

менения в учебно-воспитательном процессе средней и высшей школы. Большинство педагогов и психологов отмечают, что современные информационные технологии, в том числе и мультимедиа, открывают учащимся доступ к нетрадиционным источникам информации, позволяют реализовать принципиально новые формы и методы обучения с применением средств концептуального и математического моделирования явлений и процессов, которые позволяют повысить эффективность обучения.

Литература

1. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.
2. Концепция информатизации сферы образования Российской Федерации: Проблемы информатизации высшей школы. – М., 2008. – С. 57.
3. Селевко Г.К., Селевко А.Г. Социальное воспитание средствами массовой информации и коммуникации // Школьные технологии. - 2002. - №3.
4. Федоров А.В. Медиаобразование: история, теория и методика. – Ростов: ЦВВР, 2009. – 708 с.
5. Федоров А.В. Специфика медиаобразования студентов педагогических вузов // Педагогика. - 2004. - № 4.

УДК 621.311

Тодарев В.В., к.т.н., доцент

Евминов Л.И., к.т.н., доцент

Погуляев М.Н., к.т.н., доцент

Селиверстов Г.И., к.т.н., доцент

Учреждение образования Гомельский ГТУ

им. П.О. Сухого, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ LINETROLL В ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 6-10 кВ

С МАЛЫМИ ТОКАМИ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

Введение

Наиболее часто встречающимся видом повреждений линий электропередач в распределительных сетях 6-10кВ являются однофазные замыкания на землю – по различным источникам, примерно, 60 – 80 % от общего числа [1-3]. Такие повреждения характеризуются малыми токами замыкания, сохранением симметрии линейных напряжений и, как следствие, возможностью продолжения питания потребителей. Вместе с тем однофазные замыкания на землю требуют скорейшей ликвидации, поскольку возможно появление более тяжелых последствий, таких как:

- образование дуговых перенапряжений;
- пробой изоляции;
- междуфазные короткие замыкания.

Также замкнутый на землю линейный провод представляет серьезную опасность для людей и животных.

Разветвленность распределительных сетей 6-10 кВ, сложный рельеф местности по трассам линий электропередач затрудняют поиск места повреждений. По последним данным этот процесс занимает две трети времени на ликвидацию повреждений. Сократить время поиска помогают датчики-индикаторы повреждений, установленные в узловых точках линий.

В настоящей работе рассматриваются вопросы адаптации датчиков типа Linetroll, характеризующихся хорошим соотношением цена-качество, в распределительные сети 6-10 кВ Гомельского региона.

Датчики-индикаторы типа LinetRoll предназначены для индикации однофазных замыканий на землю и междуфазных коротких замыканий в распределительных сетях при различных ступенях напряжения и вида заземления нейтрали.

Датчики реагируют на изменение электромагнитного поля в линиях электропередач в аварийных режимах. Для датчиков типа Linetroll 110Ец зависимость минимального тока запуска и тока уставки срабатывания от тока нагрузки в

линейных проводах представлена в таблице 1.

Таблица 1

Минимальные токи активации и уставок срабатывания датчика в зависимости от тока нагрузки

di/dt , А/мс	Максимальный ток нагрузки, А	Минимальный ток запуска, А
6	75	3
12	75	3
25	300	16
60	300	16
120	1000	50

Выполненный с помощью системы математического моделирования Simulink программного пакета Matlab расчет токов однофазного замыкания на землю в линиях 6кВ п/ст “Юг-Сосновка” показал величину 1,2 А, что значительно меньше тока минимальной уставки срабатывания.

Очевидно, требуются определенные технические решения для возможной адаптации датчиков Linetroll к сетям с током замыкания на землю до 3 А.

Напрашивающийся путь увеличения магнитного поля в датчике за счет использования катушки индуктивности, не может быть реализован, поскольку одновременно увеличивается магнитное поле в исходном режиме, что ведет к пропорциональному изменению необходимой скорости увеличения тока и магнитного поля в аварийном режиме.

Другим направлением адаптации может быть искусственное увеличение тока однофазного замыкания на землю в сети при установке датчиков в пределах, ограниченных ПУЭ.

Рассматривались следующие варианты:

– увеличение тока замыкания на землю за счет дополнительной емкостной проводимости между линейными проводами и землей.

– увеличение тока замыкания на землю за счет резистивного заземления нейтрали.

Для экспериментальной проверки принятых технических решений, помимо математической модели, была создана физическая модель линий 6кВ п/ст “Юг-Сосновка”. Результаты экспериментов приведены в таблицах 2,3, а векторные диаграммы токов и напряжений в линиях – на рисунках 1,2.

Таблица 2

Результаты исследований макета воздушной линии 6кВ при металлическом замыкании на землю фазы "А" и емкостном токе замыкания на землю 10 А

$U_{AB},$ В	$U_{BC},$ В	$U_{CA},$ В	$U_{AN},$ В	$U_{BN},$ В	$U_{CN},$ В	$I_A,$ А	$I_B,$ А	$I_C,$ А	$I_K,$ А	$I_{AK},$ А	$I_{BK},$ А	$I_{CK},$ А
6,3	6,3	6,3	0	6,3	6,3	3,8	4,2	4	10	9,5	7,5	3,1

На диаграмме (рис.1) обозначены: I_{AH}, I_{BH}, I_{CH} – линейные токи нагрузки, I_{AK}, I_{BK}, I_{CK} – линейные емкостные токи замыкания, $I_{AKH}, I_{BKH}, I_{CKH}$ – суммарные токи в линейных проводах.

