

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ОТОБРАЖЕНИЯ СХЕМ В СОСТАВЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

С.В. Амелин, С.Н. Буланова (ООО "Модус Энерго")

Показаны современные инструментальные возможности, особенности структуры и архитектуры графической системы "Модус", удовлетворяющей требованиям, предъявляемые к графическим системам для электроэнергетики.

Основываясь на многолетнем опыте компании "Модус" в разработке графических систем для электроэнергетики, выделим наиболее важные особенности графической системы в этой области.

Графическая система должна обеспечивать:

- построение и отображение топологических связей в схемах; удобное и наглядное отображение больших объемов данных. Одна из задач диспетчерской информационной системы – отображать состояние сети предприятия в целом. Но зачастую схемы энергосистем, городских и распределительных сетей имеют большой размер, и их не удастся разделить иерархически по подуровням так, чтобы на одном экране ПК уместилась хотя бы общая топология схемы.

- гибкие механизмы встраивания в "смежные" подсистемы, так как для большого числа задач из области электроэнергетики необходима схемная графика. Это диспетчерское управление (отслеживание текущего состояния схемы); расчет и анализ режима; проектирование электрических схем энергообъектов и анализ их надежности; рассмотрение заявок; обучение персонала, проверка знаний и проведение тренировок.

Известно, что разработка и сопровождение специализированной графической подсистемы высокого качества является трудоемкой и дорогостоящей задачей. Однако силами специализированной команды программистов возможно создание достаточно универсальной графической платформы, удовлетворяющей требованиям разного вида приложений в пределах рассматриваемой предметной области (электроэнергетика), которые могут использоваться другими разработчиками в составе своих программных комплексов.

Рассмотрим созданную компанией Модус объектно-ориентированную графическую систему, отвечающую высоким требованиям заказчиков и уже использующуюся в качестве основного средства подготовки и использования электронных схем многими предприятиями электроэнергетики (в составе внутрикорпоративных систем различного назначения), а также разработчиками прикладных приложений для электроэнергетики (Оперативно-информационные комплексы – ОИК), информационно-аналитические комплексы, решающие задачи расчета режима и т.д.). В настоящий момент насчитывается около 50 таких компаний-разработчиков.

Графический редактор. Традиционно, средством создания графических документов служит графический редактор (ГР). Дополнительно к основным функциям подобных стандартных приложений ГР для электроэнергетики должен иметь ряд дополнительных возможностей: автоматическое построение топологической

модели на основании взаимного расположения графических элементов (трассировка); средства верификации схемы на корректность электрических присоединений, например, не должны соединяться напрямую участки схемы с разным классом напряжения.

Полезны возможности ГР, не относящиеся напрямую к электроэнергетике:

- сравнение двух документов, например, двух версий схем, с выявлением их отличий и возможностью слияния набора элементов их параметров;
- печать схем с шаблонами (рамка, основная надпись) в соответствии с ЕСКД;
- экспорт и импорт изображений схем в различные графические форматы, растровые и векторные;
- возможность использования географических координат в документах;
- настройка вида отображения документа в зависимости от рабочего места и решаемой задачи. Например, вид отображения документа на экране коллективного пользования обычно отличается по цвету фона (обычно темный) и цветовой гамме (приглушенные цвета) от вида отображения документа на АРМ.

Перечисленные возможности позиционируют представляемую систему одновременно как средство графического моделирования объектов электроэнергетики, а также САПР и ГИС.

Библиотеки. Графический редактор поставляется с готовыми библиотеками элементов и обеспечивает возможность подготовки следующих видов схем: электрических присоединений подстанций, основных сетей и электростанций; однолинейных электрических соединений: принципиальных, оперативных, нормальных и пр.; диспетчерских и режимных схем энергосистем; электрических присоединений распределительных сетей; тепловой части электростанций; устройств релейной защиты и автоматики (РЗА); схем отображения данных АПТС, состояния устройств и каналов связи телемеханики; постоянного тока, СДТУ; поопорных (топографических) схем сетей; макетов щитов управления и панелей РЗА. При необходимости элементы схемы должны иметь несколько состояний, описываемых независимыми параметрами (например, для выкатного выключателя положение выключателя и положение тележки выключателя описывается двумя разными параметрами).

