

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗЕРВИРОВАННОГО СЕРВЕРА ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ

В.И. Ухов (ООО "Систел")

Рассматривается реализация резервированного сервера телемеханики, построенного по технологии специализированной кластерной системы, в системах диспетчерского управления электрическими сетями. Предлагаемое решение допускает построение территориально распределенных кластерных систем.

Ключевые слова: синхронизация, кластеры, конфигурационная БД.

Введение

Электрические сети в большинстве случаев должны функционировать в непрерывном режиме. Поэтому к информационным системам, обеспечивающим контроль и управление электрическими сетями, предъявляются повышенные требования надежности. Одним из способов повышения надежности вычислительных систем является использование кластерных решений и технологий. Устойчивость системы управления к чрезвычайным ситуациям предполагает наличие, как минимум, двух территориально разнесенных центров управления. Рассмотрим архитектуру и принципы построения телемеханической кластерной системы, разработанной компанией "Систел". Описываемое решение успешно внедрено на целом ряде энергетических объектов[1, 2].

Кластерные системы общего назначения

Кластер — группа компьютеров, объединенных высокоскоростными каналами связи и представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс. Аппаратные вычислительные кластеры в настоящее время предлагаются целым рядом производителей: SUN, IBM, HP и т. д. Также существуют и чисто программные средства реализации кластерных систем, например, виртуальный сервер компании Marathon Technologies (<http://www.marathon-technologies.com>).

Вычислительные кластеры позволяют уменьшить время расчетов, по сравнению с одиночным компьютером, разбивая задание на параллельно выполняющиеся ветки, которые обмениваются данными по связывающей сети. При частичном отказе аппаратуры кластера исполнение программ продолжается без их перезапуска. Для достижения таких характеристик необходимо обеспечить синхронизацию общих рабочих единиц кластера — это отдельные команды процессора либо группы команд.

Современные многоядерные процессоры со сложной системой кэширования входных данных и параллельным или опережающим исполнением команд плохо приспособлены для синхронизации между со-

бой на уровне команд. Как минимум, это существенно снижает производительность кластерной системы.

Многие предлагаемые в настоящее время кластерные системы обеспечивают исполнение в режиме резервирования только программ, специальным образом написанных и подготовленных. Однако даже такие кластерные системы оказываются слишком сложными, дорогими и, часто, недостаточно надежными, чтобы получить широкое распространение.

Специализированные кластерные системы

Создание специализированной кластерной системы, ориентированной на решение определенной группы задач, оказывается делом гораздо более легким. В основе подобных систем лежит синхронизация на уровне базовых рабочих единиц, которые содержат сотни, а иногда и тысячи команд процессора. Требования к синхронизации также могут учитывать специфику предметной области и быть гораздо менее жесткими. Примером специализированных кластерных систем являются кластерные варианты СУБД (Oracle, DB2).

Телемеханический кластер

При создании автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) электрическими сетями необходимо обеспечить надежность их функционирования. Многие компании, работающие на этом рынке, например, Oracle, GE, PSI предлагают свои варианты АСДУ с возможностью резервирования основных компонентов.

Одной из задач, решаемой АСДУ, является отображение актуального состояния объекта управления и своевременное выполнение команд диспетчера. Актуальность информации не должна нарушаться, а выполнение команд — прекращаться при отключении или отказе одного из компонент АСДУ.

Для удовлетворения этому требованию ООО "Систел" разработало резервированный сервер телемеханики. Сервер построен по технологии специализированной кластерной системы и состоит из двух и более полуккомплектов, которые могут быть территориально разнесены. Связь между полуккомплектами осуще-

