

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАЙОННЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

И.В. Крупа, аспирант, Н.В. Привалов, аспирант, В.П. Мельников, канд. техн. наук (ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси»)

Аннотация

В статье приведены особенности формирования информационного обеспечения интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ) районными электрическими сетями, с целью поиска и разработки архитектурных, технологических и технических решений, обеспечивающих комплексность автоматизации при эксплуатации РЭС и перспективность функционального развития.

The article cites the information support features of integrated automated control systems by district electric networks to find and work out architectural, technological and technical decisions, providing complexity of automation while using the district electric networks and their prospectivity of functional development.

Введение

В существующих системах транспорта электрической энергии самыми протяженными, сложными и наиболее затратными в эксплуатации являются районные распределительные электрические сети (РЭС) напряжением 0,38 – 10 кВ. Одним из главных путей снижения затрат на обслуживание распределительных электрических сетей является внедрение интегрированных автоматизированных систем управления, обеспечивающих комплексное решение эксплуатационных, оперативных, режимных и других задач [1].

Наиболее перспективным представляется подход в создании самостоятельных автоматизированных систем, специализированных для решения традиционно сложившихся групп технологических задач и интегрированных в единое информационное пространство [2]. Благодаря специализации обеспечивается возможность создания таких систем, которые могут самостоятельно развиваться в процессе эксплуатации с поэтапным внедрением различных технологических задач по мере их проработки. В настоящей работе приведены результаты разработки одной из таких систем, специализированной на создании информационного обеспечения.

Основная часть

При создании информационного обеспечения необходимо учитывать три основные специфические особенности РЭС. Первая связана с обработкой огромного количества объектов, вторая – с определением минимальной достаточности объема и вида информации, третья – с систематическими изменениями конфигурации и состава сетей в процессе их эксплуа-

тации. Все три особенности относятся к паспортным свойствам объектов, поскольку паспорт является обязательным документом, а его содержание должно полностью соответствовать текущему состоянию объекта. В этой связи концерном «Белэнерго» разработан ряд документов, устанавливающих требования к автоматизированному ведению паспортной документации [3-7]. В документах детально определен необходимый состав паспортных баз данных, но не сформулированы требования к технологии автоматизированного ведения паспортной документации и не рассмотрены принципы формирования одной из важнейших составляющих информационного обеспечения – модели электрической сети. Учитывая особенности паспортизации оборудования, в основу механизма формирования информационного обеспечения заложен процесс прорисовки паспортных схем. Реализация такого механизма возможна при условии построения схем на основе специальных графических символов (элементов), наделенных заданными наборами свойств. При этом важно определиться с методиками присвоения уникальной нумерации элементов, задания технических характеристик и формирования электрических связей между элементами.

Уникальная нумерация необходима для идентификации любого элемента в паспортной базе данных. В соответствии с принятой в энергосистеме терминологией самостоятельно паспортизируемыми объектами распределительной электрической сети являются:

- воздушные линии электропередачи (ВЛ) напряжением 10 (6) кВ;
- кабельные линии (КЛ) электропередачи напряжением 10 (6) кВ;

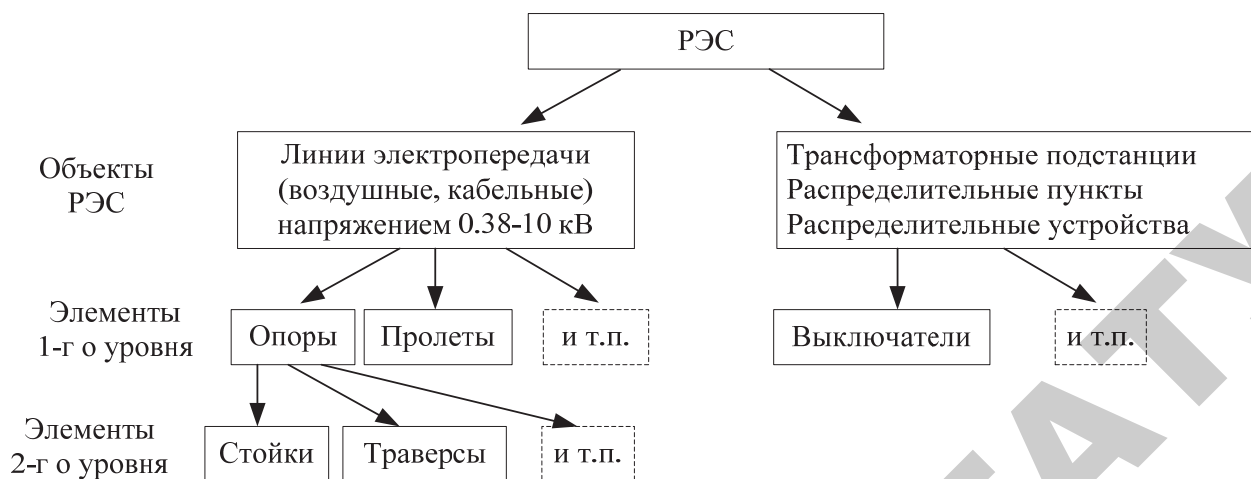


Рисунок 1. Иерархия принадлежности объектов и элементов РЭС

– воздушные и кабельные линии электропередачи (ЛЭП) напряжением 0,38 кВ;

