

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6–35 кВ

КУЧЕРЯВЕНКОВ А.А., ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

КАРТАШЕВА Е.А., ООО «МНПП «АНТРАКС»

При оценке целесообразности внедрения новой техники учитывают три компонента: технический, социальный и экономический. Технический компонент характеризует то, насколько нововведение технически прогрессивно. Социальный компонент показывает, насколько новая техника влияет на экологическую ситуацию и условия труда. Экономическая составляющая характеризует экономический эффект, который получит народное хозяйство от внедрения данного нововведения в конкретных условиях. В статье оценивается технико-экономическая эффективность внедрения и срок окупаемости индикаторов короткого замыкания в электрических сетях 6–35 кВ.

В современной российской энергетике простых, устаревших технологий больше всего в электрических сетях мощностью 6–35 кВ. От функционирования этих участков сети во многом зависит надежность системы энергоснабжения, поскольку непосредственно от них идет питание к большей части конечных потребителей. При этом воздушные линии и подстанции 6–35 кВ по степени оснащенности последними новинками технического прогресса заметно проигрывают сетям более высокого напряжения. Учитывая, что воздушные линии этих сетей весьма подвержены авариям за счет пробоя изоляторов, обледенения, обрыва электропроводов, упавших на провода деревьев и других источников коротких замыканий, необходимо внедрять приборы, способные оперативно указать место повреждения линии. Одним из перспективных изобретений являются индикаторы короткого замыкания (ИКЗ), предназначенные для определения местоположения короткого замыкания и мониторинга состояния воздушных линий распределительных сетей напряжением 6–35 кВ.

Технологическая и социальная целесообразность внедрения

Хотя идея производства и внедрения индикаторов короткого замыкания разрабатывается совсем недавно, в настоящий момент подобные приборы уже производятся фирмами многих стран. В США производством индикаторов короткого замыкания занимаются фирмы Power Delivery Products, Eaton's Cooper Power Systems, Smart Grid Solutions и Schweitzer Engineering Laboratories, в Германии – Horstmann и Elektro-Mechanik, в Норвегии – Nortroll, в Австралии – GridSense. В России патент на индикаторы короткого замыкания получен компанией «АНТРАКС». Она же выпускает несколько линеек индикаторов короткого замыкания (ИКЗ).

Все компании в своих приборах используют различные механизмы определения тока короткого замыкания. Технологически отечественная разработка не уступает и даже опережает зарубежные. Это видно из сравнения технической документации на сайтах производителей. Как и у лучших зарубежных компаний, у российского производителя есть комплекты приборов для установки на столбах ЛЭП, на

провода ЛЭП и в ячейку КРУ. Таким образом, с помощью прогрессивной российской разработки можно организовать комплексный контроль распределительных сетей 6–36 кВ.

Внедрение ИКЗ в российской энергетике улучшает социальную обстановку в общественном плане за счет значительного сокращения времени ликвидации аварии, а следовательно, и времени отключения потребителей. Кроме того, внедрение индикаторов короткого замыкания заметно облегчает труд специалистов оперативно-выездных бригад.

Рассматривая в совокупности технические, социальные и экономические показатели целесообразности внедрения новой техники, мы узнаем технико-экономическую эффективность мероприятия – конечный критерий оценки внедрения новой техники.

Экономическая эффективность внедрения ИКЗ в воздушной сети

Экономическая эффективность характеризуется соотношением экономического эффекта, полученного в течение года, и затрат, обусловленных проведением данных мероприятий. Проанализируем получаемый экономи-

ческий эффект от внедрения индикаторов короткого замыкания на основе данных, полученных в производственных условиях филиалов ОАО «МРСК Урала» – «Челябэнерго»: «Центральные электрические сети» и «Троицкие электрические сети» в 2011 году.

В «Центральных электрических сетях» филиала ОАО «МРСК Урала» – «Челябэнерго» по оценке начальника службы распределительных сетей износ основных производственных фондов на 2011 год составлял 66 %. При этом количество отключений в распределительных сетях напряжением 6–10 кВ за 2011 год выросло на 16 % по сравнению с 2010 годом. В «Центральных электрических сетях» было установлено три комплекта индикаторов короткого замыкания. На примере установки одного из них на участке воздушной линии 10 кВ (фидер 14 «Ферма» – ПС 35/10 кВ «Мирная» – участок в среднем с тремя авариями в год), были получены данные, указанные в таблице 1.

