

Мультиплексирование и резервирование потоков данных телемеханики в SCADA «Систел»

*Н. Ю. Кульман - к. ф.-м. н.,
Е.И. Пугачева
(ООО «Систел», г. Протвино)*

Кульман Никита Юрьевич — зам. генерального директора ООО «Систел» по системам диспетчерского управления, канд. физ.-мат. наук. Kulman.nik@gmail.com.

Пугачева Екатерина Игоревна — начальник группы разработки программного обеспечения в ООО «Систел» Pugacheva.katerina@gmail.com

В статье рассматриваются вопросы о необходимости мультиплексирования и резервирования потоков данных. Выявлены основные принципы выбранного подхода и описана реализация мультиплексирования и резервирования данных с помощью специализированного сервера в SCADA «Систел» [1].

Ключевые слова: системы телемеханики, преобразователи протоколов, специализированный сервер.

В настоящее время оперативный контроль над процессами производства играет существенную роль в деятельности любого предприятия, в связи с чем системы телемеханики получили значительное применение в производственных отраслях, где наиболее остро стоит вопрос организации централизованного управления территориально удалёнными системами. Обусловлено это тем, что знание своевременной информации, получаемой оперативным персоналом, позволяет снизить расходы, оптимизировать постоянные издержки и, в результате, повысить рентабельность работы любого предприятия.

Особо важную роль системы телемеханики играют именно в энергетике, которая требует настолько чёткой и согласованной деятельности между поставщиками и потребителями готовой продукции, что можно смело назвать её уникальной по сравнению с другими производственными отраслями. Так, в диспетчерском управлении производством и распределением электроэнергии, системы телемеханики снабжают диспетчерские пункты различного уровня иерархии оперативной контрольной информацией о режимах работы энергосистемы и обеспечивают передачу команд по управлению этими режимами, поэтому надёжность и экономичность работы всего предприятия во многом зависят от надёжной работы системы телемеханики, которая достигается многочисленными факторами, относящимися как к самой системе, так и к её программному обеспечению.

Например, диспетчер энергосистемы, получив информацию об аварийном отключении генератора на электростанции, должен немедленно отдать распоряжение о введении в работу резервного генератора на данной или другой параллельно работающей электростанции. Чем большей информацией обладает диспетчер в данной конкретной ситуации, тем больше у него шансов принять

правильное решение по устранению ненормальностей в контролируемом процессе. Таким образом, задача информационного обмена состоит в увеличении уверенности диспетчера в правильности принимаемых им решений по управлению контролируемыми объектами, поэтому надёжное получение данных о текущем режиме энергетической системы, высокопроизводительная обработка поступающей информации и своевременная выдача всех изменений режима, состояния оборудования и аварийно-предупредительных сообщений являются решающими критериями в выборе той или иной системы [2].

Телемеханика в энергетике является быстро развивающейся отраслью, и к настоящему времени произошли существенные изменения, как в технических средствах, так и в методах передачи информации. Новые стандарты и технологии находят применение в современных комплексах, одним из которых является SCADA «Систел».

1. SCADA «СИСТЕЛ»

ОИК "СИСТЕЛ" представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для решения задач диспетчерского управления энергообъектами различного уровня сложности – от подстанций до центров управления сетями (Рис. 1).

Отличительными особенностями комплекса являются открытость, модульный принцип построения и масштабируемость, что обеспечивает построение распределённых систем различной сложности на всех уровнях управления и возможность интеграции с другими автоматизированными системами. Варианты построения комплекса и состав программно-аппаратных средств зависят от структуры АСДУ, уровня её иерархии и выполняемых функций.

Полная конфигурация ОИК включает следующие подсистемы:

- подсистему приема и первичной обработки информации – система сбора данных, осуществляющая сбор и обработку принимаемых данных, которые поступают от телемеханических модулей в реальном масштабе времени. Подсистема осуществляет масштабирование телеизмерений, слежение за пропаданиями каналов телемеханики, контроль пропадания отдельных групп сигналов телемеханики в кадре, проверку правильности форматов посылок, проводимую в соответствии с протоколами обмена по каждому каналу и ретрансляцию команд телеуправления.

