

Энергетика, Smart Grid, интеллектуальные транспортные сети. Практические возможности в России

В данном материале рассматриваются практические возможности реализации концепции Smart Grid для энергетических предприятий в условиях России. В качестве примера приводится успешный опыт внедрения элементов Smart Grid в странах с близкой российской структурой энергосети.

Слон, которого нужно съесть

Количество документов, относящихся к теме Smart Grid в энергетике, чрезвычайно велико. К ним относятся различного рода правительственные программы и исследования, стандарты и рекомендации, предложения и планы крупнейших энергетических и ИТ-компаний (GE, Siemens, ABB, IBM, Cisco, Microsoft, Huawei и др.), аналитические исследования, технические отчеты и т.п.

Существующее разнообразие мнений о Smart Grid можно представить в виде известной притчи о слепых, споривших о том, "что есть слон". Один трогал хобот, другой ногу, третий хвост, и на основе такого опыта все они делали разные выводы.

Будучи живым симбиозом электроэнергетики, электроники, ИТ, телекоммуникаций, сенсорных технологий и математики, концепция Smart Grid порождает широкий диапазон трактовок.

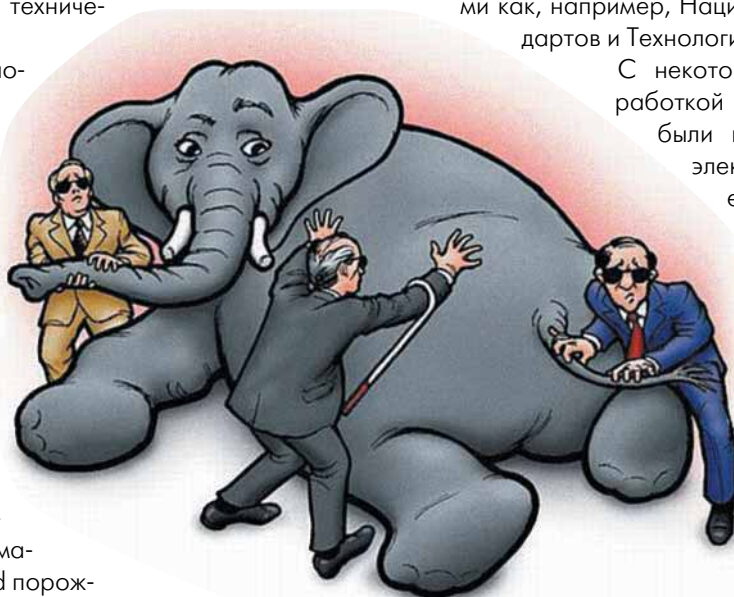
Немного истории. Как подойти к слону

Безусловно, родиной Smart Grid являются США, имеющие такие сильные отраслевые институты и организации, как Министерство Энергетики, NIST, NERC, KEMA и др. Среди них также – независимый, некоммерческий

Научно-исследовательский Институт Электрической Энергии (EPRI), который проводит исследования и разработки, связанные с производством, поставкой и использованием электроэнергии. EPRI – это целое сообщество, члены которого представляют 90 % рынка производимой и поставляемой в США электроэнергии и принимают участие в проектах, осуществляемых более чем в 40 странах мира. Именно в EPRI поставляют для тестирования и исследований оборудование и приборы ведущие производители со всего мира.

В недрах EPRI и родились основные принципы Smart Grid, обкатанные затем другими, упомянутыми выше, участниками процесса, также внесшими в него свой вклад. Постепенно эти принципы превратились в правила-стандарты, принятые органами стандартизации, такими как, например, Национальный Институт Стандартов и Технологий США (NIST).

С некоторой задержкой и переработкой стандарты на Smart Grid были приняты Международной электротехнической комиссией (МЭК) и другими организациями по стандартизации, с которыми сотрудничают многие страны, в том числе и Россия. Так как международные соглашения имеют приоритет по отношению к внутреннему законодательству, тема Smart Grid стала приоритетной и для России.



