

## ПРИМЕНЕНИЕ ПТК «ЦИФРОВОЙ РЭС» В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 кВ

**Горячевский И.А.**, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», Архангельск, Россия. E-mail: i.goryachevsky@ens.ru.

**Петров К.В.**, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», Архангельск, Россия. E-mail: k.petrov@ens.ru.

**Андреев П.И.**, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», Архангельск, Россия. E-mail: p.andreev@ens.ru.

**Ульянов Д.Н.**, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», Архангельск, Россия. E-mail: d.ulyanov@ens.ru.

***Аннотация:** В докладе приведён анализ возможностей и состав оборудования ПТК «Цифровой РЭС», который предназначен для повышения уровня автоматизации распределительных кабельных сетей 6-10 кВ. Описаны результаты ОПЭ ПТК «Цифровой РЭС» на действующих объектах.*

***Ключевые слова:** программно-технический комплекс, автоматизация, ОЗЗ, опытно-промышленная эксплуатация (ОПЭ).*

### ***Введение***

В составе района электрических сетей (РЭС) значительную долю составляют распределительные кабельные сети, которые имеют низкий уровень автоматизации. Применение программно-технического комплекса (ПТК) «Цифровой РЭС» позволит повысить автоматизацию распределительной сети и обеспечить положительную динамику в достижении ключевых целевых показателей электросетевой компании: снижение операционных затрат, коммерческих и технических потерь, времени восстановления электроснабжения после аварий, повышение наблюдаемости и управляемости сети.

В докладе приведён анализ возможностей и результат опытно-промышленной эксплуатации ПТК на действующих объектах.

### ***Анализ возможностей ПТК «Цифровой РЭС»***

Модернизация оборудования распределительных пунктов (РП) и трансформаторных подстанций (ТП) РЭС путём внедрения ПТК «Цифровой РЭС» позволит использовать

следующие возможности комплекса [1]:

- определение повреждения на кабельных линиях (КЛ) 6-10 кВ (вид аварии, участок фидера) на основе синхронизированных векторных измерений (СВИ) для сокращения времени вывода в ремонт аварийных участков фидеров;

- автоматизация учёта электроэнергии (ЭЭ) на фидерах 6-10 кВ РП и вводах 0,4 кВ ТП для контроля распределения ЭЭ, выявления районов завышенных потерь ЭЭ;

- измерение параметров электрической сети, в том числе параметров качества электроэнергии (ПКЭ), с передачей информации на сервер сбора данных SCADA (ОИК) для определения текущего режима электрической сети, повышения наблюдаемости, оперативного выявления фактов некачественной ЭЭ и поиска источника её ухудшения;

- использование в качестве каналов передачи данных GSM сети с возможностью резервирования и защиты информации;

- применение типовых решений без вмешательства в первичную схему при монтаже оборудования.

ПТК «Цифровой РЭС» состоит из трех подсистем: подсистема фиксации КЗ и ОЗЗ на кабельных линиях 6-10 кВ на основе СВИ; подсистема энергомониторинга сети 6-10 кВ и 0,4 кВ (контроль состояния коммутационных аппаратов, учёт ЭЭ и регистрация ПКЭ); подсистема сбора и передачи данных [2].



Рис. 1. Оборудование комплекса

Перечень основного оборудования ПТК «Цифровой РЭС» (рис. 1): устройство локализации замыканий ЭНЛЗ; устройства ESM-ET, ЭНКМ-3, ЭНМВ-1; трансформатор VMT; маломощные

ТТ нулевой последовательности ЛРСТ (ТТНП); индикатор тока КЗ (ИТКЗ); измерительный датчик тока (ИДТ); лазерные датчики положения; ПО «ES-Граф».

### ***Результаты опытно-промышленной эксплуатации***

В качестве первого полигона для тестирования ПТК «Цифровой РЭС» выступил участок Архангельских городских распределительных сетей с компенсированной нейтралью. Оборудование смонтировано на РП-7 и ТП-154.

Для фиксации тока КЗ используются ИТКЗ, установленные на фазы А и С. Для измерения амплитуды и фазы тока  $3I_0$  применяются ТТНП ЛРСТ. ИТКЗ (по оптоволоду) и ЛРСТ (по меди) подключаются в ЭНЛЗ. Для подсистемы энергомониторинга в каждую фазу устанавливаются ИДТ, которые выдают низкоуровневый сигнал тока для устройства ESM-ET. Также в ESM-ET заводятся фазные напряжения.

ЭНЛЗ может получать данные с двух соседних присоединений, поэтому на каждый объект потребовалось по 2 устройства. Также дополнительно контролируется состояние коммутационных аппаратов с помощью модуля ЭНМВ. На РП-7 и ТП-154 были установлены приборы ЭНКМ-3, которые собирают, синхронизируют и передают данные с полевого на верхний уровень через GSM сеть. ПО «ES-Граф» собирает данные и выводит результаты анализа в Web-интерфейс или в SCADA систему «ОИК Диспетчер».

За временной интервал ОПЭ все события передавались и фиксировались в журнале SCADA системы. За год эксплуатации «ES-Граф» зафиксировал два КЗ и пятнадцать ОЗЗ.

Вторым полигоном для ОПЭ стало МУП «Электросеть» в г. Череповец. На данном объекте оборудование было установлено на одном РП и семи ТП.

За год использования зафиксировано шесть КЗ, одиннадцать ОЗЗ за спиной системы и девять ОЗЗ внутри системы с локализацией до поврежденного участка сети.

Для подтверждения эффективности подсистемы определения повреждения на кабельных линиях в рамках ОПЭ было дополнительно проведено натурное испытание комплекса: из действующей сети выделили участок с низкоомным

заземлением нейтрали и устроили на нём искусственное ОЗЗ в заранее неизвестном месте. ПТК успешно выявил место замыкания на землю в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями. Во время испытаний также была установлена необходимость в резервном источнике питания для полевых устройств локализации повреждений.

### ***Заключение***

Таким образом ОПЭ продемонстрировала высокий потенциал использования функционала ПТК «Цифровой РЭС» для повышения уровня автоматизации распределительных кабельных сетей 6-10 кВ.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Бовыкин В.Н., Мокеев А.В., Ульянов Д.Н.* Автоматизация подстанций и распределительных сетей // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2019. – № 10. – С. 30-38.

2. *Мокеев А.В., Пискунов С.А., Ульянов Д.Н., Хромцов Е.И.* Повышение эффективности и надежности систем управления, релейной защиты и автоматики цифровых понизительных подстанций и цифровых РЭС // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 71.

### ***Авторы:***

***Горячевский Иван Александрович***, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», начальник лаборатории, 2016 г., Электроэнергетика и электротехника САФУ, [i.goryachevsky@ens.ru](mailto:i.goryachevsky@ens.ru).

***Петров Кирилл Витальевич***, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», инженер ГМиНР, 2017 г., Электроэнергетика и электротехника САФУ, [k.petrov@ens.ru](mailto:k.petrov@ens.ru).

***Андреев Павел Игоревич***, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», инженер-программист, 2017 г., Механотроника и робототехника САФУ, [p.andreev@ens.ru](mailto:p.andreev@ens.ru).

***Ульянов Дмитрий Николаевич***, ООО «Инженерный центр «Энергосервис», заместитель генерального директора, 1998 г., Электроснабжение АГТУ, [d.ulyanov@ens.ru](mailto:d.ulyanov@ens.ru).