- телемеханические модули;
- коммуникационное оборудование;
- резервное питание;
- сервер SCADA «СИСТЕЛ», который участвует в обмене данными по различным протоколам с системой сбора данных и клиентскими приложениями.
 - основной и резервный сервера;
 - устройство хранения данных;
 - резервное питание;
- подсистему отображения информации – клиентские приложения, которые посылают запросы серверу, отображают полученную информацию в виде динамически изменяемых объектов на экранных формах, графиках. Отображают как текущие данные, так и данные из архивов. Имеется возможность быстрого перехода от формы к форме, быстрого запуска внешних модулей и интеграции с приложениями MS Office.
 - рабочие станции ОИК;
 - АРМ Диспетчера, АРМ Администратора, АРМ Руководителя;
 - резервное питание рабочих станций АРМ.

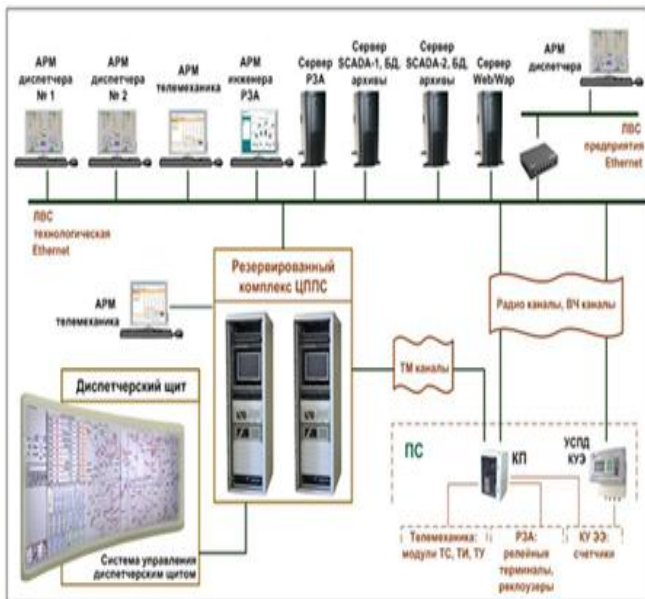


Рис.1 Структура ОИК «СИСТЕЛ»

2. СЕРВЕР SCADA «СИСТЕЛ»

Одним из самых важных звеньев всего комплекса является сервер SCADA «Систел», который предназначен для организации и управления работой пунктов диспетчерского и технологического контроля различных уровней иерархии в автоматизированных системах диспетчерского управления и является мощной системой сбора, хранения и обработки информации. В свою очередь сервер также состоит из нескольких подсистем:

1. Подсистема приема/передачи данных. Здесь реализуется обмен данными между системой сбора данных реального времени и сервером, а также между сервером и автоматизированными рабочими местами (АРМ) системы диспетчерского контроля и управления. Сервер передает и принимает данные по различным протоколам, а информационный обмен организован через различные стандартные протоколы связи по технологии «клиент-сервер», что позволяет значительно оптимизировать поток информации между серверной и клиентской частями, а также поддерживает требования, предъявляемые к безопасности системы.

2. Подсистема резервирования. К современной сети предъявляются повышенные требования в части параметров ее надежности. В этом случае в состав системы передачи включаются цепи резервирования.

В ОИК «Систел» заложена возможность различных видов резервирования: обычного и «горячего» на уровне любых элементов, входящих в комплекс. Для этих целей используется принцип независимости - принцип повышения надежности системы путем применения функционального и/или физического разделения элементов, для которых отказ одного элемента не приводит к отказу другого.

3. Подсистема управления конфигурацией. При создании сложных систем, состоящих из многих компонентов, каждый из которых может иметь разновидности, возникает проблема учёта их связей и функций, создания унифицированной структуры и обеспечения развития всей системы. Управление конфигурацией позволяет организовать, систематически учитывать и контролировать все необходимые данные. Чтобы обеспечить легкий доступ, подсистема управления конфигурацией хранит всю информацию в базе данных, в которой содержатся описания каналов связи, данных, параметров их обработки и т. п. Также в таблицах БД хранится информация, используемая программой автоматизированных рабочих мест.

4. Подсистема архивирования. В сервере SCADA «Систел» предусмотрено ведение архивной базы данных. При запуске программы, обеспечивающей серверную часть комплекса, создаются структуры рабочих архивов комплекса, и идет их заполнение в соответствии с категориями оперативной информации, подлежащей записи в архив, которая указывается администратором в конфигурационной базе данных

системы. Архивы содержат различные таблицы, необходимые для отображения сообщений, действий диспетчера, событий, сигналов по изменениям и т.д.

Серверная часть комплекса функционально состоит из сервера телемеханики (ТМ) и сервера баз данных (БД), включающих следующие программные модули: приема-передачи, обработки данных, резервирования, архивирования, дорасчета, авторизации пользователей, защиты от несанкционированных прав доступа и обработки событий.

