

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Владимира Дмитриевича Лебедева
на диссертационную работу Виталия Викторовича Новокрещенова
«Дифференциальная защита с повышенной чувствительностью при коротких замыканиях
на линиях электропередачи с продольной компенсацией», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Новокрещенова В.В. посвящена разработке и совершенствованию алгоритмов функционирования и функциональной схемы защиты с абсолютной селективностью линий электропередачи (ЛЭП) с продольной компенсацией и направлена на создание дифференциальной защиты продольно-компенсированной линии, обладающей повышенной чувствительностью.

Сложность в обеспечении чувствительности дифференциальных защит в условиях влияния повышенной степени продольной компенсации ЛЭП обусловлена возникновением инверсии тока, что приводит к появлению мёртвых зон дифференциальной защиты линии (ДЗЛ). Ситуация усугубляется формированием при определённых конфигурациях расстановки устройств продольной компенсации (УПК) вдоль ЛЭП специфического профиля напряжения, значения которого в определённых точках могут быть намного ниже номинала, что дополнительно снижает ток короткого замыкания (КЗ), а также его дифференциальное значение. Недостаточная чувствительность ДЗЛ при степени компенсации более 50%, значительно ограничивает сферу применения УПК, как в России, так и за рубежом.

В диссертации Новокрещенова В.В. предложен альтернативный подход к алгоритму функционирования ДЗЛ, основанный на проведении расчётов активной составляющей токов по концам защищаемой ЛЭП. Суть подхода состоит в непрерывном контроле активной составляющей дифференциального тока КЗ и сравнении её с заранее заданной уставкой. Такой подход позволяет обеспечить требуемую чувствительность дифференциальной защиты без изменения состава первичного оборудования. Указанные обстоятельства определяют актуальность темы диссертационного исследования.

Общая характеристика работы и оценка содержания диссертации

На рассмотрение представлены рукопись диссертации, изложенная на 125 страницах машинописного текста, и автореферат объемом 19 страниц. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 90 наименований, и трех приложений.

Во введении дается характеристика работы: обоснование актуальности, цель и задача научного исследования, научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы защищаемые положения.

Первая глава посвящена обзору современных технологий, направленных на обеспечение гибкой управляемости элементов электросети; среди существующих технологий выделены наиболее актуальные на сегодняшний день для нашей страны

направления – системы передачи постоянного тока и управляемые УПК. Для технологии применения УПК описана проблематика функционирования устройств РЗА; выполнен анализ существующих способов обеспечения устойчивости функционирования дифференциальной защиты на ЛЭП, содержащих УПК. На основании чего был сделан вывод об отсутствии в настоящее время работоспособных алгоритмов функционирования дифференциальной защиты, обеспечивающих чувствительность при повреждениях на защищаемой линии, оснащённой УПК. На основе проведенного анализа автор ставит задачу для исследования, направленную на разработку новых алгоритмов работы и функциональных схем ДЗЛ с повышенной чувствительностью во всем диапазоне регулирования УПК.

Во второй главе проведён анализ различных методов моделирования статических и динамических режимов функционирования устройств релейной защиты в условиях наличия в продольной цепи емкостного сопротивления, описана методика проведения моделирования ДЗЛ на ЛЭП с УПК, разработанная автором с целью исследования работы защиты при различных исходных параметрах электротехнического комплекса ЛЭП с продольной компенсацией.

В третьей главе представлены основные формулы для вычисления угла сдвига фаз токов по разным концам линии, имеющего место быть при КЗ, приведены результаты проведённых исследований, определены основные параметры, влияющие на чувствительность дифференциальной защиты в переходных и установившихся режимах КЗ.

В четвёртой главе предложен и обоснован новый алгоритм функционирования и функциональная схема ДЗЛ. Предложенный алгоритм основан на использовании активной составляющей тока КЗ. Показано, что разработанный алгоритм работы защиты позволяет повысить чувствительность при внутренних повреждениях на ЛЭП с продольной компенсацией.

В заключении приведены основные научные и практические результаты работы.

Аннотация диссертации достаточно полно раскрывает ее содержание. Публикации автора, включающие четыре статьи в журналах из перечня ВАК и девять работ в других изданиях, в достаточной мере отражают суть и содержание выполненного исследования.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы» в части п. 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования» и п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления».

Новизна сформулированных в диссертации научных положений, выводов и рекомендаций

Научная новизна диссертационного исследования обосновывается следующими положениями:

