

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Воронова Павла Ильича «Информационные аспекты защиты и локации повреждений электрической сети», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Актуальность избранной темы

Широкое внедрение в практику разработки, проектирования и эксплуатации современных программно-технических средств релейной защиты и автоматики (РЗА) и определения места повреждения (ОМП) позволяет перейти к качественно новому поколению устройств, функциональные возможности которых могут быть существенно расширены по сравнению с традиционными устройствами аналогичного назначения за счет новых возможностей по использованию информации о контролируемом объекте.

Это определяет возможность и целесообразность создания и внедрения систем управления и, в том числе, систем и устройств релейной защиты и локации повреждений в качестве интеллектуальных, обучаемых систем. Целью обучения таких систем является повышение эффективности функционирования за счет распознавания отслеживаемых режимов при гарантированной отстройке от противостоящих им альтернативных режимов на основе максимального использования требуемой доступной информации.

По существу изложенное выше характеризует основные принципы информационной теории релейной защиты, эффективно разрабатываемой и реализуемой последние несколько десятилетий научной школой Чувашского государственного университета под руководством профессора Лямеца Ю.Я.

Значительные достижения в развитии программно-технических средств и, в том числе, средств коммуникаций определяют необходимость поиска и разработки новых решений на основе использования методов информационного анализа. Именно поэтому тема диссертационной работы Воронова П.И., целью которой является исследование информационных аспектов релейной защиты и локации повреждений в электрических сетях,

разработка эффективных методов использования всей имеющейся информации для реализации средств РЗА и ОМП, представляется востребованной и актуальной.

Обоснованность и достоверность результатов работы и выводов автора определяется использованием методов теоретических основ электротехники, релейной защиты, вычислительной геометрии, цифровой обработки сигналов, совпадением результатов математического, имитационного и экспериментального моделирования, а также опытом эксплуатации.

Научная новизна и значимость полученных результатов в определяющей мере связаны с:

- разработанной структурой многомерного дискретного пространства для отображения информации;
- разработанным способом адаптивной дистанционной защиты линий электропередачи, обеспечивающим селективную работу при коротком замыкании в асинхронном режиме;
- разработанными способами определения мест повреждений (в том числе сложных повреждений) в многопроводных системах при двухстороннем наблюдении;
- разработанными способами исключения влияния шумов (дешумизации) наблюдаемых процессов на основе сингулярного анализа для стационарных процессов, на основе кратномасштабного анализа – для нестационарных процессов.

Практическую ценность результатов работы определяют следующие предложенные и разработанные достижения диссертанта:

- метод модификации характеристик релейной защиты (метод прямой адаптации), обеспечивающий высокую чувствительность при гарантированной селективности;
- критерии повреждений (в том числе сложных повреждений) в линиях электропередачи при двухстороннем наблюдении;

- методика исключения влияния шумов (дешумизации) электрических сигналов, позволяющая повысить точность оценки ортогональных составляющих электрических сигналов основной частоты.

Тема рассматриваемой диссертации соответствует профилю специальности 05.14.02 "Электрические станции и электроэнергетические системы". Результаты выполненных исследований и разработок весьма представительны отражены в публикациях автора.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, где получили обоснование научные положения, выводы и рекомендации, списка литературы из 146 наименований и 2 приложений.

В первой главе приведен обзор работ по теме диссертационного исследования, пояснен ряд понятий, необходимых для описания информационных аспектов обеспечения селективности, чувствительности и быстродействия релейной защиты. Как и принято в информационной теории релейной защиты, задачи релейной защиты рассматриваются с позиций противостояния контролируемых и альтернативных режимов (α - и β -режимы) наблюдаемого объекта. В качестве эффективных средств обучения, в частности, дистанционной защиты рассмотрены методы ее адаптации, реализованные применением многомерной дискретной структуры для хранения информации.

Во второй главе рассматриваются информационные вопросы адаптации дистанционной защиты линий электропередачи, исследованные сравнением трёх типов дистанционных реле – неадаптивного, реле с прямой адаптацией и косвенной адаптацией при их обучении для работы в режимах коротких замыканий на фоне асинхронного хода. Показано преимущество реле, обученного по способу прямой адаптации, а также то, что применение прямой адаптации дистанционной защиты совместно с многомерной дискретной структурой позволяет обеспечить селективность при коротких замыканиях на фоне асинхронного хода.

В третьей главе рассмотрены информационные аспекты определения места повреждения и выявления повреждённых фаз в линиях электропередачи

при двухстороннем наблюдении при использовании алгоритмических моделей наблюдаемого объекта и предполагаемого места повреждения. Предложенная общая модель повреждения позволяет моделировать все виды коротких замыканий, в том числе с обрывами проводов. Приведенные критерии повреждения многопроводной системы при двухстороннем наблюдении, связывают токи и напряжения в месте предполагаемого повреждения с его координатой. В результате использования новых информационных составляющих предложен алгоритм поиска места повреждения при двухстороннем наблюдении с применением этих составляющих.

Четвертая глава посвящена информационным свойствам цифровой обработки сигналов, для которой актуальна задача исключения влияния шумов (дешумизация) наблюдаемых электрических сигналов, которую в работе предложено решать использованием сингулярного спектрального анализа (для обработки стационарных сигналов) и кратномасштабного анализа (для обработки нестационарных сигналов). Приведенные примеры дешумизации реальных и модельных осциллограмм, а также результаты обработки адаптивными фильтрами исходных и обработанных сигналов показывают ощутимый эффект предложенной дешумизации.