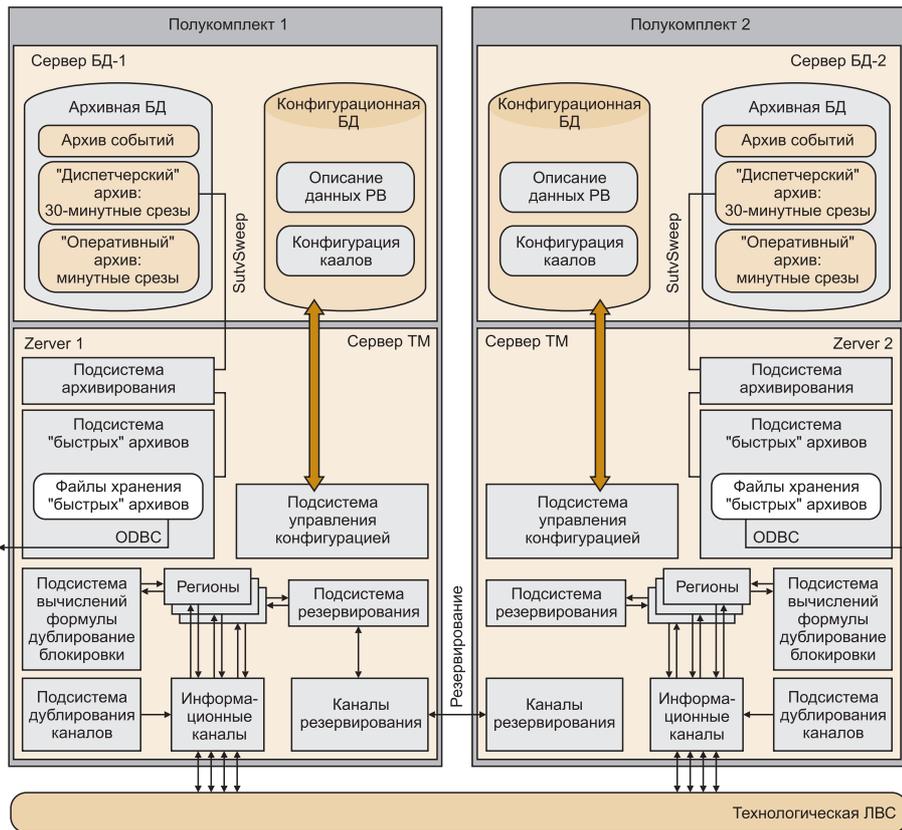


Рис. 1

ствляется по сети с пропускной способностью не менее 2 Мбит/с. Архитектура резервированного сервера телемеханики, состоящего из двух серверов, именуемых "полукомплектами", приведена на рис. 1.

Собственно актуальная телемеханическая информация разделена на группы данных, называемые "регионами". Телемеханические данные, входящие в такой "регион", описывают конкретный энергетический объект, например, трансформаторная или распределительная подстанция. Регионы, расположенные на одном полукомплекте, размещаются в его оперативной памяти и объединяются в БД. Для одинаковых "регионов", описывающих один и тот же объект и расположенных на различных "полукомплектах", назначаются отношения резервирования.

Одна из основных задач подсистемы резервирования заключается в обеспечении идентичности телемеханических данных, входящих в "регионы", расположенные на разных "полукомплектах". Подсистема резервирования построена по принципу специализированной кластерной системы.

При создании специализированной кластерной системы были выделены основные телемеханические единицы работы. Телемеханическая информация обычно включает не только значение какого-то параметра, но и значительное число сопутствующих атрибутов, обрабатываемых и архивируемых совместно (Приказ РАО ЕЭС №603 от 09.09.2005 г.). Поэтому телемеханическая единица работы содержит тысячи команд процессора.

Для телемеханических единиц работы важна последовательность выполняемых операций. Поэтому в каждом отношении резервирования задается координатор, который определяет порядок исполнения единиц работы всеми вовлеченными полукомплектами.

Телемеханический кластер обеспечивает синхронизацию между полукомплектами телемеханических БД, расположенных в оперативной памяти и отражающих текущее состояние энергообъекта. Телемеханический кластер продолжает функционировать, пока хотя бы один из полукомплектов сохраняет работоспособность. Тем самым повышается надежность системы и обеспечивается возможность ее обслуживания в "горячем режиме", когда на одном из полукомплектов могут проводиться регламентные работы или обновление ПО.

