

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.12.2024 № 17

О присуждении Бабырю Кириллу Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Защита от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах напряжением 6-10 кВ на основе параметров нулевой и обратной последовательностей» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите 21.10.2024, протокол заседания №15, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм, с изменениями от 31.08.2023 №1193 адм, с изменениями от 30.07.2024 №1212 адм.

Соискатель, Бабырь Кирилл Валерьевич, 20 марта 1997 года рождения, в 2020 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по специальности 21.05.04 Горное дело.

С 01.10.2020 года по 30.09.2024 года являлся аспирантом очной формы обучения кафедры электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре электроэнергетики и электромеханики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Устинов Денис Анатольевич**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра электроэнергетики и электромеханики, доцент.

Официальные оппоненты:

Татевосян Андрей Александрович – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», энергетический институт, декан;

Зацепин Евгений Петрович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет», кафедра электрооборудования, заведующий кафедрой; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижневартковский государственный университет»**, г. Нижневартовск, в своем положительном отзыве, подписанном Щекочиным Александром Владимировичем, председателем заседания, Малышевой Надеждой Николаевной, рецензентом, Мальгиным Геннадием Владимировичем, секретарем заседания и утвержденном Горловым Сергеем Ивановичем, доктором физико-математических наук, профессором, ректором, указала, что практическая значимость диссертации заключается в разработке аппаратно-программной системы защиты от однофазных замыканий на землю, основанной на измерении параметров контура нулевой и обратной последовательностей, а также рекомендаций и методики по выбору места установки разделительных трансформаторов на горнодобывающих предприятиях. Полученные результаты внедрены в деятельность угледобывающего предприятия АО «Шахта «Полосухинская» и ООО «НПП «КИТ». Полученные результаты могут быть использованы в качестве теоретического руководства или экспериментальной базы при оценке работоспособности системы электроснабжения электротехнических комплексов 6-10 кВ.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе в 2 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен 1 патент на изобретение, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 заявка на патент.

Общий объем – 4,5 печатных листов, в том числе 2,1 печатных листов – соискателя.

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Абрамович, Б.Н. Исследование эффективности функционирования инвариантной защиты от неполных однофазных замыканий на землю в составе микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики / Б.Н. Абрамович, Д.Н. Пеленев, **К.В. Бабырь**, А.И. Зимовец // Промышленная

энергетика. – 2021. – №1. – С. 13-19. DOI: 10.34831/EP.2020.53.39.002. (№ 1912 Перечня ВАК ред.21.12.2021).

Соискателем проведен анализ влияния режима неполного однофазного замыкания на землю на устойчивость действия токовых защит, используемых в электротехническом комплексе 6-10 кВ. Проведено исследование инвариантности действия алгоритма коррекции тока нулевой последовательности в составе микропроцессорного терминала защиты. Разработана функциональная схема алгоритма коррекции тока срабатывания защиты. Определены зависимости тока нулевой последовательности защищаемой линии и скорректированной уставки по току срабатывания от показателя неполноты замыкания на землю.

2. Назарычев, А.Н. Исследование защиты от однофазных замыканий на землю, основанной на измерении тока обратной последовательности / А.Н. Назарычев, Д.А. Устинов, Д.Н. Пеленев, **К.В. Бабырь** // Электричество. – 2024. – № 2. – С. 31–41. DOI: 10.24160/0013-5380-2024-2-31-41. (№ 2955 Перечня ВАК ред.19.12.2023).

Соискателем проведено исследование действия защит, основанных на измерении токов обратной и нулевой последовательностей. Построена имитационная модель понижающей подстанции горнодобывающего предприятия АО «Шахта «Полосухинская» в программном комплексе MatLab Simulink. Определены зависимости тока нулевой последовательности и тока обратной последовательности на поврежденных и неповрежденных отходящих присоединениях в сетях 6-10 кВ с изолированной или резистивно-заземленной нейтралью в режиме устойчивого и дугового однофазного замыкания на землю.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Ustinov, D. Improving Electrical Safety of the Maintenance Personnel in the Conditions of Incomplete Single-Phase Ground Faults / D. Ustinov, **К. Babyr**, D. Pelenev // Occupational Safety in Industry. – 2022. – № 8. – P. 55-61. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-8-55-61.