В состав ГР входит редактор мнемосимволов. Но, если стоит задача унификации семантического описания и вида отображения элементов схем в пределах предприятий или нескольких предприятий, имеющих общий документооборот схем, настоятельно рекомендуется использовать единую встроенную библиотеку мнемосимволов.

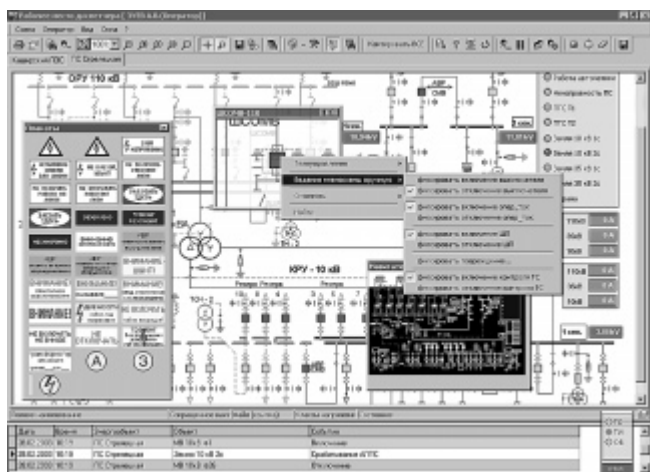


Рис. 1. Традиционное отображение состояния схемы

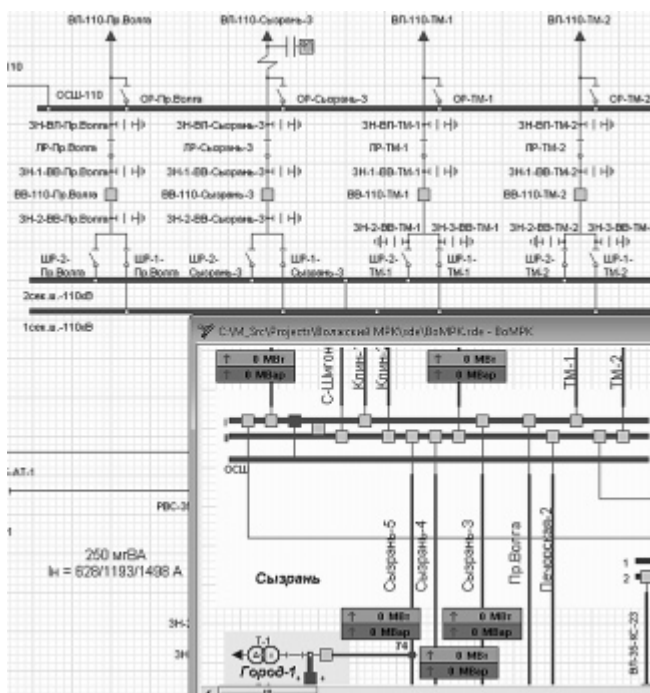


Рис. 2. Использование композитных присоединений

Стили. Схема одного и того же энергообъекта может иметь разный вид представления графического документа в зависимости от решаемой задачи. Например, для схемы подстанции требуется представление в виде схемы: а) принципиальной; б) оперативной; в) нормального режима; г) с диспетчерскими наименованиями. Некоторые из этих представлений используются только для того, чтобы распечатать схему.

Для минимизации усилий на подготовку и поддержку таких схем и уменьшения числа ошибок необходимо обеспечить, чтобы все варианты схемы хранились в виде одного документа, данные не дублировались, а каждый из представленных видов схем отображался из исходного документа в выбранном режиме. Такой механизм имеется в рассматриваемой графической системе и называется "профили отображения". В данном случае он задает для выбранного отображения, какие слои вид-

ны; вид отображения коммутационных аппаратов; какие параметры элементов выводятся в виде подписей.

