

ОТЗЫВ

официального оппонента Лебедева Владимира Дмитриевича
на диссертационную работу **ОНИСОВОЙ Ольги Александровны**
на тему «**Совершенствование релейной защиты электроэнергетических систем с малыми распределёнными электрическими станциями**»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.02 – Электрические станции и
электроэнергетические системы

Общая характеристика работы

Диссертационная работа О.А. Онисовой представлена на 186 страницах. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списков принятых сокращений и использованных источников (литературы), четырёх приложений.

В первой главе работы приводится характеристика электроэнергетической системы при подключении к ней электростанций малой мощности, анализируется существующий опыт выполнения релейной защиты энергосистемы с малыми электрическими станциями.

Во второй главе выполняется исследование функционирования релейной защиты (РЗ) при подключении к энергосистеме малых электростанций. Основное внимание уделено максимальной токовой и дистанционной защитами, анализу их селективности и сопоставлению чувствительности. В этой же главе на основе исследования характеристик переходных процессов устанавливаются требования к быстродействию релейной защиты энергосистем с малыми распределёнными электрическими станциями.

В третьей главе, посвящённой повышению технического совершенства релейной защиты сетей с электростанциями малой мощности, систематизируются расчётные условия для выбора параметров срабатывания максимальных токовых защит, выполняется исследование органа направления мощности и предлагаются варианты его совершенствования с целью обеспечения селективности действия направленных защит при внедрении электростанций малой мощности. В разделе также предлагаются: способ выполнения продольной дифференциальной защиты линии электропередачи (ЛЭП), связывающей централизованную энергосистему и систему энергообъекта с малой электростанцией; вариант реализации дистанционной защиты с адаптивными параметрами срабатывания, устанавливаемой со стороны централизованной энергосистемы и использующей в своей работе информацию о параметрах предшествующего режима удалённых систем с малыми электростанциями.

Четвёртая глава посвящена построению релейной защиты электрических сетей, содержащих малые распределённые электрические станции. Показано, что оптимально решить эту задачу можно, если рассматривать отдельно каждый из трёх

возможных подходов при возникновении аварийного режима: отключение малых станций, выделение их на сбалансированную нагрузку или сохранение в работе (параллельно с источниками централизованной энергосистемы). Разработанные укрупнённые решения могут быть конкретизированы в процессе проектирования релейной защиты реального объекта, что проиллюстрировано в работе на примере комплекса по подготовке и переработке нефти и газа при внедрении в его систему электроснабжения шести собственных источников (генераторов).

Пятая глава посвящена совершенствованию делительной автоматики, устанавливаемой в точке подключения малой электростанции. На основе выполненных исследований предложено контролировать не только значение напряжения, но и значение и направление реактивной мощности по связи с внешней сетью, что позволяет определять момент времени отделения динамически, в зависимости от характеристик электрического режима. Предложенный алгоритм делительной автоматики, ориентированный на сохранение в работе малых электрических станций в аварийных режимах (когда отключение малых станций может провоцировать утяжеление аварийной ситуации), реализован в виде прототипа на базе программно-аппаратного комплекса eMEGAsim и испытан на цифровой модели энергосистемы реального времени RTDS.

Изучение материала диссертации позволяет говорить о том, что задача совершенствования релейной защиты в условиях внедрения в энергосистему электростанций малой мощности, решена комплексно: по отношению к «внешней» сети (РЗ со стороны централизованной энергосистемы), к «внутренней» сети (РЗ системы, содержащей малую электростанцию) и к точке подключения малой электростанции (дополнительно вводимый комплекс релейной защиты и автоматики).

Автореферат диссертации позволяет получить достаточно полное представление о самой работе.

Актуальность избранной темы

В июне 2015 года компанией «Россети» была принята концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса, разработанная специалистами компании при участии её дочерних предприятий. Цель концепции – формирование единого технического подхода к созданию релейной защиты и автоматики на объектах ПАО «Россети». На основании положений концепции планируется разработка соответствующих программ модернизации РЗА. Отдельный подраздел документа посвящён релейной защите и автоматике распределительных сетей с электростанциями средней и малой мощности.

Работа О.А. Онисовой посвящена совершенствованию релейной защиты электрических сетей при внедрении в них электростанций малой мощности. Учитывая тенденцию к активному использованию собственных (малых) электростанций как за рубежом, так и в России, а также то внимание, которое уделяет

крупнейшая электросетевая компания России необходимости развития средств РЗА в условиях подключения электростанций малой и средней мощности, избранную тему исследований можно признать весьма своевременной и актуальной.

Степень обоснованности, достоверность и новизна сформулированных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций

Новизну научных положений, выводов и рекомендаций, прежде всего, составляют:

1. Результаты анализа эффективности функционирования релейной защиты в прилежащей к точке подключения малой электростанции электрической сети.
2. Требования к быстродействию релейной защиты, обусловленные появлением в энергосистеме электростанций малой мощности.
3. Принцип выполнения дистанционной защиты ЛЭП, устанавливаемой со стороны централизованной энергосистемы, основанный на адаптивном изменении параметров срабатывания с учётом результатов удалённых измерений параметров доаварийного режима в точках подключения малых электростанций.
4. Новый способ продольной дифференциальной токовой защиты линии электропередачи, связывающей систему, содержащую малую электростанцию, с централизованной энергосистемой.
5. Принципы построения комплекса релейной защиты и автоматики в узле присоединения электростанции малой мощности, основанные на введённых подходах к управлению малыми распределёнными электростанциями в аварийных режимах.
6. Принцип и алгоритм делительной автоматики, устанавливаемой в узле присоединения электростанции малой мощности, основанный на контроле значения напряжения, значения и направления реактивной мощности в их взаимосвязи.

