

Роль инфокоммуникационных технологий при построении интеллектуальных энергетических сетей

В современной концепции интеллектуальных сетей Smart Grid энергосистема рассматривается как единое целое – она объединяет генерацию, транспортировку, распределение и сбыт электроэнергии, а также ее потребителя. Это становится возможным благодаря проникновению в эту сферу информационных технологий, обеспечению двунаправленного обмена информацией между всеми элементами энергосистемы, повышающейся конвергенции электрических и коммуникационных сетей.

На протяжении многих десятилетий энергокомпании были вынуждены направлять на “места” своих специалистов, чтобы собрать необходимую для работы информацию: считать показания приборов учета, произвести измерения, переключения, осмотр вышедшего из строя оборудования. Сегодня развитие и внедрение нового электротехнического оборудования и систем идет бок о бок с разработкой стандартов инфокоммуникационного обмена, обеспечивая переход от локальных систем автоматики и защиты к комплексной автоматизации, дистанционному управлению и контролю, повышению надежности электроснабжения, снижению потерь, обеспечению устойчивости к воздействию угроз кибер- и физической безопасности.

На каждом из уровней энергосистемы за годы ее существования появилось по целому ряду интегрируемых, а порой и взаимоисключающих стандартов и технологий:

- ▶ Оборудование потребителей электрической энергии:
 - объекты автоматизации: обогревательное оборудование,

бытовая техника (холодильники, электроплиты, посудомоечные, стиральные, сушильные машины), торгово-холодильное оборудование, кондиционеры, электромобили;

- средства обработки информации и управления: ПК, ноутбуки, мониторы потребления энергии (In-Home Display);
- технологии и протоколы взаимодействия: Home Area Networks (HAN), Neighborhood Area Networks (NAN), ZigBee, WiFi, BACnet, HomePlug, LonWorks, OpenHAN.

- ▶ Распределение и учет электрической энергии:

- объекты автоматизации: счетчики электроэнергии, реклоузеры, интеллектуальные пункты автоматического секционирования линий, автоматические выключатели, системы мониторинга воздушных линий электропередачи, телеизмерения гололедной нагрузки, конденсаторные установки и др.;
- средства обработки информации и управления: микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики, маршрутизаторы, точки доступа, модемы, переносные ПК мобильных бригад;
- технологии и протоколы взаимодействия: Field Area Networks (FAN), BPL/PLC IEEE P1901.2, Wireless Mesh (RF Mesh) IEEE 802.15.4, IPv6, ADSL, Cellular (2G/3G/4G LTE), WiMAX, DOCSIS.

- ▶ Транспортировка электрической энергии:

- объекты автоматизации: релейная защита и автоматика,

противоаварийная автоматика, вакуумные выключатели, системы мониторинга маслонаполненного оборудования, воздушных линий и др.;

- средства обработки информации и управления: микропроцессорные устройства РЗА, маршрутизаторы уровня доступа и агрегации, коммутаторы, ретрансляторы;
- технологии и протоколы взаимодействия: Wide Area Networks (WAN), Substation LAN (Station & Process Bus), Digital Substation, IP/MPLS, МЭК 61850, SONET, WDM, ATM, Frame Relay, DNP3.

- ▶ Диспетчерско-технологическое и корпоративное управление энергокомпаний:

- объекты автоматизации: поддержка режимов работы энергетических систем, отключение потребителей, взаимодействие с регуляторами и потребителями, управление спросом и нагрузкой, ведение финансово-хозяйственной деятельности, управление основными производственными фондами;
- средства обработки информации и управления: коммутаторы, маршрутизаторы уровня ядра, серверы, порталы, системы EMS/DMS/ОИК, OMS/Управление отключениями, MDMS/CIS/Биллинг и обслуживание потребителей, WMS/Управление мобильными бригадами и ремонтами, ERP/EAM, GIS;
- технологии и протоколы взаимодействия: Data Centers (ЦОД), Call-Centers (ЦОВ), IP, CIM (МЭК 61970, 61968),



Рис. 1. Портфель ИКТ-решений компании Cisco для энергетических компаний

Web-сервисы, Multispeak, Message Buses, World-Wide Web, ebXML.

