

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.345.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 января 2024 г., № 1

О присуждении Пелевину Павлу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматическое повторное включение высоковольтных кабельно-воздушных линий электропередачи с применением волновых методов» по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 02 ноября 2023 года, протокол №5 диссертационным советом 24.2.345.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, приказ №1119/нк от 23.05.2023 г.

Соискатель, Пелевин Павел Сергеевич, 28 апреля 1995 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», в 2022 году очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», работает ассистентом кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ

«Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева».

Диссертация выполнена на кафедре «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, и АО «Россети Научно-технический центр» (АО «НТЦ ФСК ЕЭС»).

Научный руководитель – Куликов Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (г. Нижний Новгород).

Официальные оппоненты:

1. Лачугин Владимир Федорович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем» ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (г. Москва);

2. Хузяшев Рустэм Газизович – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Электроэнергетические системы и сети» ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет" (г. Казань)

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» (г. Чебоксары), в своем **положительном** заключении, подписанном заведующим кафедрой «Теоретические основы электротехники и релейной защиты и автоматики» к.т.н., старшим научным сотрудником **Нудельманом Годой Семеновичем.**

указала, что

диссертационная работа **Пелевина Павла Сергеевича** является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержатся технические решения, направленные на реализацию задачи АПВ КВЛ наиболее экономичным, но эффективным способом. Работа отвечает специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы», требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке новых алгоритмов релейной защиты и локализации повреждений электрической сети, использующих в своей работе особенности протекания волнового процесса при КЗ.

Предложенный в работе алгоритм ОМП на основе распознавания волновых портретов может применяться не только на КВЛ, но также и на воздушных ЛЭП со сложной конфигурацией, например, при наличии нескольких ответвлений, при наличии устройств компенсации реактивной мощности и пр.

Представленные в работе рекомендации по разработке и верификации моделей ЛЭП целесообразно учитывать при проведении имитационного моделирования, которое является эффективным инструментом для анализа режимов работы электрических сетей.

Рассмотренная в диссертации методика оценки измерительных трансформаторов на основе определения их частотных характеристик, а также результаты лабораторных испытаний могут быть использованы при проектировании и производстве устройств волнового ОМП.

Основные положения и результаты работы прошли рецензирование и опубликованы в ведущих журналах, а именно: в 35 публикациях, из которых 6 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 10 в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, получено 2 патента на изобретение и 1 свидетельство на программу для ЭВМ. Также диссертационная работа поддержана различными фондами грантового финансирования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Куликов, А.Л. Алгоритм идентификации поврежденного участка на кабельно-воздушных линиях электропередачи на основе распознавания волновых портретов / А.Л. Куликов, А.А. Лоскутов, П.С. Пелевин // Электричество. – 2018. – №3. – с. 11-17.

2. Куликов, А.Л. Метод автоматического повторного включения на кабельно-воздушных ЛЭП с использованием двусторонних измерений / А.Л. Куликов, П.С. Пелевин, А.А. Лоскутов // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. –2019. –№4(127). –с. 81-90.

3. Куликов, А.Л. Повышение надежности кабельно-воздушных линий электропередачи путем организации интеллектуального автоматического повторного включения / А.Л. Куликов, П.С. Пелевин, А.А. Лоскутов // Электроэнергия. Передача и распределение. –2020. –№3. –с. 88-94.

4. Kulikov, A. Validation of a simulation model of an overhead transmission line for traveling wave transients investigation by calculating the correlation between simulated and real waveforms / A. Kulikov, P. Pelevin and A. Loskutov // International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems (ICOECS). -2021. -pp. 523-528.

На диссертацию и автореферат поступило 12 положительных отзывов:

1) Филиал АО «СО ЕЭС» Нижегородское РДУ. Подписал: к.т.н., главный специалист службы режимов Обалин М.Д. и директор Филиала Лазебников Д.В.

2) ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет». Подписал: к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Электрические станции» Ведерников А.С.

3) ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». Подписал: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» Корнилов Г.П.

4) ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Подписал: к.т.н., профессор, профессор кафедры «электрических станций, сетей и систем» Висящев А.Н. и к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электрические станции, сети и системы» Федосов Д.С.

5) ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина» (ИГЭУ). Подписал: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автоматическое управление ЭЭС» (АУЭС) Шуин В.А.

6) ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Подписал: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» Фишов А.Г.

7) ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (ЮРГУПУ (НПИ)). Подписал: к.т.н., доцент, доцент кафедры «Электрические станции и электроэнергетические системы» Сарры С.В. и д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы» Нагай В.И.

8) Филиал ПАО «Россети» - Нижегородское предприятие магистральный электрических сетей. Подписал: к.т.н., главный специалист Службы РЗА и АСУТП Петрухин А.А.

9) ООО НПП «ЭКРА». Подписал: д.т.н., профессор, главный научный сотрудник ООО НПП «ЭКРА» Антонов В.И. и к.т.н., доцент, руководитель группы ООО «ЭКРА ИТ» Петров В.С.

10) ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет». Подписал: к.т.н., доцент, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация» Осокин В.Л. и д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электрификация и автоматизация» Серебряков А.С.

11) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ-КАИ). Подписал: к.т.н., доцент кафедры «Электрооборудование» Исаков Р.Г. и д.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование» Корнилов В.Ю. и к.т.н., с.н.с., зав. кафедрой «Электрооборудование» Ференец А.В.

12) ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет». Подписал: к.т.н., доцент, доцент кафедры «Электроэнергетика и электротехника» Бростилова Т.Ю.

Все отзывы **положительные**, в них отмечается актуальность, новизна исследований и практическая значимость работы, а также то, что Пелевин П.С.

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

В качестве критических замечаний отмечается следующее:

- Рассматриваемые в диссертации имитационные модели не учитывают возможные сезонные изменения параметров линий электропередачи. Между тем данные отклонения могут влиять на точность волновых методов определения места повреждения;

- При сравнении трансформаторов тока на основе полученных частотных характеристик следует также измерять и учитывать другие характеристики, например, динамический диапазон измерений по току. Иначе сравнение представляется неполным;

- Не рассмотрен вопрос работы алгоритмов при наличии насыщения трансформаторов тока, что является острой и довольно часто встречающейся на практике проблемой;

- Представленный метод и разработанный способ автоматического повторного включения и определения места повреждения кабельно-воздушных линий электропередачи, по нашему мнению, имеет большую трудоемкость и представляет высокие требования к персоналу для формирования «волнового образа», что для широкого практического применения может быть затруднительным.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что:

Лачугин Владимир Федорович является признанным экспертом в области электротехнических комплексов и систем волновой релейной защиты и волнового определения мест повреждений, а также имеет большое количество публикаций, посвященных исследованиям волновых процессов в электрических системах.

Хузяшев Рустэм Газизович имеет множество публикаций, посвященных исследованию и совершенствованию методов волнового определения мест повреждений, разработке комплексов релейной защиты и автоматики.

В Чувашском государственном университете имени И.Н. Ульянова ведутся исследования электротехнических комплексов линий электропередачи, исследования и разработки устройств и систем релейной защиты и автоматики, включая устройства волнового определения места повреждения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- новый способ волнового автоматического повторного включения, отличающийся применением односторонних измерений, формированием волновых портретов повреждения кабельно-воздушных линий электропередачи и распознаванием волновых портретов с использованием коэффициентов корреляции;

- упрощенный способ волнового автоматического повторного включения, отличающийся использованием двусторонних несинхронизированных измерений амплитуды фронта начальных волн, распространяющихся от места повреждения кабельно-воздушной линии электропередачи;

- имитационные модели кабельно-воздушных линий электропередачи для проведения исследований волновых процессов при повреждениях различных элементов электротехнических комплексов.

предложен метод определения поврежденного участка и места повреждения кабельно-воздушных линий электропередачи, основанный на двусторонних синхронизированных измерениях, отличающиеся от существующих способов двустороннего волнового определения места повреждения тем, что вначале вычисляется время распространения волны от места повреждения до одного из концов кабельно-воздушной линии электропередачи с последующей итерационной оценкой вычисленного значения и определением поврежденного участка.

