

УДК 621.311

## РАСЧЕТЫ ОСНОВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКИХ РЕЖИМНЫХ ДАННЫХ

Золотой А. А.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

В докладе представлена автоматизированная система (АС) управления электрическими сетями напряжением 35 кВ и выше, разработанная в НИЛ «Производство и распределение энергии» Белорусского национального технического университета совместно со специалистами НПФ «Диполь» и внедренная в опытно-промышленную эксплуатацию в Столбцовских электрических сетях РУП «Минскэнерго».

Наряду с традиционными для ОИК функциями сбора, хранения и отображения информации разработанная АС отличается возможностью выполнения электрических расчетов и решением различных режимных задач с использованием реальных телеметрических данных.

Структура АС представлена на рисунке.



*Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы управления состоянием схемы Столбцовских электрических сетей*

В основу автоматизированной системы положены три информационные базы данных:

База данных текущих параметров. Формируется на основе информации, поступающей от оборудования подстанций (телесигнализация положения <ТС> и телеизмерения <ТИ>) и от действий эксплуатационного персонала (телеуправление <ТУ>, установка плакатов, заземления и т. д.).

База данных схемы электрической сети. Представляет собой описание и отображение электрических связей всех объектов схемы и их свойств.

База данных технических характеристик сети. Включает в себя паспортные данные всех объектов схемы сети (марки и длины проводов линий, сопротивления трансформаторов и пр.)

Программное обеспечение системы обеспечивает заполнение баз данных и взаимодействие их между собой при реализации различных задач автоматизации, выполняемых соответствующими подсистемами АС. Подсистема отображения и управления состоянием электрической схемы, принимая информацию от телемеханики и оперативного персонала, выполняет ее обработку, отображение на схемах различного уровня детализации и сохранение в базе данных текущих параметров. В базе данных имеется полное описание объектов схемы и их свойств, поэтому программное обеспечение, анализируя положение коммутационных аппаратов, выделяет различными цветами включенные, отключенные и заземленные участки. Для выполнения расчетов подсистема отображения и управления формирует математическую модель схемы электрической сети на данный момент ее состояния и передает в подсистему технологических расчетов. Результаты расчетов отображаются на схеме электрической сети и в табличном виде.

Дополнительно в разработанной АС реализован *режим имитации*, в котором предусмотрена возможность изменения текущих положений коммутационных аппаратов и задание режимных параметров с последующим выполнением расчетов смоделированных режимов. Режим имитации может использоваться для прогнозирования результатов различных переключений, расчета уставок защит, анализа действий персонала в аварийных ситуациях, обучения диспетчеров и др.

Разработанная автоматизированная система позволяет выполнять оперативные расчеты режимов и потерь в реальном времени по данным телеметрии и непрерывно осуществлять диагностику состояния схемы электрической сети. В режиме имитации возможен расчет оптимальной схемы запитки потребителей в ремонтных режимах.

В перспективе предполагается создание полной информационной модели электрической сети РУП «Минскэнерго» путем слияния информацион-

ных баз данных автономных автоматизированных систем электрических сетей и электростанций энергообъединения.

**Ниже перечислены основные функции, выполняемые АС.**

1. Функции сбора и первичной обработки телеметрической информации, устройств телемеханики:

- прием информации (ТИ и ТС);
- первичная обработка оперативной информации (масштабирование, фильтрация).

2. Функции отображения информации и контроля технологических параметров сети:

- отображение полной схемы или любого участка мнемосхемы с возможностью масштабирования изображения;
- выполнение плавного перемещения (скроллинга) изображения мнемосхемы по всем направлениям (влево, вправо, вниз, вверх);
- многослойное и многоуровневое представление схем электросетей:
- 1-й уровень — общая диспетчерская схема (ДС);
- 2-й уровень — схемы подстанций;
- 3-й уровень — таблицы сигнализации;
- отображение результатов расчетов на ДС;
- режим автоматической защиты экрана, при поступлении любого сообщения экран открывается автоматически;
- отображение цветом участков, находящихся под напряжением;
- отображение цветом отключенных участков;
- отображение цветом заземленных участков;
- отображение различными цветами участков разных уровней номинальных напряжений;
- отображение состояния телемеханизированных объектов:
- включен достоверно;
- отключен достоверно;
- включен недостоверно;
- отключен недостоверно;
- ручной ввод включен;
- ручной ввод отключен;
- ремонтное положение;
- включен испытательный достоверно;
- отключен испытательный достоверно;
- включен испытательный недостоверно;
- отключен испытательный недостоверно.