Для систем диспетчерского управления бывает крайне важно сохранить текущее состояние телемеханической БД при возникновении отказа в системе. Обычный перезапуск программы сервера не позволяет этого сделать. Телемеханический кластер, обеспечивающий синхронное ведение телемеханических БД, решает эту задачу.

Клиенты системы могут подключаться к любому работающему полукомплекту. Это увеличивает общую производительность системы и облегчает балансировку нагрузки. В частности, при территориальной удаленности полукомплектов, клиентов лучше подключать локально. Это существенно сокращает нагрузку на сеть между филиалами и улучшает время реакции системы.

Каждый полукомплект имеет собственную конфигурационную и собственную архивную БД. С одной стороны, это делает полукомплекты полностью автономными, а с другой — порождает задачи синхронизации конфигурационной и архивной БД.

Синхронизация конфигурационных данных

Для поддержания синхронного состояния конфигурационных БД полукомплектов используются три механизма: предварительная синхронизация, стартовая синхронизация и поддержание синхронного состояния.

Перед запуском полукомплекта осуществляется предварительная синхронизация его конфигурационной БД. Для этого проводится сравнение наличия

и состояния сущностей в двух БД, и синхронизируемая БД приводится в соответствие с рабочей. Предварительная синхронизация носит направленный характер и осуществляется серией последовательных транзакций, устраняющих различия. Создание копии конфигурационной БД не решает проблему, так как полукомплекты могут иметь различные каналы связи и кроме резервируемых областей данных полукомплекты могут иметь области неразделяемых данных. Предварительная синхронизация осуществляется специальным программным модулем.

При старте полукомплекта происходит загрузка сущностей из конфигурационной БД. После установления связи между полукомплектами осуществляется стартовая синхронизация состояния обслуживаемых серверами телемеханических сущностей. Стартовая синхронизация носит направленный характер. Состояние сущностей на синхронизируемом полукомплекте приводится в соответствие с рабочим. В случае отсутствия на синхронизируемом полукомплекте соответствующей сущности выдается предупредительное сообщение. Процесс стартовой синхронизации сопровождается серией последовательных транзакций в конфигурационной базе синхронизируемого полукомплекта.

В процессе работы полукомплектов осуществляется поддержание синхронного состояния конфигурационных БД. Изменения в состоянии сущностей, когда это необходимо, фиксируются в конфигурационных БД. Для поддержания синхронного состояния конфигурационных БД оба полукомплекта генерируют и последовательно выполняют наборы транзакций. Режим резервирования задает один и тот же порядок изменения состояния сущностей на обоих полукомплектах. Порядок транзакций соответствует порядку изменения состояния сущностей.

Синхронизация архивных данных

Синхронизацию содержимого архивных БД обеспечивают два различных механизма. Каждый полукомплект осуществляет ведение текущего архива. В режиме резервирования изменение состояния сущностей на полукомплектах происходит параллельно и также параллельно они фиксируются в архивах. В результате чего при работе полукомплектов архивы ведутся синхронно.

