

Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления горнотранспортным комплексом «иртыш»

ООО «НЦПР» (Технический бюллетень)

Настоящая статья продолжает серию публикаций, посвященных созданию интегрированной Автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления горнотранспортным комплексом (АСОДУ ГТК) «Иртыш», первоначально создававшейся для угольного разреза «Восточный» (Экибастузский район, Республика Казахстан). В ней раскрываются основные принципы и особенности создания современных автоматизированных систем управления для открытых разрезов и описаны основные подходы к реализации оперативно-диспетчерского управления промышленным железнодорожным и автомобильным транспортом при выполнении задач по транспортировке горной породы на примере интегрированной системы, охватывающей все основные технологические комплексы предприятия. Статья рассчитана на руководителей и технических специалистов предприятий горнодобывающей промышленности, промышленного железнодорожного транспорта и электроэнергетики.

Общие положения

Одним из основных компонентов Автоматизированной системы оперативно-диспетчерского управления «Иртыш» является современный вычислительный комплекс, который обеспечивает решение всех стоящих перед системой функциональных задач. Вычислительный комплекс работает в круглосуточном режиме, что обусловлено особенностями технологического процесса добычи и транспортировки полезных ископаемых. Поскольку данный технологический процесс является непрерывным, а находящееся под управлением системы горнотранспортное оборудование (ГТО) эксплуатируется в режиме 24 часа в сутки, семь дней в неделю 365 дней в году, сбой и перерывы в работе АСОДУ ГТК связаны с серьезными финансовыми потерями и являются крайне нежелательными, а в некоторых случаях, абсолютно неприемлемыми. В связи с этим при проектировании вычислительного комплекса системы особое внимание уделяется обеспечению его высокой надежности¹ и живучести², чем обеспечивается не только ритмичность работы ГТО, но и непрерывность диспетчерского управления, и возможность своевременной реакции на возникающие отклонения в выполнении сменных заданий со стороны операторов системы.

Вычислительный комплекс АСОДУ ГТК используется при выполнении и обеспечении выполнения следующих функций:

- оперативного диспетчерского управления и информационно-аналитического обеспечения процессов добычи и транспортировки полезных ископаемых в части подготовки производственной документации;
- инструментального сбора данных о работе оборудования и персонала;

- оперативного анализа полученных данных и подготовки вариантов решений диспетчерам по управлению ГТО;
- передачи команд и автоматического контроля их исполнения;
- трансляции сигналов тревог и оповещения персонала в интересах обеспечения безопасности работ;
- формирования текущих и обобщенных отчетов о работе оборудования и персонала;
- накопления и анализа полученных данных для совершенствования технологического процесса.

Фактически с развертыванием АСОДУ ГТК ее вычислительный комплекс становится основой всей информационной системы предприятия.

Построение вычислительного комплекса АСОДУ ГТК повышенной надёжности и живучести

Состав и производительность вычислительного комплекса выбираются исходя из объёма и характера решаемых им задач, а также его места в общей информационной системе предприятия. Архитектура АСОДУ ГТК предусматривает наличие взаимодействия с Автоматизированной системой управления предприятием³, в первую очередь, с модулями подсистем кадров, учёта материальных средств, управления ремонтами и обслуживанием оборудования. Техническую основу вычислительного комплекса составляет сервер, состоящий из двух или трех вычислительных узлов, работающий под управлением ОС Windows и обеспечивающий функционирование базового программного обеспечения (ПО) системы на основе СУБД SQL Server.

В одной из практических реализаций АСОДУ ГТК непрерывное функционирование информационной системы обеспечивается специальным ПО Stratus everRun, защищающим приложения от отказов и сбоев в работе аппаратной части сервера. Вышеуказанное программное обеспечение позволяет организовать непрерывное выполнение приложений благодаря созданию общей операционной среды из двух физических серверов с использованием виртуализации. ПО Stratus everRun полностью дублирует окружение прикладной программы, включая данные в памяти, гарантируя работу без потерь и прерываний. В случае, если один из физических узлов перестаёт работать, приложение продолжает выполняться на другом узле. При отказе аппаратного компонента, ПО everRun подменяет его работоспособным компонентом второго узла до тех пор, пока вышедший из строя компонент не будет восстановлен или заменен.

В качестве технической основы применяется вычислительный комплекс повышенной надёжности и живучести в составе двух идентичных вычислительных узлов, каждый из которых имеет собственное дисковое пространство. Узлы связаны друг с другом сетевыми интерфейсами. Защищаемые приложения запущены на виртуальном сервере. Упрощенная схема комплекса представлена ниже.

[изображение отсутствует: d86aa62fe93e-343.jpg]

Упрощенная схема вычислительного комплекса повышенной надёжности и живучести под управлением ПО Stratus everRun.

ПО everRun устанавливается на оба сервера в несколько шагов, основная настройка происходит автоматически. Виртуальные машины создаются и управляются через встроенный web-интерфейс.