Основные научные положения диссертации в достаточной мере раскрыты в публикациях автора.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций достигаются использованием известного математического аппарата, распространённых методов анализа электрических цепей, применением апробированных программных (PSCAD) и программно-аппаратных (RTDS, eMEGAsim) моделирующих комплексов, обсуждением основных результатов работы с отечественными и зарубежными специалистами на международных и всероссийских конференциях, публикациями в научных изданиях.

Значимость полученных результатов

Теоретическую значимость составляют:

1. Требования к релейной защите распределительных сетей, содержащих электростанции малой мощности, и рекомендации по составу её функций.

2. Рекомендации по выполнению органа направления мощности направленной максимальной токовой защиты распределительной сети с малыми электрическими станциями.

3. Структурные схемы продольной дифференциальной и дистанционной защит.

4. Структурная схема и алгоритм делительной автоматики.

Практическая значимость заключается в том, что разработанные математические модели объектов энергосистемы, рекомендации по построению системы релейной защиты и автоматики использованы при выполнении научно-исследовательских и проектных работ по профилю деятельности ОАО «ВНИИР»; результаты исследования электрических режимов и функционирования релейной защиты энергосистем с малыми электростанциями, предложения по построению и развитию релейной защиты таких энергосистем приняты к использованию подкомитетом С6 РНК СИГРЭ, а также (наряду с разработанными математическими моделями объектов энергосистемы) внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова».

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. В диссертационной работе подробно исследуются режимы работы электрических сетей с газотурбинными установками (ГТУ), газопоршневые электростанции (ГПЭС) и дизельными электростанциями на базе синхронных генераторов мощностью до 30 МВт, подключаемых через линии 6...10 кВ, через разделительные трансформаторы и к шинам низшего напряжения трансформаторов распределительной сети. Однако не уделено должного внимания режимам работы малых гидроэлектростанций.

2. В диссертационной работе представлен математический аппарат и методы математического моделирования (глава 1, п.1.6), показана эффективность использования для проведения исследований современных программных и программно-аппаратных комплексов PSCAD, RTDS, а также eMEGAsim. При подготовке аналитического описания, очевидно, использовалось линейное приближение. В то же время в работе не пояснено, учитывался ли при подготовке математических моделей (PSCAD, RTDS, eMEGAsim) нелинейный характер параметров элементов энергосистемы.

3. При исследовании режимов работы распределительных электрических сетей с электрическими станциями малой мощности использовались модели с абстрактным представлением сетей (с большой долей эквивалентирования). Насколько данные допущения оказали влияние на выводы, сделанные в работе?

4. Какие параметры, помимо связанных с доаварийным режимом, варьировались при построении областей замеров дистанционного органа, приведенных на стр.47-48 диссертации?

5. Каким образом при разработке требований к релейной защите учтена возможность возникновения режимов аварийного отделения сети с малыми электростанциями от централизованной энергосистемы (Islanding)?

Указанные замечания не снижают существенным образом научной и практической ценности работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней»

Диссертация О.А. Онисовой соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении учёных степеней» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, в ред. от 21.04.2016), которым должны отвечать диссертации на соискание учёных степеней.

В части п.9: диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний (электроэнергетики).

В части п.10: диссертация (судя по общению с соискателем и результатам автоматизированной проверки на плагиат) выполнена самостоятельно, предложенные автором решения аргументированы и сопоставлены с другими известными решениями. Работа обладает внутренним единством, содержит выдвигаемые для публичной защиты новые научные результаты и положения, включает рекомендации по использованию научных выводов и сведения о практическом использовании научных результатов, свидетельствуя, таким образом, о личном вкладе автора в науку.

В части п.11-13: основные научные результаты диссертации опубликованы в пяти рецензируемых (по перечню ВАК) научных изданиях, получен патент на изобретение.

В части п.14: соискатель учёной степени корректно ссылается на авторов и источники заимствования материалов; личный вклад автора в проведённые исследования отдельно отмечен им во введении к диссертационной работе.

Итоговое заключение

Диссертация Онисовой Ольги Александровны «Совершенствование релейной защиты электроэнергетических систем с малыми распределёнными электрическими станциями», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития электроэнергетики. Работа удовлетворяет критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, установленным Положением о

Содержание диссертационной работы соответствует паспорту научной специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы; автор работы – Онисова Ольга Александровна – достойна присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по этой специальности.

Лебедев Владимир Дмитриевич

30.05.2016 г.

153003, г.Иваново, ул. Рабфаковская, 34

+7 (4932) 269-904
vd_lebedev@mail.ru

Подпись Лебедева В.Д. заве

Ученый секретарь Совета ИГЭ

О.А. Ширяева