ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АСДТУ. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ СК–11 ДЛЯ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И СЕТЯМИ

Ю.Д. КАРАСЕВ, А.В. КОНЕВ, М.Б. ЕВЛАХОВ, И.Н. КРЮКОВ
(ЗАО "Монитор Электрик")

Возрастающая сложность энергосистем, постепенное видоизменение функций и неуклонное снижение удельного финансирования на их развитие и поддержание в работоспособном состоянии подтолкнуло отечественных специалистов по управлению энергосистемами к переходу на новые принципы работы. Российская электроэнергетика оказалась на пороге революционной ситуации в развитии автоматизированных систем диспетчерско-технологического управления энергосистемами. Российские компании-разработчики заявили о своей готовности к самостоятельной реализации полноценных решений на платформе CIM.

В статье обозначены основные шаги, предпринятые ЗАО "Монитор Электрик", на пути создания своих продуктов и решений на платформе CIM для центров управления электроэнергетики.

Рассмотрен комплекс СК-11, представляющий собой новое поколение автоматизированных систем управления производством, передачей и распределением электроэнергии, систем управления ремонтами и эксплуатацией, систем управления отказами, систем подготовки оперативного персонала энергосистем и предназначенный для работы как на простых объектах, так и в сложных многоуровневых системах управления.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ

Конец 90-х годов прошлого столетия был ознаменован бурным всплеском информационных технологий в российской электроэнергетике. Быстрыми темпами шло развитие и внедрение скоростных цифровых каналов связи; устройств телемеханики, поддерживающих международные протоколы; систем режимного и противоаварийного автоматического управления; SCADA-систем нового поколения (зарубежных и отечественных); ERP-систем западного производства; систем управления ремонтами. В начале 2000-х годов началось формирование электроэнергетических рынков: рынок "на сутки вперед", балансирующий рынок, рынок мощности, рынок системных услуг.

Однако рост числа и сложности внедряемых ИТ-решений выявил ряд серьезных проблем, особенно ярко проявившихся в АСДТУ центров управления энергокомпаний. Довольно быстро обнаружилось, что наращивание числа внедряемых автоматизированных систем снижает эффект от внедрения каждой последующей системы: новые технологии препятствуют внедрению новейших технологий. Кроме того, возникла проблема нехватки квалифицированных кадров для поддержания в рабочем состоянии созданных АСДТУ.

Усложнение структуры управления электроэнергетикой России (многоуровневость оперативного и административного управления; разделение некогда единого "организма" ЕЭС на большое число компаний с разными целями и разным уровнем технологического развития) вызвало эффект определенного отторжения:

- Структурам верхнего уровня необходима "вся" актуальная информация во всё большем количестве.
- На нижних уровнях перед подразделениями и персоналом стоят совершенно иные задачи по поддержанию компонентов энергосистемы в работоспособном состоянии при минимальном финансировании.

- На нижних уровнях почти отсутствует выделенный персонал для эксплуатации ИТ.
- “Низы” знают актуальное состояние, но, как правило, не заинтересованы в актуализации информационных моделей “ради верхов”.
- “Верхи” нуждаются в актуальной информации, но не владеют ею.

НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ЕДИНОЙ МОДЕЛИ ОБМЕНА ДАННЫМИ

Появление вышеуказанных проблем привело к осознанию крупными электроэнергетическими организациями России (ОАО “СО ЕЭС”, ОАО “ФСК ЕЭС”, ОАО “Россети”, ОАО “РусГидро” и другими) необходимости введения единой модели технологического управления, использование которой позволило бы решить следующие задачи:

- объединение разрозненных информационных систем;
- исключение многократной работы по подготовке и актуализации данных;
- снижение стоимости интеграции приложений и моделей (перекодировка, адаптеры);
- автоматическое снятие терминологических и классификационных противоречий между смежными технологическими подразделениями с получением стройных сквозных рабочих процессов;
- повышение полноты и достоверности информации в модели, что необходимо для перехода к проактивному управлению.

В качестве основы для единой модели управления российской электроэнергетикой предполагалось использовать международный стандарт в этой области – Common Information Model (CIM). Несмотря на свою молодость (а CIM была разработана в середине 90-х годов в США институтом Electric Power Research Institute (EPRI) в рамках проекта Control Center Application Program Interface (CCAPI)), общая информационная модель была уже достаточно развита. Зрелость технологий CIM подтверждается следующими фактами:

- Парафирование 5-ой редакции стандарта “IEC 61970-301 Ed.5 Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base”в ноябре 2013 года.
- Переход Европейского объединения Системных операторов передающих сетей ENTSO-E на обмен данными по стандартам CIM с 2014 года.
- Ежегодное тестирование в рамках ENTSO-E ПО разных разработчиков на совместимость с CIM (в 2014 году – на совместимость с 5-й редакцией).
- Широкое применение CIM в электроэнергетике США (SCADA/EMS в PJM, рыночная подсистема в CAISO, доступ компаний и конечных пользователей к данным со счетчиков в соответствии с CIM в США и Канаде).

Возрастающая сложность энергосистем, постепенное видоизменение функций и неуклонное снижение удельного финансирования на их развитие и поддержание в работоспособном состоянии подтолкнули отечественных специалистов по управлению энергосистемами к переходу на новые принципы работы. Российская электроэнергетика оказалась на пороге революционной ситуации в развитии автоматизированных систем диспетчерско-технологического управления энергосистемами. Российские компании-разработчики заявили о своей готовности к самостоятельной реализации полноценных решений на платформе CIM.