Компактное представление. Ранее в средствах отображения, таких как ОИК, обычно использовалось простое отображение схем, например, схема подстанции, уместающаяся на экране монитора. Либо схема энергосистемы, обычно достаточно протяженная, которая отображалась с использованием прокрутки (скроллинга).

В связи с развитием и широким применением средств отображения, таких как видеостены и сверхбольшие дисплеи (их разрешение достигает 3840x2160 пикселей при диагонали экрана 56") появилась возможность отображения схем больших сетей без скроллинга. Однако, несмотря на большую площадь дисплея, при использовании традиционного подхода к отображению схемы сети со всеми коммутационными аппаратами (КА) (рис. 1) не удается уместить такую схему на дисплей, либо изображение становится перегруженным излишними деталями. Например, заземляющие ножи на схемах практически всегда отключены. Поэтому целесообразно отображать особым образом отличия от нормальной схемы (включенные заземляющие ножи), а отключенные не показывать.

Эта идея была реализована в виде композитных элементов или присоединений (рис. 2). В этом подходе один графический элемент (мнемосимвол) отображает суперпозицию состояний нескольких — до 13 коммутационных аппаратов, составляющих присоединение.

Для обозначения трансформаторных подстанций в городских или распределительных сетях, которые могут иметь размер до 1500 подстанций на схеме, предлагается использовать один графический объект, который с помощью сложных мнемонических правил может отображать не только состояние этой трансформаторной подстанции и всех КА, но и наличие и состояние автоматики на подстанции, а также других данных, важных для оценки состояния диспетчером.

Для энергосистем используется обобщенное представление состояния системы (структурная схема), отображающее только ЛЭП и системы шин (СШ). Такой подход позволяет повысить читаемость и убрать загромождение лишними деталями. Логика поведения элементов СШ определяется состоянием коммутационных связей. Система отображения имеет иерархическую структуру: компактное представление энергообъекта на основе композитных элементов; подробную схему энергообъекта; топографическую схему ЛЭП. Состав, разветвленность и глубина такой структуры определяется задачами диспетчерской информационной системы.

Ситуационное представление. Используя богатые возможности компьютерной графики, на схеме может отображаться состояние ее элементов: положение коммутационных аппаратов; показания цифровых индикаторов на схеме: цветом выделяются показания с превышением уставок, стрелкой отображается направление перетока; установка значков (плакаты, переносные заземления) на нужный участок схемы; отклонения от нормальной схемы.

Также используются современные принципы и технологии отображения: обесточенные, заземленные участки схемы; мини-графики; изменение состояния коммутационных аппаратов; отображение динамики режима; выделение критичных точек и существенных изменений; интегральное состояние и динамика режима.

Информация может отображаться как на схеме, так и в виде всплывающей подсказки, либо в виде подписей на схеме (рис. 3).

Аналитические задачи. Для отображения особенных состояний и событий используется компьютерный анализ следующих исходных данных: состояния коммутационных аппаратов и значения телеизмерений; последние изменения в схеме; топология схемы; значения аварийных и предупредительных уставок.

Для анализа используются алгоритмы дорасчета, расчета установившегося режима, оценки состояния, а также состояние коммутационной модели.

В некоторых графических системах данные для отображения рассчитываются внешними программными модулями. Для таких подсистем используется локальный топологический процессор, интегрированный в состав графической системы Модус как отдельная подсистема; он входит в поставку и может быть активизирован в составе компонента ActiveXeme.

Быстродействие. Использование больших схем накладывает требования на быстродействие графической системы. Так, для реального использования система должна загружать достаточно большие схемы (до 20...30 тыс. графических объектов) за время ≤ 10 с; необходимо обеспечить время полной перерисовки схемы на большом экране (порядка 5000x2000 пикселей), не превышающее 1 с. Для отображения большого числа телеизмерений должны перерисовываться показания ≤ 100 приборов, находящихся на экране, 1 раз в секунду без смагивания.

