

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ XML-ПРОТОКОЛА

В.И. Ухов (ООО «СИСТЕЛ»),

И.О. Ковцова (Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»)

Рассмотрена архитектура комплексной системы учета энергоресурсов. Описаны преимущества и недостатки различных форматов обмена данными. Выделены основные типы передаваемой информации в системе. Показаны основные принципы формирования XML-сообщений, а также различные аспекты влияния предметной области на структуру XML-протокола.

Ключевые слова: система учета энергоресурсов, протокол обмена данными, XML-протокол, XML-формат, передаваемая информация.

Сегодня развитие микропроцессорной техники и информационных технологий позволяют обеспечивать автоматизацию ТП любой отрасли. Электроэнергетика является одной из важнейших отраслей, обеспечивающей функционирование жизнедеятельности как отдельного индивида, так и общества в целом, поэтому автоматизации данной отрасли уделяется особое внимание.

Одной из основных статей расходов при производстве являются затраты на потребляемые энергоресурсы (электроэнергию, тепло, воду, газ и т.д.), поэтому при постоянном росте цен проблема управления энергоресурсами становится все более актуальной. Знание объемов и профилей потребления энергоресурсов (где, кто, когда, сколько) позволяет снизить расходы, оптимизировать постоянные издержки и повысить энергоэффективность предприятия. Оперативный мониторинг потребления или отпуска энергоресурсов позволяет своевременно выявлять причины небаланса, перерасхода, резкого увеличения потерь при транспортировке. Наличие полной актуальной информации о системе дает возможность принятия правильного управленческого решения в нестандартных ситуациях [1, 2].

Современные автоматизированные системы, обеспечивающие диспетчерский, технологический и технический контроль, а также учет энергоресурс-

сов, обслуживают распределенные объекты, которые могут располагаться на значительном удалении друг от друга и находиться в определенных отношениях между собой и со средой. Все это обуславливает то, что системы автоматизации являются территориально распределенными, многоуровневыми и строятся по иерархическому принципу. На рис. 1 приведена архитектура комплексной системы учета энергоресурсов «Энергоресурс», состоящей из нескольких логических уровней.

- *Уровень сбора* включает первичные измерительные приборы и устройства сбора и передачи данных (УСПД), осуществляющие круглосуточный сбор с территориально распределенных приборов, накопление, обработку и передачу данных на верхние уровни.

- *Уровень обработки* включает сервер, обеспечивающий сбор учетной, технологической и событийной информации с УСПД (или группы УСПД), а также обработку и хранение этих данных. Серверная часть обеспечивает доступ к БД, обработку запросов клиентов. Может осуществляться ретрансляция данных на другие серверы.

- *Уровень отображения* включает рабочие станции, на которых осуществляется отображение информации в виде, удобном для анализа и принятия решений (управления) [3].