ЧТО ТАКОЕ CIM

CIM – common information model – общая информационная модель, используемая для описания семантики (компонентов) энергосистемы в разных странах. Это абстрактная модель, которая может использоваться как справочник, как упорядоченная схема меток (имен данных), которая несет смысловое определение данных и определение структуры и словаря схем сообщений. CIM определяет набор сервисов для обмена данными о состоянии энергосистемы.

Ввиду своей абстрактной природы CIM может быть реализована различными способами. Общая информационная модель – не жестко заданный “один раз и навсегда” стандарт, а живой процесс, развивающийся параллельно с развитием ИТ и накоплением опыта его применения, т.е. с ростом инсталляционной базы CIM-ориентированных решений.

CIM определена серией стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК) 61970, 61968 и с 2010 года 62325 (описание рынка).

ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТ CIM

CIM описывает многие элементы и свойства электроэнергетических систем, например, токопроводящее и генерирующее оборудование, топологию, динамические свойства генераторов, потребителей электроэнергии, различного рода графики и зависимости, финансовые сущности (рынок, учет электроэнергии, платежи), управление резервами, управление активами, измерения и элементы SCADA, линии электропередачи переменного и постоянного тока, распределительные устройства, подстанции и оборудование, установленные на них.

В CIM определены:

- типы данных;
- перечень классов с описанием семантики самих классов и их атрибутов;
- связи (ассоциации) между классами и атрибутами классов (наследование или обобщение, простая ассоциация, агрегация, составное отношение) и их множественность: 1, *, 0..1, 0..*;
- интерфейсы взаимодействия межу приложениями (например, CIMXML).

АКТУАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Серьезным препятствием для внедрения иерархических, территориально-распределенных систем является проблема согласованности данных и поддержания модели в актуальном состоянии. Существует два основных варианта решения данной проблемы:

1. Создание централизованной модели.
2. Создание распределенной модели.

Централизованная модель имеет ряд преимуществ в плане простоты и удобства обслуживания, определенной экономии средств на аппаратное обеспечение, но также имеет ограничения в плане наличия критических узлов, повышенных требований к постоянной готовности протяженных коммуникаций, обеспечивающих доступ к центральной базе, ограничения функциональности и снижения комфорта работы удаленных клиентов с единой моделью и в значительном числе случаев неприменима в распределенных системах АСДТУ крупных российских энергокомпаний.

Распределенная модель позволяет обеспечить:

- Максимальную автономность и живучесть каждого узла системы.
- Поддержание синхронного состояния модели во всех узлах с помощью распространения обновленных версий модели “сверху вниз”.
- Возможность работы с дополнительным набором локальных данных в каждом узле.
- Использование индивидуальной модели требуемого необходимого уровня подробности для каждого узла.

При построении распределенной системы одним из ключевых условий успеха является создание инфраструктуры АСДТУ, включающей единое информационное пространство, охватывающее все уровни центров управления крупной энергокомпании, а также включающее смежные энергокомпании, в том числе, находящиеся в соседних странах. Эта информационная инфраструктура должна максимально соответствовать потребностям функционирования распределенных процессов, в том числе, в крупных многоуровневых иерархически организованных энергокомпаниях. Только создание такой единой информационной среды позволит обеспечить необходимый темп и удобство актуализации исходной информации, использующейся для управления энергосистемой.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ШАГИ НАШЕЙ КОМПАНИИ К СОЗДАНИЮ АСДТУ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Российская компания ЗАО “Монитор Электрик”, разработчик программного обеспечения для центров управления электроэнергетики сегодня создает свои продукты и решения на платформе CIM. Работы, связанные с изучением и использованием общей информационной модели для создания программных продуктов, занимают важное место в истории развития нашей компании. Вот основные вехи на этом пути:

- 2002-2003 годы. Изучение документов МЭК, первый перевод CIM (61970, версия 10) на русский язык.
- 2005-2008 годы. Создание специалистами Монитор Электрик режимного тренажера Финист на платформе CIM (61970, версия 10 с элементами версии 12) с расширениями для моделирования сущностей, не представленных в международном стандарте МЭК:
  - противоаварийная автоматика;
  - процессы медленной динамики для российских тепловых электростанций (регулирование “до себя” и т.п.);

