

ИНТЕГРАЦИЯ УСТРОЙСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ В КОНЦЕПЦИЮ ЦИФРОВИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

И.И. Зиганшин¹, А.И. Зиганшина², А.М. Туитяров³, Ф.Р. Сиразутдинов⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

^{1,2,3,4} SirazutdinovFR@yandex.ru

Науч. рук. Ф.Р. Сиразутдинов

Аннотация. Определение мест повреждений (ОМП) на линиях электропередачи (ЛЭП) является продолжительной процедурой при послеаварийном восстановлении электроснабжения потребителей. Ситуацию усложняет сильная разветвленная структура распределительной сети 6–35 кВ, которая не позволяет однозначно определить трассу повреждения. Возможным решением этой проблемы является внедрение технологий «Цифровая РЭС», а также «Smartgrid».

Ключевые слова: аварийность, определение мест повреждений, «Цифровая РЭС», автоматизация.

Определение мест повреждений (ОМП) на линиях электропередачи (ЛЭП) является продолжительной процедурой при послеаварийном восстановлении электроснабжения потребителей. Ситуацию усложняет сильная разветвленная структура распределительной сети 6–35 кВ, которая не позволяет однозначно определить трассу повреждения.

Согласно данным казанского филиала ОАО «Сетевая компания», на линиях 6–10 кВ происходит порядка 350 аварий ежегодно, связанных с отключением потребителей. Из-за отсутствия дистанционных средств определения мест повреждений среднее время отключения составляет 112 минут. Оперативно выездные бригады используют топографические методы, а у диспетчера, зачастую, нет данных об отключенных потребителях. При этом недоотпуск электроэнергии составляет 468 000 кВт·ч/г. Разработка системы определения мест повреждений позволит сократить время поиска аварий до 15 минут. Все это значительно сократит время отключения потребителя и снизит экономический ущерб электросетевых предприятий, а также приведет к уменьшению SAIDI.

Информация о местоположении аварии позволит быстро восстановить электроснабжение потребителей и уменьшить недоотпуск электроэнергии, т.к. диспетчер РЭС может отправить оперативно-

выездную бригаду максимально близко к искомой точке сети. Тем самым, общее время и трудозатраты на обход и поиск аварии значительно сокращаются.

Так, среднее время поиска аварии составило 3,5 часа. Большая часть аварий происходит на линиях электропередач – около 80 %. Поиск фидера с «землёй» производится отключением поочерёдно каждого фидера при отсутствии терминала Сириус-2-ОМП или БРЕСЛЕР–0107.090.ОХ, которые установлены только на крупных узловых подстанциях 220/110/10 кВ. Оперативный персонал при возникновении аварии выезжает на трассы и ищет «землю» топографическими методами, при этом службе изоляции и перенапряжения приходится прожигать кабель для устранения переходного сопротивления для замера сопротивления кабеля.

Электросетевые компании остро нуждаются в недорогом и эффективном устройстве определения мест повреждений, избавляющих от необходимости обхода трассы и прожигания кабеля.

На балансе крупных электросетевых компаний находится в среднем 30000 км воздушных и кабельных линий 6–10 кВ и 20000 трансформаторных подстанций и распределительных пунктов 6–10 кВ. При этом, распределительные сети характеризуются высокой аварийностью, сложной разветвленной структурой, что усложняет поиск мест повреждений традиционными топографическими методами. Степень внедрения устройств телеметрии и определения мест повреждений на данный момент крайне низкая. Степень автоматизации трансформаторных подстанций не превышает 10 %. Во многих районах страны начинается активное внедрение технологий, повышающих степень наблюдаемости и управляемости распределительной сети, называемых «Цифровой РЭС», а также «Smartgrid». Основными составляющими данных концепций являются три уровня автоматизации: нижний – уровень датчиков, средний – уровень интеллектуальных контроллеров, верхний – уровень SCADA, OMS, DMS, EMS. Разрабатываемое устройство занимает нишу среднего уровня и способно интегрироваться с современными SCADA системами. При этом, устройство может устанавливаться на любом объекте ТП/РП/РТП/БРП/БРТП/БКТП/СТП/МТП/КТП 6/10–20 кВ. Эффект от внедрения будет прямо пропорционален отношению количества дооборудованных разрабатываемым устройством объектов к общему числу объектов, относящихся к одному фидеру.

Известны устройства для определения места повреждения линий электропередачи 6–750 кВ, принцип работы которых основаны на методе

с односторонним замером параметров аварийного режима, Сириус-2-ОМП, МФ-3С, ИМФ-3Р (ЗАО «Радиус Автоматика»). ПУМА 1100 (НПП ЗАО «АСАТ»). Парма РП4.06 (ООО «Парма»). АУРА (ООО «СВЕИ»). БЭ2704 (ООО «НПП «ЭКРА»), БРЕСЛЕР–0107.090.ОХ. Недостатком данных аналогов является отсутствие учета нагрузочного тока и переходного сопротивления в месте замыкания, как следствие, возникающая при этом методическая погрешность вычисления расстояния до места повреждения. Зарубежные терминалы Multilin D60, Multilin L90 (General Electric) используют итерации для определения коэффициента токораспределения, что приводит к появлению дополнительной погрешности. Работа зарубежных устройств REL5xx и REL6xx (ABB) основана на схожем с разработанным устройстве алгоритмом, но использует значительно упрощенные формулы.

На данный момент на стадии реализации находятся несколько пилотных проектов так называемого Цифрового РЭС. Основная «формула» данных пилотов заключается в организации энергомониторинга и интеллектуального учета электроэнергии, автоматизации трансформаторных подстанций, распределительных пунктов и воздушных линий электропередач, а также разработка единой информационной модели, включающей SCADA EMS/DMS/OMS/AMS/GIS.

Источники

1. Algorithm Development for Fault Location in Power Transmission Lines of Branched Medium Voltage Circuits / R.Sh. Misbakhov [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12, Is. 1 SI. Pp. 5731–5734.

2. Влияние нагрузки на точность определения места повреждения в распределительных электрических сетях среднего напряжения / Ф.Р. Сиразутдинов [и др.] // Электроэнергетика глазами молодежи – 2016: матер. VII Междунар. науч.-техн. конф. в 3 т. Казань, 2016. Т. 3. С. 295–296.

3. Туитяров А.М., Зиганшина А.И., 2018. Определение аварий в распределительных сетях среднего напряжения // Электроэнергетика глазами молодежи – 2018: матер. IX Междунар. молод. науч.-техн. конф. в 3 т. / редкол. Э.В. Шамсутдинов (отв. редактор) [и др.]. Казань, 2018. Т. 1. С. 351–352.