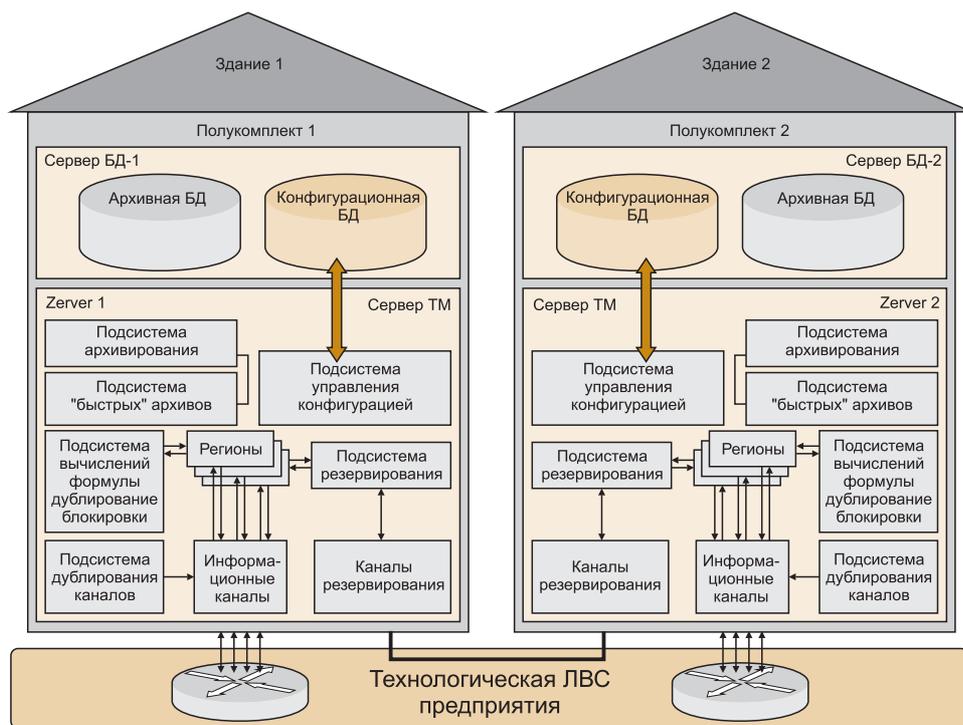


Рис. 2

При остановке одного из полукомплектов, его архив перестает обновляться. Для осуществления переноса недостающей архивной информации из одного архива в другой используется специализированный программный модуль. Данный модуль осуществляет потоковое сравнение записей из обоих архивов, находит пропуски и заполняет их. Сравнение и синхронизация архивов носит направленный характер и осуществляется посуточно. Архивы могут иметь значительный объем — >1 Гбайт за сутки, что делает задачу эффективной синхронизации архивов достаточно сложной.

Распределенные системы резервирования

Для обеспечения работы полукомплектов в режиме резервирования необходимо организовать их доступ к каналам приема и передачи телемеханической информации (рис. 1). Также необходимо организовать связь между полукомплектами по сети с пропускной способностью ≥ 2 Мбит/с. Обмен телемеханической информацией в современных АСДУ осуществляется по сети Ethernet [3]. В результате для построения АСДУ с территориально распределенными полукомплектами достаточно решить стандартную задачу организации сети с территориально распределенными узлами (рис. 2).

Заключение

Изложенные в работе способы повышения надежности вычислительных систем были реализованы в СУБД и АСДУ компании "Систел". Разработанный телемеханический кластер допускает применение кластерной СУБД. В этом случае используется по од-

ному экземпляру конфигурационной и архивной БД. Работу с БД ведет только один полукомплект, являющийся в данный момент координатором телемеханического кластера.

Использование кластерной СУБД, с одной стороны, существенно увеличивает стоимость решения и требует наличия подготовленных специалистов, а другой – несколько упрощает общее администрирование, так как есть только по одному экземпляру конфигурационной и архивной БД.

Эксплуатация систем, включающих описанные способы повышения надежности, доказала эффективность предложенных решений. Телемеханические кластерные системы были использованы при создании АСДУ на различных уровнях в энергетике от рай-

Ухов Владимир Иосифович – канд. физ.-мат. наук, зам. директора по перспективным разработкам ООО "Систел".

Контактный телефон (916) 904-89-99. E-mail: uhov@mx.system.ru

СЕМЕЙСТВО "НАНО" НЕТТОПОВ fit-PC2 ОТ КОМПАНИИ CompuLab: ВОЗРАСТАЮЩИЙ ТРЕНД ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

С.Н. Дроздов, С.В. Золотарев (Компания "ФИОРД")

Представлены конфигурация и перспективные направления использования "самого маленького ПК в мире" fit-PC2 компании CompuLab.