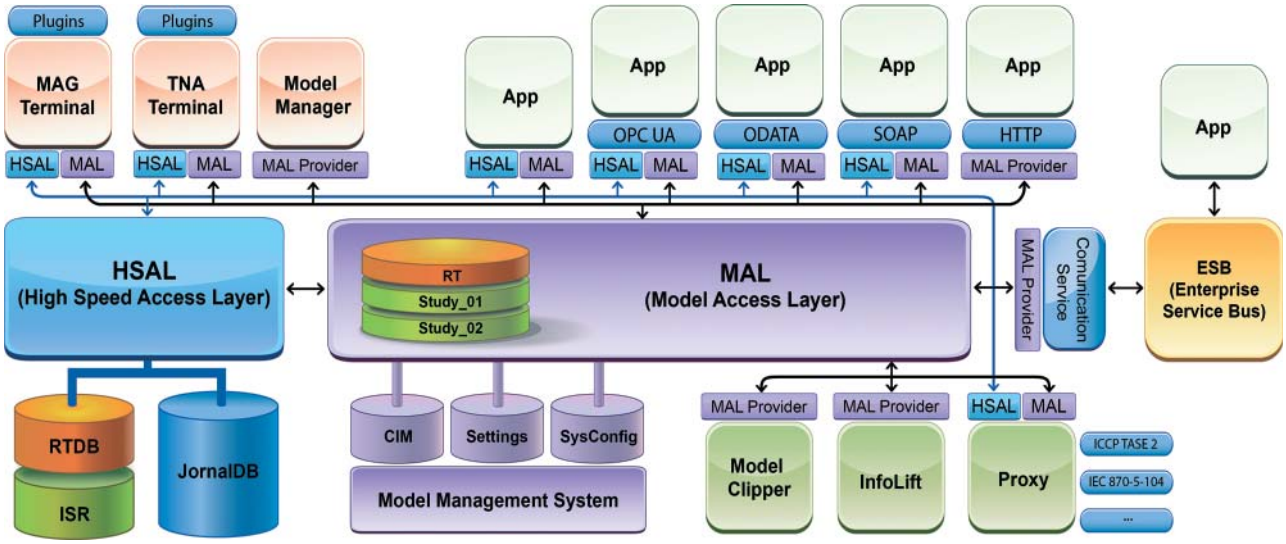

Рис. 1. Архитектура СК-11

– многообмоточные (авто)трансформаторы.

- 2006-2011 годы. Участие компании ЗАО "Монитор Электрик" в проекте SCADA/EMS в Системном операторе:
  – инжиниринг данных: создание модели ЕЭС России для сетей 220 кВ и выше (61970, версия 13);
  – интеграция тренажера Финист с моделью SCADA/EMS;
  – изучение передовых на тот момент технологий Siemens и применения CIM для решения широкого спектра задач EMS.
- 2008 г. Вступление ЗАО "Монитор Электрик" в международное сообщество пользователей стандартов общей информационной модели – CIMug.
- 2008-2013 годы. Разработка компонентов CIM-платформы СК-11.
- 2010-2012 годы. Разработка графической платформы DIOGEN для визуального представления информации, моделируемой в соответствии с требованиями и семантикой CIM.
- 2013 г. Начало регулярной работы представителя ЗАО "Монитор Электрик" в WG13 TC57 МЭК.
- 2013 г. Первые внедрения в энергокомпаниях США тренажера Финист на базе CIM.

ЧТО ТАКОЕ СК-11

"СК-11" – это общее название информационно-технической платформы со свободно комплексируемым набором приложений для создания автоматизированных систем оперативно-диспетчерского и технологического управления объектами электроэнергетики.

Состав приложений зависит от круга задач, решаемых центром управления, и может меняться в процессе эксплуатации.

Основополагающим принципом, определяющим всю архитектуру платформы, обеспечивающим ее гибкость и открытость, является применение международных стандартов и средств общесистемной, информационной и программной интеграции использующих ее функциональных компонентов.

СК-11 представляет собой новое поколение автоматизированных систем управления производством, передачей и распределением электроэнергии, систем управления ремонтами и эксплуатацией, систем управления отказами, систем подготовки оперативного персонала энергосистем.

Комплекс предназначен для работы как на простых объектах, так и в сложных многоуровневых системах управления.

Таким образом, платформа и приложения СК-11 предназначены для решения задачи построения современной системы АСДТУ с учетом описанных выше аспектов.

АРХИТЕКТУРА СК-11

Архитектура комплекса в общем виде представлена на рис. 1. Она является модульной и распределенной, с централизованными шинами модели и данных.

Главным коммутационным элементом является слой доступа к модели Model Access Layer (MAL). С помощью MAL клиентские приложения загружают из объектно-ориентированного хранилища данных нужные версии модели и размещают в оперативной памяти параметры режима, создавая контекст данных. MAL предоставляет доступ ко всем моделям системы: описание энергосистемы, настройки и параметры приложений, конфигурация комплекса и система санкционирования.

Вторым коммутационным элементом системы является слой высокоскоростного доступа High Speed Access Layer (HSAL). Данный слой предоставляет программный интерфейс (API) взаимодействия с базой данных реального времени (RTDB) для выполнения операций с временными рядами данных и для работы с журнальными данными.

Все компоненты системы, которым в процессе работы требуется анализировать исключительно текущее состояние модели (учитывая состояния динамически изменяемых параметров), используют MAL-провайдер и не подключаются к HSAL. Компоненты, которым необходимо анализировать временные ряды данных и историю изменений, используют HSAL-провайдер для доступа к RTDB, сервису журналов и архивной подсистеме ISR.

Платформа СК-11 поддерживает большое число шаблонов интеграции приложений. В зависимости от требований приложения к скорости обмена данными, наличия определенных видов сервисов, а также интеграционных возможностей самого приложения, выбирается нужный шаблон.

Основные технологии интеграции включают OPC Unified Architecture (IEC 62541), доступ к данным модели и текущим данным режима посредством HTTP, XML Web-сервисы (SOAP), а также Open Data Protocol (OData).