– трансформаторные подстанции (ТП) напряжением 10 (6) /0,4 кВ;

– распределительные пункты (РП) напряжением 10 (6) кВ.

Каждый из объектов состоит из элементов, которые могут быть как не делимыми на составные части, так и иметь сложную иерархическую структуру. Исходя из этих особенностей, для нумерации объектов и элементов выбрана многоуровневая структура принадлежности в пределах одной РЭС (рис. 1). Иерархия принадлежности представляет собой древовидную структуру во главе с РЭС. В состав РЭС входят паспортизируемые объекты, каждый из которых состоит из элементов 1-го уровня, которые в свою очередь делятся на элементы 2-го уровня и т.д. Выбранная архитектура делает достаточно понятной систему присвоения уникальных номеров. Объекты имеют индивидуальную уникальную нумерацию в пределах РЭС. Номер элемента 1-го уровня состоит из уникального номера в пределах конкретного объекта и имеет признаки принадлежности к объекту и РЭС. Номер элемента 2-го уровня состоит из уникального номера в пределах элемента 1-го уровня и имеет признаки принадлежности элементу 1-го уровня, объекту и РЭС. Данная система нумерации обеспечивает уникальность любого элемента в пределах РЭС и не ограничивается определенным набором объектов и элементов. Она может достраиваться как новыми уровнями, так и новыми элементами по мере возникновения необходимости. При этом не требуется изменять ранее присвоенные номера объектов и элементов.

Технические характеристики, также как и уникальные номера, являются необходимыми свойствами элементов. Вместе с тем, если каждый элемент описывать своим полным набором технических характеристик, то это приведет к большому объему дубли-

руемой информации в базе данных из-за наличия повторяющихся свойств. Например, для опор одного типа одинаковыми будут марки и количество стоек, изоляторов, траверс и др. Отличаться друг от друга они могут индивидуальным номером, годом монтажа, заглублением и т.п. Поэтому с целью исключения ввода и хранения дублирующейся информации разработана специальная методика задания общих (базовых) свойств элементам. Суть ее заключается в том, что общие свойства элементам задаются автоматически через графические символы, из которых строятся паспортные схемы. С этой целью для всех элементов разработаны свои символы и к каждому из них прикреплены базовые технические характеристики. При установке такого символа на схему ему автоматически присваивается уникальный номер и приписывается весь набор общих характеристик. Затем для каждого элемента вводятся только индивидуальные свойства. Данный подход потребовал разработки индивидуальных структур технических характеристик для всех элементов, входящих в паспортные схемы.

Описание электрических связей между элементами в информационном обеспечении требуется для автоматического формирования различных моделей сети, которые используются в расчетных и аналитических задачах. В этом случае важно не допустить ошибок, так как работа с недостоверной моделью не представляет никакого практического интереса. Поэтому понадобилась разработка автоматических методов формирования и контроля электрических связей. Все связи формируются непосредственно в процессе построения паспортных схем. Все связи в схемах разделены на два уровня. Первый – связи между элементами внутри паспортных схем, второй – связи между элементами отдельных схем. Такое разделение обусловлено спецификой представления паспортных схем ЛЭП 10 (6) кВ. На этих схемах требуется отображать все элементы, входящие в состав ЛЭП (опоры, пролеты, кабельные муфты, коммутационные

аппараты) и электрически связанные с ними другие самостоятельно паспортизируемые объекты (подстанции, ТП, РП). При этом один и тот же объект обязан присутствовать на всех схемах, с которыми у него есть электрические связи. Поэтому при прорисовке паспортных схем ЛЭП автоматически удается сформировать связи только первого уровня. Установление связей второго уровня осуществляется при прорисовке паспортных схем ТП и РП. В этих схемах в обязательном порядке для каждого ввода напряжением 10 (6) кВ и 0,38 кВ требуется указать номер присоединенной ЛЭП. Важной особенностью такого подхода является то, что описание связей полностью соответствует паспортным схемам объектов.