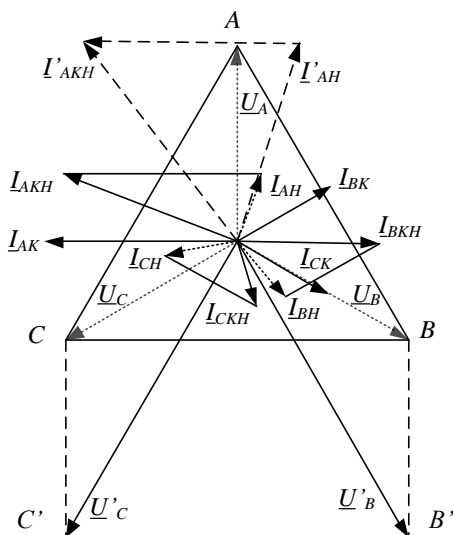


Рисунок 1. Векторная диаграмма токов и напряжений в линии для режима металлического замыкания на землю фазы «А» с током замыкания 10 А

При металлическом замыкании на землю ток в линейном проводе увеличился на 5,7 А, что меньше тока уставки на срабатывание 6 А. Индикатор не среагировал на замыкание. Как вариант, ток замыкания был увеличен до 12 А, изменение тока в аварийной фазе составило 7,7 А, что привело к срабатыванию датчика.

Таблица 3

Результаты исследований макета воздушной линии 6 кВ при металлическом замыкании на землю фазы "А" с включением дополнительного трансформатора для увеличения тока замыкания на землю

U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	U_{AN} В	U_{BN} В	U_{CN} В	I_A А	I_B А	I_C А	I_K А	I_{AK} А	I_{BK} А	I_{CK} А
6,3	6,3	6,3	0	6,3	6,3	4	4	4	10	13,6	9,2	8,9

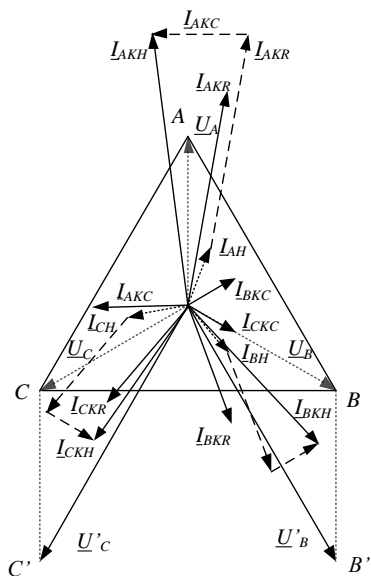


Рисунок 2. Векторная диаграмма токов и напряжений в линии для варианта режима металлического замыкания на землю фазы «А» при резистивном заземлении нейтрали

Здесь обозначены: I_{AH} , I_{BH} , I_{CH} – линейные токи нагрузки, I_{AKC} , I_{BKC} , I_{CKC} – емкостные токи замыкания; I_{AKR} , I_{BKR} , I_{CKR} – токи замыкания обусловленные резистивным заземлением нейтрали; I_{AKH} , I_{BKH} , I_{CKH} – токи в в линейных проводах.

На макете линий 6 кВп/ст «Юг-Сосновка» режим резистивного заземления нейтралей реализовывался включением дополнительного трансформатора со схемой соединения обмоток Y_N/Δ и нейтралью, заземленной через резистор.

Скорость изменения тока в фазе «А» составила 9,6 А, датчик сработал.

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- прямое использование датчиков типа LinetRoll для индикации однофазного замыкания на землю в распределительных сетях 6-10 кВ ограничивается из-за малых емкостных

токов замыкания, что в свою очередь объясняется малой длиной линий, характерной для распределительных сетей 6-10 кВ;

– попытка сравнительно простым и недорогим способом увеличить емкостной ток замыкания на землю до величины больше уставки срабатывания нецелесообразна, так как небольшое увеличение емкостного тока замыкания не даст желаемого скачка из-за различия в фазовом сдвиге активно-индуктивных токов нагрузки и емкостных токов замыкания, а дальнейший рост емкостных токов замыкания приводит к увеличению вероятности появления перенапряжений;

– возможным вариантом технических мероприятий для использования датчиков LinetRoll в распределительных сетях 6-10 кВ является внедрение резистивного заземления нейтрали, при котором ток однофазного замыкания на землю близок по фазе к току нагрузки и может быть минимизирован для обеспечения необходимого значения di/dt . Для резистивного заземления нейтрали целесообразно использовать дополнительный трансформатор, поскольку это также приведет к увеличению в защищаемой линии токов нулевой последовательности.

Литература

1 Калентионок Е.В. Определение вида однофазного напряжения в воздушных распределительных электрических схемах с изолированной нейтралью. /Калентионок Е.В., Мазурек Ю.А. Энергетика (изв. высш. учебн. завед. и энергет. общ. СПТ). – 2012 – №6, с.28 – 34.

2. Калентионок Е.В. Статический анализ повреждаемости воздушных распределительных электрических сетей/Е.В. Калентионок// Энергия и менеджмент. – 2011. – №4. – С. 15-17.

3. Евминов Л.И. Электромагнитные переходные процессы в системах электроснабжения./ Евминов Л.И. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого 2003. – 300 с.

4. Маркарянц Л.М., Безик В.А., Самородский П.А. Устройства контроля сопротивления изоляции и сушки обмоток электродвигателя. Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ. 2012. № 2 (2). С. 30-33.