Для подключения внешних приложений, а также для организации межуровневого обмена информационными сообщениями и синхронизации информационных моделей может быть использована любая открытая сервисная (интеграционная) шина предприятия (ESB).

Описание модели технических средств АСДТУ, модели энергосистемы, а также модели системы санкционирования доступа хранится в соответствующих базах данных объектного хранилища СК-11 Model Management System.

Коммуникационный процессор Proxy обеспечивает безопасные скоростные коммуникации по стандартным протоколам с внешними системами телемеханики и смежными центрами управления.

Для создания удобной пользовательской среды, позволяющей унифицировать человеко-машинный интерфейс и организовать эффективное использование автоматизированной системы, в составе СК-11 используются три основных пакета приложений.

Первый пакет – Multicomponent Advanced Graphical Terminal (MAG Terminal) предоставляет общий пользовательский интерфейс для всех приложений, оперирующих, в первую очередь, текущей и ретроспективной телеметрической информацией.

Второй пакет – Transmission Network Analysis Terminal (TNA Terminal) предоставляет общий пользовательский интерфейс для всех приложений сетевого анализа, оперирующих данными режима, который может быть сформирован на основе прошлой, текущей или будущей версии информационной модели и соответствующего набора режимных параметров.

Третий пакет – Model Manager включает набор средств для создания и поддержания в актуальном состоянии модели энергосистемы и всей конфигурационной информации СК-11.

TNA Terminal и MAG Terminal ориентированы на работу с произвольным числом сервисов и приложений различных производителей, выполняемых на платформе СК-11, и имеют соответствующие программные интерфейсы и средства для разработчиков (API и SDK). Это позволяет во многих случаях обеспечить единообразие человеко-машинного интерфейса АСДТУ и использовать сторонние приложения без дополнительной когнитивной нагрузки на пользователя.

Об остальных приложениях и компонентах, представленных на рисунке 1, будет рассказано далее.

"МНОГОМЕРНОЕ" ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО СК-11

В ядро СК-11 заложены технологии решения задачи создания единой распределенной

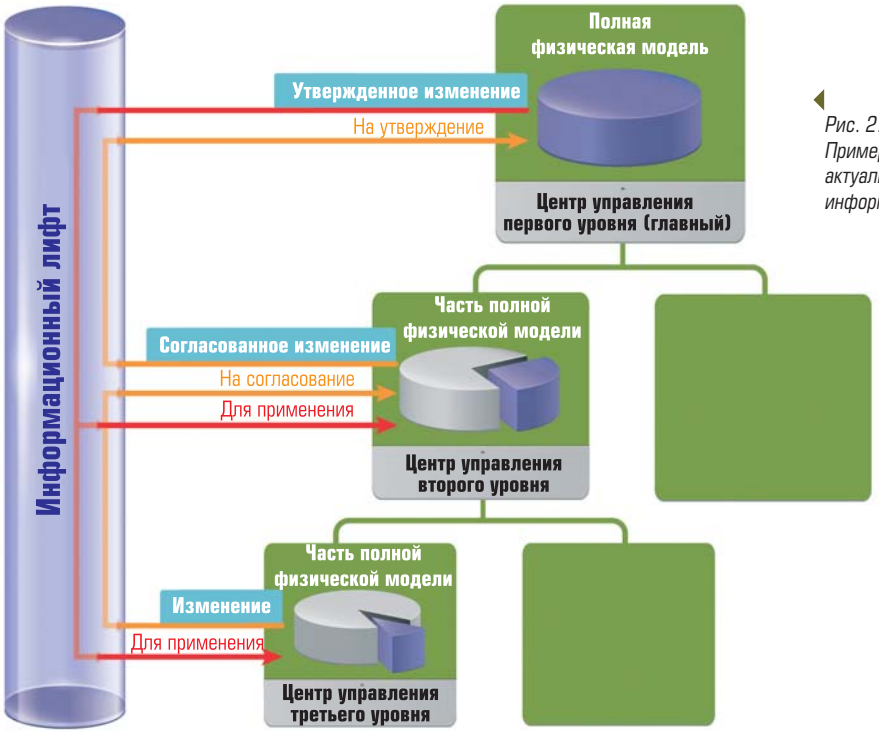

Рис. 2. Пример бизнес-процесса актуализации единой распределенной информационной модели

инфраструктуры АСДТУ (рис. 2). В основе этих технологий лежит “многомерное” информационное пространство SCADA/EMS/DMS для физических и эквивалентных моделей энергосистем. “Измерения” этого информационного пространства таковы:

- вертикальная интеграция информационных моделей в иерархии центров управления одной энергокомпании (информационный лифт);
- горизонтальная интеграция приложений на базе полной физической модели энергосистемы (сети) с возможностью автоматического построения эквивалентных моделей и их версий в рамках одного центра управления;
- перекрестное наложение (интеграция) информационных моделей смежных центров управления, имеющих четко определенные границы зон ответственности, как по территориям, так и по классам напряжения, с функцией автоматического получения изменений, внесенных в модель смежного центра.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИФТ

Для решения задачи создания общей распределенной информационной модели в СК-11 реализован механизм межуровневого информационного взаимодействия – информационный лифт (InfoLift), который обеспечивает возможность распределенной актуализации модели, транспорта корректировок снизу вверх и сверху вниз, автоматизации процессов согласования и утверждения изменений.