Реакция системы на сбой определяется выбранным уровнем отказоустойчивости:

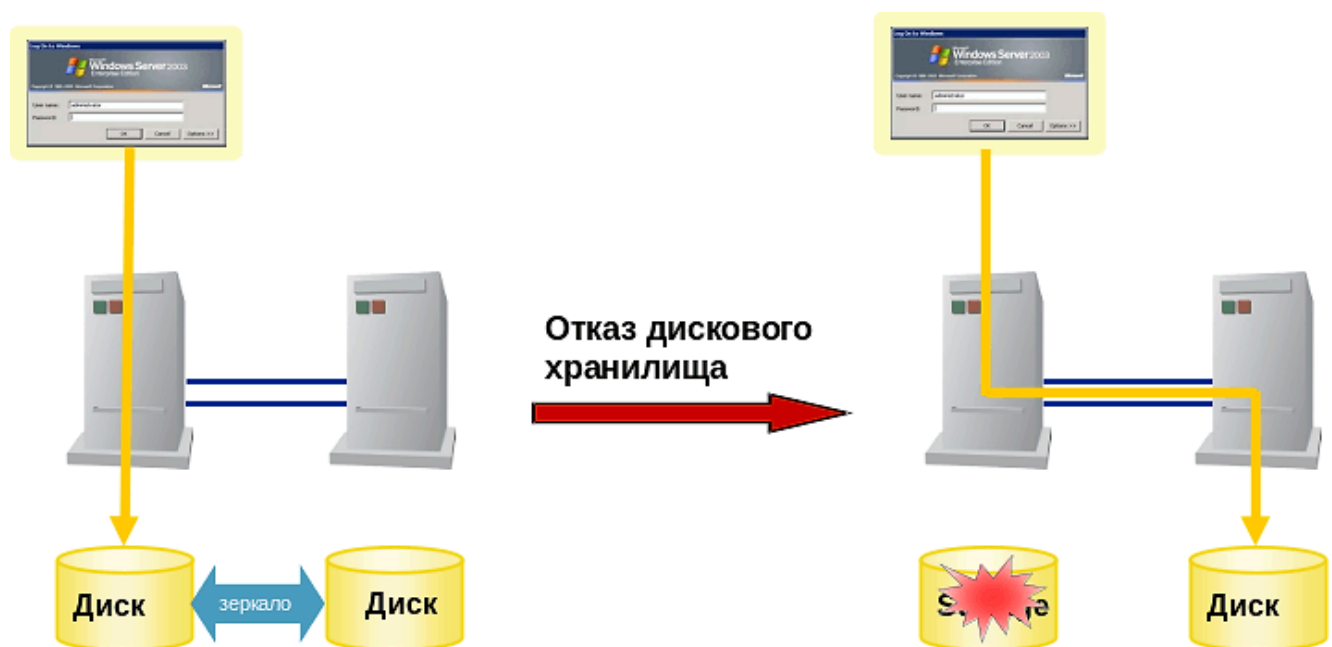
- первый — начальный;
- второй — отказоустойчивость на уровне компонентов;
- третий — полная отказоустойчивость.

На первом уровне при выходе из строя одного из узлов или его компонентов, защищаемая ОС и приложения загружаются на другом узле, как это представлено ниже.



Реализация первого уровня отказоустойчивости.

На втором уровне при выходе из строя компонентов (жесткого диска, сетевой платы и т.п.), защищаемая ОС использует аналогичный ресурс на втором узле, как это показано ниже. Время простоя равно нулю.



Реализация второго уровня отказоустойчивости

(при выходе из строя устройства внешней памяти).

При выходе из строя одного из узлов целиком, защищаемая ОС загружается на втором узле. Доступность сервера приостанавливается только на время загрузки ОС на этом узле, как показано ниже.



Реализация второго уровня отказоустойчивости

(при выходе из строя вычислительного узла).

На третьем уровне при выходе из строя узла целиком, либо его компонентов, защищаемая ОС всегда остается доступной для пользователей. Время простоя фактически равно нулю.