1. Разработан способ оценки длины участка мёртвой зоны дифференциальной защиты продольно-компенсированной ЛЭП, основанный на проведении расчётов угла сдвига между векторами токов одноименных фаз по разным концам ЛЭП в зависимости от локации точки КЗ и степени продольной компенсации.
2. Получены результаты экспериментов имитационного моделирования по оценке влияния величины падения напряжения в точке КЗ на снижение дифференциального тока ДЗЛ продольно-компенсированной ЛЭП, а также результаты исследования переходных и установившихся режимов КЗ на ЛЭП с продольной компенсацией, подтверждающие, что УПК влияют на снижение коэффициента чувствительности ДЗЛ только в установившихся режимах КЗ.
3. Предложен новый алгоритм функционирования ДЗЛ продольно-компенсированной ЛЭП, основанный на проведении расчётов активной составляющей токов по концам защищаемой ЛЭП. Контроль дифференциального значения активного тока позволяет обнаруживать КЗ на ЛЭП даже в режимах инверсии полного тока на одном из концов защищаемого участка.
4. Разработана функциональная схема защиты, реализуемая на дифференциальном принципе с контролем дифференциального значения активного тока. Предлагаемая ДЗЛ обладает более высокими значениями коэффициента чувствительности (≥ 2) в сравнении с ранее известными видами ДЗЛ.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность результатов исследования обусловлена применением фундаментальных положений теории электротехники, теории релейной защиты, а также использованием современных инструментов математического и компьютерного моделирования (PSCAD). Выполнена верификация разработанных моделей путем сравнения расчетных и моделируемых параметров аварийных режимов с данными реальных осциллограмм, записанными на действующих энергообъектах с продольной компенсацией отходящих ЛЭП. Результаты испытаний предложенных алгоритмов подтверждают их соответствие сформулированным требованиям чувствительности. Основные положения работы прошли апробацию на научно-технических конференциях и опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК.

Практическая значимость результатов диссертации

Основная практическая ценность работы заключается в том, что предложенные автором алгоритм функционирования и функциональная схема ДЗЛ обеспечивают повышение чувствительности дифференциальной защиты при КЗ на ЛЭП с продольной

компенсацией. Кроме того, предлагаемая ДЗЛ с контролем дифференциального значения активного тока позволяет выполнить быстродействующую защиту линии, правильно функционирующую при всех видах КЗ на защищаемой ЛЭП с продольной компенсацией во всем диапазоне регулирования УПК. Тем самым снимаются ограничения по степени компенсации продольного сопротивления ЛЭП, что является особо актуальным для нашей страны ввиду большой протяжённости электрических сетей.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В первой главе диссертации (п. 1.4) недостаточно освещены способы обеспечения чувствительности дифференциальной защиты, применяемой на линиях электропередачи с устройствами продольной компенсации.
2. В четвертой главе диссертации (п. 4.3) автором предложена усовершенствованная функциональная схема дифференциальной защиты линии, включающая в себя, в том числе блоки ограничения значений тока. Необходимо уточнить целесообразность их применения и физический смысл.
3. В четвертой главе диссертации (п. 4.4) автором проводится оценка эффективности предложенного алгоритма функционирования дифференциальной защиты продольно-компенсированной линии электропередачи. При этом указывается, что оценка эффективности предложенного алгоритма и его сравнение с уже существующими, осуществлялись без использования функции торможения. Насколько обоснован отказ от функции торможения в алгоритме функционирования дифференциальной защиты линии с учётом необходимости обеспечения более высокой чувствительности при внутренних коротких замыканиях?
4. Автор ограничился исследованием влияния линейных устройств продольной компенсации на алгоритм функционирования дифференциальной защиты линии. Не меньший интерес представило бы исследование относительно влияния нелинейных управляемых устройств продольной компенсации на предлагаемый автором алгоритм дифференциальной защиты линии.
5. Представленные результаты исследования получены исходя из предположения синхронизации фазных токов по концам защищаемой линии электропередачи. В работе следовало также рассмотреть влияние несимметричного цифрового канала связи на функционирование разработанного алгоритма функционирования дифференциальной защиты линии.

Приведенные замечания не влияют на общую высокую оценку представленной диссертации как состоявшегося научного исследования.

Заключение

Диссертационная работа «Дифференциальная защита с повышенной чувствительностью при коротких замыканиях на линиях электропередачи с продольной компенсацией» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей важное значение для развития электротехнических комплексов ЛЭП с продольной компенсацией, а её выводы могут быть

использованы при разработке концептуальных вопросов создания систем РЗА на линиях, оснащённых УПК.

Автор проявил в данной работе способности опытного исследователя, произведя синтез электротехнического комплекса ЛЭП с продольной компенсацией, включая ДЗЛ, и создав необходимые методики исследования, которые позволили ему выявить основные влияющие на чувствительность ДЗЛ параметры, а также разработать дополнительные логические узлы защиты с контролем активной составляющей тока КЗ.

Выполненная оценка чувствительности предлагаемой ДЗЛ при КЗ на ЛЭП с продольной компенсацией подтвердили обоснованность предложенного алгоритма и функциональной схемы ДЗЛ с контролем дифференциального значения активного тока.

Диссертационная работа соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в актуальной редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, и содержит достаточное количество научно обоснованных результатов, а автор работы Новокрещенов Виталий Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры
«Автоматическое управление
электроэнергетическими системами»,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Ивановский государственный
энергетический университет
имени В.И. Ленина»



Лебедев Владимир Дмитриевич
« 03 » 07 2026 г.

Контактные данные автора отзыва:

Почтовый адрес: 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д.34
Телефон: +79106919776
E-mail: vd_lebedev@mail.ru

Подпись Лебедева В.Д. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета ИГЭУ

К.э.н., доцент




Юлия Вадимовна Вылгина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ)

Адрес: 153003, Россия, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34
Телефон: (4932) 269-999
E-mail: office@ispu.ru