

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «ВНИИР»

Л.Г. Макеева

«17» ноября 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт релестроения с опытным производством» (ВНИИР) на диссертационную работу Мартынова Михаила Владимировича «**Исследование и разработка обучаемых модулей микропроцессорных защит линий электропередачи**», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»

1. Актуальность темы

Развитие распределенной генерации, внедрение элементов активно-адаптивных, интеллектуальных сетей обуславливает целесообразность наделяния устройства релейной защиты способностью функционировать в условиях постоянного изменения режима работы защищаемого объекта. При этом путь обеспечения необходимой чувствительности релейной защиты в новых условиях, очевидно, должен быть связан с использованием алгоритмами релейной защиты всей доступной информации о защищаемом объекте. Тема диссертации, посвященной исследованию и разработке обучаемых модулей микропроцессорных защит линий электропередачи, способных повысить чувствительность алгоритмов защит при гарантированной селективности за счет эффективного использования всей доступной информации, является, безусловно, актуальной.

2. Структура работы

В первой главе диссертации проведен анализ существующих решений в области совершенствования алгоритмов релейной защиты. Показана необходимость решения более общих задач. Представлены разработанные автором алгоритмы обучения модулей релейной защиты, позволяющие повысить чувствительность защиты при гарантированной селективности за счет эффективного использования доступной устройству информации о защищаемом объекте.

Вторая глава посвящена задачам, возникающим в процессе обучения модулей релейной защиты. Поскольку в диссертации рассматриваются

модули релейной защиты, обучаемые от имитационных моделей защищаемого объекта, то автором предлагается способ эквивалентирования исходной сложной многопараметрической имитационной модели до простейшей эквивалентной с минимальным числом варьируемых параметров. Применение эквивалентной модели позволяет значительно упростить процедуру обучения реле. Также во второй главе рассмотрена задача поиска прообраза граничных линий областей отображения режимов, необходимых для задания характеристик срабатывания модулей. Показано, что использование прообраза в многомерном объектном пространстве возможно путем сведения его к совокупности прообразов в двумерных и трехмерных объектных подпространствах.

Третья глава посвящена применению теоретических положений, разработанных в первых главах диссертации, к решению практической задачи – построению универсального фазового селектора для линии электропередачи (ЛЭП) 500 кВ, не использующего информацию о предшествующем режиме работы линии и не требующего задания уставок. Показано, что разработанный на основе алгоритма последовательного условного отображения режимов модуль отвечает приведенным требованиям; модуль внедрен в терминале «ТОР300 ДФЗ-500».

В четвертой главе решалась вторая практическая задача – разработка модуля отстройки дифференциально-фазной защиты ЛЭП 110 кВ от КЗ на низшей стороне трансформатора ответвительной подстанции. Показано, что независимое обучение модуля проводимости и виртуального модуля сопротивления не позволяет решить поставленную задачу. Достичь требуемой чувствительности позволяет применение метода последовательного условного отображения режимов. Разработанный высокочувствительный модуль реализован в терминале «ТОР300 ДФЗ-110».

В пятой главе теоретические положения применены при разработке обучаемых реле адаптивной дистанционной защиты. Показано, что использование предельных характеристик срабатывания, задаваемых на основе знания граничных линий областей отображения режимов, позволяет охватить максимальное число контролируемых режимов и повысить чувствительность защиты без привлечения дополнительной информации или дополнительных модулей. Использование второго модуля – виртуального модуля сопротивления – совместно с модулем сопротивления текущего режима, позволяет значительно повысить чувствительность адаптивной дистанционной защиты (АДЗ) по сравнению с традиционным алгоритмом дистанционной защиты. Результаты исследований автора приняты к

внедрению в терминале АДЗ, установка которого запланирована на ЛЭП «Лосинка-Ленинская» Нефтеюганских электрических сетей.

3. Значимость полученных автором диссертации результатов для релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем

Значимость для теории заключается в следующем:

1) Предложенные многомерные распознающие структуры дополняют теорию релейной защиты тем, что позволяют развить существующую алгоритмическую базу. Многомерные алгоритмы релейной защиты позволяют добиться максимально эффективного использования всей доступной информации.

2) Предложенный способ распознавания сложного повреждения электрической сети развивает теорию релейной защиты тем, что позволяет рассматривать сложное повреждение как совокупность элементарных противостояний, разрешение которых является более простой задачей.

