

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОМПЛЕКСА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ С МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

А.Н. Садовников

г. Челябинск, Южно-Уральский государственный университет

OPTIMIZATION OF ALGORITHMS FOR CENTRALIZED COMPLEX OF RELAY PROTECTION AND AUTOMATION IN DISTRIBUTION NETWORKS OF LOW GENERATION

A.N. Sadovnikov

Chelyabinsk, South Ural State University

Разработана методика оптимизации алгоритмов централизованного комплекса релейной защиты и автоматики (РЗА), основанная на статистическом испытании совместной модели защищаемого объекта и комплекса РЗА. Модель защищаемого объекта и микропроцессора комплекса реализована в среде LabVIEW.

Ключевые слова: релейная защита, централизованные комплексы релейной защиты и автоматики.

The optimization technique of algorithms for centralized complex of relay protection and automation (RPA) based on statistical tests of the joint model of protected object and RPA complex has been developed. The model of object which is under protection and centralized complex microprocessor are implemented in LabVIEW.

Keywords: relay protection, centralized complexes of relay protection and automation.

В настоящее время распределительные сети 0,4; 6, 10 кВ предприятий оснащаются генерирующими устройствами, например газотурбинными, газопоршневыми установками, постоянно работающими в режиме параллельной работы с питающей энергосистемой. При этом меняется режим работы подстанций предприятия, выполненных чаще всего по схемам 4Н, 5Н, 5АН по [1] на двухстороннее питание. Существующие устройства релейной защиты и автоматики (РЗА) распределительной сети предприятия перестают соответствовать нормативным требованиям, что вызывает необходимость реконструкции системы РЗА подстанций предприятия.

В соответствие с [2, 3] основными требованиями к РЗА двухтрансформаторных подстанций, работающих в режиме двухстороннего питания, являются:

- наличие быстродействующей защиты шин;
- обеспечение селективности выдержек времени максимальных токовых защит (МТЗ) при различном направлении мощности короткого замыкания (КЗ) через защиту.

Традиционный способ реконструкции – замена существующих устройств РЗА на типоразличные, предназначенные для сетей с двухсторонним питанием, ведет к значительным затратам, так как требует установки терминалов с органами направления мощности (ОНМ), которые относятся к самым дорогим моделям у всех фирм, представленных на рынке. Логическая защита шин, реализуемая во всех типах микропроцессорных терминалов, представленных на рынке, не пригодна в случае двухсторонней подпитки места короткого замыкания (КЗ). Установка полноценной дифференциальной защиты шин требует установки дополнительных микропроцессорных терминалов на каждое присоединение, что ведет к дополнительным затратам. Кроме того, у всех фирм, представленных на рынке устройств РЗА, отсутствуют типовые, проработанные решения по установке дифференциальной защиты на шины низкого напряжения понизительных двухтрансформаторных подстанций.

Существенно снизить затраты на реконструкцию можно, применив централизованный комплекс, связав свободно программируемый контроллер с входными/выходными сигналами от-

Краткие сообщения

дельных устройств РЗА присоединений подстанции [4, 5].

Использование централизованного комплекса соответствует нормам [2, 3, 6], так как связь между устройствами защиты и комплексом осуществляется сухими контактами на оперативном напряжении подстанции, в случае отказа центрального микропроцессора устройства защиты отдельных присоединений могут работать независимо. Использование централизованного комплекса позволяет осуществить реконструкцию подстанции без замены существующих устройств РЗА на дорогостоящие типополнения.

Для определения требований к промышленному, свободно программируемому микропроцессору централизованного комплекса, разработке алгоритмов противоаварийного управления, методике выбора параметров (уставок) защит и средств автоматики централизованного микропроцессора и отдельных устройств защиты с целью достижения минимального времени отключения повреждения с обеспечением резервирования и сохранением селективности использован метод статистических испытаний математической модели защищаемого объекта, микропроцессорных защит отдельных присоединений и микропроцессора централизованного комплекса РЗА. Эффективность функционирования централизованного комплекса при этом характеризуется критерием вида

$$Q = M[(t_{\text{п}} + \Delta t) - t_{\text{к}}],$$

где M – математическое ожидание;

$t_{\text{п}}$ – сигнал о срабатывании пусковых органов микропроцессорных защит отдельных присоединений;

Δt – минимально допустимая ступень селективности;

$t_{\text{к}}$ – сигнал о срабатывании централизованного комплекса РЗА.

Оптимизационная задача подбора такой ступени селективности Δt , чтобы минимизировать критерий Q , решается путем применения поисковых методов оптимизации. Исследования показали, что оптимальными для данной задачи являются алгоритм наилучшей пробы и метод статистического градиента с многократным изменением исходных параметров случайным образом с целью

нахождения глобального минимума критерия Q .

Для моделирования защищаемого объекта и микропроцессоров защит присоединений и централизованного комплекса использовалась среда визуального графического программирования LabVIEW корпорации National Instruments [7].

Литература

1. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35–750 кВ. Типовые решения. – М.: Энергосетьпроект, 2011. – 144 с.
2. Правила устройства электроустановок. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2011. – 928 с.
3. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ. Стандарт организации. – М.: ФСК ЕЭС, 2012. – 110 с.
4. Садовников, А.Н. Использование централизованных комплексов релейной защиты и автоматики при подключении генерирующих мощностей к шинам низкого напряжения понизительных двухтрансформаторных подстанций / А.Н. Садовников // материалы ХLI Всесоюзной научно-практической конференции (с международным участием) «Федоровские чтения». – М.: Издат. дом МЭИ, 2011. – 210 с.
5. Садовников, А.Н. Централизованные комплексы релейной защиты и автоматики типовых комплектных двухтрансформаторных подстанций 35–220 кВ / А.Н. Садовников // Материалы 63-й научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и сотрудников. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2011. – Т. 2. – 331 с.
6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: утв. Министерством энергетики РФ 19.06.03: введ. в действие с 30.06.03. – М.: ЭНАС, 2003. – 175 с.
7. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 9693. Модель релейной защиты и автоматики двухтрансформаторной подстанции / Садовников А.Н. // Телеграф отраслевого фонда алгоритмов и программ. Инновации в науке и образовании № 12 (35).

Поступила в редакцию 04.09.2012 г.

Садовников Алексей Николаевич – доцент кафедры «Электрические станции, сети и системы», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск. Научные интересы связаны с релейной защитой и автоматизацией энергосистем.

Sadovnikov Aleksey Nikolaevich – Associate Professor of “Power Stations, Networks and Systems” Department of South Ural State University, Chelyabinsk. The scientific interests are related to the relay protection and power systems automation.