Сервер ТМ обеспечивает:

- обмен информацией с устройствами телемеханики;
- обмена данными между сервером ТМ и рабочими станциями клиентских АРМов;
- работу с архивной информацией;
- прием и предварительную обработку принимаемых данных;
- обработку запросов клиентов, ведение базы данных реального времени (БД РВ), оповещение о событиях;
- организацию расчетов;
- решение серверных задач;
- слежение за состоянием каналов связи и функционированием устройств телемеханики;
- ведение и хранение различных архивов и другой нормативно-справочной информации (НСИ);
- работу в режиме «горячего» резервирования;
- построение на основе одноранговых и иерархических сетей распределенных многоуровневых систем;
- средства настройки и контроля;
- слежение за состоянием каналов связи и функционированием устройств телемеханики;
- синхронизацию данных;
- ретрансляцию данных;

Сервер БД осуществляет:

- запись событийной и регулярной информации;
- хранение накопленной архивной информации;
- обслуживание клиентов;
- привязку архивной и конфигурационной информации;
- резервное копирование.

3. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПРОТОКОЛОВ

В настоящее время назрела необходимость преобразования старых протоколов телемеханики в МЭК 60870-5-104 на аппаратном уровне, так как программные протоколы не отвечают требованиям объемов передаваемой информации и наборов видов передаваемых данных. В компании «Систел» были разработаны устройства, называемые преобразователями протоколов (Рис. 2), предназначенные для преобразования двух синхронных каналов приема-передачи данных, работающих в протоколах применяемой аппаратуры из состава системы телемеханики (Гранит, УВТК-Н, ТМ-512, ТМ-120, МКТ-3, МПТК, ТК-113, ТМ-800А, ТМ-800В) в канал Ethernet, работающий в стандартном протоколе МЭК 60870-5-104 .



Рис.2 Преобразователь протоколов

Функциональность комплекса предполагает возможность навигации по каналам связи, которая должна предоставлять пользователю структуру каналов связи с максимальной привязкой к физической структуре устройств информационного обмена. В частности, при построении навигации по каналам с преобразователей протоколов, следует отмечать, какой корзине и физическому устройству принадлежит данный канал связи. Реализовать данную функциональность можно посредством фиксации принципов формирования IP адресов. А именно, для информационного обмена конвертеры протоколов и сервера располагаются в одной локальной сети. Каждый адрес TCP состоит из адреса IP и номера порта. Каждое устройство, присоединяемое к сети, имеет свой собственный адрес IP, в то время как номер порта для первого и второго информационного канала определяется для всей системы. 3 и 4 байты в IP адресе конвертера протоколов будут кодироваться следующим образом: 3 байт – номер корзины, 4 байт – комбинация

из порядкового номера физического устройства в корзине и порядкового номера логического устройства.

Таким образом, теперь, для поддержания информационного обмена сервер ТМ подключался напрямую к преобразователям посредством фиксированных IP адресов, что привело к ограниченности доступа к данным. Т.е. сервер ТМ занимал канал передачи данных и никто другой уже не мог получить эти данные, а в процессе эксплуатации возникла такая необходимость.

4. МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Решением появившейся проблемы стало создание специализированного сервера, предназначенного для мультиплексирования потоков данных. Созданный сервер стал промежуточным звеном между сервером телемеханики и преобразователями протоколов, полностью сохраняя всю необходимую функциональность.

Сервер является многопоточным приложением [3], поддерживающим неограниченное число подключений по одному порту, что позволяет организовать информационный обмен сразу с несколькими клиентами (Рис. 3).

Получая данные от преобразователя, сервер рассылает их всем клиентам, подключившимся к порту, отвечающему за этот преобразователь. Аналогично, получая данные от клиентов, сервер посылает их нужному преобразователю. Соответствие клиентских портов и IP адресов преобразователей хранится в конфигурационном XML файле [4], который необходим серверу при запуске.

Помимо соединения с сервером ТМ, специализированный сервер взаимодействует с АРМ телемеханика, который также является частью комплекса и предназначен для оперативного контроля работы комплекса, наблюдения за состоянием каналов связи, отображения состояния оборудования нижнего уровня, а также для обеспечения специального контроля и диагностики оборудования телемеханики и каналов связи.

К функциям АРМ телемеханика относятся:

- отображение состояния всех устройств телемеханики;
- отображение состояния всех каналов связи и интерфейсов;
- диагностика и контроль работы ЦППС;
- запрос архива служебной информации с сервера телемеханики и просмотр ее за любой промежуток времени;
- документирование состояния оборудования телемеханики.