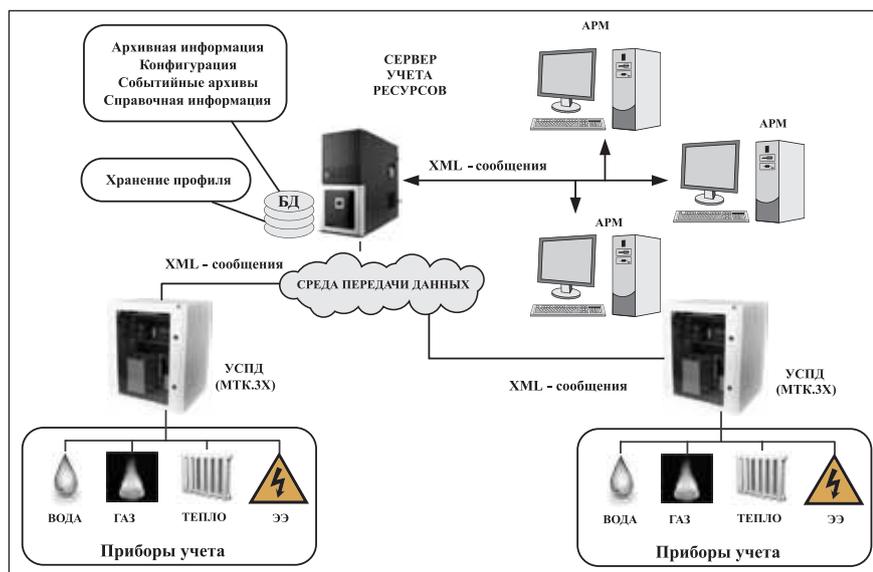


рис. 1

Обмен данными в распределенных иерархических системах становится одним из важнейших элементов. До недавнего времени обмен информацией осуществлялся в двоичном формате. Такой подход значительно сокращает нагрузку на каналы связи и упрощает кодирование и декодирование. Логически можно выделить два уровня: контейнера и данных. Первый уровень обеспечивает целостность и достоверность передачи данных, доступность обнаружения сообщения в байтовом потоке. Второй — содержит присылаемые данные.

В отраслевом унифицированном протоколе CRC-RB, применяемом при обмене оперативной информацией в системе контроля

Таблица. Сравнение форматов передачи данных

Характеристика	Двоичный формат	ASN.1	XML
Универсальность применения	низкая	высокая	высокая
Расширяемость	низкая	высокая	высокая
Читабельность	низкая	низкая	высокая
Сложность программной реализации разбора и формирования	низкая	высокая	низкая
Нагрузка на каналы связи	низкая	средняя	высокая
Затраты вычислительных мощностей на кодирование и декодирование	низкие	высокие	высокие

и учета электрической энергии с уровня УСПД в центры сбора и обработки данных АСКУЭ энергоснабжающих организаций Минэнерго, используется двоичная структура кадров запроса и ответа.

В двоичном формате структура кадров жестко фиксирована, это накладывает значительные ограничения на возможности развития и расширения двоичных протоколов передачи данных. Данное ограничение снимается путем добавления новых кадров с усложненной структурой. Как правило, это приводит только к усложнению протокола, так как множится число кадров (протокол разрастается в ширину), поскольку отсутствует возможность изменять и расширять уже имеющиеся кадры. Также бинарные протоколы имеют ограничение по разрядности, например протокол, написанный для 64-разрядной системы нельзя применять на 32-разрядной. При желании осуществить переход с 32- на 64-битную версию ОС аналогично могут возникнуть проблемы, связанные с размерами фундаментальных типов для различных систем.

Одной из попыток решить проблему расширяемости бинарных протоколов была разработка стандарта ASN.1, формального языка описания типов данных и их значений. Абстрактный синтаксис ASN.1 по-

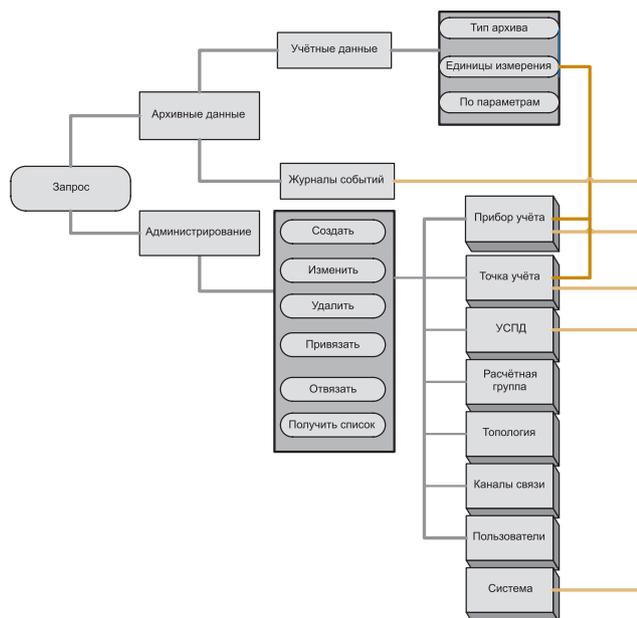


Рис. 2

зволяет определять базовые объекты и затем объединять их в более сложные, обеспечивая стандартный способ представления, кодирования, декодирования и передачи. Основным преимуществом данного стандарта является передача данных в двоичном формате и использование кадров протокола переменной длины. К недостаткам можно отнести то, что данный подход сложен как с логической точки зрения, так и в практической реализации. За гибкость стандарта ASN.1 приходится расплачиваться дополнительной вычислительной мощностью на кодирование и декодирование данных.