В функционировании энергосистемы сегодня все большую роль играет обеспечение интеграции и надежного взаимодействия между различными уровнями управления. За выработку рекомендаций и стандартов в этой области отвечают Международная электротехническая комиссия (IEC, МЭК), Национальный институт стандартов и технологий (NIST), Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), Международный совет по большим электрическим системам высокого напряжения (CIGRE) и другие ведущие международные некоммерческие ассоциации специалистов в области электротехники, радиоэлектроники и автоматизации, полноправными участниками которых в последние годы наряду с традиционными игроками на рынке первичного и вторичного оборудования стали производители коммуникационных, вычислительных систем и программного обеспечения (рис. 1).

Попробуем выделить ключевые преимущества сотрудничества энергокомпаний с ведущими ИКТ-компаниями. В первую очередь, это снижение зависимости от конкретных поставщиков систем релейной защиты, автоматизации, телемеханики, что дает возможность использовать и комбинировать лучшие в своем классе решения. Во-вторых, применение открытых стандартов и про-

токолов (МЭК 61850, 61968, 61970, 60870, 62351, IEEE 1901.2, 802.15.4 и другие) взамен или в дополнение к закрытым внутренним стандартам производителей электротехнического оборудования снижает операционные издержки и обеспечивает более гибкую модернизацию. Ориентация на открытые международные стандарты минимизирует или исключает вероятность наличия недекларируемых возможностей и непрогнозируемого поведения системы, что является залогом ее надежности и безопасности. А самым главным и значимым аргументом является создание масштабируемой архитектуры систем технологического управления и связи на уровне

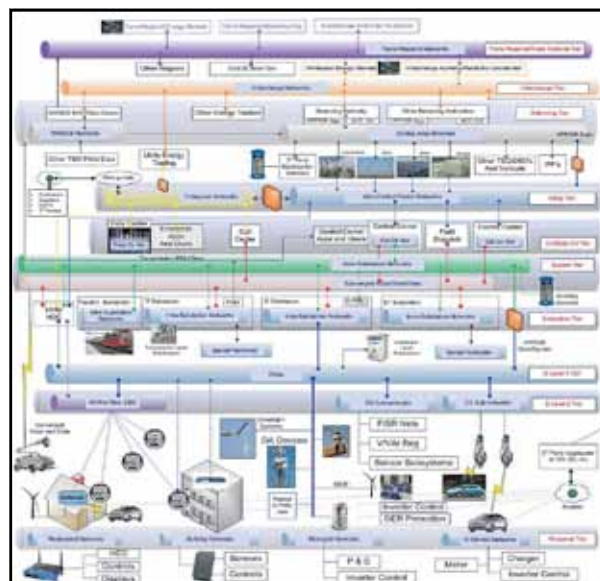


Рис. 2. Единая архитектура связи интеллектуальной энергетической системы Cisco GridBlocks

энергокомпаний в целом с учетом ее перспективного развития.

Зачастую электросетевые компании строят независимые системы корпоративной и технологической связи под конкретные задачи: IP-телефония, диспетчерская телефония, видеоконференцсвязь, автоматика и телемеханика, контроль и учет электроэнергии, сбор и передача технологической информации, видеонаблюдение, контроль и управление доступом и так далее. Это приводит не только к избыточности и сложности системы, но и к лавинообразному росту затрат на ее эксплуатацию и модернизацию. Подобная ситуация являлась типичной для большинства энергокомпаний в мире, что определило необходимость создания новой комплексной архитектуры в области технологического управления и связи, которую и разработала компания Cisco Systems. Референсная архитектура Cisco GridBlocks содержит рекомендации для 11 уровней технологического управления – от уровня управления энергосистемой страны и региона, центров управления сетями, подстанций и распределительных сетей до конечных потребителей и внешних организаций с учетом их потребностей в обмене информацией с энергокомпанией (рис. 2).