Стандарты, или Как поделить слона

Имеется пять семейств стандартов МЭК (IEC), относящихся к Smart Grid для энергетической отрасли:

► **IEC 61970 и IEC 61968** – описывают общую информационную модель (CIM), необходимую для обмена данными между аппаратурой и сетями, прежде

всего в передающем секторе (IEC 61970) и распределении (IEC 61968);

- ▶ **IEC 61850** – регламентирует вопросы автоматизации подстанций и коммуникаций, а также совместимости на основе единого формата данных;
- ▶ **IEC 60870-6** – описывает информационный обмен между центрами управления;
- ▶ **IEC 62351** – способствует решению задач кибер-безопасности коммуникационных протоколов, определенных предыдущими стандартами МЭК. Данные стандарты имеют целью:
- ▶ **снижение затрат** – благодаря обеспечению взаимодействия технологий Smart Grid;
- ▶ **оптимизацию процессов** – за счет интеграции оборудования и систем для управления электроэнергетическими процессами в комплексные системные решения, необходимые для поддержки функционирования энергосетей;
- ▶ **управление рисками** – достижение целей кибер-безопасности с помощью цифровой подписи, аутентификации доступа, предотвращения подслушивания и обнаружения несанкционированных вторжений;
- ▶ **снижение зависимости от одного поставщика** – отход от исторически сложившейся проблемы в электроэнергетическом секторе, когда используются специфические технологии и форматы информационного обмена от одного вендора.

Теория и практика. Слон как живой организм

Для определения сферы применения стандартов используется **обобщенная структура энергетического предприятия**, осуществляющего полный цикл поставки электроэнергии – от производства до доставки конечному потребителю (рис. 1).

Конечно, в практике разных стран элементы этой структуры зачастую обеспечиваются несколькими предприятиями, но тем важнее роль стандартов, решающих в числе прочего и задачи координации деятельности этих предприятий. Взаимодействие стандартов и обобщенной модели энергопредприятия отображено на рис. 2. При этом в общей структуре каждому стандарту присуща определенная “зона ответственности”.