Сегодня рост производительности сетей и мощностей ПК позволяют строить расширяемые протоколы на базе XML. Язык XML является наиболее подходящим и перспективным средством для создания протокола взаимодействия (таблица).

Наиболее значимыми достоинствами XML являются:

- выразительная мощность, достаточная для описания данных практически любой сложности;
- возможность структурирования и создания иерархических связей между данными;
- расширяемость, позволяющая легко модифицировать и усложнять протокол по мере развития системы;
- гибкость формата обмена информацией, что облегчает учет различий в версиях данных, а также сопровождение и передачу данных между различными системами;
- не зависимость от платформы;
- наличие определенного синтаксиса и требований к синтаксическому анализу, что позволяет XML оставаться простым, эффективным и непротиворечивым;
- стандартный анализ XML-сообщений;
- возможность обработки информации, оформленной в виде XML, не только машинами, но и человеком [4].

Возможность контроля данных человеком на уровне протокола является существенным преимуществом, поскольку позволяет осуществлять отладку и контроль работы как системы в целом, так и отдельных ее частей. Из этого следует, что структура XML-протокола должна быть доступна пониманию человека, а это возможно только в том случае, когда XML-кадры правильно спроектированы и продуманы.

Когда пытаются старый двоичный протокол перевести на XML, то выходит не очень удачно, поскольку полученный формат не читается человеком и значительно возрастает сложность программной реализации разбора и формирования неструктурированных, неунифицированных XML-кадров. Структуру XML-протокола необходимо детально продумывать.

Логика работы приложения обычно строится вокруг обмена информацией, и при этом желательно иметь единый универсальный формат данных. Плохая проработанная архитектура XML-протокола усложняет разработку и реализацию системы.

Сложные системы автоматизации энергообъектов вводятся в эксплуатацию постепенно, со временем расширяются и модифицируются, а также имеют длительный срок эксплуатации, поэтому протокол передачи данных для них должен быть расширяемым и универсальным на всех уровнях.

За использование XML приходится расплачиваться значительными объемами передаваемых данных по сети (XML очень избыточный язык), а также затратами на вычислительные мощности разбора и формирования XML-файлов, что на современном уровне развития микропроцессорного оборудования является несущественным. А там, где узким местом является сеть, можно применять алгоритмы сжатия информации.

Авторами разработан протокол обмена учетной и технологической информацией для комплексной системы учета энергоресурсов «Энергоресурс» на базе XML. В данной статье анализируется опыт создания и реализации расширяемого XML-протокола.

При разработке спецификаций протокола обмена данными ставилась задача максимально унифицировать и упростить формат XML-сообщений. В системе учета ресурсов были выделены основные типы данных:

- регулярные архивы. Архивные данные представляют собой расчетные показания — показания приборов, на основании которых определяются объемы потребления ресурсов в точке учета по прибору за различные периоды времени;
- команды опроса — это запросы от сервера к УСПД и от клиента к серверу на архивную информацию;
- событийные архивы. Система фиксирует события разного рода в журналах событий. Часть данных о событиях на сервере хранится в XML-формате, что значительно упрощает обработку, хранение и дальнейшую передачу данных. Журналы событий делятся на события УСПД, приборов учета, точек учета, события системы;
- конфигурационная информация: в системе содержатся сведения о пользователях, о топологии структуры объекта, параметрах системы и т. д.;
- команды изменения конфигурации;
- классификатор устройств (вычислителей), которые знает система;
- справочная информация о приборах учета и УСПД;

