

ЭНЕРГЕТИКА, SMART GRID, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

В.П. Куприяновский (Esri CIS), А.Г. Богданов (Huawei),

С.А. Волков (Ангстрем), С.А. Сиягов (Esri CIS)

Рассматриваются практические возможности по реализации концепции Smart Grid для промышленных предприятий в условиях России. В качестве примера приводится успешный опыт внедрения элементов Smart Grid в странах со структурой энергосети, близкой к российской. Предполагается, что реализация представленных возможностей обеспечит плановое внедрение Smart Grid в энергетической сети России в разумные сроки и с минимизацией расходов. Успеху этого процесса, а также снижению рисков может содействовать наличие в настоящее время в России подходов и инструментариев, успешно применяемых в западных проектах Smart Grid.

Ключевые слова: Smart Grid, энергетические сети, энергопотери, стандарты, геоинформационные системы, микросети, автономные системы, информационная модель, подстанция.

Слон, которого нужно съесть

Число публикаций по теме Smart Grid в энергетике чрезвычайно велико. Это различного рода правительственные программы и исследования, стандарты и рекомендации, предложения, планы и продукты крупнейших промышленных предприятий и ИТ компаний (GE, Siemens, ABB, IBM, Cisco, Microsoft, Huawei и т.п.), аналитические исследования, технические отчеты и т.п.

Соответствующее разнообразие мнений о Smart Grid можно представить в виде старой притчи о том, как слепые спорили — «что есть слон?». Один трогал хобот, другой ногу, третий ухо и т.п. (рис. 1). Тема интеллектуальных промышленных предприятий также входит в этот круг.

Связано это разночтение с тем, что, действительно, Smart Grid — это живой симбиоз электроэнергетики, электроники, информационных технологий (ИТ), телекоммуникаций, сенсоров, ПО и математики как для энергетических предприятий, так и для промышленных.

Немного истории. Как подойти к слону

Несколько слов о начале процесса и игроках. Безусловно, родиной Smart Grid являются США. Из многих участников этого процесса в США, включающих Министерство энергетики, NIST, NERC, KEMA и др., выделяется независимый, некоммерческий Научно-исследовательский институт электрической энергии (EPRI, www.epri.com), который проводит исследования и разработки, связанные с производством, поставкой и использованием электроэнергии на благо общества. EPRI — это целое сообщество, члены которого представляют 90% рынка производимой и поставленной электроэнергии США, а международное участие распространяется более чем на 40 стран мира. Именно в EPRI поставляют для тестирования и исследований оборудование и приборы ведущие производители со всего мира.

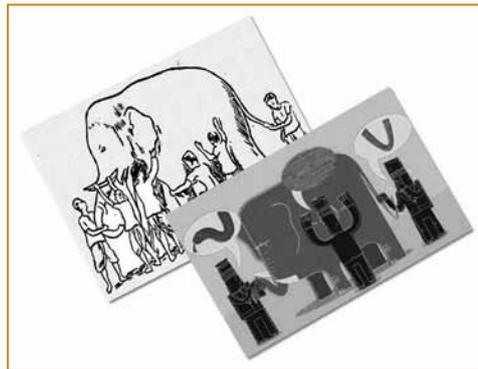


Рис. 1

Результаты своих исследований EPRI публикует в разнообразных формах и форматах. При этом это могут быть математические и физико-математические труды и модели, не устаревающие десятилетиями, или самая авторитетная Web площадка, представляющая десятки и сотни тысяч проектов в области Smart Grid Америки и Европы.

В горниле EPRI и родились основные положения по Smart Grid, далее обкатанные другими, упоминавшимися выше, участниками процесса, также внесшими сильный вклад в этот процесс. Положения превратились в правила-стандарты, которые приняты органами стандартизации, такими как Национальный институт стандартов и технологий США (NIST, www.nist.gov).

С некоторой задержкой и переработкой стандарты по Smart Grid были приняты 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 актуальной и для России.