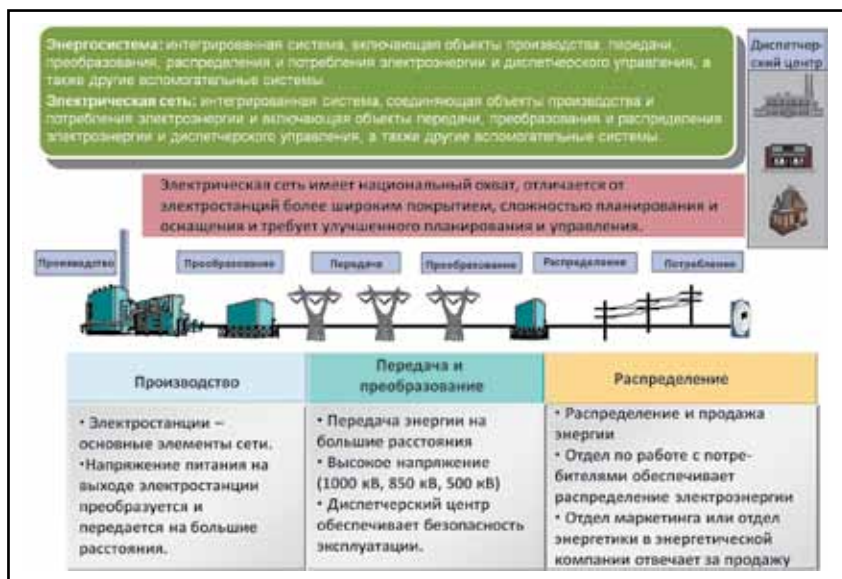


Рис. 1. Обобщенная модель энергетического предприятия

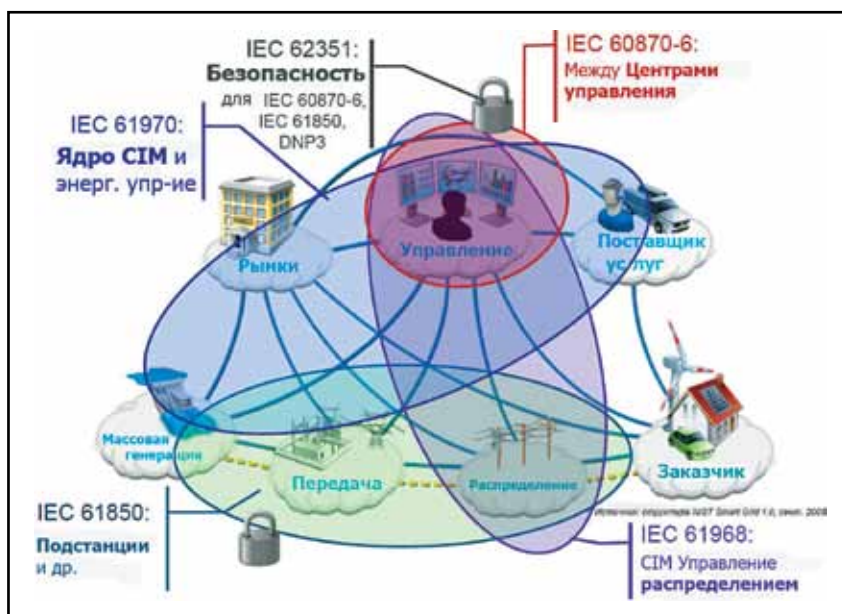


Рис. 2. Взаимодействие стандартов и обобщенной модели энергопредприятия

Инструменты и подходы. Слоны разных стран, объединяйтесь!

В дальнейшем разные страны и Европейское общество разработали собственные программы реализации требований стандартов МЭК, которые учитывают особенности и потребности этих стран в области энергетики. Однако все участники процесса едины в том, что **фундаментом реализации принципов Smart Grid являются информационные технологии**.

Но ИТ не могут “висеть в воздухе”, им нужна основа: базы фактических данных, модели, описывающие предметную область и ее текущее состояние, возможности управления, интерфейсы взаимодействия и т.п. И далеко не случайно два из пяти стандартов МЭК посвящены общей информационной модели (СИМ).

СИМ фиксирует бизнес-контекст, семантические знания об объектах энергетики, синтаксис взаимодействия и связь с онтологией. Проще говоря, СИМ в об-

щем виде описывает, из чего состоит та же подстанция (далее трансформатор, размыкатель и другое оборудование), опора ЛЭП, электростанция и т.п. А наиболее адекватной ИТ-структурой, реализующей CIM, по признанию экспертов, являются средства ГИС.

Необходимо понимать, что CIM слишком абстрактна для конкретного применения и необходим “обратный” путь от абстракции к конкретике. В связи с этим, компания Esri, обобщая опыт работы со своими энергетическими клиентами, разработала и постоянно обновляет свои фирменные CIM – менее общие и более приспособленные для быстрого старта конкретных проектов. Эти модели доступны на сайте Esri (www.esri.com), где

имеются модели в виде описаний, UML-диаграмм и постеров (пример одной из них приведен на рис. 3). Таким образом, существует определенная последовательность для быстрого старта проектов по построению CIM конкретного энергетического предприятия.

Однако эти “заготовки” неприменимы, если нет понимания того, из чего реально состоит конкретное энергопредприятие. Для следующего этапа (уточнение и настройка модели) требуется проведение инвентаризации активов предприятия. Из богатого набора инструментальных и ИТ-средств инвентаризации выделим три: полевую (непосредственный осмотр человеком, точное позиционирование, описание и т.п.), воздушную (с применением лазера, сканера, ортофото и т.п.), дистанционное зондирование Земли (с помощью спутников и многоканальной съемки).

Далее производится очистка собранных данных, уточнение модели, ее наполнение, и модель превращается в базу данных объективного состояния объектов электроэнергетики. Из CIM-базы появляются классификаторы, информация об оборудовании и т.п. А корпоративным хранилищем информации становится геоинформационная система с ее базой геоданных, соответствующими моделями данных и их реализациями.

Слон – большой!