3. Функции регистрации текущей и аварийной информации:

- вывод предупредительных и аварийных сообщений, сопровождаемых различаемыми звуковыми сигналами;
- цветовое разделение аварийной и предупредительной сигнализации;
- квитирование сообщений;
- настройка ТС на автоматическое квитирование с возможностью просмотра списка сигналов, установленных на автоквитирование.

4. Функции управления:

- формирование и выдача команд непосредственно со схемы на дисплей (с многоступенчатой проверкой и подтверждением);
- настройка парольного права доступа к телеуправлению;
- настройка телеуправляемых объектов на уровень управления диспетчерами РЭС или ЭС с протоколированием в журнале.

5. Функции установки плакатов:

- установка на коммутационных аппаратах плакатов «Не включать! Работают люди» с автоматическим формированием запретов на включение этих аппаратов;
- установка на коммутационных аппаратах плакатов «Не включать! Работа на линии» с автоматическим формированием запретов на включение этих аппаратов;
- установка на объектах плакатов «Работает бригада» с автоматическим учетом количества бригад, работающих на подстанции;
- автоматическое занесение сообщения в журнал о времени и месте установки предупредительных плакатов.

6. Функции регистрации пользователей:

- настройка полномочий диспетчера управления коммутационными аппаратами при приеме и сдаче смены;
- ввод и смену паролей;
- введение секретной клавиши для дачи команды телеуправления;
- автоматическое занесение в журнал событий о смене пользователей.

7. Функции технологических расчетов сетей 35 кВ и выше:

- расчет установившегося режима разомкнутой электрической сети 35 кВ и выше по данным телеметрии с учетом АРН трансформаторов;
- оптимизация коэффициентов трансформации трансформаторов в разомкнутой электрической сети 35 кВ и выше;

- расчет емкостных токов линий 35 кВ;
- расчет токов КЗ в разомкнутой электрической сети 35 кВ и выше;
- расчет точек нормального разрыва в разомкнутой электрической сети 35 кВ и выше.

Для расчетов установившихся режимов разомкнутых электрических сетей 35 кВ и выше в АС был адаптирован алгоритм программного модуля, разработанного для выполнения электрических расчетов режимов основных сетей энергосистем. Данный алгоритм предусматривает решение нелинейных уравнений узловых напряжений, записанных в форме баланса мощностей в декартовом базисе, методом Ньютона по параметру [1-4]. В процессе адаптации алгоритма были выполнены численные исследования сходимости расчетов разомкнутых электрических сетей 35 кВ и выше, а также сетей 10 кВ. В результате проведенных исследований алгоритм показал надежную сходимость и высокую эффективность расчетов установившихся режимов электрических сетей указанного класса. Алгоритм оказался вполне пригодным к использованию в качестве базового средства расчета установившихся режимов разомкнутых электрических сетей 35 кВ и выше в составе разработанной автоматизированной системы.

### Литература

1. *Фурсанов М. И., Золотой А. А.* Алгоритм и программа расчета установившихся режимов основных электрических сетей энергосистем. — «Вестник БГПА», 2002, № 1, с. 60 — 63.
2. *Фурсанов М. И., Золотой А. А.* Повышение эффективности расчетов установившихся режимов электрических сетей энергосистем. // В сб.: Актуальные проблемы электроэнергетики: Тезисы докладов научно-технической конференции студентов и аспирантов — Мн.: БНТУ, 2002, с. 7–8.
3. *Золотой А. А.* Расчет установившихся режимов сложноразомкнутых электрических сетей методом Ньютона. // В сб.: Энергосбережение. Электроснабжение. Автоматизация: Материалы международной научно-технической конференции (22–23 ноября 2001 г., г. Гомель). — Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2001, с. 76–78.
4. *Золотой А. А.* Алгоритмическое и программное обеспечение расчета стационарных режимов сложноразомкнутых электрических сетей методом Ньютона. // В сб.: Материалы международной межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и магистрантов. 15–17 мая 2001 года, Гомель: Ризограф ГГТУ, 2001, с. 167–170.