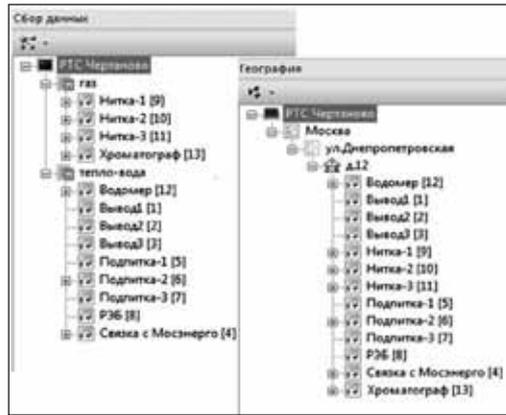


Рис. 3

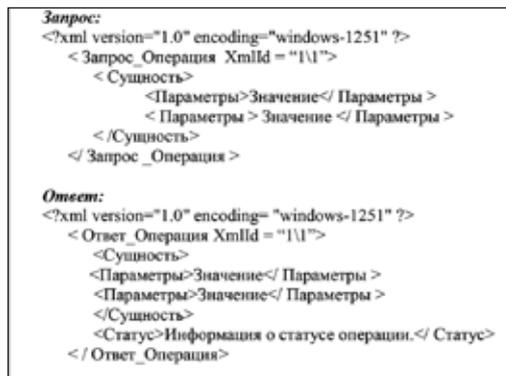


Рис. 4

- информация о состоянии приборов учета и УСПД [5].

На рис. 2 показана частичная схема разработанных и реализованных XML-запросов от клиента к серверу.

Архивные данные включают учетные и технологические данные, а также и журналы событий. Учетные данные могут запрашиваться по типу архива (минутный, получасовой, часовой, суточный, месячный), в конкретных единицах измерения либо в значениях по умолчанию, а именно в тех единицах, в которых данные приходят от устройств. Также клиент может запрашивать данные по конкретному параметру либо архив целиком. Журналы событий могут запрашиваться по прибору учета, по точке учета, по УСПД, по системе. Администрирование включает команды на создание, изменение, удаление, привязку, отвязку и получение списка. Клиент может создать, удалить, изменить прибор

учета, точку учета, УСПД, балансную группу, узел дерева в топологии. Прибор учета может быть привязан/отвязан к точке учета, УСПД; аналогично к узлу дерева возможно привязать точку учета или УСПД для формирования топологии системы и т. д.

Формат XML-запросов/ответов для передачи учетной и технологической информации между уровнями (УСПД <—> Сервер, Сервер <—> Клиент) в системе учета энергоресурсов имеет единый формат.

В течение функционирования системы приборы учета могут выходить из строя и может производиться их замена, но при запросе данных по точке учета оператор должен получить данные как с ранее установленного прибора, так и с нынешнего при указании временного диапазона, включающего время замены счетчика. Эта возможность предусмотрена при передаче данных в XML-формате: в архиве указывается идентификатор прибора учета, которому принадлежат данные.

На основании данного формата в системе разработаны дополнительные сообщения обмена архивной информацией:

- по точке учета выдать определенный тип архива;
- определенный тип архива выдать по точке учета и определенному номеру параметра;
- определенный тип архива выдать по нескольким точкам учета и/или по нескольким определенным параметрам;
- запросить архив в определенных единицах измерения;

• определенный тип архива выдать по прибору учета и определенному номеру параметра.

Длина кадров в большинстве технологических протоколах принудительно ограничена, исходя из требований оперативности обмена. Это накладывает жесткие ограничения на процесс передачи данных.

Для преодоления этой проблемы было принято решение осуществлять выдачу больших объемов данных по частям. Для этого в XML-ответе введен атрибут XMLPart = «Текущая часть архива/Всего частей ожидается». Это позволяет передавать сколь угодно большой объем данных, преодолевая наложенное ограничение на длину кадров.

Клиент должен получать ответ на запрос за минимальное время, но выборка большого объема данных из БД занимает время. Как правило, отображение большого объема данных на ПК клиента также является медленным. Порционное отображение данных оказывается наиболее комфортным для человека, поскольку он сразу получает часть данных, а остальная часть потом догружается.