В электроэнергетике давным-давно существовали средства управления режимами, аналоговыми устройствами, входящими в состав АСУ ТП, SCADA и др. Все было хорошо, пока цена нефти не подскочила с \$10 до \$100, а за ней не потянулись цены на все углеводороды и, как следствие, на электроэнергию в целом. В дополнение к этим факторам наряду с традиционными все большую

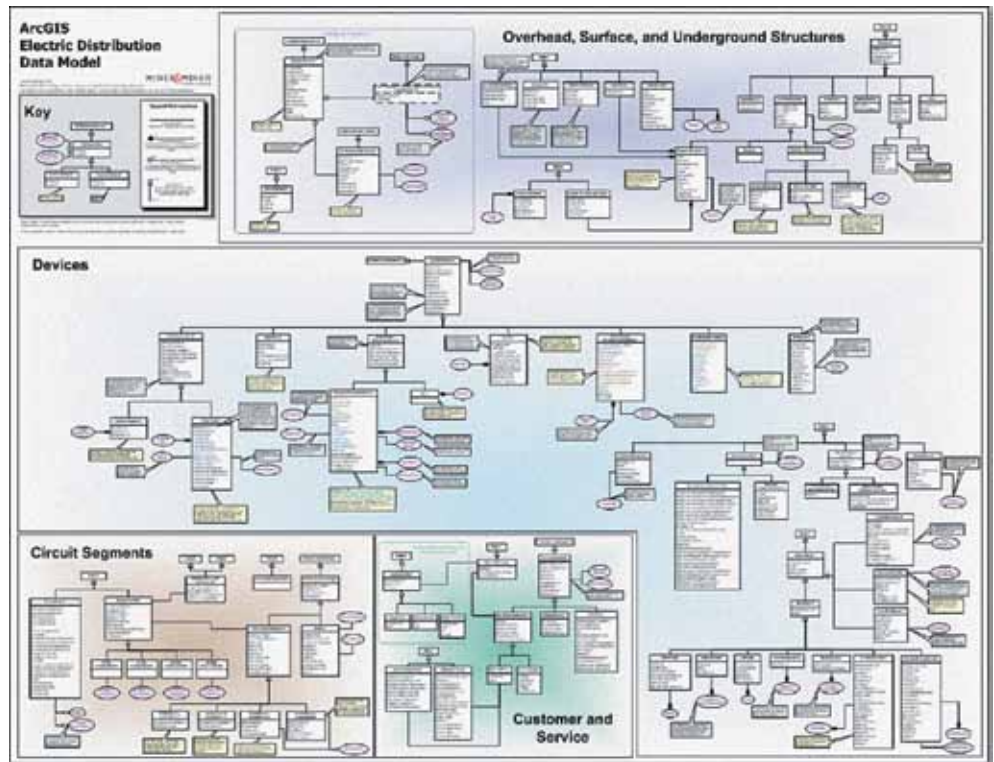


Рис. 3. Пример модели на основе CIM-данных сети передачи электроэнергии

популярность завоевывают возобновляемые виды генерации (ветряная, солнечная и т.п.), которые в большей мере зависят от погодных и иных условий окружающей среды и дестабилизируют электросеть с этой “стороны”.

В таких условиях для более “тонкого” учета и контроля аналоговое управление начало преобразовываться в цифровое, дополняясь огромным количеством данных от изначально цифровых датчиков и сенсоров.

У института EPRI по этому вопросу есть исследование, из которого следует, что управление Smart Grid опирается на развитую сеть датчиков (сенсоров) и в ней существенно повышается значение подстанции как центра сбора и обработки данных об объективной обстановке и состоянии объектов энергосистемы.

Если у вас в энергопредприятии есть 1 млн опор, и на каждой установлено порядка 8 сенсоров, то это 8 млн устройств, выдающих информацию, причем по большей части непрерывно. Если у вас при этом 48 тыс. подстанций, где на порядок больше устройств, генерирующих информацию, то можно себе представить объем данных, требующих непрерывной обработки.