Предлагаемая архитектура обеспечивает общие рамки, упрощающие проектирование и разработку ИТ-инфраструктуры, особенно с учетом трансформации обычных се-

Архитектура предусматривает сквозную интеграцию

Предусмотрена конвергенция для повышения масштабируемости

Поддерживается интеграция устаревших систем и план миграции – интеграция существующей экосистемы производителей и поставщиков решений ИЭС ААС

Базовая платформа для инновационного развития и разработки новых продуктов и сервисов

к каналам связи классифицированы по категориям надежности, задержки, полосы пропускания, безопасности, синхронизации по времени, что позволяет предложить соответствующее техническое решение как с использованием существующей сети технологической связи SCADA, так и средствами IP/MPLS с обеспечением необходимого уровня безопасности и приоритезации трафика.

Используемая в данном примере классификация общих требований к системам связи приводится в таблице. Данный подход позволяет выделить существующие требования к системам связи и технологического управления, среднесрочные и долгосрочные потребности энергокомпании и заложить соответствующую им масштабируемую архитектуру.

Внедрение архитектуры технически реализуемо и совпадает с развитием отраслевой практики – заказчиками решений Cisco в области Smart Grid за последние несколько лет стали более 300 крупнейших энергокомпаний мира. Подобный архитектурный подход обеспечивает условия для системного развития инновационных приложений и их интеграции с унаследованными системами. Становится возможной конвергенция сетей и эффективная приоритезация различных видов трафика (оперативной и неоперативной технологической информации, телефонии, коммерческого учета, видеонаблюдения). Подобная архитектура, например, позволяет обеспечить минимальную сквозную задержку, высокую доступность и надежность

при передаче GOOSE-сообщений между сегментами ЛВС РЗА территориально-удаленных подстанций в сетях с пакетной коммутацией (IP/MPLS, MPLS-TP). Эти характеристики не уступают параметрам передачи при использовании прямых оптических соединений и технологий TDM.

В ситуации с реализацией концепции интеллектуальных сетей можно провести аналогию с распространением парадигмы смартфонов в области мобильной связи, успех которой был предопределен не благодаря отдельным приложениям, а благодаря архитектуре, которая обеспечила стремительный рост и появление абсолютно новых функциональных возможностей. Одной из таких инновационных функций для энергокомпаний является

Классификация общих требований к системам связи

Параметр	Уровень критичности	Описание
Полоса пропускания	Низкий	Менее 250 кбит/с (часто ниже 20 кбит/с)
	Средний	250 – 1000 кбит/с
	Высокий	Более 1 Мбит/с
Задержка	Низкий	Система может выдерживать средние и высокие задержки при сборе и обработке информации
	Средний	Система имеет относительные лимиты задержки распространения сигналов между отдельными конечными устройствами (end-to-end latency)
	Высокий	Система имеет жесткие абсолютные лимиты максимальной задержки (например, защитное релейное переключение требует задержки передачи данных менее 5 мс)
Надежность	Низкий	Отсутствие значимых воздействий на управляемый объект энергосистемы в случае продолжительной потери связи (от минут до нескольких часов)
	Средний	Технологическое управление пострадает незначительно в случае продолжительной потери связи (от минут до нескольких часов)
	Высокий	Значительная угроза потери работоспособности энергосистемы и безопасности энергоснабжения в случае потери связи
Безопасность	Низкий	Отсутствие значительной угрозы компрометации информации, линии связи, перехвата трафика и каналов управления
	Средний	Значительные, но ограниченные по масштабу последствия несанкционированного доступа к информации и перехвата каналов управления
	Высокий	Значительные и масштабные последствия несанкционированного доступа
Синхронизация по времени	Низкий	Система может работать с низким уровнем синхронизации передаваемой информации по времени (~1 с и больше)
	Средний	Временная привязка сигналов является важной, но не критичной (точность в диапазоне 1-1000 мс)
	Высокий	Высокие требования к синхронизации по времени, требуется точность GPS/ГЛОНАСС (от 1 нс до 1 мкс)