При создании информационного обеспечения, наряду с выбором методики, важным является оптимизация организационной структуры базы данных, так как от этого зависит быстродействие, гибкость и целый ряд других особенностей в использовании информации. Учитывая необходимость описания огромного количества и многообразия свойств элементов, входящих в распределительную электрическую сеть, для разработки структуры базы данных использовался универсальный язык моделирования (UML) [8]. Этот язык предназначен для разработки канонической структуры базы данных путем описания предметной области через понятия классы, объекты и отношения между ними. Такой подход на начальном этапе проектирования базы данных крайне важен, так как он обеспечил возможность общения на понятном языке разработчикам баз данных и техническим специалистам, занимающимся эксплуатацией сетей. Благодаря этому удалось достаточно рационально создать каноническую структуру базы данных без привязки к конкретной системе управления базами данных (СУБД).

Следующий этап в разработке автоматизированной системы заключался в создании программного обеспечения. С этой целью в качестве СУБД выбрана ORACLE, а для доступа к базе данных – графический редактор MS Visio и атрибутивный редактор MS Excel. Выбор указанных программных продуктов вызван их широким использованием на предприятиях, что должно обеспечить минимум затрат на внедрение систем, разрабатываемых на их основе. Вместе с тем возможности существующих редакторов не позволяют непосредственно формировать базу данных требуемого информационного обеспечения. Поэтому потребовалась их доработка, заключающаяся в разработке специализированных функций для взаимодействия с базой данных. Для реализации функций использовался механизм ADO (ActiveX Data Objects) – интерфейс программирования приложений для доступа к данным, разработанный компанией Microsoft и основанный на технологии компонентов ActiveX. Этот механизм позволяет представлять данные из разнообразных источников в объектно-ориентированном виде.

Для построения паспортных схем в MS Visio дополнительно разработаны библиотеки графических элементов (символов) с прикрепленными наборами базовых свойств. При построении схем с использованием этих символов, автоматически паспортизируются элементы и формируются электрические связи между ними. Причем свойства электрических связей между элементами в различных видах паспортных схем принципиально отличаются друг от друга. Если в ТП (РП) связь является точечным электрическим соединением, сопротивление которого считается равным нулю, то в ЛЭП элементами связи выступают протяженные элементы (воздушные и кабельные участки), обладающие рядом технических характеристик, использующихся в различных задачах автоматизации. Граничными точками для формирования связей в схемах ЛЭП выступают подстанции, ТП, РП, опоры, кабельные муфты, распределительные устройства и потребители. В схемах ТП и РП граничными точками служат все элементы. Соединяться граничные точки могут воздушными пролетами, кабельными участками и ответвлениями к вводу. Многообразие видов соединений потребовало выполнить разработку индивидуальных методов их автоматического формирования, контроля и паспортизации. В результате обеспечено автоматическое формирование базы данных модели сети, полностью соответствующей паспортным схемам.

С целью проверки правильности выбранных решений, создаваемое информационное обеспечение использовалось при создании ряда автоматизированных систем. Первое успешное применение было продемонстрировано при создании автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) нового поколения. Отличительной особенностью системы стало использование полной динамической модели сети [9], представляющей собой базу данных с описанием всех элементов и электрических связей. Создание и эксплуатация такой базы данных без применения методов автоматизации практически невозможно, поскольку требуется не только описать несколько десятков тысяч элементов, но и организовать оперативное внесение изменений, обусловленных постоянно выполняемыми реконструкциями и ремонтами. Предложенный подход решает эту проблему путем конвертации информации (рис. 2). Конвертор автоматически выбирает необходимую информацию из паспортной базы данных и преобразует ее в базу данных модели сети АСДУ. Конвертация осуществляется каждый раз, когда происходят изменения в паспортной базе данных. Тем самым в АСДУ оперативно отслеживаются изменения, и обеспечивается кратность ввода информации.

Другой успешный результат использования паспортных баз получен при автоматизации процессов формирования документации по планированию и учету ремонтных работ. При условии интеграции в