Архитектура. Для встраивания графической системы в приложение на платформе Windows наиболее реальными вариантами являются использование COM-технологии и технологий .Net. Технология COM/ActiveX позволяет обеспечить простой и удобный доступ ПО сторонних разработчиков к графической подсистеме "Модус". В простом варианте графическая система может поставляться в виде пары базовых приложений — ГР + компонент ActiveXeme. При таком подходе разработчик может подготовить схему в ГР, а затем "оживлять" ее в собственном приложении, используя доступ к списку элементов схемы через объектную модель. На настоящий момент такой способ использования графической системы является наиболее популярным. Этот подход позволяет существенно уменьшить затраты на разработку диспетчерских и дру-

гих технологических комплексов, исключив необходимость разработки собственной графической системы.

Объектная модель. Возможность доступа внешней программы к элементам, загруженным в графическую систему, обеспечивается с помощью программных СОМ-интерфейсов, совокупность которых называется объектной моделью. Наиболее важные интерфейсы объектной модели приложения "Модус": ISDEObject2 — элемент схемы; ISDEObjects2 — коллекция элементов, содержащихся на странице, в контейнере; IParam — именованный параметр элемента; IParams — коллекция параметров элемента; ISDENode — коннектор элемента, через который возможно получить список элементов, топологически подключенных к нему; IPlugin — модуль расширения.

Также в состав объектной модели входят события, предназначенные для оповещения приложений и модулей расширения о действиях, выполняемых пользователем в графической системе, для обработки их реакции. В графической системе на данный момент реализовано около 30 видов событий, например: OnDocObjectEnter —

курсor мыши попадает в область элемента схемы; OnDocPageChange — переход на другую страницу документа; OnDocObjectsChangeParams — изменилось значение параметра элемента

Для представления свойств элементов используются именованные параметры, позволяющие по имени параметра считать или изменить характеристики элемента. Можно упрощенно считать, что элемент в схеме является записью в таблице БД (документ схемы). Также именованные параметры являются интерфейсом к алгоритмам анализа схемы. Например, через параметр ссылки "разъединитель" заземляющего ножа можно получить ссылку на необходимый элемент. Значения таких параметров не хранятся в БД (документе), а вычисля-

ются по мере необходимости на основании топологии схемы, состояния элементов и др.

Плагины. Существуют ряд задач, которые, с одной стороны, довольно тесно связаны со схемой, а с другой — сами по себе слишком объемны, чтобы включать их в состав графической системы. Есть смысл подключать такие модули расширения (плагины) только в тех проектах, где в них есть необходимость. Примеры таких задач: визуализация данных телемеханики по протоколу OPC на схеме и ведения журнала событий; отображение данных о состоянии оборудования из БД электронного журнала; отображение и навигация по древовидному справочнику объектов; отображение и редактирование данных из внешней БД.

Модули расширения представляют собой исполняемые файлы DLL, OCX или EXE. Для связи основного приложения с плагином используется набор программ-

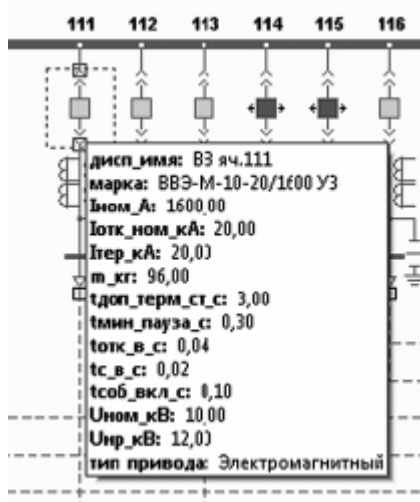


Рис. 3. Представление данных по объекту в виде всплывающей подсказки



Рис. 4. Просмотр данных СИМ-модели, полученной из схемы, подготовленной в графическом редакторе

ных интерфейсов, удовлетворяющих стандарту COM. Взаимодействие модулей расширения с приложением осуществляется через объектную модель приложения, единообразную для всех основных приложений, так что один и тот же модуль расширения может использоваться с несколькими приложениями.

Плагины имеют возможность: доступа к объектной модели приложения; обработки событий приложения; создания собственных пунктов меню и кнопок в панели инструментов; управления временем жизни модулей; доступа к данным другого модуля расширения; единообразной регистрации, хранения настроек в файлах конфигурации; отображения форм настройки.

