

УДК 621.315.34:621.316.9:681.518.5:004.9

**ДИСТАНЦИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ОДНОФАЗНОГО
ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТЯХ 6-10 кВ ПОСРЕДСТВОМ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Чернышов Вадим Алексеевич

кандидат технических наук, доцент

blackseam78@mail.ru

Одинокоев Алексей Сергеевич

магистрант

odinokov.a.s@mail.ru

Гафаров Римм Ильдарович

магистрант

rimm.gafarov@yandex.ru

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

г. Орел, Россия

Аннотация. Рассматривается вариант дистанционного определения места возникновения однофазного повреждения изоляции в сети 6-10 кВ, основанный на комплексном использовании собственной инфраструктуры электрической сети, системы спутникового позиционирования и радиосвязи.

Ключевые слова: однофазное повреждение изоляции, телемеханизация, искусственное двухфазное замыкание на землю, система спутникового позиционирования, радиосвязь.

В настоящее время электросетевые предприятия, обеспечивающие передачу электрической энергии по воздушным распределительным сетям 6-10 кВ практически не используют собственную инфраструктуру сети для приема и передачи аппаратной информации. Вместе с тем, они все активнее и активнее начинают осваивать различные телекоммуникационные технологии, такие как: система спутниковой навигации, система радиочастотной идентификации RFID и др., а также современные беспроводные способы передачи информации: волновые каналы мобильной связи 3G, волоконно-оптические линии связи и др. Например для эффективного управления беспилотными летательными аппаратами, осуществляющими мониторинг воздушных распределительных сетей 6-10 кВ используется система спутникового позиционирования. Также данная система позволяет более эффективно использовать спецтехнику, т.к у диспетчера в режиме реального времени появляется возможность отслеживать передвижение оперативно-выездных бригад (ОВБ) и координировать их действия при проведении аварийно-восстановительных работ. При этом традиционная радиосвязь УКВ диапазона используется в основном лишь как средство общения между диспетчером и работниками ОВБ.

Стоит отметить, что несмотря на большие функциональные возможности современных беспроводных телекоммуникационных технологий, использование собственной инфраструктуры распределительной сети 6-10 кВ, имеет целый ряд выгодных преимуществ:

- во-первых, позволяет существенно экономить за счет сокращения расходов на содержание беспроводных каналов связи;
- во вторых, повышает кибербезопасность энергосетевого предприятия;
- в третьих, делает независимым электросетевое предприятие от поставщиков телекоммуникационных услуг связи, что особенно важно в условиях нестабильной экономики.

На основании вышеизложенного для повышения эффективности функционирования электросетевого комплекса 6-10 кВ необходимо разрабатывать такие способы приема и передачи аппаратной информации, когда

наряду с беспроводными телекоммуникационными технологиями будут также задействоваться и собственная инфраструктура распределительной сети 6-10 кВ.

Одним из таких вариантов телемеханизации воздушной распределительной сети 6-10 кВ, позволяющим дистанционно получать достоверную информацию о местоположении опоры с развивающимся дефектом изоляции или устойчивым однофазным замыканием на землю (ОЗНЗ), может являться комбинированный вариант, когда наряду с использованием системы спутникового позиционирования или наземной системы радиопередачи, используется собственная инфраструктура воздушной электрической сети 6-10 кВ в качестве проводного канала передачи аппаратной информации [1].

Предлагаемый вариант позволяет активизировать приемо-передатчик, установленный на опоре с замыканием на землю по проводному каналу связи фаза – земля за счет энергии искусственного двойного замыкания на землю с контролируемой амплитудой и частотой и передавать с него аппаратную информацию о его местонахождении по проводам воздушной линии электропередачи 6-10 кВ на пульт диспетчера.

И хотя любому электромонтеру известно, что двойные замыкания на землю (ДЗНЗ) являются наиболее опасными видами повреждений в воздушных распределительных сетях 6-10 кВ, однако, в определенных условиях, даже такие опасные аварийные процессы, как ДЗНЗ могут быть использованы с пользой для дела.