Устинов, Д. Повышение электробезопасности обслуживающего персонала в условиях неполных однофазных замыканий на землю / Д. Устинов, **К. Бабырь**, Д. Пеленев // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – №. 8. – С. 55-61. DOI: 10.24000/0409-2961-2022-8-55-61.

Соискателем проведено исследование устойчивости функционирования защиты от однофазных замыканий на землю электротехнических комплексов 6-10 кВ промышленных предприятий. Выявлено, что токовые ненаправленные защиты, в условиях неполных однофазных замыканий на землю, не могут работать с требуемой чувствительностью. В ходе экспериментальных исследований были установлены зависимости коэффициента долевого участия переходного сопротивления в общем токе замыкания на землю.

4. Ustinov, D. Investigation of the Effect of Current Protections in Conditions of Single-Phase Ground Fault through Transient Resistance in the Electrical Networks of Mining Enterprises / D. Ustinov, A. Nazarychev, D. Pelenev, **K. Babyr**, A. Pugachev // Energies. – 2023. – № 16. – P. 1-15. DOI: 10.3390/en16093690.

Устинов, Д. Исследование действия токовых защит в условиях однофазного замыкания на землю через переходное сопротивление в электрических сетях горнодобывающих предприятий / Д. Устинов, А. Назарычев, Д. Пеленев, **К. Бабырь**, А. Пугачев // Энергия. – 2023. – № 6. – С. 1-15. DOI: 10.3390/en16093690.

Соискателем представлено исследование влияния ёмкости сети и сопротивления в месте повреждения на значение коэффициента чувствительности защиты. Установлены граничные параметры работоспособности применяемых повсеместно в электротехнических комплексах 6-10 кВ ненаправленных токовых защит основанных на измерении величин нулевой последовательности. Установлено что при возрастании величины сопротивления в месте ОЗЗ коэффициент чувствительности защиты уменьшается до недопустимых величин, что приводит к её неработоспособности. Определены максимальные величины переходного сопротивления в месте замыкания, при которых значения коэффициента чувствительности принимают допустимые значения.

Публикации в прочих изданиях:

5. Пеленев, Д.Н. Анализ точности методик расчета тока однофазного замыкания на землю электрических сетей горнодобывающего предприятия / Д.Н. Пеленев, **К.В. Бабырь**, В.В. Колычев // Материалы IX Международной научной конференции «Молодые – Научкам о Земле». – М.: МГРИ-РГГРУ. – 2020. – С. 48-51.

Соискателем приведен сравнительный анализ точности существующих способов определения ёмкостного тока относительно земли системы электроснабжения ЭТК 6 кВ горнодобывающего предприятия.

6. **Бабырь, К.В.** Сравнение методик расчет тока однофазного замыкания на землю в электрических сетях 6-10 кВ угледобывающего предприятия / **К.В. Бабырь**, Н.В. Бабырь // Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы разработки месторождений углеводородов и рудных ископаемых». – ПНИПУ. – 2020. – С. 312-317.

Соискателем выполнен опыт однофазного замыкания на землю в ЭТК 6-10 кВ угледобывающего предприятия АО «Шахта «Полосухинская», по результатам которого полученные значения ёмкостных токов позволили установить погрешности известных методик расчета.

7. Abramovich, B.N. Increase Effectiveness Functioning of Protection against Single-Phase Ground Fault Electrical Networks Medium Voltage / B.N. Abramovich, D.N. Pelenev, **K.V. Babyr** // Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic

Engineering (EIconRus). - 2020. - PP. 1291-1296. DOI: 10.1109/EIconRus49466.2020.9039469.

Абрамович, Б.Н. Повышение эффективности функционирования защиты от однофазных замыканий на землю электрических сетей среднего напряжения / Б.Н. Абрамович, Д.Н. Пеленев, **К.В. Бабырь** // Материалы конференции молодых российских исследователей в области электротехники и электроники IEEE 2020 (EIconRus). – 2020. – С. 1291-1296. DOI: 10.1109/EIconRus49466.2020.9039469.