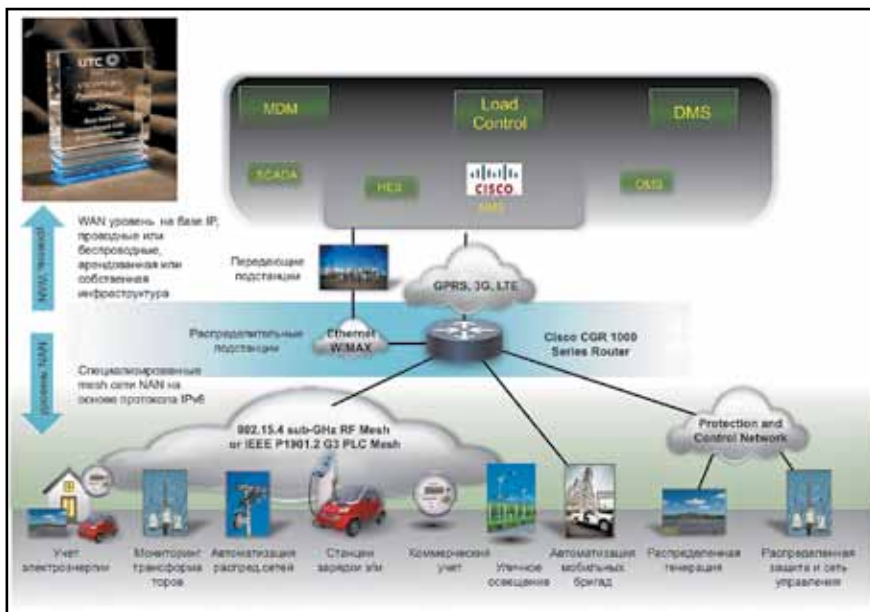


Рис. 5. Архитектура Cisco для распределительных электрических сетей и интеллектуального учета

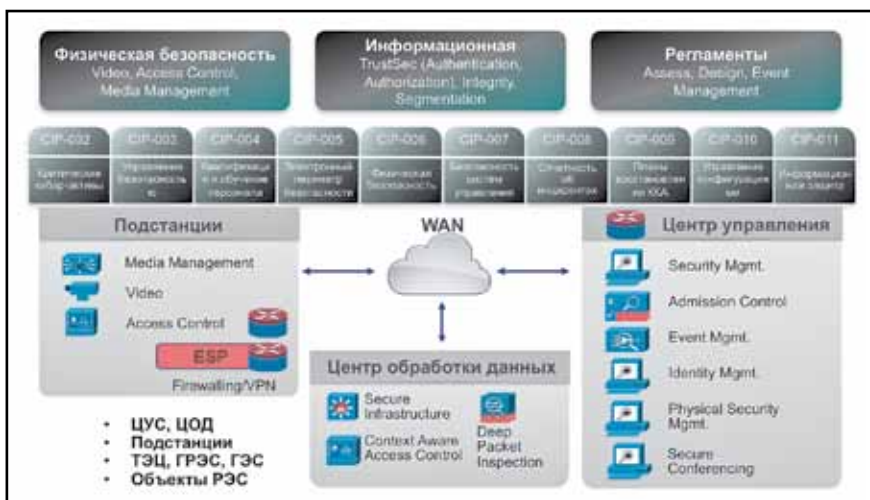


Рис. 6. Архитектура Cisco для обеспечения безопасности объектов энергосистемы в соответствии с рекомендациями NERC CIP и МЭК 62351

поддержка протокола IPv6, которая позволяет реализовать на практике предложенные футурологами прошлого века концепции "Internet of Things" и мультиагентных систем, когда каждый участник и устройство сети Smart Grid имеет свой уникальный адрес и может взаимодействовать друг с другом и энергосистемой (технологии M2M, P2M, P2P). Это может быть любое микропроцессорное устройство, датчик, сенсор, прибор учета, смартфон, электромобиль.