Рассмотрим случай, связанный с возникновением ОЗНЗ в воздушной распределительной сети 6-10 кВ. При пробое изолятора на одной из опор воздушной линии 6-10 кВ, на питающей подстанции срабатывает устройство неселективной сигнализации, которое формирует сигнал. При поступлении данного сигнала диспетчеру, отдается команда ОВБ на проведение аварийно-восстановительных работ. При этом необходимо отметить, что на других неповрежденных фазах электрически связанной сети 6-10 кВ, напряжение повышается в корень из трех раз, относительно земли. Практика показывает, что зачастую, во время затянувшегося процесса отыскания места ОЗНЗ, возникает

повторное повреждение (ДЗНЗ) линейной изоляции в наиболее ослабленном ее месте. При этом, в идеальном случае, воздушные линии с поврежденной изоляцией должны отключиться устройствами автоматической защиты, после чего может быть произведено их кратковременное поочередное включение для идентификации ОЗНЗ под напряжением. Вместе с тем, в реальности, ОЗНЗ и ДЗНЗ происходят через развивающиеся переходные сопротивления, поэтому воздушные линии 6-10 кВ с поврежденной изоляцией зачастую не отключаются, а продолжают некоторое время работать с ДЗНЗ. При таком аварийном режиме работы, существует риск возникновения электротравматизма и серьезных технологических разрушений в электрически связанной распределительной сети 6-10 кВ, в следствие чего последствия могут быть весьма серьезными.

Таким образом, вполне логично и целесообразно не ждать бесконтрольного, самопроизвольного возникновения ДЗНЗ, а создавать его искусственно, контролируя при этом безопасность его протекания. Данное мероприятие позволит создать дополнительный достоверный признак - бросок тока в воздушной линии с ОЗНЗ, который поможет быстро идентифицировать местоположение первоначального однофазного повреждения изоляции и незамедлительно предпринять меры для его ликвидации. При этом комплексное использование собственной инфраструктуры воздушной распределительной сети 6-10 кВ и современных телекоммуникационных технологий позволяют легко реализовать передачу информации диспетчеру о местоположении броска тока, используя возможности спутниковой системы позиционирования или радиосвязи, а также возможности телеметрической проводной передачи информации.

Принцип функционирования предлагаемого варианта дистанционного определения места возникновения ОЗНЗ поясняется на рисунке 1, который содержит следующие элементы: силовой трансформатор 1, шины низковольтного напряжения 2, устройство контроля изоляции 3, блок контроля и управления 4, отходящая воздушная линия 5, каждая их опор 6 которой оснащена приемо-передатчиком радиосигналов 7, космические спутники

глобальной навигационной системы позиционирования 8, наземный пункт радиосвязи 9, трехфазный выключатель 10, однофазный выключатель 11, 12, токоограничивающее сопротивление 13, датчик тока 14, блок спутниковой системы навигации 15, дисплей идентификации 16.

Предлагаемый вариант дистанционного определения места возникновения ОЗНЗ функционирует следующим образом. При повреждении изоляции любой из опор 6, например изоляции фазы А, отходящей воздушной линии 5, устройство контроля изоляции 3, подключенное к шинам низковольтного напряжения 2 силового трансформатора 1, регистрирует появление напряжения нулевой последовательности и формирует сигнал, который поступает на блок контроля и управления 4. Блок контроля и управления 4 посредством однофазных выключателей 10 и 11 обеспечивает такую коммутацию двух любых фаз (например фаз А и С) шин низковольтного напряжения 2 на землю, при которой в одной из отходящих воздушных линий (в нашем случае в линии 5) появится увеличение тока, контролируемое датчиком тока 13. Увеличение тока в одной из фаз отходящей ВЛЭП обусловлено протеканием тока искусственного ДЗНЗ. При этом ток искусственного ДЗНЗ, протекая также через опору с дефектной изоляцией, активизирует в работу установленный на ней приемопередатчик сигналов 7. Приемопередатчик 7, потребляя ток искусственного ДЗНЗ, принимает сигналы от спутников 8 глобальной системы позиционирования или наземных пунктов радиосвязи 9 и обеспечивает их передачу по проводам отходящей воздушной линии 5 на питающую электростанцию, где посредством датчика тока 14 сигналы считываются и направляются в блок обработки информации 15. Блок обработки информации 15, вычисляет географические координаты места приема спутниковых или радиосигналов и сопоставляет их с предварительно зафиксированными географическими координатами каждой из опор, выводит информацию на дисплей идентификации 16, о том в какой из отходящих воздушных линий, на какой из опор, на какой фазе произошло повреждение изоляции, а также отображает характер повреждения. При этом блок обработки информации 15 (в

зависимости от характера повреждения), формирует сигнал блоку контроля и управления 4 на автоматическое отключение отходящей воздушной линии 5 с ОЗНЗ, а также включенной на землю одной из фаз шин низковольтного напряжения.