Соискателем обоснованно применение разделительных трансформаторов на отходящих линиях с большим коэффициентом долевого участия емкостного тока линии в общем токе замыкания на землю. Выявлено, что при возникновении кратковременных однофазных замыканий на землю токовые защиты ЭТК 6-10 кВ предприятий минерально-сырьевого сектора оказываются неработоспособными вследствие отсутствия возможности фиксации алгоритмом действия защиты изменения во времени величины тока нулевой последовательности в поврежденной линии. Разработана функциональная схема и алгоритм действия, позволяющий не только обеспечить надежное действие защиты в условиях кратковременных замыканий на землю, но и, реализующий функцию выявления опасных и неопасных кратковременных замыканий, и на основании этого, определяющий выбор способа срабатывания защиты.

8. Abramovich, V.N. Investigation of the Accuracy of Existing Methods for Calculating the Single-Phase Ground Fault Current in a Coalmining Enterprise / V.N. Abramovich, D.N. Pelenev, **K.V. Babyr**, A.I. Zimovets // Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIconRus). – 2021. - PP. 1509-1513. DOI: 10.1109/EIconRus51938.2021.9396493.

Абрамович, Б.Н. Исследование точности существующих методов расчета тока однофазного замыкания на землю на угледобывающем предприятии / Б.Н. Абрамович, Д.Н. Пеленев, **К.В. Бабырь**, А.И. Зимовец // Материалы конференции молодых российских исследователей в области электротехники и электроники IEEE 2021 (EIconRus). – 2021. – С. 1509-1513. DOI: 10.1109/EIconRus51938.2021.9396493.

Соискателем произведен расчет ёмкостных токов, протекающих в системе электроснабжения ЭТК 6-10 кВ в режиме однофазного замыкания на землю, с использованием различных существующих методик.

9. **Бабырь, К.В.** Разработка алгоритмов действия защиты от кратковременных однофазных замыканий на землю для электрических сетей среднего класса напряжения // Сборник тезисов XIX всероссийской конференции-конкурса студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования». – М.: Санкт-Петербургский горный университет. – 2021. – С. 176-177. ISBN 978-5-94211-934-8 (Том 5).

Соискателем разработан алгоритм, позволяющий определять опасные и неопасные кратковременные однофазные замыкания на землю, который

впоследствии был интегрирован в логику работы защиты от однофазных замыканий на землю блока микропроцессорной релейной защиты.

10. Ustinov, D.A. Investigation of the Influence of Unbalances the Single-Phase Ground Fault Current in a Coal Mining Enterprise / D.A. Ustinov, D.N. Pelenev, **K.V. Babyr** // Proceedings of the 2022 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). – 2022. – PP. 1284-1289. DOI: 10.1109/EIConRus54750.2022.9755474.

Устинов, Д.А. Исследование влияния небалансов на ток однофазного замыкания на землю на угледобывающих предприятиях / Д.А. Устинов, Д.Н. Пеленев, **К.В. Бабырь** // Материалы конференции молодых российских исследователей в области электротехники и электроники IEEE 2022 (EIConRus). – 2022. – С. 1284-1289. DOI: 10.1109/EIConRus54750.2022.9755474.

Соискателем выполнено исследование однофазного замыкания на землю на угледобывающих предприятиях, в ходе которого установлено, что однофазный ток замыкания на землю содержит небалансы. Выявлены причины возникновения небалансов, определены возможные числовые значения и разработан метод отладки защиты от них.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

11. Патент № RU 2769099 С1 Российская Федерация, МПК H02N 3/16(2006.01), G01R 31/08(2006.01). Устройство селективной защиты от однофазных замыканий на землю электрических сетей среднего класса напряжения: № 2021131773: заявл. 29.10.2021: опубл. 28.03.2022 / Пеленев Д.Н., **Бабырь К.В.**, Устинов Д.А.; заявитель Санкт-Петербургский горный университет. – 14 с. : 2 ил.

Соискателем предложено техническое решение, которое может быть использовано в электротехнических комплексах 6-10 кВ, работающих с изолированной или резистивно-заземленной нейтралью, при возникновении устойчивых однофазных замыканий на землю, кратковременных однофазных замыканий на землю.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2023615131 Российская Федерация. Программа для микропроцессорных терминалов защит от однофазных замыканий на землю электрических сетей среднего класса напряжения: № 2023615131: заявл. 02.03.2023: опубл. 10.03.2023 / **Бабырь К.В.**, Устинов Д.А.; заявитель Санкт-Петербургский горный университет. – 51,8 МБ.

