

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.165.02  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»  
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19 декабря 2017 г., № 78

О присуждении Абдуллину Линару Ильфатовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Определение мест однофазных замыканий на землю в электрических сетях 6-35 кВ по параметрам аварийного режима на стороне высшего и низшего напряжения понижающих подстанций» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 18 октября 2017 года, протокол №66 диссертационным советом Д 212.165.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Министерство образования и науки Российской Федерации, 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, приказ №156/нк от 01.04.2013 г.

Соискатель Абдуллин Линар Ильфатович 1988 года рождения.

В 2011 г. окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный энергетический университет» по направлению подготовки «Электроэнергетика».

В 2015 г. окончил очную аспирантуру «Казанского государственного энергетического университета», в настоящее время работает в должности инженера по технологическому присоединению Высокогорского РЭС филиала ОАО «Сетевая компания» «Приволжские электрические сети».

Диссертация выполнена на кафедре «Электроэнергетические системы и сети» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

Министерства образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Федотов Александр Иванович, ведущий научный сотрудник Инжинирингового центра федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

**Официальные оппоненты:**

1. Макаров Валерий Геннадьевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электропривод и электротехника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань);

2. Геркусов Алексей Анатольевич – кандидат технических наук, старший преподаватель отделения среднего специального образования Зеленодольского института машиностроения и информационных технологий, филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (г. Казань);

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Альметьевский государственный нефтяной институт» (г. Альметьевск, Республика Татарстан), в своем положительном заключении, подписанном Нурбосыновым Дуйсеном Нурмухамедовичем – доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Электро- и теплоэнергетика» и Табачниковой Татьяной Владимировной – кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Электро- и теплоэнергетика»,

указала, что диссертационное исследование представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую решение задачи научного поиска новых методов и технических решений определения мест однофазных замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью, автор работы, Абдуллин Линар Ильфатович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03. Результаты диссертационной работы представляют интерес для электросетевых организаций вне зависимости от их ведомственной принадлежности, которые занимаются эксплуатацией воздушных линий электропередачи напряжением 6 – 35 кВ, а также

для проектных и научно-исследовательских учреждений, специализирующихся в области релейной защиты и автоматики распределительных электрических сетей, при разработке систем распознавания мест однофазных замыканий на землю. Отзыв ведущей организации утвердил и.о. ректора ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт» Нургалиев Роберт Загитович.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и опытом работы в области проектирования и эксплуатации электропередач, исследования нормальных и аварийных режимов распределительных электрических сетей, обслуживанием и расчетом уставок устройств релейной защиты воздушных и кабельных линий, что подтверждается представленными ими списками публикаций и документами авторского права.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 13 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 2. Объем научных изданий – 3,23 печатных листов, из них авторский вклад – 1,87 печатных листов. Соискателем опубликовано 11 работ в материалах всероссийских и международных конференций.

#### **Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

1. Абдуллин Л.И. Экспериментальное исследование проявления высших гармоник напряжения на стороне 0,4 кВ потребительских подстанций как метода ранней диагностики однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью / Вагапов Г.В., Амосов А.М., Чернова Н.В., Абдуллин Л.И. // Изв. вузов. Электромеханика. – 2014. – №4. – С. 89-92.

2. Абдуллин Л.И. Раннее выявление замыканий на землю по параметрам напряжения на приемных подстанциях / Л.И. Абдуллин // Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2013. – №11-12. – С. 133-136.

#### **На диссертацию и автореферат поступило 12 положительных отзывов:**

1) ООО «Инженерный центр «АРГО-Казань» (г. Казань). Подписал: к.т.н., директор «АРГО-Казань» Вилданов Р.Р.;

2) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» (г. Якутск). Подписали: д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Электроснабжение» Бурянина Н.С., профессор каф. «Электроснабжение», к.т.н., проф. Королюк Ю.Ф.;

3) Худжандский политехнический институт Таджикского технологического университета им. акад. М.С. Осими (г. Худжанд, Таджикистан). Подписал: начальник учебного отдела, к.т.н. Каландаров Х.У.;

4) ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» (г. Иркутск). Подписал: профессор кафедры «Электроснабжение и электротехника» к.т.н., доц. Суслов К.В.;

5) ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН» (г. Владивосток). Подписали: д.т.н., проф., гл.н.с. лаборатории технической диагностики Киншт Н.В.; к.т.н., с.н.с. лаборатории технической диагностики Петрунько Н.Н.;

6) ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (г. Уфа). Подписали: профессор кафедры «Электромеханика», д.т.н., проф. Гизатуллин Ф.А., старший преподаватель кафедры «Электромеханика», к.т.н. Каримов В.И.;

7) ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина» (г. Иваново). Подписал: к.т.н., доц. кафедры «Теоретические основы электротехники и электротехнологии» Макаров А.В.;

8) Ассоциация «Росэлектромонтаж» (г. Москва). Подписал: д.т.н., проф., президент Ассоциации Солуянов Ю.И.;

9) ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет» (г. Благовещенск). Подписал: доцент кафедры «Энергетики» ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет», к.т.н., доц. Козлов А.Н.;

10) ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (г. Самара). Подписал: к.т.н., декан Электротехнического факультета, заведующий кафедрой «Электрические станции», доцент Ведерников А. С.;

11) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова – Ленина» (г. Санкт-Петербург). Подписал: Dr.-Ing. (к.т.н.), доц. кафедры «Электротехнологическая и преобразовательная техника» Блинов К.Ю.

12) ООО «Релематика» (г. Чбоксары). Подписали: председатель научно-технического совета ООО «Релематика», д.т.н., проф. кафедры «Теоретические основы электротехники и релейной защиты и автоматики» ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» Лямец Ю.Я., ведущий инженер-исследователь сектора разработки типовых решений РЗА отдела защит высокого напряжения, к.т.н. Белянин А.А.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Абдуллин Л.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

**В качестве критических замечаний** отмечается следующее: в автореферате недостаточно полно раскрыт и требует дополнительного пояснения вопрос – по какому алгоритму осуществляется расчет расстояния до места однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) на фидере древовидной структуры; также нет разъяснения, будет ли работать предложенная система распознавания ОЗЗ в случае металлических замыканий. Важным фактором, влияющим на возможность распознавания «резонансных» гармоник, является сопротивление земли. В автореферате приведенная математическая модель электрической сети его не учитывает, и отсутствует соответствующая оценка границы её применимости. Также не ясно, как эквивалентная линия замещает питающуюся от общих с искомым фидером шин электрическую сеть. Следовало бы дать конкретные значения точности метода одностороннего определения расстояния до места ОЗЗ и привести требования к выбору длительности интервала обработки сигналов в аварийном режиме. В автореферате недостаточно полно раскрыто техническое описание разработанного сенсора, не приведены диапазоны измерений. Недостаточно полно приведены принятые допущения для используемых имитационных моделей.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны:**

- статическая математическая модель линий электропередачи (ЛЭП), распространенная на динамический процесс дугового однофазного замыкания на землю, как инструмент одностороннего определения расстояния до места повреждения фидера. Предложенная модель учитывает наличие других фидеров распределительной электрической сети путем введения дополнительного присоединения;

- новая методика определения поврежденного участка в электрической сети древовидной структуры посредством выделения информативных признаков ОЗЗ на стороне высшего и низшего напряжений потребительских подстанций;

- система распознавания места ОЗЗ на основе выполнения сенсора с функциями обработки сигналов на каждой подстанции методами нечеткой логики и последующего их рейтингового сравнения в центре питания;

**предложено** одновременное определение места ОЗЗ на ЛЭП как со стороны центра питания по значениям «резонансных» частот, так и со стороны

потребительских подстанций сопоставлением напряжений высших гармоник; а также схемно-техническое решение сенсора высших гармоник.

**доказана** эффективность применения имитационного моделирования для отработки методов определения мест ОЗЗ линий электропередачи по параметрам аварийного режима; экспериментально доказана гипотеза о проявлении информативных признаков аварийного режима на стороне 0,4 кВ понижающих подстанций при ОЗЗ в сети 10 кВ. Экспериментально обоснована возможность мониторинга режима ОЗЗ на фидерах 6–35 кВ по уровню высших «резонансных» гармоник на любой из фаз каждого фидера

**введено** определение терминов «резонансные частоты воздушной ЛЭП» и «граничные значения резонансных частот»:

резонансные частоты – это такие частоты в спектре напряжения ЛЭП в режиме дугового замыкания на землю, на которых в силу волновых процессов происходит увеличение напряжения на конце линии и тока в её начале, аналогично работе гармонического источника на линию четверть длины волны;

граничные значения резонансных частот – это резонансные частоты, соответствующие крайним местам ОЗЗ, одно из которых совмещено с шиной центра питания, а другое – с концом электропередачи.

**Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:**

**доказана** и подтверждена имитационным моделированием правомерность математической модели распределительной электрической сети на основе теории длинных линий, предоставляющей возможность выделения информативных признаков в параметрах аварийного режима, зависящих от расстояния до места ОЗЗ, а также доказано проявление информативных признаков ОЗЗ на стороне низшего напряжения подстанций.

**Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. численных методов, имеющих программную реализацию в среде Matlab/Simulink, для математического и имитационного моделирования однофазных замыканий на землю воздушных ЛЭП, а также логики устройств определения места повреждения; эффективно использован натурный эксперимент для проверки теоретических положений и количественной оценке информативных параметров ОЗЗ;

**изложены** основные принципы определения места ОЗЗ, принципы построения системы мониторинга ОЗЗ на основе разработанного сенсора;

**раскрыты** методы сокращения зоны обхода электропередачи древовидной структуры на основе определения расстояния до места ОЗЗ по значениям «резонансных» частот и уточнения конкретного присоединения на основе сопоставления высших гармоник тока и напряжения на прилегающих подстанциях;

**изучены** экспериментально особенности проявления дугового ОЗЗ в параметрах аварийного режима на шинах центра питания и на стороне 0,4 кВ удаленных подстанций;

**проведена модернизация** сенсора в части расширения возможностей снятия первичной информации как со стороны высокого, так и со стороны низкого напряжения потребительских подстанций.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты работы использованы в:**

- рамках выполнения прикладного научного исследования по НИР «Методы повышения надежности электроснабжения и качества электроэнергии в распределительных электрических сетях» (задание №2014/448 на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России);

**разработана и внедрена:**

- система идентификации фидеров с ОЗЗ в РЭС «Высокогорские электрические сети» филиала «Приволжские электрические сети» ОАО «Сетевая компания», г. Казань.

**определены** перспективы применения результатов исследования для создания микропроцессорных устройств определения места ОЗЗ в электрической сети древовидной структуры;

**создана** методология одностороннего определения места повреждения по значениям «резонансных» частот и локализации участка с ОЗЗ по параметрам аварийного режима, измеряемых на стороне высшего и низшего напряжений потребительских подстанций.

**представлены** требования по частотному диапазону и чувствительности разработанного сенсора.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** результаты получены на реально действующем объекте с использованием для измерений сертифицированных устройств и приборов, и сертифицированных программных продуктов для

обработки полученных результатов, их сопоставление с теоретически предсказанными показала их высокую точность и достоверность последних; разработанный сенсор прошел отладку на специализированном оборудовании в Институте наноэлектроники Фраунтгофера, Германия;

**теория** построена на известных, опубликованных автором по теме диссертации и проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуется с ними. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и полученных результатов базируется на строго доказанных и корректно использованных выводах математического анализа, математического и имитационного моделирования, анализа, сопоставлении с экспериментальными данными;

**идея базируется** на использовании волновых свойств длинных линий применительно к коротким распределительным электрическим сетям при протекании по ним токов высших гармоник, а также на использовании и обобщении передового опыта российских и зарубежных ученых, работающих в области определения места повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима;

**использовано** сравнение авторских данных с данными предыдущих исследований в указанной области;

**установлено**, что результаты экспериментальных исследований при воспроизведении дугового ОЗЗ на действующее электропередаче 10 кВ с достаточной степенью точности, согласуются с результатами теоретических расчетов «резонансных» частот и полностью подтверждают теоретическое положение об обязательном проявлении на стороне 0,4 кВ потребительских подстанций информативных признаков ОЗЗ;

**использованы** апробированные методы обработки исходной информации и информации, полученной в результате математического моделирования процессов, а также осциллограммы реальных ОЗЗ на воздушных линиях.

**Личный вклад соискателя** состоит в: анализе существующих методов и алгоритмов определения места повреждения; постановке и формализации задач, разработке теоретических и методических положений, математических моделей и методов, анализе результатов, а также формулировке практических рекомендаций.

На заседании 19 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Абдуллину Л.И. ученую степень кандидата технических наук, так как диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая



соответствует критериям, установленным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, в диссертации изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития страны, а именно, разработаны методы определения места однофазного замыкания на землю воздушных линий электропередачи. Применение предложенного подхода позволяет снизить зону обхода до 20 – 30% от общей длины электропередачи и сократить время восстановления электроснабжения на 2-5 часов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 16, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель  
диссертационного совета  
д.т.н., профессор



Титов Владимир Георгиевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н.



Титов Дмитрий Юрьевич

19 декабря 2017 г.