Установленные индикаторы позволили выявлять область повреждения на «отпайке» или магистральной ВЛ. Это уменьшило время отыскания повреждения, и соответственно, недоотпуск электроэнергии. До установки индикаторов затраты на отыскание места повреждения на этой воздушной линии в «Центральных электрических сетях» составляли 14846 рублей в год. То есть примерно 675 рублей на каждый километр, осмотренный специалистами оперативно-выездных бригад электросетей, включая заработную плату, оплату горючего и износа спецтехники.

Близкие показатели получились и у начальника службы распределительных сетей ПО «Троицкие электрические сети» филиала ОАО «МРСК Урала» – «Челябэнерго». Там до установки индикаторов неисправности затраты на отыскание места повреждения на воздушной линии длиной в 23 км в «Троицких электрических сетях» составляли около 12900 рублей в год, то есть примерно 560 рублей на каждый километр. После установки индикаторов в «Центральных электрических сетях» время отыскания повреждений снизилось более чем в два раза. Соответственно, недоотпуск электроэнергии и затраты на отыскание места повреждения при возникновении аварийной ситуации снизились более чем в два раза.

Таблица 1. Показатели эффективности внедрения ИКЗ на ВЛ

Показатель	До установки индикаторов	После установки индикаторов	
		Замыкание на отпаечной ВЛ	Замыкание на магистральной ВЛ
Протяженность объезда и осмотра ВЛ, км	22	12	10
Время отыскания повреждения, мин.	66	35	30
Недоотпуск э/э, кВт.ч/год	597	321	271
Затраты на отыскание места повреждения, руб./год	14846	7897	6871

Таблица 2. Показатели эффективности при установке ИКЗ в КРУ

Показатель	До установки индикаторов	После установки индикаторов
Время восстановления электроснабжения, час	1,84	1
Недоотпуск э/э, кВт.ч/год	1196	650
Горюче-смазочные материалы, мин. в пути	60	40

Срок окупаемости индикаторов короткого замыкания и сокращение времени восстановления электроснабжения и недоотпуска электроэнергии

При внедрении индикатора неисправности на воздушных линиях 6–10 кВ при протяженности объезда и осмотра ВЛ в 22 километра экономический эффект в течение года составил около 7000 рублей. При этом в рассматриваемом варианте были использованы простейшие индикаторы 110 Ем, требующие визуального осмотра линии, аналогичные индикаторам ИКЗ-1 производства компании «АНТРАКС». При рыночной стоимости прибора ИКЗ-1 в 18000 рублей, его внедрение окупается приблизительно за 2,5 года. Очевидно, что при увеличении длины участка ВЛ, который необходимо осматривать в случае аварии, а также при расположении участков «отпаяк» ВЛ в труднодоступных местах установка ИКЗ еще более сократит время и затраты на отыскание места повреждения, и, следовательно, значительно увеличит экономический эффект от установки одного прибора. Также увеличится экономический эффект установки индикатора и на участках с более высоким числом коротких замыканий в год.

Сокращение времени отыскания повреждениям как минимум в два раза при установке ИКЗ – очень важный фактор. При этом сокращается и время отключения потребителей.

При установке и эксплуатации более сложных модификаций приборов ИКЗ, производимых компанией «АНТРАКС», экономическая эффективность заметно увеличится, поскольку при незначительном увеличении их стоимости значительно возрастает их функцио-

нальность. При возникновении аварии они самостоятельно передают данные диспетчеру РЭС по различным каналам связи, определяют аварийную фазу и другими методами способствуют сокращению времени поиска места повреждения и восстановления подачи энергии.

Использование ИКЗ в ячейках КРУ

Использование более интеллектуальных моделей ИКЗ-2, ИКЗ-3 или ИКЗ-К1, передающих информацию о конкретном месте аварии на пульте диспетчера, в систему телемеханики или в систему SCADA, позволяет максимально быстро провести мероприятия по восстановлению электроснабжения. Не менее эффективно и использование индикаторов короткого замыкания для ячеек КРУ. Заместитель начальника ОТС ЦУС Филиала ОАО «МРСК Центра» – «Белгородэнерго» сделал расчет изменения показателей при установке индикаторов короткого замыкания для ячеек КРУ на кабельной линии 6 кВ фидер «Город 3» – ПС «Белгород» (8 ТП, нагрузка 650 кВт) (таблица 2).

Очевидно, что время отключения потребителей и недоотпуск электроэнергии сократились на 40 %, также на треть уменьшились расходы на горюче-смазочные материалы для специалистов выездных бригад.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье наглядно, с использованием данных от работы реальных приборов в реально существующих участках распределительных сетей 6–35 кВ, показана технико-экономическая эффективность внедрения индикаторов короткого замыкания.