

ОТЗЫВ

официального оппонента

к.т.н., с.н.с. Лачугина Владимира Федоровича

на диссертацию Мартынова Михаила Владимировича

«Исследование и разработка обучаемых модулей микропроцессорных защит линий электропередачи», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

1. Актуальность избранной темы

В соответствии с требованиями Программы модернизации электроэнергетики России на период до 2030 года и Программы модернизации ЕНЭС России на период до 2020 года с перспективой до 2030 года, электрические сети должны существенно повысить управляемость работой систем передачи, распределения и потребления электроэнергии. Это, в частности, предполагается достичь путем оснащения сетей электрооборудованием, изменяющим свои параметры и характеристики в зависимости от колебания режимов работы сети. Развитие электроэнергетики, в том числе создание интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС), повышает требования к эффективности функционирования устройств релейной защиты электрических сетей. Результаты исследований, проведенных у нас в стране и за рубежом, указывают на реальные перспективы успешной реализации устройств релейной защиты, алгоритмы которых способны осуществлять непрерывный мониторинг токов и напряжений сети и автоматически корректировать характеристики защиты при изменениях топологии, параметров и режимов электрических сетей с учетом технологий управления этими сетями.

Под руководством д.т.н., проф. Ю.Я. Лямеца создана концепция «обучения» релейной защиты, базирующаяся на построении имитационных моделей объектов в двух множествах противостоящих режимов – в контролируемых и в альтернативных. Местом обучения служат плоскости замеров. Характеристика срабатывания защиты расширяется, что обеспечивает повышение чувствительности, а возникающая при этом опасность неселективной работы ликвидируется соответствующим изменением характеристик.

Представленная работа является развитием этого научного направления для интеллектуальных («самонастраиваемых») устройств защиты с целью повышения их адаптации к изменениям режимов работы энергосистемы и расширения возможностей по распознаванию повреждений при максимальном использовании количества информации о процессах, происходящих в энергосистеме, что необходимо для повышения эффективности функционирования защиты. При этом за основное звено процесса самонастройки принят адаптивный модуль – элемент программного обеспечения микропроцессорной защиты. Поставлена задача – использовать принципы, заложенные в стандарте МЭК 61850 для полноценного информационного обеспечения интеллектуальной релейной защиты.

Таким образом, тема диссертации является актуальной и результаты проведенных в ней исследований направлены на повышение эффективности релейной защиты линий электропередачи (ЛЭП) электрических сетей.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные положения, выводы и рекомендации представлены в пяти главах диссертации.

В первой главе представлен разработанный автором метод последовательного условного отображения режимов при обучении реле. На конкретных примерах показан положительный эффект повышения чувствительности реле при использовании данного метода.

Работоспособность способа распознавания сложного повреждения показана на примере решения задачи фазовой селекции.

Во второй главе диссертантом рассматриваются задачи, возникающие в процессе обучения реле: задача эквивалентирования сложной модели электрической сети и задача поиска прообраза граничных линий областей отображения режимов.

Работоспособность предлагаемого метода эквивалентирования показана на примере упрощения модели многоконцевой ЛЭП.

Обнаруженный автором эффект разложения прообраза в многомерном объектном пространстве на прообразы в подпространствах меньшей размерности показан на примере построения граничных линий областей отображения режимов на плоскости классического реле сопротивления.

В третьей главе решена практическая задача построения универсального фазового селектора для ЛЭП 500 кВ. Разработанный модуль

не использует информацию о нагрузочном режиме работы линии электропередачи и не требует расчета параметров срабатывания, что следует из представленных областей отображения режимов на плоскостях отдельных модулей фазового селектора.

В четвертой главе показан эффект повышения чувствительности разработанного модуля отстройки дифференциально-фазной защиты от КЗ за трансформаторами ответвительной подстанции по сравнению с классическим случаем автономного обучения реле, что следует из представленных объектных характеристик.

В пятой главе из представленных объектных характеристик следует, что применение предельных характеристик срабатывания классического реле сопротивления и виртуального реле сопротивления позволяет повысить чувствительность адаптивной дистанционной защиты по сравнению с традиционной дистанционной защитой.

3. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием широко апробированной методологии теоретических основ электротехники (метод эквивалентного генератора, эквивалентирование параметров и пр.), а также – теории множеств и отображений, сингулярного спектрального анализа, математического моделирования, а также информационного анализа. Эффективность принятых решений подтверждается результатами расчетов, полученных на основе примененных автором программных комплексов и приведенных как в основном тексте диссертации, так и в Приложениях к ней. Результаты расчетов использованы в НИР, выполнявшейся по заказу ОАО «Тюменьэнерго» применительно к Нефтеюганским электрическим сетям, а также в ряде НИОКР по разработке модулей дифференциально-фазных защит ЛЭП 110-220 кВ и 500 кВ, что нашло отражение в выпуске промышленных образцов защиты, принятых к внедрению.

4. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Исходя из анализа материалов диссертации, представляется, что наибольший научный интерес вызывает разработка метода задания характеристик и параметров срабатывания релейной защиты для многомерного объектного пространства и способа распознавания сложного

повреждения в энергосистеме. Технические решения, выполненные в соответствии с предложенной методикой, защищены патентами на изобретение. Выводы о практической эффективности методики подкреплены результатами математического моделирования и созданием опытных образцов.

Другой круг новых научных положений, полученных диссертантом, определяется развитием работ по совершенствованию методов эквивалентирования многопараметрической модели электрической сети с целью минимизации общего числа изменяемых параметров и тесно связанной с ним разработкой методики построения характеристик срабатывания релейной защиты. Результаты моделирования по этой методике указывают на ее перспективность в части оптимизации процесса выбора параметров функционирования защит ЛЭП различных классов напряжения.

5. По диссертации необходимо сделать следующие замечания:

1) В работе недостаточно обоснованы принятые диапазоны вариации параметров применительно к объектам моделирования. В большей степени это касается вариаций переходных сопротивлений (в общем случае изменяющихся во времени) в месте короткого замыкания и углов передачи (также подверженных существенным изменениям при качаниях и асинхронном ходе).

2) Тема диссертации направлена на исследование методов, предназначенных для применения на реальных объектах электрических сетей. Однако большинство моделей сети представлено либо весьма условно (с генераторами, но без нагрузки, в том числе без цепей трансформации – см., например, рисунки 1.14, 1.33, 1.44, 1.54, 2.7, 2.15 диссертации и 3, 5 и 6 автореферата), либо без требуемого оборудования протяженных ЛЭП 500 кВ – шунтирующих реакторов (см. рисунки 3.1 диссертации и 13 автореферата (и это при рассматриваемой длине ЛЭП до 500 км).

3) Следовало четче проанализировать сложные повреждения в энергосистеме, поскольку в ряде случаев здесь необходимо вводить параметр времени вследствие необходимости учета перехода одного вида короткого замыкания в другое.

4. Нельзя произвольно манипулировать различными «ненормативными» терминами (конгломераты режимов, «за спиной», квазимощность, уставочная плоскость и т.д., и т.п.).

В тексте диссертации и автореферата имеется ряд описок, а также повторов суждений и формулировок. Например, описание роли имитационных моделей и характеристика целей обучения приведены на странице 16 и повторены на странице 99 диссертации. Кроме того, есть претензии к качеству ряда иллюстраций и обозначений, что в ряде случаев затрудняет оценку полученных результатов.

6. Заключение

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для отрасли экономики – электроэнергетики страны, а выводы, полученные в диссертации, являются новыми научными результатами и положениями в области электроэнергетики, вполне обоснованными и достоверными, соответствующими поставленным целям и задачам. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Содержание диссертации отражено в 27 печатных работах. 6 работ опубликовано в рецензируемых изданиях по списку ВАК. Методологические вопросы и основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на международных научно-технических конференциях, проводившихся в 2010-2013 годах.

Тема диссертации в полной мере соответствует области исследований научной специальности 05.14.02, в частности, разработке методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике, а также разработке методов математического и физического моделирования в электроэнергетике.

Таким образом, диссертационная работа «Исследование и разработка обучаемых модулей микропроцессорных защит линий электропередачи» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мартынов Михаил Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент
заведующий лабораторией
информационно-измерительных
и управляющих систем

в электроэнергетике

Открытого акционерного общества

«Энергетический институт им. Г.М.

Кржижановского

(ОАО «ЭНИН»)

кандидат технических наук,

старший научный сотрудник

Лачугин Владимир Федорович

1 декабря 2014 года

Подпись В.Ф. Лачугина заверяю

Руководитель службы управления

персоналом и режимом

ОАО «ЭНИН»



Максимова Елена Юрьевна

Адрес ОАО «ЭНИН»: 119991, Москва, Ленинский проспект, 19

Телефон: (495) 770-31-01

e-mail: postbox@eninnet.ru