В 2012 г. Правительство РФ утвердило перечень Технологических платформ РФ, в том числе и Технологическую платформу интеллектуальной энергетической сети РФ (ТП ИЭС).

Стандарты или как поделить слона

Имеется пять семейств стандартов, 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 = МЭК, Международная электротехническая комиссия);

— IEC 61850: способствует автоматизации подстанций и коммуникаций, равно как и совместимости на основе единого формата данных;

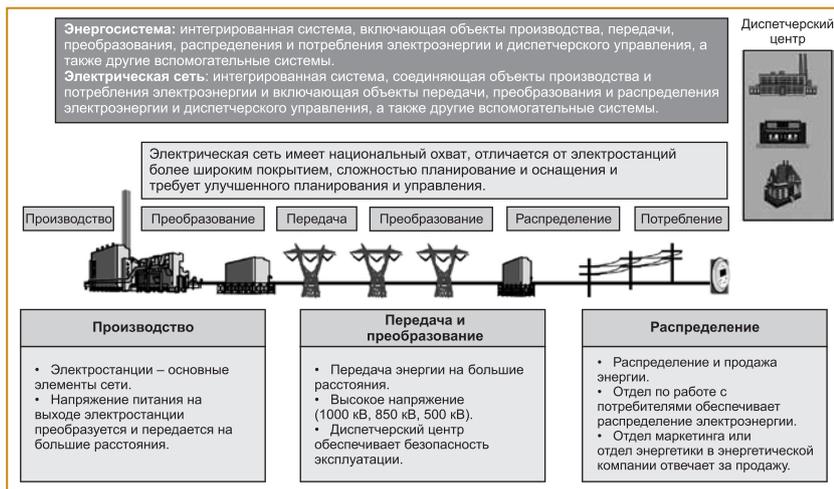


Рис.2

– IEC 60870-6: описывает информационный обмен между центрами управления;

– IEC 62351: решает задачи кибер-безопасности коммуникационных протоколов, определенных предыдущими стандартами IEC.

Эти стандарты существенно расширяются и детализируются двумя новыми стандартами:

– IEEE 2030™-2011: руководство по обеспечению функциональной совместимости энергетического оборудования и информационных технологий с электроэнергетическими системами (EPS), системами конечных потребителей и нагрузкой в интеллектуальных сетях;

– IEEE Std 1547.4™-2011: основы разработки, эксплуатации и интеграции автономных систем на базе распределенных ресурсов с электроэнергетическими системами.

Последние два стандарта имеют непосредственное отношение к реализации концепции Smart Grid для промышленных предприятий.

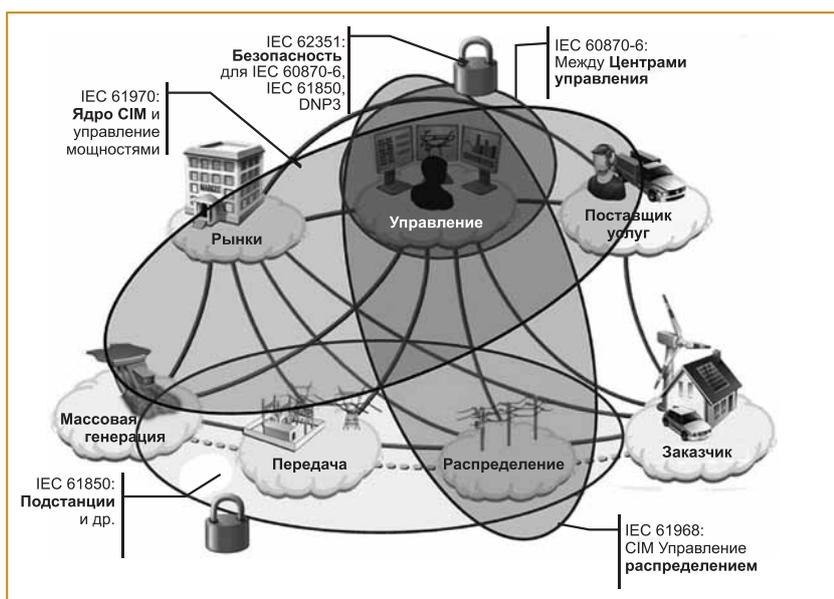


Рис.3

Данные стандарты представляют следующие преимущества для всех заинтересованных сторон:

- **снижение затрат** – способность взаимодействия продуктов на базе технологии Smart Grid от разных производителей, что в будущем позволит компаниям выбирать и устанавливать у себя любую часть технологии и не зависеть от поставщика;

- **оптимизация процессов** – интеграция оборудования и систем для управления электроэнергетическими процессами в комплексные системные решения, необходимые для поддержания 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** – преодоление исторически сложившейся проблемы в электроэнергетическом секторе, когда используются специфические технологии и форматы информационного обмена от одного поставщика

Теория и практика. Слон как живой организм

Для определения сферы применения стандартов, используется обобщенная структура энергетического предприятия (рис. 2) в предположении, что это предприятие обеспечивает полный цикл поставки электроэнергии от производства до конечного потребителя.

Конечно, в практике разных стран зачастую элементы этой структуры обеспечиваются несколькими предприятиями, но тем важнее роль стандартов, решающих, в том числе и задачи координации деятельности этих предприятий. Взаимодействие стандартов и обобщенной модели энергопредприятия отображено на рис. 3. Каждому стандарту присуща определенная «зона ответственности» в структуре, а стандарты IEEE 2030™-2011 и IEEE Std 1547.4™-2011 уже касаются архитектуры и особенностей реализации Smart Grid для автономных систем, к которым относятся и системы промышленных предприятий.

Слоны разных стран, объединяйтесь.

Инструменты и подходы

Далее разные страны и Европейское сообщество разработали собственные программы реализации требований стандартов МЭК, которые учитывают их особенности в области энергетики и потребностей. На сегодняшний день по разным критериям это соревнование и сотрудниче-

ство Китая и США — двух бесспорных лидеров этого процесса.

Однако все участники процесса сходятся в одном: ИТ, реализующие скучные математические формулы, есть основа реализации Smart Grid.

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 (СІМ). Наиболее адекватной ИТ структурой, реализующей СІМ модели, по признанию экспертов, являются геоинформационные системы (ГИС).

Необходимо понимать, что СІМ модель слишком абстрактна для конкретного применения и необходим «обратный» путь от абстракции к конкретике. Компания ESRI, обобщая опыт работы со своими энергетическими клиентами (по оценкам Гартнера 2010–2011 гг., ESRI является ГИС № 1 в энергетике), разработала и постоянно обновляет свои фирменные модели, менее общие и более приспособленные для быстрого старта конкретных проектов, чем классическая СІМ модель. Другими словами, разрабатывается определенная последовательность действий для быстрого старта проектов на базе СІМ модели в применении к конкретному энергетическому предприятию.

Но даже эти заготовки не применимы без понимания, из чего же 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 (человек, автомобиль, непосредственный осмотр, точное позиционирование, описание и т. п.), воздушную (самолет, вертолет, лазер, сканер, орто-фото, точное позиционирование и т. п.), дистанционное зондирование земли (спутники и многоканальная съемка).

Далее — полевая камеральная работа по очистке данных, уточнению модели, ее наполнению, и, о чудо, гусеница превращается в бабочку. Модель сохраняется в БД объективного состояния объектов электроэнергетики, появляются бойцы СУБД (Oracle, DB2, MS SQL, и др.), далее борьба платформ (IBM, Sun, HP, Huawei и др.), в итоге строится центр обработки данных (ЦОД), облачная архитектура и т. д. Система начинает жить. В информационной системе из СІМ базы появляются классификаторы, информация об оборудовании и т. п., и корпоративным хранилищем информации становится ГИС с ее геобазой и соответствующими моделями данных и их представлений.

Слон — большой!

Читатель может теперь полюбопытствовать, а для чего такие титанические усилия?