В 2012 году компания Cisco реализовала первый в мире проект автоматизации крупной распределительной электрической сети и интеллектуального учета с полной поддержкой IPv6 в канадской энергокомпании BC Hydro, обеспечив двусторонний обмен информацией, сбор данных с

приборов учета в режиме реального времени, управление отключениями, отслеживание и управление всеми подключенными к сети устройствами, а также эффективную приоритезацию трафика автоматики, телемеханики и коммерческого учета (рис. 5). Этот проект получил приз за лучший продукт/услугу в области Smart Grid и Smart Metering от Международного совета по телекоммуникациям в энергетике UTC в 2012 году. Приборы учета, оснащенные сертифицированным Cisco сетевым контроллером с поддержкой IPv6, самоорганизуются в беспроводную сенсорную сеть, что позволяет подключить до 5000 приборов к одному маршрутизатору Cisco CGR 1000 Series с гарантированным качеством связи и уровнем безопасности. Получая неоспоримые преимущества

в осуществлении учета, дистанционного управления и контроля в режиме реального времени, включая отслеживание географического местоположения и автоматическое обновление микропрограммы на заданных конечных устройствах, заказчик снизил эксплуатационные затраты и стоимость аренды каналов связи. Подобные технологии также положительно зарекомендовали себя при модернизации систем уличного освещения.

Еще одним примером получения преимуществ от комплексной архитектуры технологического управления и связи является реализация функций информационной и физической безопасности на объектах энергосистемы. На сегодняшний день основной способ обеспечения безопасности – использование энергокомпанией собственных каналов связи – не отвечает требованиям международных стандартов защиты объектов критически важной инфраструктуры NERC CIP и МЭК 62351. Коммутаторы и маршрутизаторы Cisco серии CGS 2500 Series, CGR 2000 Series для использования на подстанциях имеют сертификаты безопасности ФСТЭК России, а архитектура Cisco в области Smart Grid позволяет не только организовать защищенную передачу данных, но и построить систему видеонаблюдения, контроля и управления доступом, а также дает возможность интегрировать ее с системой противоаварийной автоматики и обеспечить защищенный удаленный доступ, используя ту же линейку сертифицированных коммутаторов и маршрутизаторов, которые используются для построения цифровой подстанции (рис. 6).

Энергетические предприятия могут выбрать свой сценарий перехода к интеллектуальной сети Smart Grid и использованию интеллектуальных средств технологического управления и связи, но для каждого из этих сценариев важно обеспечить преемственность, снизить сроки и стоимость такого перехода, а также заложить надежную архитектуру с учетом целевой модели технологических и бизнес-процессов.

А. А. Савинов, руководитель направления Smart Grid, компания Cisco Systems

**XI MOSCOW
INTERNATIONAL
ENERGY
FORUM**









**XI МОСКОВСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

ТЭК РОССИИ В XXI ВЕКЕ

Мировая энергетика: новые векторы развития
Энергетическая стратегия России в контексте новых вызовов



ОРГАНИЗАТОРЫ:

-  Министерство энергетики Российской Федерации
-  Министерство иностранных дел Российской Федерации
-  Комитет Совета Федерации по экономической политике
-  Комитет Государственной Думы по энергетике
-  Российская академия наук
-  Торгово-промышленная палата Российской Федерации



ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

14 МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

3000 УЧАСТНИКОВ

120 УНИКАЛЬНЫХ ДОКЛАДОВ

2000 МЕТРОВ ЭКСПОЗИЦИИ

8 - 11 АПРЕЛЯ 2013

МОСКВА

+7 (495) 664-24-18
info@mief-tek.com

www.mief-tek.com