При разработке формата передачи данных проводилось обобщение и структуризация информационных потоков между подсистемами, стилизация XML-запросов/ответов.

При внедрении современных систем автоматизации все большее внимание уделяется вопросам простоты управления конфигурацией. Даже базовая функциональность системы подразумевает 20...30 операций конфигурирования. Ранее все операции исполнялись оператором или инжиниринговой фирмой. Однако современные программно-аппаратные комплексы требуют минимального вмешательства человека в процесс управления настройками. Этому способствует увеличение скорости каналов связи, рост производительности и функциональных возможностей приборов учета и УСПД.

Одним из способов автоконфигурирования является импорт конфигурационных настроек в формате XML с УСПД при открытии канала связи, а также при изменениях настроек на УСПД. На основе полученных данных можно в автоматическом режиме добавить информацию о приборах учета, коэффициентах трансформации, создать точки учета и отстроить топологию сбора данных. Таким образом, для обеспечения сбора данных на верхнем уровне достаточно описать каналы связи с УСПД.

Общие сведения об иерархической структуре системы учета ресурсов включают топологию сбора данных, географическую топологию, технологическую топологию (инфраструктура системы распределения ресурса), эти данные запрашиваются при запуске клиента при успешном установлении связи с сервером. Клиент посылает запрос серверу, на осно-

ве полученного ответа строит иерархические деревья структуры объекта (рис. 3).

Разработанный XML-формат позволяет передавать информацию о топологии сети, объекте любого уровня сложности и вложенности, позволяет разделять существующие локальные системы учета различных видов ресурсов из единого информационного поля. Каждому узлу дерева соответствует свой уникальный номер. Зная его, можно запрашивать топологию с любого уровня, что значительно упрощает работу с системой, если масштаб объекта велик, имеет потребление, генерацию, транспортировку различного рода энергоресурсов, имеет сложную иерархическую зависимость, а также территориально распределен [2, 3].

На рис. 4 приведена обобщенная структура XML-запросов/ответов для конфигурирования системы оператором. Подобная структура формата XML-протокола является универсальной.

Разработанный XML-протокол является унифицированным, легко расширяемым, что позволяет модифицировать и усложнять протокол по мере развития системы без каких-либо серьезных изменений. Процесс обмена данными в системе имеет однородный единый вид на различных уровнях, делает систему открытой, универсальной и расширяемой.

Полученный опыт показывает, что XML действительно позволяет создать читабельный расширяемый протокол. Все описанные выше решения применяются в комплексной системе учета энергоресурсов «Энергоресурс», разработанной ООО «СИСТЕЛ». А излишняя «болтливость» XML компенсируется сжатием данных.

Данная система установлена на ряде объектов энергетики и промышленности, в частности, на Стойленском ГОК ведется информационный обмен с 32 УСПД, для которых источниками данных выступают 526 счетчика Протон, Меркурий, СЭТ, Энергомера, по ним осуществляется получасовой, суточный, месячный и годовой учеты.

Список литературы

1. Горелик Т., Кириенко О. Перспективы развития «умных сетей» // Электроэнергия. Передача и распределение. №1. 2010.
2. Родионова М. От практики «латания дыр» к комплексной модернизации // Электроэнергия. Передача и распределение. №1. 2010.
3. Ковцова И.О., Ухов В.И. Организация обмена данными в многоуровневых распределенных системах // «Вестник» Международного университета природы общества и человека «Дубна». №2. 2010.
4. Холзнер С. XML. Энциклопедия. СПб. Питер. 2004.
5. Ковцова И.О. Архитектура комплексной системы учета энергоресурсов // Материалы XVIII международной научно-технической конференции «Радиоэлектроника, электротехника и энергетика». М. Т. 2. 2012.

Ухов Владимир Иосифович — канд. физ.-мат. наук, доцент, директор по перспективным разработкам ООО «СИСТЕЛ», Ковцова Ирина Олеговна — ассистент Международного Университета природы, общества и человека «Дубна» филиал г. Протвино. Контактный телефон (916) 904-89-99. E-mail: uxob@mail.ru kovtsova_irina@mail.ru