Вернемся непосредственно к электроэнергетике. Там давным-давно существовали средства управле-

ния режимами, аналоговыми устройствами, входящими в состав АСУТП, SCADA, и др. А в дополнение в электросети пришли локальные виды генерации, включая внутреннюю генерацию или системы хранения данных промышленных предприятий.

Для более «тонкого» учета и управления, когда необходимо принимать во внимание особенности бизнеса конкретных компаний, аналоговый сигнал в управлении начал преобразовываться в цифру, дополняясь огромным объемом данных от изначально цифровых датчиков и сенсоров.

У компании EPRI есть добротное исследование учета особенностей бизнеса компаний. Из него следует, что управление в соответствии с технологией Smart Grid опирается на развитую сеть датчиков (сенсоров), и одновременно несколько изменяется роль подстанции как центра сбора и обработки данных об объективной обстановке и состоянию объектов энергосистемы. Ключевым элементом управления сетевой энергетикой является подстанция, на которую в группе стандартов Smart Grid заведен отдельный, довольно общий стандарт IEC 61850.

Smart Grid: возможности ГИС и FM-технологий в реализации требований «зеленых» и иных стандартов для активов промышленных предприятий

В последние два десятилетия во всем мире отмечается повышение спроса на экологичные здания и промышленные объекты и т. п. Соответственно появляются экологические и другие нормативы, которые формулируют условия создания и эксплуатации построек.

Для определения необходимых критериев в разных странах в разное время были приняты так называемые «зеленые стандарты».

Методы сертификации зданий позволяют быстро и наглядно дать оценку эко-эффективности объекта. Стандарты используются в основном для: сокращения расходов при строительстве и эксплуатации объекта; измерения и улучшения эффективности работы здания; повышения квалификации сотрудников; разработки планов и мониторинга реализации проектов строительства.

Рынок систем обеспечения эффективности использования энергии в зданиях для США составляет приблизительно 1 трлн. долл. США, и ожидается, что эта сумма утроится к 2030 г. Начиная с 2007 г., прирост объема рынка в этой области составил более 270 млн. долл. США с учетом порядка 18% от всех инвестиций в сети Smart Grid. В США для сертификации на требования «зеленых стандартов» применяются аналитические продукты от компании Esri.

Правовые, экономические и организационные основы в России для внедрения передовых технологий энергосбережения и энергоэффективности создает Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

На рис. 4 представлено первое здание в России, сертифицированное по «зеленому стандарту» (LEED – Leadership in Energy and Environmental Design). Это завод по производству железнодорожных подшипников в Тверской области концерна SKF (Швеция). В ходе подготовки к сертификации были проведены организационные и технологические операции в результате которых:

- на 35 % снизилось потребление электричества, естественное освещение обеспечено для 90 % всех площадей в светлое время суток;
- на площади в 2600 м³ снижено потребление воды за год;
- общее количество переработанных в производстве материалов – 12,4 %.

Ведущую роль при внедрении энергоэффективных технологий играют ГИС и системы Facility Management (управления заданными бизнес-свойствами активов) на базе ГИС.

ГИС обеспечивает системы Smart Grid адекватными моделями элементов инфраструктуры, зданий и других объектов. Имеются разные варианты таких моделей, например, вариант от компаний Esri или Esri-PenBay Solutions.

Фактически работа по энергосбережению строится на совместной работе модели энергопотерь и модели здания. Модель энергопотерь приводится к конкретному зданию (или проекту здания), его размещению в окружающей среде, решениям по стенам, окнам, крышам, системам отопления и т.п. Эти же элементы здания составляют модель зданий и сооружений для целей управления (BISDM – Building Information Spatial Data Model), которая также конкретизируется на определенное сооружение. В результате появляется возможность рассчитать варианты решения математически, достигая 40...50 % экономии на этапе эксплуатации.

Согласно определению Британского стандарта BS 8536:2010, Facility Management – это процесс междисциплинарного взаимодействия в течение эксплуатации или жизненного цикла объекта (несколько десятилетий), позволяющий непрерывно предоставлять услуги, обеспечивающие основные бизнес-процессы объекта, и процесс непрерывного повышения эффективности предоставления этих услуг. Также Facility Management можно определить как управление инфраструктурой объекта или организации.