проведены полунатурные испытания разработанных способов автоматического повторного включения и определения места повреждения кабельно-воздушных линий электропередачи с использованием сигналов реальных осциллограмм пяти случаев короткого замыкания на комплексе кабельно-воздушной линии

электропередачи 220кВ Тамань-Кафа.

доказана эффективность и достоверность разработанных способов селективного автоматического повторного включения.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

Доказана возможность использования односторонних измерений для определения поврежденного участка и места повреждения кабельно-воздушных линий электропередачи.

применительно к проблематике диссертации эффективно использована среда имитационного моделирования PSCAD.

изложены:

- особенности построения имитационных моделей линий электропередачи для исследования волновых процессов;

- технические решения, основанные на теории электрических цепей с распределенными параметрами и направленные на обнаружение поврежденного участка линии;

- методика испытаний измерительных трансформаторов, используемых в волновых устройствах.

раскрыты:

- специфика расчета параметров работы волновых алгоритмов определения поврежденного участка кабельно-воздушной линии электропередачи;

- принцип исследований волновых процессов на имитационных моделях, обеспечивающих подробный учет электромагнитных процессов в реальной линии.

изучены факторы, влияющие на протекание волнового процесса при повреждении линии электропередачи и на измеряемые сигналы.

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

определены наиболее надежные схемотехнические решения электротехнических комплексов селективного автоматического повторного включения;

разработаны способы автоматического повторного включения кабельно-воздушных линий электропередачи, позволяющие без установки оборудования на кабельно-воздушных переходах осуществить селективное автоматическое повторное включение.

создан испытательный стенд для измерения частотных характеристик измерительных трансформаторов и для лабораторных испытаний устройств, реализующих волновые методы;

представлены материалы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и созданию программно-аппаратного комплекса селективного автоматического повторного включения кабельно-воздушных линий электропередачи.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ: результаты получены при использовании различных имитационных моделей, показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных и проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуется с ними.

идея базируется на использовании и обобщении передового опыта российских и зарубежных ученых в области исследования и разработки способов волнового определения мест повреждений высоковольтных линий электропередачи.

использовано сравнение подходов к реализации селективного автоматического повторного включения, предлагаемых автором с подходами, описанными в других исследованиях на похожую тематику.

установлено соответствие результатов, полученных автором, результатам, представленным в научных публикациях других отечественных и зарубежных ученых.

использованы современные методы обработки исходной информации и результатов, полученных в ходе имитационного моделирования электротехнических комплексов кабельно-воздушных линий электропередачи, а также реальных осциллограмм аварийных событий.

проведены полунатурные испытания разработанных способов селективного автоматического повторного включения с использованием реальных осциллограмм аварийных событий, записанных с высокой частотой дискретизации на действующих линиях электропередачи, которые показали высокую эффективность применения разработанных способов.

Личный вклад соискателя состоит в анализе существующих публикаций по теме исследования, постановке и формализации задач, разработке теоретических и методических положений, разработке способов селективного автоматического повторного включения, синтезе алгоритмов цифровой обработки сигналов, имитационном моделировании повреждений электротехнических комплексов, проведении полунатурных испытаний, анализе результатов, а также в практических рекомендациях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- следовало более четко обосновать выбор коэффициента корреляции в качестве оценочного параметра в алгоритме сравнения волновых портретов вместо других возможных статистических параметров;

- вывод о целесообразности выделять и оценивать первую междуфазную модальную составляющую вместо фазного сигнала неправомерен, так как эта составляющая отсутствует при КЗ крайних фаз;

- отсутствуют четкие рекомендации по выбору уставки алгоритма сравнения волновых портретов.

Соискатель Пелевин П.С. согласился с высказанными замечаниями, и заверил, что все замечания и пожелания будут учтены в дальнейшей научно-исследовательской работе.

На заседании 18 января 2024 года диссертационный совет принял решение – за новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития страны, а именно, создание новых способов селективного автоматического повторного включения высоковольтных кабельно-воздушных линий электропередачи и усовершенствование методик имитационного


моделирования электротехнических комплексов высоковольтных линий электропередачи, присудить Пелевину Павлу Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 10 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – нет, недействительных бюллетеней - нет.


18 января 2024 г

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., профессор




Титов Владимир Георгиевич

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н.


Титов Дмитрий Юрьевич