Технология InfoLift позволяет пользователю системы, находящемуся в любом центре управления, в любой момент времени иметь доступ к актуальным данным о полной физической модели подведомственной энергосистемы (сети).

В модель каждого центра управления в том числе включаются объекты и оборудование, необходимые для его работы, но находящиеся в ведении и управлении других центров (соседних энергосистем и сетей, центров управления другого уровня). При этом ответственность за актуальность информации об оборудовании смежных центров несёт персонал этих центров.

Информационный лифт действует для всех центров и объектов управления, входящих в единое информационное пространство, и автоматически переносит данные всем заинтересованным пользователям при возникновении изменений в модели любого центра после их утверждения в соответствии с настроенным бизнес-процессом.

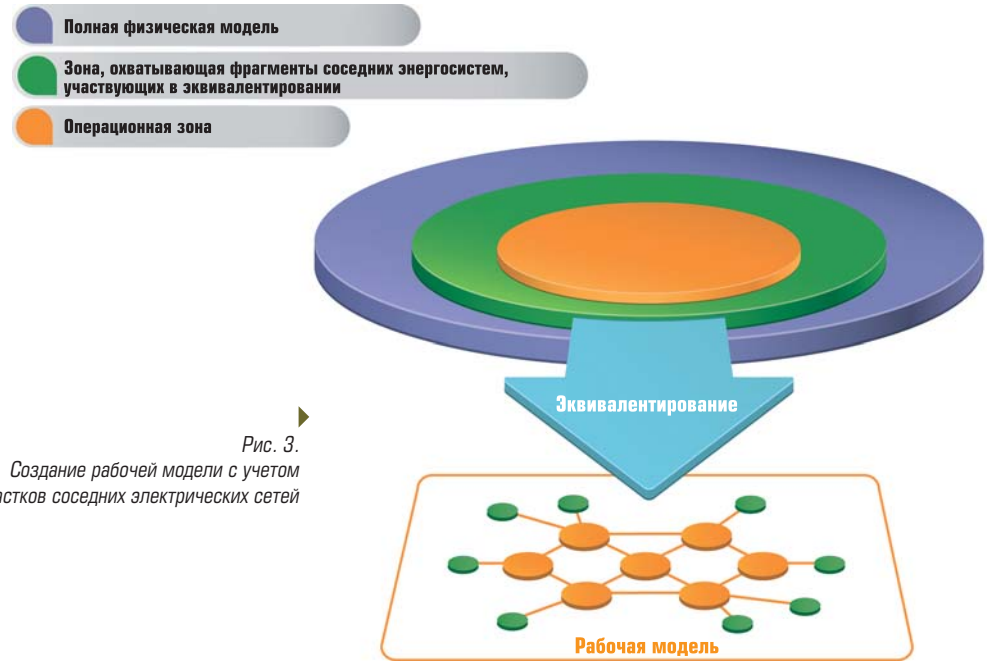

Рис. 3. Создание рабочей модели с учетом участков соседних электрических сетей

InfoLift позволяет гибко настраивать и менять на протяжении жизненного цикла системы конфигурацию центров управления (слияние и расширение состава центров), границы операционных зон и зон заинтересованности в информации о модели, описание бизнес-процессов согласования изменений.

УПРАВЛЕНИЕ МАСШТАБОМ МОДЕЛИ. ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЕ

Использование полных физических моделей для больших энергосистем и сетей имеет ряд ограничений. Пользователям затруднительно, а в некоторых случаях невозможно запомнить все объекты в информационной модели и осознать их поведение и режим работы. Алгоритмическая обработка полных физических моделей также не всегда возможна ввиду большого объема данных о состоянии оборудования, которые необходимо актуализировать вручную, а также ввиду наличия ограничений на допустимое время обработки (расчета). Поэтому на практике используются упрощенные и эквивалентные модели. При этом для получения работоспособной эквивалентной модели в центре управления любого уровня необходимо учитывать участки соседних энергосистем (сетей).

СК-11 включает технологию Model Clipper – для автоматического и автоматизированного упрощения моделей и уменьшения их размеров. Эквивалентные модели в информационном пространстве СК-11 называются рабочими.

Проекты преобразования (эквивалентирования) для каждой рабочей модели (рис. 3) хранятся централизованно и поддерживаются в актуальном состоянии. При внесении изменений в полную физическую модель правила преобразования автоматически применяются, и формируются актуальные рабочие модели во всех центрах управления.

МУЛЬТИМОДЕЛЬНОСТЬ

В последние годы на рынке начали появляться приложения, поддерживающие работу на базе модели, описанной в соответствии со стандартом CIM. Однако существует несколько официальных версий стандарта (за 12 лет увидели свет 2 версии стандарта IEC 61970, 6 рабочих версий CIM и большое число рабочих подверсий). Кроме того, стандарт допускает расширение модели собственными классами. В связи с этим большинство приложений различных производителей, созданных для работы с моделью CIM, за исключением расчета установившегося режима и, в какой-то степени, оценки состояния, несовместимы между собой и не могут работать на общей платформе без усилий по преобразованию и дополнению данных в модели.