Отметим, что особое значение в настоящее время приобретает внедрение энергосберегающих технологий для объектов недвижимости. Согласно исследованиям Национальной лаборатории возобновляемых источников энергии (DOE, США), можно достичь экономии чистой энергии 50 % для офисных зданий.



Рис.4. Здание SKF

Создание моделей энергопотребления и совместное их использование с 3D-моделями объектов и местности и FM-технологиями на базе ГИС позволяет существенно снизить капитальные расходы и амортизационные издержки при эксплуатации зданий, минимизировать срок окупаемости объектов недвижимости, более гибко управлять арендными ставками.

Важным моментом является способность ГИС собирать разнородные данные от различных источников: датчиков, других информационных систем, обрабатывать и представлять их в удобном для принятия решений виде.

Сегодня в России начата активная тендерная практика по энергосбережению зданий. Обычные требования – это снижение энергопотребления на 3 % в год из расчета 5 лет. Таким образом, достигается порядка 15 % экономии. Приведенная мировая практика позволяет достигать 40...50 % энергосбережения сооружений. Таким образом, российским компаниям есть куда стремиться, имея столь впечатляющие экономические и бизнес-перспективы.

Необходимая детализация Smart Grid в условиях промышленного предприятия

Естественно, технология Smart Grid в условиях промышленного предприятия имеет массу особенностей. Одна из них – необходимость детально прорабатывать внутреннюю структуру энергопотребления для достижения необходимых параметров эффективности.

Приведем несколько формальных определений и соображений относительно разработки и эксплуатации промышленных (автономных) систем на базе распределенных энергетических ресурсов (РР), таких как генерация, точки энергопотребления и т.п. и их интеграции с электроэнергетическими системами (ЭС) регионального уровня. РР иногда называют микросетями.

Автономные системы – это энергосистемы, которые: 1) имеют внутреннюю генерацию и нагрузку, 2) способны продолжать работу при отключении от региональной ЭС и/или могут работать параллельно с ней, 3) инфраструктурно интегрированы с региональными ЭС и 4) требуют отдельного детального проектирования. Типичным представителем такого рода систем и являются ЭС промышленных предприятий.

Для примера рассмотрим требования, специфические для автономных систем. Автономная система должна удовлетворять требованиям по интеллектуальному управлению нагрузкой. Схема управления должна балансировать все задействованные нагрузки источников питания, то есть обладать достаточным интеллектом. Фактически это означает: микросети должны строиться по тем же технологическим принципам, что и Smart Grid.

Как и в Smart Grid здесь появляется множество характеристик и условий, ранее не использованных в традиционных сетях уровня предприятия. Например, нагрузки рассматриваются с нескольких точек зрения, таких как профили спроса на активную и реактивную мощность, приращение нагрузки, запуск электродвигателей, отклонение значений напряжения и тока, коэффициент мощности и т.п.. Выравнивание нагрузок в рамках промышленного предприятия является достаточно сложной задачей, однако, требующей решения, учитывая результирующие эффекты по экономии.

Приведем еще один пример. Остановимся на вопросах освещения. Осветительная нагрузка используется в разных условиях обслуживания, включая эвакуацию, защиту периметра и безопасности, набор предупреждающих сигналов и выполнения задач дифференцированного освещения. Например, если осветительные нагрузки используются для экстренных служб, то выбранный источник питания должен иметь возможность обеспечения аварийного электропитания в расчете на самый длинный ожидаемый период отключения.

Управление системами освещения является одним из аспектов реализации Smart Grid технологий для промышленных предприятий. Для этого успешно применяются, в частности, системы класса ZigBee.

