

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 6–750 КВ

Шевалдин М. А.  
ГПО «Белэнерго»

### *Аннотация:*

Воздушные линии электропередачи (ВЛ) являются одними из ключевых звеньев в обеспечении качественного и бесперебойного снабжения потребителей электрической энергией. Вместе с тем они являются и наиболее повреждаемыми элементами электроэнергетической системы. Природные воздействия, такие как удар молнии или падение деревьев на провода, может привести к нарушению работы ВЛ. Поэтому одной из важных технических задач является определение места повреждения (ОМП) на указанных элементах сети для скорейшей локализации и организации работы по устранению нарушений в работе энергосистемы.

### *Текст доклада:*

Основным видом повреждений ВЛ 110 кВ и выше являются однофазные короткие замыкания (КЗ), составляющие 65 % от общего числа повреждений на ВЛ. Двухфазные КЗ на землю (включая двойные замыкания на землю) происходят в 20 % случаев нарушения в работе ВЛ, двухфазные КЗ без земли – 10 %, трехфазные КЗ – 5 %. Результатом указанных повреждений могут быть длительные перебои в электроснабжении потребителей и существенные материальные убытки. Оперативный поиск мест повреждений на ВЛ невозможен без применения специализированных технических средств.

Соответственно, одним из ключевых факторов повышения надежности снабжения потребителей электрической энергией, обеспечения безопасности обслуживания и экономичности эксплуатации электроэнергетических сетей, является применение устройств и аппаратуры с функцией ОМП, которые позволяют оперативно выявлять аварийные участки ВЛ с целью последующего устранения причин отключения и, при необходимости, выполнения их ремонта.

В ГПО «Белэнерго» только 36,7 % ВЛ 6–110 кВ охвачены цифровыми средствами ОМП. Самый низкий процент по данному показателю в РУП «Брестэнерго» – 22,6 %, а самый высокий – в РУП «Гомельэнерго» – 51,9 %. В большинстве случаев на объектах ГПО «Белэнерго» применяются средства ОМП с использованием односторонних замеров, не требующих организации передачи информации постоянных измерений по каналам связи. В тоже время, при наличии указанных каналов, односторонний замер может осуществляться для резервного или предварительного ОМП. Применение микропроцессорных устройств ОМП позволяет выполнить переход от расчета расстояния до места КЗ по простым формулам на основе упрощенных математических моделей ЛЭП, к методам, использующим априорную информацию и анализирующим конфигурацию ВЛ, позволяющим учитывать сложные модели ВЛ и влияние на них различных факторов, которые искажают замеры, и, как следствие, снижают погрешность ОМП.

Уменьшить погрешность ОМП возможно, например, путем перехода на новые устройства, использующие двухсторонний замер и связанные между собой по каналам связи. Двухсторонний метод ОМП обладает более высокой точностью по сравнению с односторонним, но требует синхронизации и передачи данных по режиму ВЛ с обоих ее концов. Для синхронизации и сбора информации применяются новейшие средства телекоммуникации: спутниковые системы GPS, глобальная сеть, модемные каналы и др. Использование устройств синхронных векторных измерений для средств ОМП с двухсторонним замером также дает возможность значительно улучшить точность их работы, позволяет применять более сложные интеллектуальные алгоритмы функционирования.

Средства ОМП с применением волнового метода анализируют электромагнитные волны, появляющиеся в результате КЗ, т. е. фактически выполняют замеры времени, а не токов и напряжения, как большинство традиционных средств ОМП. Следовательно, погрешность их измерений не подвержена влиянию выше рассмотренных факторов. Тем не менее, данные устройства также имеют свои недостатки: сложности с замерами при КЗ вблизи места установки указанных устройств; малые углы повреждений; качество синхронизации устройств; неверно замеренная скорость распространения волны в ВЛ; погрешность вычисления бегущей волны.

Совершенствование методов и алгоритмов ОМП расширяет возможность их использования в релейной защите, в частности, для совершенствования дистанционной защиты, в том числе для повышения ее чувствительности для реализации принципа компенсации влияния переходного сопротивления, лежащего в основе метода ОМП.

Совершенствование существующих и разработка новых методов и технических средств ОМП в распределительных сетях 6–10 кВ также является актуальной задачей, так как эти ВЛ имеют сложную разветвленную структуру и наиболее часто подвержены возникновению повреждений.

Новые методы определения зоны КЗ на основе одностороннего дистанционного метода по параметрам поврежденной петли предложены в [1]. Данный метод обеспечивает расширение зоны мгновенного отключения до 95 % длины ВЛ и повышает эффективность первой ступени используемой защиты при КЗ через переходное сопротивление. В тоже время указанный метод требует наличия цепей напряжения, что значительно усложняет организацию релейной защиты и требует наличия контроля исправности данных цепей для исключения неправильных действий при их повреждении. Следовательно, целесообразно определять зону КЗ и вычислять расстояние до места повреждения только по уровню аварийных токов. Данный подход предложен в [2, 3]. С использованием указанного метода зона повреждения на ВЛ напряжением 6–10 кВ с односторонним питанием при междуфазных КЗ может быть установлена с приемлемой достоверностью путем контроля только разностей токов поврежденных фаз.

Исходя из вышеизложенного, необходимо продолжать работу по совершенствованию методов и алгоритмов ОМП. Дальнейшее развитие средств ОМП и повсеместное их внедрение на энергообъектах ГПО «Белэнерго» позволит повысить надежность электроснабжения потребителей и улучшить экономичность функционирования Белорусской энергосистемы, в том числе за счет уменьшения времени поиска мест повреждений.

## Литература

1. Романюк, Ф.А. Определение места короткого замыкания на линиях радиальных сетей с односторонним питанием / Ф.А. Романюк, А.А. Тишечкин, Е.В. Булойчик // Наука и техника : международный научно-технический журнал. – 2012. – № 4. – С. 69–73.
2. Романюк, Ф.А. Определение места повреждения на линиях напряжением 6–35 кВ с односторонним питанием / Ф.А. Романюк, М.А. Шевалдин // Энергетика (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2014. – № 5. – С. 5–14.
3. Романюк, Ф.А. Определение зоны короткого замыкания на ЛЭП 6–35 кВ с односторонним питанием по току обратной последовательности / Ф.А. Романюк, Е.В. Булойчик, М.А. Шевалдин // Энергетическая стратегия : научно-практический журнал. – 2019. – № 2 (68). – С. 48–51.