В пятой главе представлены разработки производства ИЦ «Бреслер», в которых нашли применение результаты диссертационного исследования, а именно: прямая адаптация с использованием многомерной дискретной структуры применены при разработке микропроцессорного устройства адаптивной дистанционной защиты линий электропередачи 110-220 кВ на базе микропроцессорного терминала «ТОР 300 АДЗ 110»; критерии повреждения при двухстороннем наблюдении и сингулярный спектральный анализ применены в разработке локатора повреждений при двухстороннем наблюдении «ТОР 300 ЛОК 220»; кратномасштабный анализ применён в разработке быстродействующего реле, применяемого в качестве основного измерительного органа автоматики опережающего деления сети «ТОР 300 АОДС 503».

Замечания и вопросы по диссертации

1. В качестве инструмента обучения предложено использовать многомерное дискретное пространство. И хотя указано, что «...структура областей и их границы в таком пространстве подчиняются простым закономерностям...» (стр.29), такое утверждение выглядит в большой мере декларативным. При этом выбор наиболее «представительного» многомерного пространства (порядок, координаты) осуществляется по существу интуитивно, а возможности разработки методических подходов при таком выборе, к сожалению, не показаны.

2. Постановку задачи адаптации дистанционной защиты для обеспечения селективности при коротких замыканиях на фоне асинхронного хода можно считать удачной в качестве примера использования многомерной дискретной структуры. Однако правильность постановки такой задачи с точки зрения практической организации релейной защиты и противоаварийного управления вызывает сомнение: в режиме качаний и асинхронного хода действие дистанционной защиты должно быть безусловно запрещено.

3. На примере задачи адаптации релейной защиты можно видеть повышение исследовательского ресурса. Однако возможность использования результатов адаптации релейной защиты в условиях практической эксплуатации (например, при анализе аварийных ситуаций) представляется, как минимум, исключительно затруднительной.

4. В работе представлен обширный обзор зарубежных и отечественных разработок адаптивных защит. К сожалению, остались забытыми эффективные предложения отечественных специалистов - института «Энергосетьпроект» (г. Москва) и ВНИИР (г. Чебоксары) по выполнению промышленно реализованных быстродействующих ступеней дистанционных защит от междуфазных замыканий – реле сопротивления с комбинированными характеристиками срабатывания.

5. Предложенные решения в части цифровой обработки сигналов для исключения влияния шумов - сингулярный спектральный анализ (ССА) и крупномасштабный анализ представлены весьма тяжеловесно и декларативно.

Так, сущность конкретной практической реализации свойства явной связи между «...сингулярными числами и характером зафиксированного процесса...» при использовании ССА фактически не продемонстрирована.

Да и особенности крупномасштабного анализа характеризуются весьма иллюстративно тем, что он выполняется на базе вейвлета Хаара с определенным подбором коэффициентов жесткого трешолдинга. При этом рекомендации, например, по выбору последних коэффициентов отсутствуют.

6. В качестве показателей эффективности обучаемых устройств РЗ и в процессе их обучения на основе многомерного дискретного пространства такой важный показатель как «быстродействие» не используется. Вместе с тем учет этого показателя должен был бы обусловить значительные особенности в предлагаемых методиках обучения, в том числе связанные с возможным влиянием составляющих электромагнитных переходных процессов, сопровождающих возмущения (например, КЗ) в энергосистемах.

7. Настораживает традиционность настоящего замечания, которое по существу можно отнести к работам и публикациям разработчиков информационной теории РЗ, а именно.

Возможность решения задач теоретического анализа, эксплуатации и проектирования РЗ на базе информационной теории РЗ может быть полезна широкому кругу специалистов проектных и эксплуатирующих организаций, организаций-разработчиков. Однако используемые в информационной теории РЗ понятия и определения, как правило, весьма трудны для восприятия специалистами, слабо корреспондируются с традиционными понятиями и определениями и, главное, недостаточно разъяснены.

К понятиям, по существу не поясненным в работе, например, относятся: неопределенность и нераспознаваемость (в общем смысле, не только применительно к задаче дистанционной защиты), безнулевые (центрированные)

составляющие и т.п. Да и понятия «стационарные процессы» и «нестационарные процессы» в рамках решаемых задач полезно было бы конкретизировать.

Приведенные замечания не снижают безусловно положительную оценку работы в целом. Диссертация Воронова П.И. представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой на основании выполненных автором исследований по развитию подходов к релейной защите и локализации повреждений как к многомерным обучаемым системам предложены методы и средства повышения эффективности их функционирования за счет максимального использования доступной информации.

Представленная диссертация удовлетворяет требованиям положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы», а ее автор, Воронов Павел Ильич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
заместитель генерального
директора ОАО «Институт
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
по научной работе
+7 903 974-40-79
Lubarskyi_D@oaoesp.ru

Любарский Дмитрий Романович

9 ноября 2015 г.

Подпись Любарского Д.Р. заверяю.

Начальник Отдела управления
персоналом
ОАО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
105318, Москва, Тацкая ул., 1

Михайлушкина Е.М.

9 ноября 2015 г.

Открытое акционерное общество «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»