Соискателем предложена программа для выполнения алгоритмов защиты от однофазных замыканий на землю на базе микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, устанавливаемых на ЭТК 6-10 кВ, позволяющая выполнять поиск аварийного присоединения и отличить опасные однофазные замыкания от неопасных.

13. Заявка на регистрацию патента на изобретение № 2024109732 «Устройство токовой защиты обратной последовательности от однофазных

замыканий на землю электрических сетей среднего класса напряжения» от 10.04.2024 / А.Н. Назарычев, Д.А. Устинов, Д.Н. Пеленев, К.В. Бабырь; заявитель Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II (патент № RU 2827652 С1 Российская Федерация, МПК H02H 3/16(2006.01), опубл. 01.10.2024).

Соискателем предложено техническое решение, которое может быть использовано в ЭТК 6-10 кВ, работающих с изолированной нейтралью, при возникновении устойчивых однофазных замыканий на землю, кратковременных однофазных замыканий на землю, дуговых однофазных замыканий на землю, дуговых прерывистых однофазных замыканий на землю.

Апробация диссертационной работы проведена на научных конференциях международного и всероссийского уровня:

– 2021 IEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2021 ElConRus) (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, 2021 год), тема доклада: Investigation of the Accuracy of Existing Methods for Calculating the Single-Phase Ground Fault Current in a Coalmining Enterprise.

– Международная научно-техническая конференция, посвященная 5-летию Института энергетики «Автоматизация, энергетика и машиностроение: технологии и инновации» (Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, 2024 год), тема доклада: «Исследование защиты от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах горных предприятий напряжением 6-10 кВ на основе параметров обратной последовательности»;

– VII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы энергетики» (Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, г. Иваново, 2024 год), тема доклада: «Разработка защиты от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах напряжением 6-10 кВ на основе параметров обратной последовательности»;

– Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии и последние достижения в энергетике, науках о Земле и окружающей среде» (онлайн конференция, 2024 год), тема доклада: «Разработка защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях среднего уровня напряжения на основе параметров обратной последовательности»;

– VII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы энергетики» (Омский государственный технический университет, г. Омск, 2024 год), тема доклада: «Защита от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах напряжением 6-10 кВ на основе параметров нулевой и обратной последовательностей».

В диссертации Бабыря Кирилла Валерьевича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: профессора кафедры электрооборудования и автоматики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», д.т.н. **Ю.П. Филюшова**; главного энергетика Филиала «Шахта «Увальная» АО «УК Сибирская» **А.А. Ильина**; генерального директора ООО «ФАЗА» **А.А. Овчинникова**; главного энергетика ООО «Производственно-Торговая компания «Уголь» **А.В. Своеволина**; заведующего лабораторией надёжности топливо- и энергосбережения Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, к.т.н., доцента **Д.С. Крупенёва**; ученого секретаря НТС Управления организации научно-технического совета Департамента НТС и научно-технической информации АО «Россети Научно-технический центр», д.т.н., доцента **А.Ю. Хренникова**; доцента кафедры «Релейной защиты и автоматики электрических станций, сетей и систем» ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации», к.т.н. **В.В. Полищука**; заведующего кафедрой автоматизированных электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», д.т.н., доцента **В.М. Левина**; заведующего кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», к.т.н., доцента **А.А. Севостьянова** и профессора той же кафедры, д.т.н., профессора **А.Л. Куликова**; заведующего кафедрой «Автоматизированные электрические системы» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», д.т.н., профессора **А.В. Паздерина**; заведующего кафедрой «Электроэнергетические системы атомных станций» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», д.т.н., доцента **В.М. Завьялова**; доцента кафедры «Электрические станции, подстанции и диагностика электрооборудования» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», к.т.н., доцента **А.А. Скоробогатова**; профессора кафедры «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» НИТУ МИСИС, д.т.н., профессора **А.В. Ляхомского** и доцента той же кафедры, к.т.н., доцента **Е.В. Жилина**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечен ряд замечаний:

1. В автореферате не соблюдено представление последовательности рисунков (д.т.н. **Ю.П. Филюшов**);

2. Не указаны методики расчётов ёмкостных токов (д.т.н. **Ю.П. Филюшов**);

