

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 октября 2018 г. № 7

О присуждении Литвинову Илье Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение устойчивости функционирования дифференциальной защиты силового трансформатора» по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы принята к защите от 28 июня 2018 г., протокол № 13 диссертационным советом Д.212.173.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №156/нк от 01.04.2013 г.

Соискатель Литвинов Илья Игоревич 1990 года рождения. В 2013 г. соискатель получил степень бакалавра по направлению «Электроэнергетика», окончив федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ. В 2015 г. соискатель получил квалификацию магистра по направлению «Электроэнергетика и электротехника», окончив федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ. В 2015 году поступил в очную аспирантуру кафедры

«Электрических станций» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, срок обучения в аспирантуре с 01.09.2015 по 31.08.2019.

Диссертация выполнена на кафедре «Электрических станций» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, Глазырин Владимир Евлампиевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра «Электрических станций», доцент.

Официальные оппоненты:

Никитин Константин Иванович, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», кафедра «Теоретическая и общая электротехника», заведующий;

Наумов Владимир Александрович, кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие «ЭКРА», заместитель генерального директора – технический директор;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном Вайнштейном Робертом Александровичем, доктором технических наук, профессором, профессором-консультантом отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, и утверждённом Степановым Игорем Борисовичем,

доктором технических наук, старшим научным сотрудником, проректором по научной работе и инновациям, указала, что диссертация Литвинова И.И. является законченной научно-квалификационной работой, по научному уровню и практическому значению отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, 1 патент на изобретение, 2 статьи отмечены в наукометрических системах «Web of Science», 6 публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах международных и всероссийских конференций). Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 70%. Общий объем публикаций – 3,38 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Литвинов И. И.** Усовершенствованный алгоритм сравнения фаз для дифференциальной защиты силового трансформатора = The improved algorithm comparison phase for differential protection of power transformer / И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин // Электрические станции. – 2017. – № 2. – С. 54-58 (Переводная статья: **Litvinov I. I.** Improved algorithm for phase comparison for differential protection of a power transformer / I. I. Litvinov, V. E. Glazyrin // Power Technology and Engineering. - 2017. - Vol. 51, iss. 2. - P. 251–255. - DOI: 10.1007/s10749-017-0819-7).

2. **Литвинов И. И.** Составление математической модели силового трансформатора при его включении под напряжение и определение численных параметров модели / И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2017. – № 1. – С.18-24.

3. **Литвинов И. И.** Анализ осциллограммы дифференциального тока при последовательном броске тока намагничивания силового трансформатора / И. И. Литвинов, В. Е. Глазырин // Новое в российской электроэнергетике : науч.-техн. электрон. журн. - 2017. – № 5. – С. 17–27.

Публикации в зарубежных конференциях и изданиях, входящих в базу данных Web of Science:

4. Глазырин В. Е. Признаки аварийных режимов в цепях дифференциальных защит силовых трансформаторов = Semne ale regimurilor de avarie în circuitele protecției diferențiale ale transformatoarelor de putere / В. Е. Глазырин, **И. И. Литвинов** // Проблемы региональной энергетики = Problems of regional energy. - 2017. – № 1(33). – С. 24-31.

5. **Litvinov I. I.** Characteristic features of internal and external faults for use in differential protection / I. I. Litvinov, A. A. Osintsev, V. E. Glazirin // Actual issues of mechanical engineering (AIME 2017) : proc. of the intern. conf., Tomsk, 27–29 July 2017. – Atlantis Press, 2017. – P. 425-432. - (Advances in Engineering Research ; vol.133). - ISBN 978-94-6252-406-4. - DOI: 10.2991/aime-17.2017.69.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все положительные:

1. Акционерное общество «КОТЭС», генеральный директор, к.э.н., Мильто А.В. – замечания о целесообразности создания собственной математической модели силового трансформатора, замечания о недостаточной проработке вопроса верификации математических моделей и об орфографических неточностях.

2. Филиал акционерного общества «СО ЕЭС» ОДУ Юга, Служба релейной защиты и автоматики, главный специалист, к.т.н., доцент Васильев В.В., начальник Кутузов А.Ю. – замечания о неточности формулировки названия диссертационной работы, неясности порядка использования блок-контактов выключателя для распознавания режима

работы трансформатора, о необходимости более подробно исследовать возможность технической реализации предложенных алгоритмов.

3. Филиал Публичного акционерного общества «РусГидро» – «Саяно-Шушенская ГЭС имени П. С. Непорожного», заместитель начальника службы технологических систем управления, Сивцов А.Н. – замечания о недостаточно полном представлении практического применения предлагаемых алгоритмов, о недостаточной проработке обеспечения достоверности сбора и обработки получаемой информации.

4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», профессор кафедры электрических станций, сетей и систем, к.т.н., профессор Висящев А.Н., доцент кафедры электрических станций, сетей и систем, к.т.н. Федосов Д.С. – об отсутствии пояснения, почему для анализа всех типов броска тока намагничивания может быть использована модель группы однофазных трансформаторов и каким образом в этом случае моделируется периодический бросок тока намагничивания, об отсутствии указаний о возможности применения дифференциально-фазного алгоритма в случае насыщения измерительного трансформатора тока после первого периода переходного процесса, об отсутствии указаний о результатах работы предложенного дифференциально-фазного алгоритма в случае перехода одного вида короткого замыкания в другой, об отсутствии указаний, почему признаком внутреннего повреждения можно считать продолжительность возрастания модуля тока более 7,4 миллисекунд.

5. Новосибирский филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации», директор филиала, к.т.н., доцент Зуйков В.В., заведующий кафедрой эксплуатации и наладки электрооборудования электрических станций и подстанций, к.т.н., доцент

Медведков В.В. – об отсутствии рекомендаций по использованию разработанных математических моделей проектными организациями, об опечатке на стр.15 автореферата, об отсутствии данных о сравнении точности работы предложенного алгоритма сравнения фаз с иными цифровыми фильтрами, помимо фильтра Фурье, об орфографических неточностях на стр. 4.

6. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий научный сотрудник отдела электроэнергетических систем, доктор технических наук, профессор Голуб И.И. – об отсутствии указаний к требуемой частоте дискретизации входных сигналов для реализации предложенных алгоритмов функционирования защиты, об отсутствии указаний на вероятность насыщения измерительных трансформаторов в процессе последовательного броска тока намагнивания и ложной работы защиты.

7. Некоммерческое партнёрство «Центр энергоаудита», генеральный директор к.т.н. Зимин Р.В. – об отсутствии испытаний разработанных алгоритмов защиты на физических полигонах, о неясности объёма модернизации современных средств релейной защиты для эффективности внедрения предлагаемых алгоритмов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, область научных интересов доктора технических наук **Никитина К.И.** связана с повышением чувствительности защит объектов энергосистемы, в том числе силовых трансформаторов, что включает в себя совершенствование существующих и разработку новых защитных алгоритмов, в том числе создание измерительных трансформаторов тока новой конструкции; сфера научных интересов и тематика исследований кандидат технических наук **Наумова В.А.** связана с разработкой и практическим применением современных цифровых релейных защит,

исследованием процессов в первичных и вторичных цепях защиты, а также математическим моделированием.

В Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», в Отделении электроэнергетики и электротехники активно занимаются проблемами функционирования релейной защиты и автоматики, в частности совершенствованием дифференциальных защит (в том числе цифровых) силовых трансформаторов, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов отделения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан программный комплекс имитационного моделирования, основанный на математических моделях группы трансформаторов тока и моделях силового трансформатора в режиме короткого замыкания и включения под напряжение, позволяющий достоверно воспроизводить переходные процессы в силовом и измерительном оборудовании с учётом нелинейности характеристики намагничивания стали сердечника трансформаторов и исследовать характер переходных процессов в цепях дифференциальной защиты в целях улучшения её основных свойств;

предложены оригинальные алгоритмы, обеспечивающие повышение устойчивости и эффективности функционирования дифференциальной защиты силового трансформатора;

доказана реализуемость предложенных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты и перспективность их практического применения;

введено новые понятия не вводятся;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана необходимость учёта при разработке современных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты таких явлений, как

последовательный бросок тока намагничивания, возникающий при одновременном замыкании фаз выключателя, связывающего трансформатор с энергосистемой, как бросок тока намагничивания при включенной нагрузке, доказана эффективность предлагаемых алгоритмов адаптации уставок дифференциальной защиты к текущему режиму работы трансформатора;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы математическое и имитационное моделирование, численные методы;

изложены положения моделирования силовых и измерительных трансформаторов, позволяющие учесть нелинейность характеристики намагничивания стали сердечника, и порядок расчёта численных параметров моделей;

раскрыты и выявлены особенности переходных процессов во вторичных цепях дифференциальной защиты в режиме бросков тока намагничивания в условиях одновременного замыкания фаз выключателя и при подключенной нагрузке, способные приводить к неселективному действию защит, реагирующих на характер изменения мгновенных значений дифференциального тока;

изучены особенности переходных процессов в цепях дифференциальной защиты в режимах внешних и внутренних коротких замыканий, перевозбуждении трансформатора и броске тока намагничивания, использование которых позволяет достоверно распознавать режим защищаемого трансформатора;

проведена модернизация существующих алгоритмов функционирования дифференциальной защиты трансформатора в целях обеспечения их эффективной работы в сложных режимах защищаемого оборудования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в проектную деятельность компании АО «ИАЭС» алгоритмы, позволяющие повысить эффективность функционирования дифференциальной защиты трансформатора;

определены границы эффективного применения алгоритма, распознающего режим работы силового трансформатора по длительности постоянства знака производной и по соотношению временных интервалов чётных полуволн дифференциального тока;

создана система практических рекомендаций по применению усовершенствованных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты силового трансформатора;

представлены методические рекомендации для применения разработанных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты, обеспечивающих их максимальную эффективность;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные работы не проводились;

теория построена на основных положениях математического анализа и основ электротехники, математического и имитационного моделирования, опубликованных теоретических и экспериментальных данных по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении результатов исследования переходных процессов в силовых цепях и цепях релейной защиты, существующего опыта эксплуатации современных средств дифференциальной защиты;

использованы данные о характере переходных процессов в цепях релейной защиты, опубликованные в открытых источниках, для сравнения с результатами исследования;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанной имитационной

модели, с процессами, наблюдаемыми в реальных трансформаторах и указанными в литературных источниках;

использованы представительные совокупности данных по параметрам силовых трансформаторов и трансформаторов тока.

Личный вклад соискателя состоит в участии при постановке задач и определении объекта и предмета исследования, разработке математической модели исследуемого объекта в различных режимах, разработке усовершенствованных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты.

Автором проанализированы особенности переходных процессов, возникающих в различных режимах силового трансформатора, предложены технические решения, направленные на повышение устойчивости функционирования дифференциальной защиты трансформатора.

В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит формализация поставленных задач, реализация разработанных автором алгоритмов программными средствами, а также обобщение и анализ результатов моделирования. Подготовка основных публикаций по диссертации на 70% принадлежит лично автору, в изобретении 100%. Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, основной идейной линии.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития энергетики Российской Федерации, и соответствует п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 25 октября 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Литвинову И.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 11 , против 1 , недействительных бюллетеней 3 .

Заместитель председателя
диссертационного совета



Ю.В. Целебровский

Ученый секретарь
диссертационного совета

А.Г. Русина

25 октября 2018 г.