Энергетика – очень погодно зависимая отрасль. Это означает, что помимо вышеперечисленных источников генерации данных существуют еще тысячи автоматических погодных станций и датчиков, порождающих огромные объемы данных, которые при этом должны укладываться в достаточно сложные математические модели (например, математическую модель налипания льда на линию электропередач). Диспетчерское управление с использованием старых АСУ ТП и SCADA становится физически затруднительным, а управляющие воздействия оказываются неэффективными и неадекватными возникающим ситуациям. Это подтверждается мировой статистикой отказов энергосистем и веерного отключения

сегментов сети с соответствующими финансовыми и иными потерями. Все эти факторы обуславливают эффективную потребность отрасли в Smart Grid.

Ключевым элементом управления сетевой энергетикой становится подстанция, на которую в группе стандартов Smart Grid заведен отдельный, довольно общий, стандарт IEC 61850.

Китайский слон, лучший друг российского слона

Какова же практика применения стандартов и, в частности, стандарта IEC 61850? Здесь интересен опыт Китая, где сформировался довольно устойчивый рынок цифровых подстанций.

Как практически осуществляется переход к Smart-подстанции?

Одна из китайских компаний, которая выросла из производителя аналоговой промышленной автоматики для энергетиков и сейчас является одним из самых крупных в КНР производителей цифровых подстанций, приводит следующую статистику: из 106 сданных в промышленную эксплуатацию Smart-подстанций только две (!) являются абсолютно новыми, все остальное – реконструкция. Имея объективные данные и CIM-базы, компания разработала и реализовала индивидуальные планы преобразования каждой подстанции в цифровую.

Физически это специальные шкафы с климатикой, размещаемые в непосредственной близости от трансформаторов и размыкателей (то есть “в поле”). В шкафах – аналого-цифровые преобразователи и устрой-

ства первичной обработки цифровых данных. От шкафов (в отличие от традиционной схемы подстанции) в здание подстанции идут только оптические линии, а в здании подстанции размещены свои шкафы с электроникой, где располагаются измерители, счетчики. Кроме того, предусмотрены батареи хранения (для консервирования избыточной электроэнергии) и другое оборудование. В здании подстанции аккумулируются и данные систем безопасности, охраны периметра и др.

Вся эта информация концентрируется и уходит из подстанции на следующий уровень управления – в Smart-диспетчерские.

Цифровая подстанция в постоянном присутствии персонала не нуждается.

Подобные решения уже экспортируются в ряд стран, в том числе и в СНГ. Они дополняются новой Smart SCADA, которая стыкуется со SCADA в Smart-диспетчерской. В новой Smart-SCADA, естественно, появляется такой элемент, как ГИС, который использует CIM-базу.

Окончание следует

А. В. Конев, ФГБУ “Российское энергетическое агентство”,
В. П. Куприяновский, компания Esri CIS,
А. Ю. Бадалов, “Российская корпорация средств связи”,
А. Г. Богданов, компания Huawei,
С. А. Волков, компания Астерос,
С. А. Синягов, компания DATA+

Международная научная конференция



ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

31 марта - 4 апреля 2014 года
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Главная цель конференции - предоставить возможность для обсуждения перспектив развития параллельных вычислительных технологий и представления результатов, полученных ведущими научными группами в использовании суперкомпьютерных технологий для решения задач науки и техники в странах СНГ и всего Мира.

Тематика конференции покрывает все аспекты применения высокопроизводительных вычислений в науке и технике, включая приложения, аппаратное и программное обеспечение, специализированные языки и пакеты.

Индустриальная сессия. Программный комитет придает особое внимание привлечению к работе конференции представителей промышленности. С этой целью в рамках конференции будет организована индустриальная сессия. На сессию принимаются высококачественные презентации по коммерческому аппаратному и программному обеспечению, ориентированному на применение суперкомпьютерных и параллельных вычислительных технологий в различных областях науки и техники.

В первый день работы конференции будет объявлена 20-я редакция списка Top50 самых мощных компьютеров СНГ.



Организаторы
Российская академия наук
Суперкомпьютерный консорциум университетов России



Сайт конференции: <http://ПАВТ.РФ>