3. Не ясно представлены методы определения селективности режимов УОЗЗ и ДОЗЗ (д.т.н. **Ю.П. Филюшов**);

4. На рисунке 4 представлена структурная схема защиты от неустойчивых однофазных замыканий на землю, но не даны расшифровки используемых в алгоритме блоков (**А.А. Ильин**);

5. Согласно формуле (4) значение коэффициента чувствительности должно быть больше, либо равно 1,25. На основании чего выбрано данное граничное значение? (**А.А. Ильин**);

6. На рисунке 7 представлена структурная схема токовой защиты обратной последовательности от однофазных замыканий на землю. Необходимо указать наименование блоков, используемых в схеме (**А.А. Ильин**);

7. В автореферате выявлены значительные расхождения в методах расчета собственных емкостных токов. По какой причине существуют данные отличия, и какие методики на сегодняшний день используются в руководящих документах? (**А.А. Овчинников**);

8. В работе рекомендуется провести анализ изменения показателей надежности электротехнического комплекса при внедрении защиты от кратковременных неустойчивых однофазных замыканий на землю (КрОЗЗ) при постоянно изменяющихся параметрах комплекса. (**А.А. Овчинников**);

9. В тексте автореферата на рисунке 1 представлены графические зависимости токов однофазного замыкания на землю, рассчитанных по четырем выбранным методам и значения тока ОЗЗ, полученного в опыте замыкания на землю на угледобывающем предприятии. Необходимо уточнить, были ли определены зависимости коэффициента чувствительности рассмотренных величин? (**А.В. Своеволин**);

10. В тексте автореферата в структурной схеме защиты от неустойчивых ОЗЗ (рис. 4) указаны четыре выходных реле, а в блок схеме алгоритма действия защиты от неустойчивых однофазных замыканий на землю (рис. 5) одно. В связи с этим необходимо пояснить можно ли реализовать фиксацию контролируемой величины только на одном логическом реле? (**А.В. Своеволин**);

11. На стр. 12 автореферата в формуле (2) приведен показатель d_n – коэффициент относительной проводимости системы заземления нейтрали. Требуется пояснить, каким образом он рассчитывается. Кроме того, необходимо прокомментировать, в связи с чем в последующих аналитических исследованиях рассматриваются его значения 0, 2 и 4 (**к.т.н. Д.С. Крупнёв**);

12. Требуется пояснить, какие характеристики на рис. 9 относятся к работе РЗиА по току нулевой последовательности, а какие к работе по току обратной последовательности (**к.т.н. Д.С. Крупнёв**);

13. Из автореферата не ясно, учитывалась ли погрешность трансформаторов тока и напряжения при контроле тока обратной последовательности? (д.т.н. **А.Ю. Хренников**);

14. На рис. 3 автореферата приведена зависимость коэффициента чувствительности защиты однофазных замыканий на землю от переходного сопротивления в месте ОЗЗ и суммарной ёмкости сети участка электроснабжения 6 кВ АО «Шахта «Полосухинская. Необходимо пояснить, чем обусловлено значение коэффициента относительной проводимости заземления нейтрали d_n , равное 4? (д.т.н. **А.Ю. Хренников**);

15. Из автореферата не ясно, позволяет ли контроль тока обратной последовательности повысить чувствительность и селективность действия защиты от однофазных замыканий на землю в сетях с малыми емкостными токами утечки? (к.т.н. **В.В. Полищук**);

16. Необходимо уточнить величину тока обратной последовательности относительно значения тока нулевой последовательности на защищаемом присоединении, при существовании однофазного замыкания на землю? (д.т.н. **В.М. Левин**);

17. Следует пояснить для каких режимов однофазного замыкания на землю необходимо использовать токовую защиту обратной последовательности в системах заземленных через резистор? (д.т.н. **В.М. Левин**);

18. Из автореферата не ясно, каким образом контроль тока обратной последовательности позволяет повысить чувствительность и селективность действия защиты в режиме неустойчивых однофазных замыканий на землю? (к.т.н. **А.А. Севостьянов** и д.т.н. **А.Л. Куликов**);

19. На рис. 5 автореферата приведена блок-схема алгоритма действия защиты от неустойчивых однофазных замыканий на землю. Необходимо пояснить каким образом определяется уставка количества кратковременных однофазных замыканий на землю? (к.т.н. **А.А. Севостьянов** и д.т.н. **А.Л. Куликов**);