Ключевые слова: неттоп, компьютер-на-модуле, система сбора данных, контроллер.

Компания CompuLab Ltd (Израиль), основанная в 1992 г., широко известна как разработчик компьютеров-на-модуле (CoM) и одноплатных компьютеров на их основе. Сегодня продукцией компании CompuLab пользуются более 500 фирм в 60 странах мира, в том числе в России. Примеры применения продукции CompuLab можно посмотреть на сайте официального дистрибьютора в России – компании "ФИОРД": <http://fiord.com/complab/vnedreniya-v-rossii>. Функциональные возможности и качество продуктов CompuLab – ключевой фактор, определяющий быстрый рост продаж компании: более 200 % за прошедшие три года, в то время как рынок встраиваемых компьютерных технологий развивался значительно медленнее. Ежегодный объем продаж процессорных модулей превышает 100 тыс. ед., что позволяет компании CompuLab занимать одно из ключевых мест на рынке CoM с долей около 20 %. Среди основных покупателей компании можно упомянуть таких известных гигантов, как Cisco Systems, Marconi, General Electric, OKI и др. Спектр применений продукции CompuLab весьма широк: военная и авиационная промышленность, медицинская техника, транспорт, телекоммуникационное оборудование, интеллектуальные сетевые устройства, миникомпьютеры, компьютерная периферия, оборудование для индустрии развлечений. Большие возможности для CompuLab открывает новое направление в деятельности компании – выпуск на рынок готовых изделий, таких как смартфон Exeda и неттопы семейства fit-PC2.

онов электрических сетей (РЭС) до центров управления сетями (ЦУС), в том числе в ОАО "МРСК Центра" в 2004-2005 гг., в ОАО "МОЭСК" в 2008 г. и ОАО "Ленэнерго" в 2009 г.

Список литературы

1. Рыкованов С.Н., Кульман Н.Ю. Построение рабочих мест диспетчера на основе программного пакета SCADA "Систел" для ОС Windows NT. М.: НЦ ЭНАС. 2000.
2. Рыкованов С.Н., Кульман Н.Ю. Развитие ПО верхнего уровня ПТК "Систел". Современные системы сбора, передачи, обработки и отображения информации на объектах электроэнергетики. М.: НЦ ЭНАС. 2006.
3. Ухов В.И. Обработка телемеханических данных с учетом их атрибутов // Электро. 2010. №4.

Уже сейчас целый ряд известных отечественных компаний оценили достоинства fit-PC2 при реализации своих проектов. Назовем некоторые из них. Семейство неттопов fit-PC2 выбрано в качестве основы для построения систем мониторинга в сетях цифрового радиовещания, которые осуществляют контроль качества радиопередающих радиостанций, функционирующих на территории РФ и работающих, в том числе и в формате DRM. Следующий пример применения fit-PC2 – терминалы нового поколения общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения ОКСИОН. Устройство fit-PC2i используется в проекте FMeter (г. Владивосток) в качестве основной компоненты автономного регистрационного комплекса судового базирования (учета топлива морских судов); в качестве компонентов демонстрации результатов соревнований по Спортинг – компакт.

В настоящее время семейство неттопов fit-PC2 состоит из двух моделей – fit-PC2 и fit-PC2i. Их конфигурация включает процессор Intel Atom Z533 с частотой до 2000 ГГц, оперативную память до 2 Гбайт, 1/2 порта проводного гигабитного и Wi-Fi (802.11g) Ethernet, 4/6 USB портов, DVI-видеоконтроллер с разрешением до 1920x1080 точек, разъем miniSD, инфракрасный приемник, HD audio, line-out 2,0/mic in/line-in, питание 12 В, потребляемую мощность ≤6 Вт, безвентиляторную работу, интерфейс SATA II, HDD (до 250 Гбайт) или SSD диск, порт RS-232 (для fit-PC2i), размер 115x101x27 мм, рабочий температурный диапазон – -20...70 °С. Семейство неттопов fit-PC2 построено на основе одноплатного компью-