

являются компании Cooper Power Systems (США), ПГ Таврида Электрик (Россия), NuLec Industries (Австралия), Wipp&Bourn (Англия) и др.

#### Литература

1. Прусс, В.Л., Тисленко, В.В. Повышение надежности сельских электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. Шабад, М.А. Автоматика электрических сетей 6–35 кВ в сельской местности. – Л.: Энергия, 1979.
3. Жуков, В.В., Максимов, Б.К., Никодиму, В., Боннер, А. Децентрализованная система релейной защиты и автоматики в протяженных распределительных сетях с рассредоточенной нагрузкой потребителей / Информационные материалы IV международного семинара по вопросам использования современных компьютерных технологий для АСУ электрических сетей. – М.: ЭНАС, 2000.
4. Воротницкий, В.Э., Воротницкий, В.В. Надежность распределительных электрических сетей 6(10) кВ – Автоматизация с применением реклоузеров // Новости электротехники. – 2002. – № 5.
5. Маркович, И.М. Режимы энергетических систем. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963.
6. Шабад, М.А. Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле. – СПб.: ПЭИ, 2001.

УДК 621.3

## УТОЧНЕНИЕ РАСЧЕТОВ ТОКОВ НЕСИММЕТРИЧНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ ПО ПРОГРАММЕ ТКЗ

*Комар А.В., Алексеенко М.В., Горячко М.Г.*  
Научный руководитель – доцент БОБКО Н.Н.

Расчет токов короткого замыкания (КЗ) является неотъемлемой задачей процессов проектирования и эксплуатации энергосистем. По результатам этих расчетов производится выбор оборудования, определяются допустимые переходные режимы, расчет уставок релейной защиты и автоматики.

На кафедре «Электрические станции» для решения вышеупомянутых задач была разработана программа ТКЗ, позволяющая рассчитывать токи установившихся режимов симметричных (трехфазные) и несимметричных (двухфазные, однофазные, двухфазные на землю) коротких замыканий [1]. Ориентированная на учебный процесс, она реализует упрощенный алгоритм расчета вследствие чего результаты оказываются неточными и иногда не удовлетворяют требованиям к погрешности расчетов.

Программа ТКЗ состоит из головной программы ТКЗ и подпрограммы ZHORTKA. Подпрограмма ZHORTKA осуществляет сворачивание схемы до заданного узла и создает треугольную матрицу коэффициентов и матрицу правых частей системы узловых уравнений. Сворачивание схемы осуществляется путем соответствующих преобразований в списках ветвей схемы. При исключении каждого узла, из списков выбираются ветви, которые соединены с удаляемым узлом, затем рассчитываются параметры ветвей полного многоугольника. После чего ветви многоугольника вносятся назад в списки ветвей. В результате последовательного исключения  $n-1$  ( $n$  – число линейно независимых узлов) схема становится свернутой до последнего  $n$ -го узла, в качестве которого может быть выбран узел КЗ.

Одним из способов снижения погрешности расчетных величин является учет активных составляющих сопротивлений элементов сети. Нами была модернизирована программа ТКЗ, путем введения комплексных переменных учитывающих не только реактивные, но и активные составляющие сопротивлений линий электропередачи.

Всевозможные виды несимметричных коротких замыканий были рассчитаны на тестовом примере с помощью различных программ: ТКЗ-3000 (г. Новосибирск) [2],

ТКЗ-Ф04 (г. Москва) [3] – промышленные программы и модернизированная программа ТКЗ. Результаты расчетов по первым двум программам оказались практически идентичными. Расчетные величины токов однофазного короткого замыкания полученные с помощью усовершенствованной программы ТКЗ отличались от «эталонных» не более чем на 2–3 %, в то время как погрешность исходной программы составляла более 5 %. При экспериментах с двухфазными короткими замыканиями были выявлены следующие отклонения расчетных величин от «эталонных»: исходная версия программы ТКЗ – порядка 6 %, усовершенствованная – 2–3 %.

В перспективе дальнейших усовершенствований программы ТКЗ может быть: учет режимных (текущих) отпаек РПН трансформаторов, а также построение графической оболочки облегчающей ввод расчетных схем и их параметров.

### Литература

1. Бобко, Н.Н. Методическое пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Математические задачи энергетики». – Мн., 1999.
2. Руководство пользователя программы ТКЗ 3000.
3. Барабанов, Ю.А. Руководство пользователя программы ТКЗ-04. – М.: МЭИ, 2005.

УДК 621.316.925

## ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ 6–10 КВ

*Парков А.Н.*

**Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П.И.**

Принципиально новым подходом, который параллельно с внедрением магистральной схемы построения сети, способен значительно увеличить надежность электропитания потребителей в распределительных сетях 6–10 кВ, повысить культуру и безопасность эксплуатации, сократить численность персонала является внедрение децентрализованной автоматизации (ДА).

Суть ДА заключается в отключении только аварийных участков сети автоматическими аппаратами на базе локальной информации без использования централизованных систем защиты и автоматического управления, а также каналов вторичных цепей. Реализация децентрализованной автоматизации возможна при оснащении ВЛ 10 кВ пунктами автоматического секционирования на базе реклоузеров. Ниже будет рассмотрен принцип действия ДА на основе сравнительного анализа централизованного и децентрализованного подходов к автоматизации распределительных сетей.

Традиционно, основной функцией автоматизации распределительных сетей (АРС) является оптимизация режима работы распределительной сети посредством сбора информации в режиме реального времени с целью постоянного контроля и выполнения необходимых реконфигураций элементов электрической сети. Последние научные разработки позволили значительно расширить функциональные возможности АРС, которые теперь дают возможность создания алгоритмов обнаружения и локализации мест повреждений и таким образом снижения длительности отключения потребителей.

Согласно требованиям защиты, централизованная автоматизация требует обязательного наличия каналов телемеханики для управления распределительными сетями и защиты подстанционного оборудования. Управление осуществляется из центрального пункта управления – как правило, это диспетчерское управление района.

Децентрализованная автоматизация направлена на автоматическое выделение поврежденного участка, при одновременном сохранении питания для неповрежденных