

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО

«Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова»

А.Ю. Александров

20» декабря 2023 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» (ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова») на диссертационную работу Пелевина Павла Сергеевича «**Автоматическое повторное включение высоковольтных кабельно-воздушных линий электропередачи с применением волновых методов**», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Актуальность темы исследования

Автоматическое повторное включение (АПВ) высоковольтных воздушных линий электропередачи (ЛЭП) применяется повсеместно и позволяет в кратчайшие сроки и без непосредственного участия человека восстановить электропередачу в большинстве случаев коротких замыканий. Однако применение АПВ на смешанных кабельно-воздушных ЛЭП (КВЛ) требует селективности действия АПВ, что сопряжено с большими трудностями определения поврежденного участка. Число КВЛ в последние десятилетия неуклонно растет, и обозначенная проблема требует надежных и экономичных технических решений.

За последнее десятилетие проведены ряд исследований по теме АПВ КВЛ и разработано несколько технических решений, повсеместное внедрение которых, однако, затруднено большими затратами при их реализации и эксплуатации. Поэтому поиск и разработка более экономичных и эффективных технических решений АПВ КВЛ весьма востребована.

Таким образом рассматриваемая диссертация, целью которой является исследование существующих и разработка новых способов селективного автоматического повторного включения высоковольтных кабельно-воздушных ЛЭП, является актуальным научным исследованием.

2. Структура работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и 5 приложений.

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации, обозначены его цель и задачи, научная новизна и практическая значимость работы, перечислены методы исследования и основные положения, выносимые на защиту. Отмечен вклад отечественных и зарубежных ученых по теме диссертации.

В первой главе проводится анализ и классификация способов селективного АПВ КВЛ по используемому принципу измерения электрических сигналов при определении поврежденного участка, рассматриваются отечественные и зарубежные технические решения. Сопоставляются преимущества и недостатки различных способов АПВ КВЛ, обосновывается перспективность применения дистанционных способов АПВ КВЛ, использующих волновые методы оценки поврежденного участка КВЛ.

Во второй главе проведены исследования волновых переходных процессов на КВЛ различной конфигурации посредством имитационного моделирования электротехнических комплексов (ЭТК) КВЛ. Рассматривается разработка и верификация имитационной модели ЭТК КВЛ с использованием сигналов реальных осциллограмм, записанных с высокой частотой дискретизации.

В третьей главе раскрывается сущность предлагаемых автором способов АПВ и определения места повреждения (ОМП) КВЛ, основанных на оценке волнового процесса при повреждении ЛЭП. Проводятся испытания разработанных методов на имитационных моделях КВЛ различной конфигурации. Рассматривается применение алгоритмов цифровой фильтрации высокочастотных составляющих электромагнитного волнового процесса при повреждениях ЛЭП с применением фильтров, имеющих конечную импульсную характеристику.

В четвертой главе представлены результаты полунатурных испытаний способов АПВ и ОМП КВЛ с применением реальных осциллограмм, записанных

на действующем комплексе КВЛ – Энергомост в Крым. Рассматриваются аспекты практического внедрения полученных методов и алгоритмов и реализация их в опытном устройстве. Исследуются низковольтные трансформаторы тока, используемые в устройствах волнового ОМП.

В заключении приведены основные выводы, полученные в диссертационной работе.

В приложениях представлены материалы с более подробным описанием отдельных аспектов работы, более детально раскрывается структура программно-аппаратного комплекса опытного устройства АПВ и ОМП КВЛ, приведены результаты интеллектуальной деятельности и акты внедрения.

3. Обоснованность и новизна основных положений диссертации

Цель и задачи диссертационного исследования понятно сформулированы, структура работы обладает целостностью, логичной последовательностью, непротиворечивостью и завершенностью.

Полученные научные результаты корректно сформулированы и в достаточной степени аргументированы результатами имитационных экспериментов, а также согласуются с другими исследованиями по смежным темам.

Диссертационная работа выполнена на требуемом научном и методическом уровне, научные положения, выводы и рекомендации, основываются на комплексе теоретических и экспериментальных достижений в области теоретических основ электротехники, теории электромагнитных переходных процессов, имитационного моделирования, статистического анализа, цифровой обработки сигналов.

Работа содержит анализ достаточного количества литературных источников по теме исследования.

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.

4. Ценность для науки и практики проведенной соискателем работы

Научную ценность работы составляют разработанные автором способы АПВ КВЛ:

1. Односторонний способ АПВ КВЛ, основанный на формировании волновых портретов повреждения КВЛ и распознаванием волновых портретов с использованием кросскорреляции;

2. Способ АПВ КВЛ, отличающийся использованием двусторонних несинхронизированных измерений амплитуды фронта начальных волн, распространяющихся от места повреждения КВЛ;

3. Двусторонний метод АПВ и ОМП КВЛ, основанный на регистрации времени появления волн по концам ЛЭП, с последующим итерационно-алгоритмическим вычислением номера поврежденного участка и расстояния до места повреждения.

Эффективность разработанных способов подтверждается полунатурными испытаниями с использованием сигналов реальных осциллограмм пяти случаев КЗ на комплексе КВЛ 220кВ Тамань-Кафа.

Практическая ценность работы обусловлена растущим числом высоковольтных КВЛ, на которых востребованы технические решения АПВ КВЛ, а разработанные новые способы АПВ КВЛ позволяют осуществить селективное АПВ КВЛ без установки дополнительного оборудования вне подстанции.

5. Вопросы и замечания к работе

1) Из приведенной в диссертации методики проведения имитационного моделирования остается не ясным, каким образом предлагается выполнять учет параметров ЛЭП при отсутствии осциллограмм КЗ с высокой частотой дискретизации или иных опытных данных о волновых параметрах ЛЭП.

2) Насколько требовательны предлагаемые алгоритмы, с точки зрения вычислительных ресурсов? Какова будет задержка АПВ при их реализации на физическом устройстве РЗА?

3) Рассматриваемые в диссертации имитационные модели не учитывают возможные сезонные изменения параметров ЛЭП. Между тем данные отклонения могут влиять на точность волновых методов ОМП.

4) При измерении и оценке волновых процессов могут использоваться различные цифровые фильтры для выделения высокочастотных компонент. Почему в работе рассматриваются только КИХ фильтры?

5) 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.

6. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

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.

7. Заключение

Исследования автора достаточно широко опубликованы в научно-технической литературе. Автореферат и публикации автора отражают основное содержание работы. Приведённые замечания и вопросы не снижают научной и практической ценности диссертации.

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.

Отзыв на диссертацию Пелевина Павла Сергеевича на тему «Автоматическое повторное включение высоковольтных кабельно-воздушных линий электропередачи с применением волновых методов» составлен д.т.н., профессором, профессором кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики Лямецом Юрием Яковлевичем, обсуждён и одобрен на заседании кафедры теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н.Ульянова», протокол № 5 от «12» декабря 2023 г.

Заведующий кафедрой теоретических основ
электротехники и релейной защиты и автоматики
ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»
к.т.н., старший научный сотрудник



И. А. Гордеева
И. А. Гордеева
Года Семенович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
428015, г. Чебоксары, Московский пр-т, д. 15.

Тел.: +7 (8352) 581985

Адрес электронной почты: office@chuvsu.ru