Для решения этой проблемы СК-11 предлагает технологию мультимодельности,

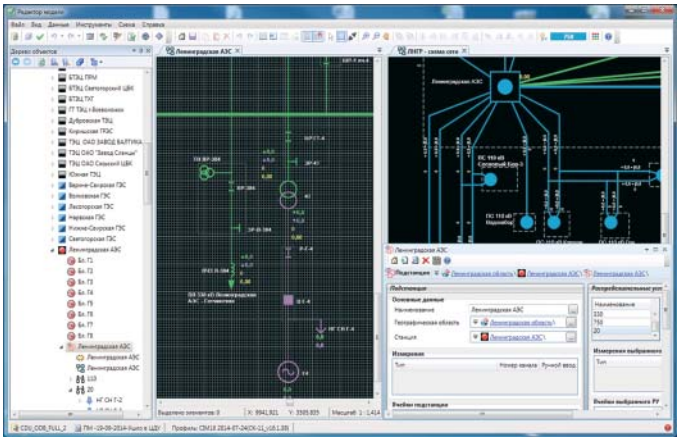

Рис. 4. Редактор информационной модели

предоставляющую возможность создания нескольких вариантов частных информационных моделей для обеспечения совместной работы приложений, требующих различных форматов и версий модели данных (включая поддержку разных версий CIM и даже унаследованных "не-CIM" форматов). Это позволяет использовать имеющиеся в наличии версии и варианты программного обеспечения, которые в принципе поддерживают CIM, пользуясь преобразованиями версий модели от общей к частным. Лучшим вариантом на практике считается использование широкого спектра приложений от разных производителей, полностью совместимых по модели данных. Однако такие предложения в настоящее время на рынке отсутствуют.

АДАПТАЦИЯ СЕМАНТИКИ CIM ДЛЯ ТЕХНОЛОГОВ

Общая информационная модель, построенная в соответствии с группой стандартов CIM, имеет довольно сложную объектную структуру с непривычной для технологов семантикой, например, трансформатор в соответствии со стандартом описывается экземплярами более 10 классов, связанных между собой ассоциациями. Инструменты управления информационной моделью СК-11 (Model Manager) обеспечивают промежуточный слой представления информации в терминах предметной области, что позволяет работать с системой на понятном технологу языке. Внутренняя структура данных модели в обычном режиме скрыта, но при необходимости может быть представлена в пользовательском интерфейсе (рис. 4).

ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ СК-11

Одним из основных положений идеологии СК-11 является открытость платформы для интеграции приложений различных производителей на базе международных стандартов. Кроме того, ЗАО "Монитор Электрик" развивает следующие пакеты приложений для новой платформы:

- Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA).
- Energy Management System (EMS).
- Distribution Management System (DMS).
- Market Management System (MMS).
- Operator Training Simulator (OTS).
- Outage Management System (OMS).

Помимо общей информационной модели и средств интеграции, платформа СК-11 предоставляет единую информационную среду исполнения и готовый набор сервисов для сетевых приложений. Это позволяет, в том числе, обеспечить непротиворечивость и сходимость по разным критериям результатов работы подсистем SCADA/EMS/DMS.

Основные общие сервисы включают:

- BB2BB, предназначенный для переноса результатов расчетов режимов на физическую модель, расчета обобщённых характеристик режима и перетоков по ветвям нулевого сопротивления;
- анализ топологии сети;
- оценку состояния PORTOS;
- расчет установившегося режима, включающий услуги серийных расчетов, в том числе расчетов утяжеления по заданным сценариям;
- универсальный контроль режимных и технологических ограничений Violation Analyzer;
- сервис скоростных серийных вычислений по заданным сценариям с возможностью обмена результатами между приложениями.

VIOLATION ANALYZER – ЕДИНОЕ ОПИСАНИЕ РЕЖИМНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ, ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ИХ НАРУШЕНИЯ

Одной из важнейших задач анализа режима электрической сети является контроль нару-

шения технологических ограничений, обеспечивающий проверку выполнения целого ряда условий, которые определяются как техническими характеристиками энергетического оборудования, так и требованиями по устойчивости энергосистемы. Эта задача решается в большинстве приложений сетевого анализа (в интерактивном и фоновом режимах), а также при мониторинге режимных параметров в среде SCADA.

Сервис СК-11 Violation Analyzer позволяет сэкономить значительные средства, затрачиваемые на поддержание в актуальном состоянии независимых описаний технологических ограничений в различных автоматизированных системах и приложениях центра управления, а также значительно повысить степень автоматизации процесса контроля предельных параметров в нормальных и ремонтных режимах, с учетом сезонов, типов дней, времени суток, предшествующих схемно-режимных ситуаций.

Violation Analyzer включает мощный инструмент создания централизованной и общей для всех приложений модели ограничений, которая позволяет с использованием специального языка на основе семантики CIM охватить практически все типы сложных аналитических и неаналитических предельных параметров и условий. Централизованный сервис контроля нарушения ограничений в составе Violation Analyzer предназначен для использования всеми заинтересованными приложениями на платформе СК-11.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ PORTOS – ОСНОВА ПРИЛОЖЕНИЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ПОДДЕРЖКУ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДИСПЕТЧЕРОМ

Поскольку работа приложений сетевого анализа, в особенности в режиме on-line, начинается с оценки состояния по данным текущей телеинформации, без обеспечения безотказной и гарантированно корректной работы этой функции невозможно перейти к использованию результатов расчетов EMS/DMS-подсистем и считать их достоверными.