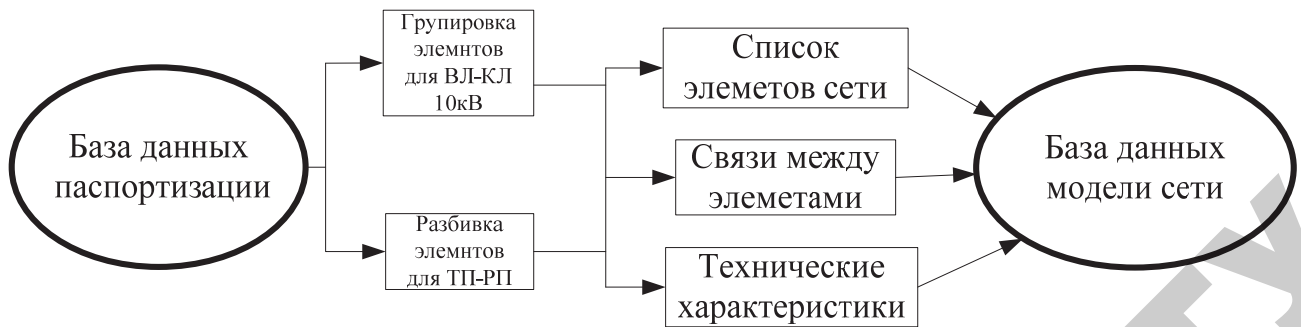


Рисунок 2. Схема конвертации информации из паспортной базы данных в базу данных модели электрической сети

единое информационное пространство с базой данной бухгалтерского учета, обеспечиваются минимальные трудозатраты на формирование всех необходимых документов, исключаются ошибки в номерах и наименованиях объектов, организуется точный и детальный учет всех работ и затрат на их выполнение. Одновременно с этим обеспечивается автоматизация такой важной процедуры как корректировка паспортных баз данных по результатам выполненных работ.

Паспортная база данных может также использоваться в различных системах расчета балансов электрической энергии. Для этого используется расчетная модель сети, запитанной по нормальной схеме. Модель строится автоматически на основании учета точек нормального разрыва, сезонных графиков нагрузок по ЛЭП 10 (6) кВ, типовых графиков нагрузок по ЛЭП 0,38 кВ и технических характеристик оборудования. Кроме этого для организации различных расчетов может использоваться информация о привязках потребителей к точкам питания (опора, ЛЭП 0,38 кВ, силовой трансформатор и т.п.).

Для решения задач, связанных с отображением элементов схем на географических картах, в паспортной базе данных обеспечена возможность ввода их географических координат [10].

Приведенные примеры свидетельствуют о широких возможностях паспортных баз данных при автоматизации различных процессов эксплуатации распределительных электрических сетей.

Заключение

Разработан метод, реализующий формирование информационного обеспечения ИАСУ РЭС в процессе паспортизации оборудования. Создано программное обеспечение автоматизированной системы паспортизации оборудования РЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные положения по автоматизации района электрических сетей (Интегрированная Автоматизированная Система управления РЭС): Руковод. документ/ «Белэнерго», 2002. – 69 с.

2. Крупа, И.В. Комплекс АСУТП распределительных электрических сетей / И.В. Крупа, Н.В. Привалов // Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств: материалы V Междун. науч.-технич. конф., т. 3: Информатика. – Новополюк: Полоцкий государственный университет, 2008. – С. 224-227.

3. Инструкция по автоматизированному ведению паспортной документации в распределительных электрических сетях напряжением 0,38 – 10 кВ. – Минск: «Белэнерго», 1999. – 44 с.

4. Руководящие указания по использованию условных обозначений при формировании нормальных (технологических) схем паспортов ВЛ, ВЛП 6-10кВ распределительных сетей. – Минск: Белэнерго, 2002. – 19 с.

5. Методические рекомендации по созданию и ведению информационных баз данных и паспортной документации по воздушным линиям электропередачи напряжением 0,38 кВ (ВЛ, ВЛИ 0,38 кВ). – Минск: «Белэнерго», 2003. – 79 с.

6. Методические рекомендации по созданию и ведению информационных баз данных и паспортной документации по трансформаторным подстанциям 6-10/0,4 кВ (ТП: ЗТП, КТП, МТП и др.) и распределительным пунктам 6-10 кВ (РП). – Минск: «Белэнерго», 2003. – 18 с.

7. Методические рекомендации по созданию и ведению информационных баз данных и паспортной документации по кабельным линиям электропередачи напряжением 0,38-10 кВ (КЛ 0,38-10 кВ). – Минск: «Белэнерго», 2004. – 40 с.

8. Язык UML: руковод-во пользователя /Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. – Москва: Изд-во «ДМК Пресс», 2003. – 429 с.

9. Крупа, И.В. Формирование информационного обеспечения многофункциональных АСДУ электрических сетей/И.В. Крупа, Н.В. Привалов, В.П. Мельников//Агропанорама, 2010. – №4. – С. 26-31.

10. Лысюк, С.С. Опыт использования глобальной навигационной системы при эксплуатации электрических сетей/ С.С. Лысюк. – Энергетик, 2009. – №1. – С.18-20.