Конкретной задачей одной из функций АРМ является отображение битового потока данных, который он получает от специализированного сервера. Передача битового потока отличается от передачи

данных, поэтому в XML файле такие соединения имеют другой тип, который сервер учитывает при приеме пакетов данных.

Кроме этого, для отображения состояния всех устройств телемеханики, АРМ периодически запрашивает у сервера список всех работающих преобразователей, для чего в конфигурационном файле отводится определенный порт.

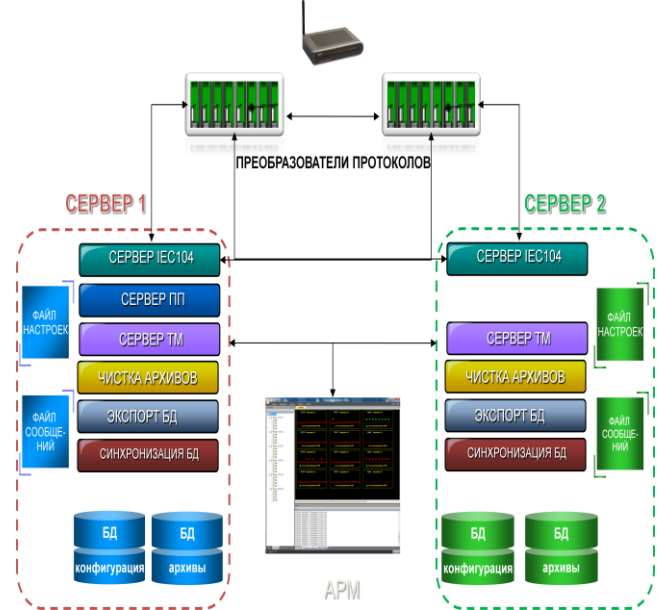


Рис.3 Взаимодействие серверного ПО с преобразователями протоколов

5. РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Вопрос безопасного и бесперебойного функционирования объектов энергетики всегда был одним из первоочередных для руководства отрасли. Внедрение на энергетических предприятиях современных программно-технических комплексов и автоматизированных систем управления различного уровня позволило вывести работу по всем направлениям, в том числе по предупреждению сбоев и аварий, на качественно новый уровень. В настоящий момент требования, предъявляемые к надежности и отказоустойчивости промышленных систем сбора и архивации информации, становятся все строже. Одним из основных решений в этом направлении является резервирование- способ обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимому для выполнения заданных функций в данных условиях работы.

Резервирование комплекса достигается резервированием основных элементов, входящих в его состав. Серверная часть комплекса в первую очередь требует надежности и сохранности данных, поэтому при включении в систему преобразователей протоколов и промежуточного сервера, потребовалось обеспечить их совместную бесперебойную работу. В общем случае, когда соединение между сервером и

преобразователем установлено, автоматически пересылка данных не разрешается, кроме нумерованных функций управления. Сервер должен активировать пересылку данных путем послышки функции начала передачи. Преобразователь отвечает на эту команду, и если она не подтверждается, соединение закрывается сервером.

Неиспользованные, но открытые соединения периодически проверяются в обоих направлениях путем послышки тестового пакета, который подтверждается преобразователем. Процедура проверки начинается после определенного периода времени, в течение которого не появляются послышки данных и может также инициироваться на «активных» соединениях, когда отсутствие активности возможно длительное время и наличие соединения необходимо подтвердить. Функции начала передачи данных и прекращения передачи данных используются сервером для управления пересылкой данных с преобразователем. Это полезно, например, когда доступно более одного соединения, но только одно в это время используется для пересылки данных. Определяемые здесь функции позволяют избежать потери данных в случае переключения с одного соединения на другое. Такая необходимость может возникнуть при выходе из строя основного преобразователя, на смену которого приходит дублер, находящийся в резервной корзине. В свою очередь промежуточный сервер при потере соединения с основным преобразователем, устанавливает соединение с его дублером. Если соединение с дублером не установилось, сервер поочередно начинает проверять состояние основного и резервного преобразователя до тех пор, пока соединение с кем-либо не установится (Рис. 4). Роли основных и резервных преобразователей прописываются в конфигурационном файле. Также сервер проверяет наличие связи преобразователя с КП, и если она потеряна, сообщение об этом будет отправлено серверу, при получении которого отобразится соответствующий флаг.