Если оценка состояния не будет давать гарантированный результат даже в единичных случаях, система EMS/DMS будет всегда ставиться под сомнение и не сможет использоваться для принятия решений.

Большинство представленных на мировом рынке систем оценки состояния по данным текущей телеинформации (stateestimator – SE)

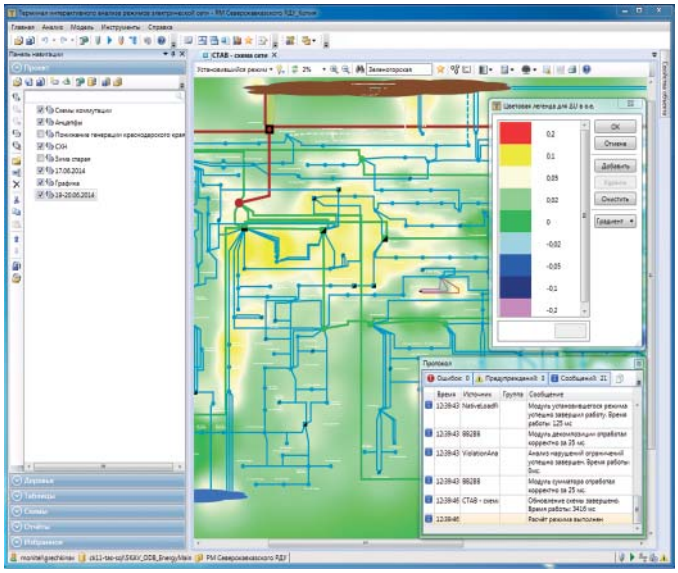

Рис. 5. Терминал интерактивного анализа режимов электрической сети

построено на алгоритмах, рассчитанных на избыточную наблюдаемость энергосистемы (рис. 5). Чтобы обеспечить сходимость расчетов в плохонаблюдаемых системах в реальных условиях, этих алгоритмов недостаточно, требуется система оценки состояния и достоверизации, использующая дополнительные исходные данные, специальные алгоритмы восстановления замеров и другие технологии.

В странах СНГ для решения задачи оценки состояния и восстановления замеров в ненаблюдаемых районах наиболее широко используется ПК КОСМОС. В РФ на базе его расчетов работает, например, ЦСПА в ОДУ Урала, ОДУ Средней Волги, ОДУ Юга, Тюменской энергосистеме, комплекс иерархической оценки состояния и расчета потерь в ФСК. Расчетные модули КОСМОС работают в составе ОИК СК-2007С.

В 2011 году Монитор Электрик при поддержке автора ПК КОСМОС В.Л. Прихно начал активную разработку программы оценки состояния режимов энергосистем следующего поколения, получившую название PORTOS. Новая программа базируется на опробованных алгоритмах КОСМОС, доказавших свою эффективность в условиях применения в энергосистемах России и странах СНГ, и полностью переведенных на новую информационно-технологическую платформу и семантику CIM. Дополнительно к базовым алгоритмам PORTOS поддерживает ряд новых функций, включая учет псевдозамеров по заданным районам на основе данных выбранного базового режима, учет замеров с ком-

мутационных аппаратов (по ветвям с нулевым сопротивлением), динамическую подстройку коэффициента доверия (веса) измерений по кодам качества и накопленному коэффициенту доверия. Дорожная карта развития нового продукта на ближайшие 1-2 года включает еще порядка 20 дополнительных функций и алгоритмов для повышения вероятности сходимости и корректности расчетов, включая функцию оценки состояния коммутационных аппаратов, адаптацию базовых режимов (включая экспоненциальный фильтр с настраиваемой постоянной времени) и расчет доверительных интервалов оцененного режима.

ПАКЕТ SCADA СК–11

SCADA СК-11– это новое поколение систем дистанционного управления и сбора данных для предприятий и объектов электроэнергетики. В новом пакете дальнейшее развитие получила технология непрерывной оси времени, которая на уровне ядра хранения и представления данных делает невидимой границу между слоем реального (текущего) времени и данными за прошлое и будущее, обеспечивая для клиентов (пользователей/приложений) “бесшовное” скольжение по оси времени при работе с информацией. В рамках одного приложения или формы представления диспетчерской информации можно легко совмещать телеметрическую, плановую, отчетную информацию, данные синхронных векторных измерений и т.д.

Работа SCADA на общей с сетевыми приложениями информационной модели позволяет использовать единые справочники и сервисы для контроля технологических ограничений, топологического анализа, предварительной проверки корректности планируемых управляющих воздействий, включая проверки допустимости операций в сценариях телеуправления. Единое пространство измерений в иерархии центров управления и информационный лифт модели данных позволяют автоматизировать процесс настройки и поддержания в актуальном состоянии межуровневого обмена оперативной, плановой и отчетной информацией.

В SCADA СК-11 применена группа инновационных подходов к пользовательскому интерфейсу (UI), разработанных на основе многолетнего опыта наших специалистов по UI, с использованием возможностей современных информационных технологий:

Многопоточный UI, обеспечивающий максимально эффективное задействование вычислительных ресурсов многопроцессорных и многоядерных систем без блокирования работы всего пакета приложений при выполнении отдельных функций.

Немодальность. Максимальный уход от модальных диалогов и блокировок частей UI.