3) Предложенная методика эквивалентирования имитационной модели электрической сети обогащает один из разделов теории релейной защиты – теорию выбора уставок – тем, что позволяет разрабатывать быстродействующие имитационные модели защищаемого объекта, позволяющие с минимальными вычислительными затратами производить задание характеристик срабатывания.

4) Предложенная методика задания характеристик срабатывания как решение граничной задачи релейной защиты уточняет теорию выбора уставок тем, что позволяет оперировать граничными линиями областей отображения режимов и задавать предельные характеристики срабатывания, обеспечивающие повышение чувствительности модулей.

Значимость для практики заключается в следующем:

1) Предложенные алгоритмы обучения могут быть использованы как для повышения чувствительности существующих алгоритмов релейной защиты, так и для разработки новых алгоритмов защиты;

2) Методика эквивалентирования сложных имитационных моделей может применяться для построения простейших моделей при большом числе варьируемых параметров. Возможно создание каталога эквивалентных моделей и их многократное использование с минимальными затратами вычислительных ресурсов и времени в задачах обучения алгоритмов релейной защиты;

3) Методика использования прообраза граничной линии областей отображения режимов позволяет совершенствовать существующие методики расчета параметров срабатывания релейной защиты, обеспечивать надёжную

отстройку защиты от альтернативных режимов работы защищаемого объекта при обучении защиты и задавать предельные характеристики срабатывания реле, повышая при этом чувствительность защиты;

4) О практической реализации: результаты теоретических исследований нашли применение в разработках ответственных модулей микропроцессорных защит.

4. Вопросы и замечания к работе

1) Предлагаемые методы позволяют улучшить два свойства релейной защиты: чувствительность и селективность. Однако остаётся неясным следующий вопрос: каким образом влияют предлагаемые методы на быстродействие защиты? Не достигается ли повышение чувствительности за счет снижения быстродействия?

2) Как поведёт себя защита, основанная на использовании предлагаемых методов, в условиях режима, который не участвовал в процессе обучения алгоритма защиты?

3) Каким образом учитываются погрешности трансформаторов тока и напряжения при обучении реле?

4) Особый интерес вызывает неочевидный способ задания уставок срабатывания защит, модули которых обучаются совместно. Необходимо ли для этих случаев разрабатывать специальную методику расчета уставок или это будет автоматизированная система расчета?

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при решении задач совершенствования существующих защит, а также при разработке новых видов защит, располагающих обширной информационной базой, что реализуемо на современном уровне развития цифровых устройств релейной защиты и автоматики.

Метод эквивалентирования имитационных моделей может быть использован для создания каталога эквивалентных имитационных моделей для каждого конкретного защищаемого объекта, что значительно упрощает процесс исследования и разработки алгоритмов релейной защиты.

Обнаруженный соискателем эффект разложения прообраза граничной линии области отображения режимов в многомерном пространстве на совокупность прообразов в двумерных и трехмерных объектных подпространствах позволяет создать более общую методику задания предельных характеристик срабатывания, обеспечивающих повышение чувствительности.

Рекомендуется изложить новые разделы теоретических основ релейной защиты (процедуры обучения, методики эквивалентирования моделей и представления прообраза граничной линии в многомерном объектном пространстве) в виде учебного пособия для студентов, обучающихся по профилю «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», и магистрантов, обучающихся по программе «Автоматика энергосистем».

6. Заключение

Автореферат и публикации автора отражают основное содержание работы.

Приведённые замечания и вопросы не снижают научной и практической ценности диссертации.

Диссертационная работа Мартынова Михаила Владимировича является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Работа отвечает специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию Мартынова М.В. на тему «Исследование и разработка обучаемых модулей микропроцессорных защит линий электропередачи» обсужден и одобрен на расширенном заседании Центра моделирования электроэнергетических систем ОАО «ВНИИР» от «17» ноября 2014 г., протокол № 2014-11.

Руководитель Центра моделирования
электроэнергетических систем
ОАО «ВНИИР», к.т.н., доцент



Наволочный
Александр Альбертович

e-mail: aanav@vniir.ru

Тел.: (8352) 390-000 (доб. 27-32), Факс: (8352) 390-001