На основании вышеизложенного, авторами данной публикации, рассмотрен простой и вместе с тем весьма эффективный вариант дистанционного определения места возникновения ОЗНЗ в воздушных распределительных сетях 6-10 кВ, позволяющий персоналу ОВБ сразу выезжать на место возникновения аварийного повреждения и оперативно устранять его, что способствует существенному повышению надежности функционирования воздушной распределительной сети 6-10 кВ и обеспечивает высокую безопасность ее функционирования.

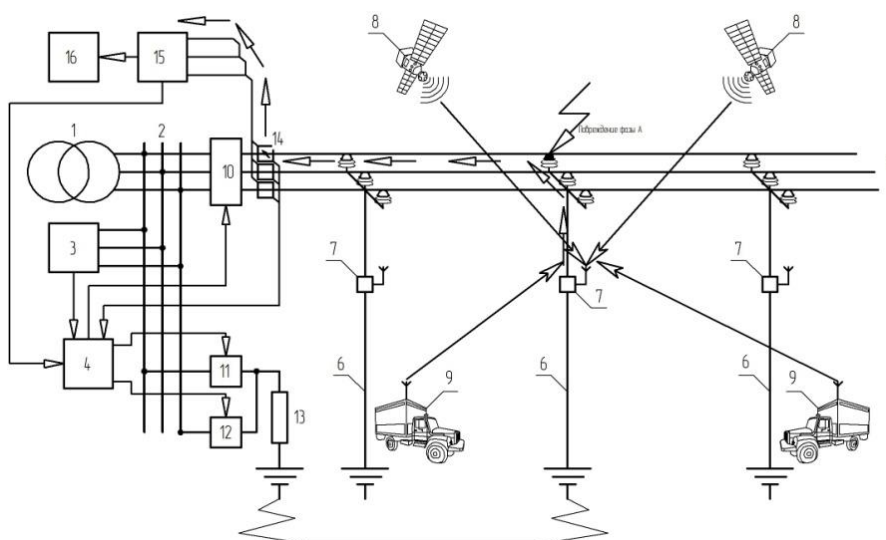


Рисунок 1 - Принцип функционирования предлагаемого варианта дистанционного определения места возникновения ОЗНЗ в воздушных распределительных сетях 6-10 кВ

Список литературы:

1. Способ дистанционной идентификации опоры с замыканием на землю в сетях с изолированной нейтралью посредством спутниковой навигации: пат. 2461109 Рос. Федерация: Н02Н3/16 G01R31/08/ В.А. Чернышов, Л.А. Чернышова; заявитель и патентообладатель Орловский государственный

аграрный университет. - № 2010149823/07; заявл. 03.12.2010; опубл. 10.09.2012,
Бюл. № 25. – 4 с.

UDC 621.315.34: 621.316.9: 681.518.5: 004.9

**REMOTE DETERMINATION OF SINGLE-PHASE INSULATION
DAMAGE IN 6-10 kV NETWORKS USING MODERN
TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Chernyshov Vadim Alekseevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

blackseam78@mail.ru

Odinokov Alexey Sergeevich

Master's student

odinokov.a.s@mail.ru

Gafarov Rimm Ildarovich

Master's student

rimm.gafarov@yandex.ru

Oryol State University named after I.S. Turgenev

Oryol, Russia

Annotation. A variant of remote determination of the place of occurrence of a single-phase insulation fault in a 6-10 kV network is considered, based on the integrated use of its own infrastructure of the electrical network, satellite positioning system and radio communication.

Key words: single-phase insulation damage, telemechanization, artificial two-phase earth fault, satellite positioning system, radio communication.