Динамический UI. Работа с данными в режиме drag-and-drop. Например, возможен перенос значения с формы на другую форму или на рабочий стол, или на график.

Управление контентом на видеостене с любого рабочего места, включая совместное управление с разграничением ответственности.

Поддержка коллективной работы. Область UI для размещения снимков участков схем или других форм с комментариями, доступная для просмотра группе пользователей.

Навигация с использованием связей в информационной модели для осуществления переходов как между технологическими схемами, так и любыми объектами, которые могут быть визуализированы. Например, возможен переход с шины, представленной на однолинейной схеме, на график изменения напряжения на ней.

Обобщенный визуальный анализ. Уменьшение количества статических цифровых индикаторов, загромождающих форму. Градиентная и островная визуализация, построение карты изменения анализируемого параметра. Установка переносных “приборов”, отображающих цифровую или графическую информацию о параметрах узла сети с возможностью фиксации размера и положения или перемещения и масштабирования вместе со схемой (рис. 6–8).

Приближение инструментов к контенту оптимизации их номенклатуры и обеспечения независимого управления каждой формой.

Минимизация настроек. Любая дополнительная настройка – это перекладывание ответственности на пользователя.

От агрегированного к детальному. Новая система событий, настраиваемые сводки с развитыми возможностями фильтрации, приоритетов, визуализации. Агрегация информации о событиях для упрощения восприятия.

Интерактивный web-интерфейс и интерфейс для мобильных устройств.

Возможность исследования. Интерфейс пользователя построен таким образом, чтобы не накладывать ненужных ограничений в ча-

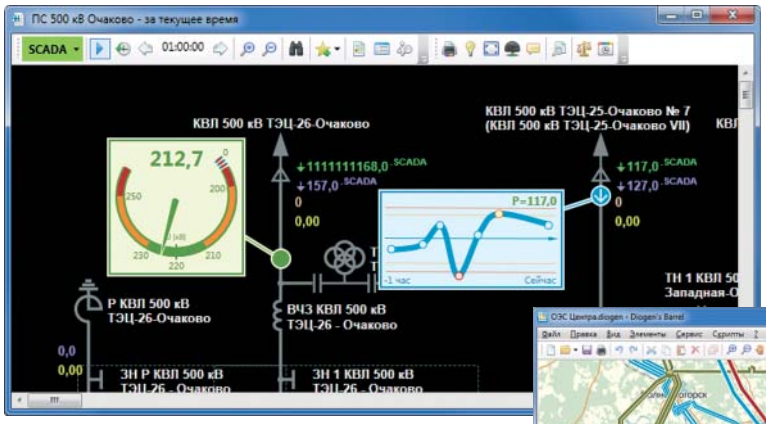

Рис. 6.
Переносные приборы

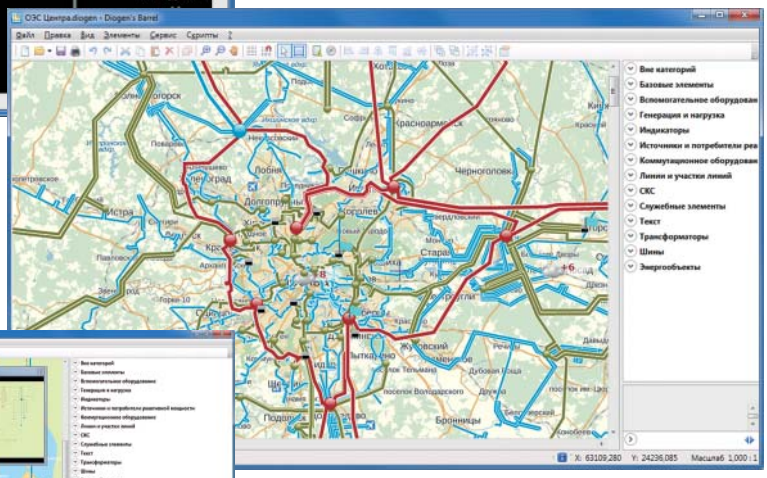

Рис. 7

Рис. 8.
Островная заливка, навигация

сти возможностей по работе с данными информационной модели и результатами работы приложений. Пользователь имеет достаточную свободу, чтобы решить свои задачи разными способами и выбрать наиболее удобный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В новых поколениях АСДТУ работа всех технологических приложений должна вестись с опорой на достоверную и общую для всех приложений "полную" физическую модель энергосистемы. Это соответствует мировым тенденциям развития систем автоматизации и является единственным способом создания жизнеспособной системы управления в современных условиях. Такой подход позволяет кардинально расширить спектр автоматизируемых технологических процессов и решаемых задач, повысить качество принятия решений при планировании, мониторинге и корректировке режимов.

Комплекс СК-11, построенный на фундаменте многолетнего опыта производства и эксплуатации нескольких поколений АСДТУ, устремлен в будущее и призван решить многие проблемы создания эффективных в современных условиях автоматизированных систем управления для электроэнергетики.

ЗАО "Монитор Электрик".
***Карасев Юрий Дмитриевич** – канд. техн. наук, первый заместитель генерального директора,*
***Конев Андрей Викторович** – заместитель генерального директора,*
***Евлахов Максим Борисович** – директор по производству программного обеспечения,*
***Крюков Игорь Николаевич** – директор Воронежского филиала.*