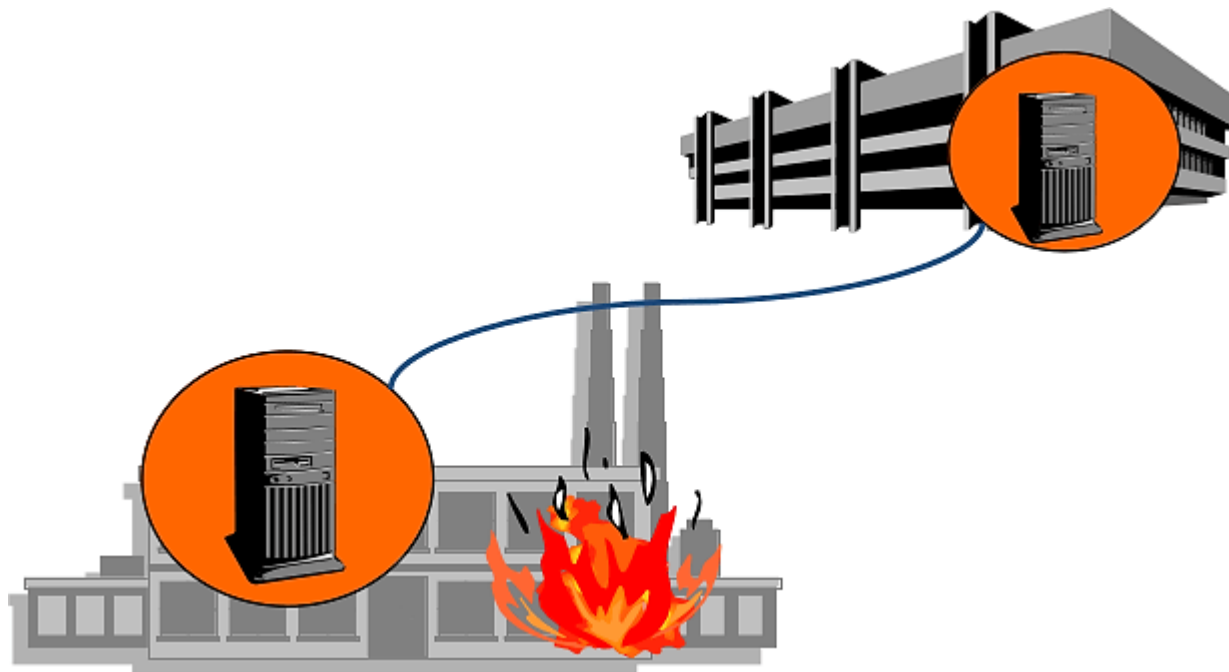


Реализация третьего уровня отказоустойчивости

(при выходе из строя вычислительного узла).

На втором и третьем уровнях допускается отключение одного из вычислительных узлов системы для обслуживания без потери доступности виртуального сервера.

Все уровни отказоустойчивости предусматривают использование системы в катастрофоустойчивом⁴ варианте с разнесением вычислительных узлов между удаленными техническими площадками, как это показано ниже.



Реализация катастрофоустойчивого сервера под управлением ПО Startus everRun.

При выборе архитектуры вычислительного комплекса рассматривается необходимость обеспечения двух уровней доступности – отказоустойчивость FT⁵ или высокая доступность HA⁶ – каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, поиск компромисса между которыми выполняется совместно с техническими специалистами заказчика на этапе предпроектного обследования объекта автоматизации.

В архитектуре вычислительного комплекса для реализации режима FT состояние виртуальной машины на обоих физических узлах полностью идентично. Данный режим характеризуется полным отсутствием единой точки отказа. Состояние подсистемы хранения «зеркалируется» между узлами, поэтому необходимость в использовании внешних запоминающих устройств отсутствует.

В архитектуре вычислительного комплекса для реализации режима HA, благодаря избыточности на уровне компонентов, система выдерживает сетевые сбои и отказы системы хранения без простоя. В случае отказа физического узла целиком, виртуальная машина автоматически восстанавливается на другом узле. Как и в режиме FT, отсутствует необходимость в использовании внешних запоминающих устройств.

В обоих режимах непрерывно выполняется мониторинг состояния аппаратных средств серверов, производится автоматическая обработка ошибок и восстановление работы в случае сбоев.

Таким образом, в АСОДУ ГТК «Иртыш» реализован современный вычислительный комплекс повышенной надёжности и живучести, способный непрерывно функционировать в повседневной обстановке и в чрезвычайных ситуациях, вызванных природными или техногенными катастрофами, либо террористическими актами. Такое техническое решение позволяет свести к минимуму или

полностью исключить простои в работе по причинам сбоев в работе оборудования и программного обеспечения вычислительного комплекса и добиться непрерывности управления технологическим процессом добычи полезных ископаемых.

Сноски

1. **Надёжность** (англ. *reliability*) – [свойство системы](#) сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания и транспортирования [ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»]. ↩
2. **Живучесть** (англ. *survivability*) – свойство системы, характеризуемое способностью выполнять установленный объём функций в условиях воздействий внешней среды и отказов компонентов системы в заданных пределах [ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения»]. ↩
3. **Автоматизированная система управления предприятием (АСУП)** – комплекс программных, технических, информационных, лингвистических, организационно-технологических средств и действий квалифицированного персонала, предназначенный для решения задач планирования и управления различными видами деятельности предприятия. ↩
4. **Катастрофоустойчивость** (англ. *Disaster Recovery, DR*) – это способность к восстановлению после катастрофы, то есть устойчивость к воздействию природных и техногенных катаклизмов и террористических актов. ↩
5. **Отказоустойчивость** (англ. *Fault-Tolerance, FT*) – способность системы сохранять работоспособность после отказа одного или нескольких компонентов. ↩
6. **Высокая доступность** (англ. *High Availability, HA*) – способность системы выполнять требуемую функцию при заданных условиях в данный момент времени или в течение заданного интервала времени. ↩