

## Литература

1. Фурсанов М. И., Гапанюк С.Г. Алгоритм и программа для расчета и анализа режимов и потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях 6 – 20 кВ. // Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. Энергетика. – 2013. – № 2. – С. 11 – 20.

**УДК 621. 311. 017**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ 35 кВ И ВЫШЕ**

Фурсанов М.И., профессор, д.т.н., Золотой А.А., доцент, к.т.н.,  
Макаревич В.В., ст. преподаватель УО «Белорусский национальный  
технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Современные электрические сети постоянно развиваются в интеллектуальном направлении. Массовое внедрение оперативных вычислительных средств, микропроцессорных устройств на новой аппаратной базе, операционных систем, облачных технологий контроля и управления процессами в паре с синтезом перечисленных и других инноваций с силовым электрооборудованием с каждым годом делает электрические сети «умнее». Процесс интеллектуализации электрических сетей подчиняется общемировым тенденциям развития IT-технологий. Новые интеллектуальные условия эксплуатации электрических сетей требуют возрастания роли автоматизированных систем в управлении сетями и энергосистемами. Одна из таких систем для электрических сетей 35 кВ и выше разработана БНТУ совместно со специалистами ООО «БелАИС» и внедрена в опытную эксплуатацию в РУП «Минскэнерго».

В общем виде структура автоматизированной системы управления электрическими сетями напряжением 35 кВ и выше представлена на рисунке 1.

Помимо традиционных для оперативно-информационных комплексов функций сбора, хранения и отображения информации особенностью разработанной автоматизированной системы является возможность решения ряда технологических и режимных задач с использованием данных телеметрии.

Система строится на трёх информационных базах данных:

- базе данных текущих параметров;

- базе данных элементов схемы электрической сети;
- базе данных технических характеристик.

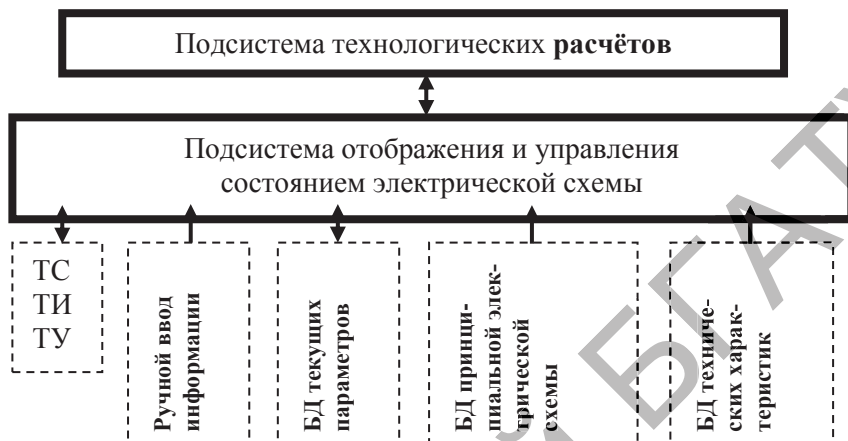


Рис. 1. Структура автоматизированной системы управления электрическими сетями напряжением 35 кВ и выше

База данных текущих параметров формируется на основе информации, поступающей от оборудования подстанций (ТС, ТИ) и действиями эксплуатационного персонала (ТУ, установка плакатов, заземления и т. д.). База данных схемы электрической сети представляет собой описание электрических связей всех объектов схемы и их свойств. База данных технических характеристик включает паспортные данные всех объектов схемы (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. Подсистема отображения и управления состоянием электрической схемы принимает 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 содержатся полное описание объектов схемы и их свойств. Программное обеспечение анализирует положение коммутационных аппаратов, выделяет различными цветами включенные, отключенные и заземленные участки сети.

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 технологических расчетов отображаются на схеме электрической сети и в табличном виде.

В режиме имитации имеется возможность изменения текущих положений коммутационных аппаратов и задание режимных параметров с последующим выполнением расчетов смоделированных режимов. Режим имитации может использоваться для прогнозирования результатов переключений, расчета уставок защит, анализа действий персонала в аварийных ситуациях, обучения диспетчеров и прочего.

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

К основным функциям, выполняемым автоматизированной системой можно отнести:

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.

3. Функции регистрации текущей и аварийной

4. Функции управления:

5. Функции установки плакатов: «Не включать! Работают люди», «Не включать! Работа на линии» и т. д.

6. Функции регистрации пользователей:

7. Функции технологических расчетов сети 35 кВ:

- расчет установившегося режима основной электрической сети 35 кВ и выше по данным телеметрии с учётом АРН трансформаторов.

- Оптимизация коэффициентов трансформации трансформаторов в основной электрической сети 35 кВ и выше.

- Расчет емкостных токов линий 35 кВ.

- Расчет токов КЗ в разомкнутой части электрической сети 35 кВ и выше.
- Расчет точек нормального разрыва в разомкнутой электрической сети 35 кВ и выше.

**УДК 621. 311. 017**

**ОПЫТ РАСЧЁТОВ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,38-10 КВ РУП  
"ГОМЕЛЬЭНЕРГО"**

Фурсанов М.И., профессор, д.т.н., Золотой А.А., доцент, к.т.н.,  
Макаревич В.В., ст. преподаватель УО «Белорусский национальный  
технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в энергосистемах активно проводится работа по установке в электрических сетях цифровых приборов учёта электроэнергии. Уже практически закончена установка цифровых учётов электроэнергии на всех низковольтных вводах 6–10 кВ питающих трансформаторов и линиях связи с соседними энергоподразделениями и в ведётся работа по их установке на головных участках распределительных линий 6–10 кВ, т.е. ожидается практическая обвязка цифровыми учётами всех точек поступления электрической энергии в сети 0,38–10 кВ.

Важнейшим преимуществом цифровых приборов является то, что они, кроме привычных интегральных показателей способны регистрировать и накапливать различные режимные показатели, в том числе и графики потребления электроэнергии с получасовыми или часовыми срезами. Это позволит выполнять оперативные расчёты потерь электроэнергии методами, ранее не применявшимися из-за отсутствия необходимой режимной информации. В тоже время следует отметить, что далеко не все цифровые приборы учёта электроэнергии оснащены устройствами сбора и передачи данных. Это приводит к тому, что на практике регулярный сбор графиков за расчётный период со всех цифровых приборов пока ещё затруднён. После решения этой проблемы планируется перейти на совместный расчёт потерь электроэнергии в сетях 0,38–10 кВ базирующийся на методе графического интегрирования. На сегодняшний день сети 10 кВ счи-