В заключение кратко остановимся на чувствительных нагрузках. Электронные вычислительные машины, используемые при обработке данных и управлении

процессами, обычно характеризуются специальными требованиями: обеспечение непрерывности подачи электропитания, включая кратковременные сбои, скачки и падение напряжения, уход частоты и т.п. Кроме того, компьютеры и периферийное оборудование, потребляющее менее 1,5 кВА, обычно является однофазным, а оборудование, потребляющее более 10 кВА, – трехфазным. Таким образом, в энергетической сети промышленного предприятия появляются участки с различными требованиями и алгоритмами реакции в случае сбоев или помех. Применение технологий Smart Grid позволяет переходить от распределенного характера реакции на сбой и помехи (что приводит к слабой управляемости системы в целом) к единой интеллектуальной сети управления. В такой сети выдача алгоритмов, управляющих воздействий и контроль осуществляются из одного центра.

Заключение

Становится очевидным, что технологии Smart Grid могут быть эффективно использованы как на микроуровне (в рамках отдельных предприятий, зданий и сооружений), так и на региональном уровне, а также в масштабах страны. По мнению авторов статьи, внедрение Smart Grid должно стать частью стратегии технического перевооружения любого промышленного предприятия. Необходимые для этого технологические стандарты, модели и конкретные продукты уже отработаны и доступны для применения.

*Куприяновский Василий Павлович – директор по развитию бизнеса,
Синягов Сергей Анатольевич – ведущий эксперт Esri CIS,
Волков Сергей Александрович – зам. ген. директора ОАО "Ангстрем",
Богданов Александр Геральдович – первый зам. ген. директора Huawei Technologies.
Контактный телефон (495) 988-34-81.
[Http://www.esri-cis.ru](http://www.esri-cis.ru), www.angstrem.ru, www.huawei.com*

СпецТек внедряет систему управления безопасностью и ремонтами в ОАО "АМИГЭ"

Компания СпецТек приступила к выполнению работ по проекту внедрения информационной системы управления безопасностью, техническим обслуживанием и ремонтами судов в ОАО "Арктические морские инженерно-геологические экспедиции" (ОАО "АМИГЭ"). Основной вид его деятельности предприятия – инженерные изыскания под строительство морских сооружений.

В компании была создана система управления безопасностью (СУБ), реализованная на бумажных носителях, и первые 3 года была легко управляемой. По мере накопления большого числа документов в офисе и на судах, актуальность СУБ стало сложно поддерживать. Трудоемкость ее обслуживания возросла, система стала сложной в управлении. Управление процессами технического обслуживания и ремонта как одно из требований МКУБ также требовало оптимизации.

В этой связи руководство ОАО "АМИГЭ" инициировало проект по созданию информационной системы управления безопасностью, техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР) судов.

Для выполнения работ по проекту заказчик привлек компанию НПП "СпецТек". Компетенция исполнителя включает как методологию МКУБ, так и методологию управления физическими активами предприятий. Наличие успешно ре-

ализованных проектов в судоходных и рыбопромышленных компаниях стало одним из решающих факторов выбора исполнителя. Система будет реализована на платформе программного комплекса TRIM, разработкой, развитием, поставкой и внедрением которого НПП "СпецТек" занимается с 1994 г.

Проект стартовал в марте 2012 г. с диагностического обследования компании заказчика. В настоящее время результаты диагностики обрабатываются, и на этой основе ведется разработка проектной документации на систему управления безопасностью и ТОиР, в том числе оптимизируются документы и процедуры СУБ.

Проектом предусмотрено оказание исполнителем консультационных услуг по оптимизации процессов ТОиР, выполнение работ по наполнению БД, разработке регламентов эксплуатации системы, конфигурированию ПО, обучению пользователей, пуско-наладке.

Создаваемая информационная система управления безопасностью, техническим обслуживанием и ремонтами судов автоматизирует процессы управления в офисе и трех судах компании. Заказчику будут поставлены лицензии для 12 пользователей TRIM, в том числе три пользователя в отделе флота (офис) и по три – на судах. Система будет работать с распределенной БД, включающей БД центрального узла (офис) и локальные БД на каждом судне.

[Http://www.trim.ru](http://www.trim.ru) и www.itm.spb.ru