Архитектура с использованием плагинов позволяет наращивать возможности комплекса без перекомпиляции основных приложений. Плагины могут разрабатываться на любом инструменте, позволяющем создание исполняемых модулей с поддержкой COM (Delphi, C++Builder, Visual Studio, VS .Net и т.п.). Плагины могут использоваться для расширения необходимых пользователю функций ГР, например, обеспечение привязки элементов схемы к пользовательской БД непосредственно из ГР.

Технологические модели. Элемент в схеме состоит из суммы двух сущностей: реального оборудования,

которое он представляет (тип объекта, класс напряжения, марка оборудования и т.п.) и обозначающего его значка (координаты на схеме, цвет, ориентация и т.п.). Совокупность объектов, представляющих данные реального оборудования на схеме, называется технологической моделью. Это та же БД по оборудованию, содержащаяся в схеме.

СИМ-модель. Разработчики ПО для энергетики возлагают большие надежды на использование международного стандарта IEC 61970 обмена данными в электроэнергетике, в котором определена общая семантика для всех возможных объектов энергосистемы, их атрибутов и связей (СИМ-модель). Схема, подготовленная в ГР "Модус", содержит все необходимые данные для формирования описания энергообъекта или энергосистемы в этом стандарте. То есть можно использовать ГР в качестве редактора СИМ-модели; нет необходимости вручную заполнять данные по топологии, как это принято в других доступных СИМ-редакторах; работа через схему улучшает наглядность заполнения данных по составляющим элементам (рис. 4).

Формат хранения данных. Все большую популярность для хранения данных в последние годы получил формат XML. Документы ГР сохраняются в этом же формате. Сейчас в ведущих электроэнергетических организациях – Системном операторе и ФСК идет работа по согласованию формата схем на основе синтеза стандартов СИМ и SVG (Scalable Vector Graphics). К сожалению, пока этот стандарт не является зрелым и достаточным для описываемых задач. Когда появятся устоявшийся формат описания схем, можно будет реализовать экспорт из формата Модус в него.

Описываемая графическая система опробована в нескольких десятках проектах, среди которых система отображения и ведения схемы ОАО "Мосэнерго" на экране коллективного пользования (2004 г.), информационная система диспетчера Пятигорских электрических сетей (2005 г.), коммутационно-режимный тренажер "Модус" для предприятий МЭС ФСК ЕЭС (2007 г.), система ведения мнемосхемы МРСК Волги и Красноярскэнерго (2007 г.) и др.

Амелин Сергей Владимирович – канд. техн. наук, ген. директор,

Буланова Светлана Николаевна – руководитель проектов ООО "Модус Энерго".

Контактные телефоны: (495) 642-89-62, (499) 267-79-59. [Http://www.swman.ru](http://www.swman.ru)

IP-видеонаблюдение в промышленных условиях

Линейка продукции систем промышленного видеонаблюдения компании МОХА пополнилась вандалоустойчивыми IP-камерами купольного типа Vprot 25. Это вандалозащищенные IP66 IP-камеры купольного типа для использования во внешних, промышленных условиях. Камеры спроектированы специально для работы в жестких климатических условиях, диапазон рабочих температур составляет -40...50°C.

Видеосигнал с разрешением до Full D1 (720x480) и частотой смены кадров до 30 кадров в секунду кодируется в формат MPEG4 или MJPEG. Важными особенностями являются резервируемая

система питания (от источника и по технологии PoE) и богатые функции по оповещению при нештатных ситуациях, в том числе при вскрытии корпуса камеры. Кроме передачи видеосигнала через Ethernet или коаксиальный кабель (разъем BNC) камеры могут передавать и принимать аудиосигналы. Тщательно проработанная программная часть устройств значительно упрощают внедрение.

Камеры поставляются в нескольких вариантах: с матрицей 1/3" Sony Super HAD или с матрицей 1/3" Sony ExView. Оптическая система камер позволяет проводить видеонаблюдение как в дневное, так и в ночное время суток.

[Http://www.ipc2u.ru](http://www.ipc2u.ru)