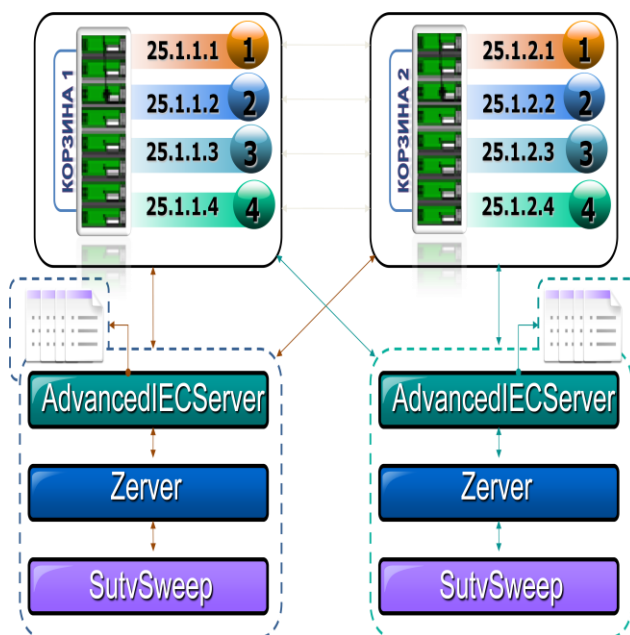


Рис.4 Резервирование потоков данных

6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Помимо мультиплексирования и резервирования потоков данных, сервер предоставляет возможность просмотра и записи в файл всех полученных данных, как от сервера ТМ или АРМа, так и от преобразователей протоколов. Для этого, в главном окне программы необходимо выбрать интересующий преобразователь и поставить флаг вывода на экран или записи в файл, который отдельно создается для каждого соединения и синхронизируется по времени [5].

Для удобства список всех преобразователей группируется по типу и отображаются все активные соединения, где телемеханик всегда может посмотреть какой преобразователь в какой корзине работает и по каким каналам есть подключения (Рис. 5). Также сервер копит статистику подключений и каждый час сохраняет данные в файл.

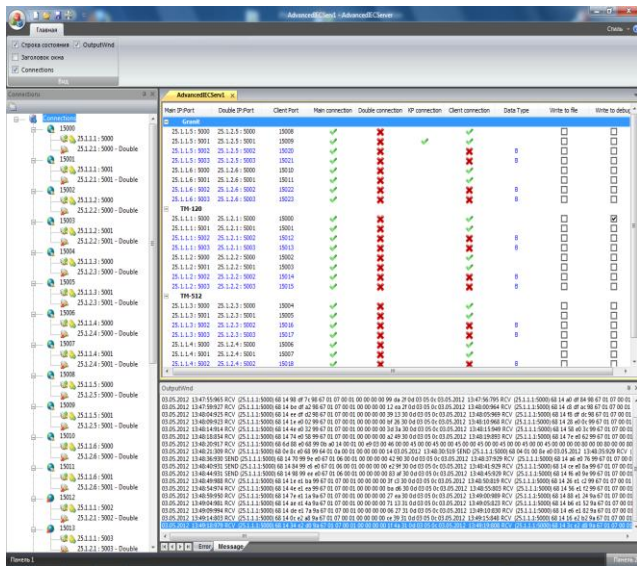


Рис.5 Специализированный сервер

В результате выполнения данной работы был разработан и реализован специализированный сервер, который является одновременно шлюзом протокола, и предоставляет возможность транспорта данных телемеханики и телеуправления от нижнего уровня в систему телемеханики верхнего уровня. Вследствие

чего возможно создание распределенных и иерархических систем телемеханики с организацией двустороннего обмена телеинформацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Рыкованов, С.Н. Оперативный информационный управляющий комплекс «Систел» / С.Н. Рыкованов, Н.Ю. Кульман, В.И. Ухов. Межотраслевой производственно-технический журнал «Автоматизация от А до Я», Минск, №1 (32), 2007 г., с.9-11.
- [2] Митюшкин, К. Г. Телеконтроль и телеуправление в энергосистемах / К. Г. Митюшкин. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с: ил.
- [3] Назарр К. Windows via C&C+++. Программирование на языке Visual C++ / К. Назарр, Дж. Рихтер. – СПб.: Русская редакция, 2009. – 896 с.:ил.
- [4] Шеферд, Дж. Программирование на Microsoft Visual C++.NET / Дж. Шеферд. Пер. с англ. – М.: Русская редакция, 2003. – 928 с.: ил.
- [5] Хортон, А. Visual C++ 2010: полный курс / А. Хортон. Пер. с англ. – М: ООО «И.Д.Вильямс», 2011. – 1216 с.: ил.