Контактный телефон (495) 234-06-36.  
[Http://www.prosoft.ru](http://www.prosoft.ru)*

Решение Advantix Intellect поддерживает возможность отдельной установки узлов системы (так называемую Split Site), которая обеспечивает защиту от внешних воздействий, таких как пожар, вандализм и др. Без ущерба функционирования узлы можно разнести на значительное расстояние, обеспечив задержку в канале связи  $\leq 10$  мс. Для оценочного расчета можно использовать задержку в 1 мс на 100 км для оптического канала и 1 мс для каждого неблокируемого коммутатора без маршрутизации. Без особых затрат при использовании «меди» можно обеспечить расстояние до 5 км.

Исследования Gartner Group и опыт эксплуатации информационных систем показывают, что обслуживание и поддержка в рабочем состоянии программно-аппаратного обеспечения обходится в пять раз дороже затрат на их приобретение. Решение Advantix Intellect, характеризующееся высокой степенью доступности без дополнительных вложений, позволяет значительно снизить TCO (Total Cost of Ownership).

### Заключение

Современные высокотехнологические предприятия предъявляют самые высокие требования к надежности информационных систем обеспечивающих их функционирование. Цена отказа (простоя) информационной системы зависит от специфики производства и может варьироваться в значительных пределах, не говоря о затратах на ликвидацию последствий аварийных отказов. Отказ лучше предотвратить, чем ликвидировать его последствия. Поэтому главным трендом в технологиях информационной безопасности, одной из которых и является обеспечение высокой доступности, становится проактивность. Применение таких решений обеспечивают высокую доступность, значительно снижают совокупную стоимость владения и подходят для применения в системах автоматизации различных уровней производственных процессов.

### Emerson расширяет семейство ультразвуковых расходомеров для высокоточного динамического измерения расхода СПГ

Emerson Process Management сообщает о запуске в производство нового ультразвукового расходомера Daniel™ 3818, предназначенного для измерения сжиженного природного газа (СПГ). Специально разработанный для снижения погрешности измерений на протяжении всей цепочки производства и использования СПГ расходомер идеально подходит для морских применений, связанных с транспортировкой и добычей, включая коммерческий учет, выравнивание загрузки,

контрольные измерения, отдельный учет, загрузку и разгрузку танкеров.

Динамическое измерение объемов СПГ обеспечивает точность, более высокую по сравнению с методами статического измерения, и может принести реальную экономию. Благодаря уникальной конструкции разработки British Gas, быстрой обработке сигналов и наличию усовершенствованных датчиков линейность 3818 составляет  $\pm 0,15\%$ , а неопределенность коэффициента преобразования –  $\pm 0,027\%$ .

[Http://www.emersonprocess.com](http://www.emersonprocess.com)