20. Используемые рекомендации по выбору места установки разделительных трансформаторов ограничиваются поверхностным применением или существует возможность распространить данные технические решения на подземный комплекс? (д.т.н. **А.В. Паздерин**);

21. На какие отечественные микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики возможно применить предложенный алгоритм токовой защиты обратной последовательности от однофазных замыканий на землю? (д.т.н. **А.В. Паздерин**);

22. Небрежно оформлены блок схемы алгоритмов, например, исходя из рис. 8 автореферата измерение тока происходит один раз (д.т.н. **В.М. Завьялов**);

23. В работе выполнено сравнение нескольких методов расчета тока ОЗЗ. Необходимо пояснить, почему для сравнения были выбраны именно эти методы (к.т.н. **А.А. Скоробогатов**).

24. Какие дополнительные средства необходимы для перехода от изолированной к резистивно-заземленной системе и была ли выполнена оценка срока окупаемости данных решений? (к.т.н. А.А. Скоробогатов).

25. На рисунках 4 и 7 не указано наименование блоков, что затрудняет их понимание. (д.т.н. А.В. Ляхомский, к.т.н. Е.В. Жилин).

26. Из текста автореферата не ясно, почему значение коэффициента относительной проводимости системы заземления нейтрали находится в диапазоне 2-4? (д.т.н. А.В. Ляхомский, к.т.н. Е.В. Жилин).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертации и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан организационно-технический комплекс мер по увеличению селективности и чувствительности защиты в условиях существования однофазных замыканий на землю при постоянно изменяющихся параметрах электротехнических комплексов 6-10 кВ предприятий минерально-сырьевого сектора;

предложены методы увеличения чувствительности защиты от однофазных замыканий в условиях высокой неоднородности и нестационарности параметров электротехнических комплексов с изолированной или резистивно-заземлённой нейтралью, а также алгоритмы аппаратно-программного комплекса для эффективного обнаружения аварийного режима в условиях устойчивых, кратковременных неустойчивых и дуговых однофазных замыканий в электротехнических комплексах 6-10 кВ с изолированным или резистивным заземлением нейтрали;

доказана применимость научно-обоснованных соотношений параметров контура обратной и нулевой последовательностей, обеспечивающих неизменность действия релейной защиты и автоматики электротехнических комплексов 6-10 кВ при существовании устойчивых, кратковременных неустойчивых, дуговых и неполных однофазных замыканий на землю.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:
доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений об области применения устройств релейной защиты и автоматики, используемой в составе электротехнических комплексов 6-10 кВ для повышения безопасности ведения эксплуатационных работ;
 применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использованы** методы статистического анализа, численное моделирование на усовершенствованных математических моделях, анализ и обработка данных при помощи разработанных программных продуктов, оценка пригодности алгоритмов на разработанной физической модели, имитационное моделирование в среде Matlab Simulink, натурные экспериментальные исследования в электротехническом комплексе.

разработаны способы повышения чувствительности действия токовых защит при однофазных замыканиях на землю в электротехнических комплексах 6-10 кВ;

установлен новый идентификационный признак выявления ОЗЗ в предприятиях минерально-сырьевого сектора, представленный током обратной последовательности.

разработаны способы организации защиты от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах 6-10 кВ с изолированной или резистивно-заземленной системой, а также критерии, влияющие на величину параметров контура обратной и нулевой последовательностей;

проведена модернизация существующей методики выбора оптимального места установки разделительных трансформаторов в электротехническом комплексе угольных предприятий, а также структурных схем аппаратно-программных комплексов защиты от неустойчивых однофазных замыканий на землю.

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

разработаны и внедрены в деятельность АО «Шахта «Полосухинская» методические рекомендации по созданию методики определения чувствительности действия токовых защит от однофазных замыканий на землю в условиях неустойчивых, дуговых и неполных однофазных замыканий на землю, а также в деятельность компании ООО «НПП «КИТ» в виде системы по созданию математической модели защиты от кратковременных неустойчивых однофазных замыканий на землю, кроме этого разработаны селективно-чувствительные устройства релейной защиты для безопасной эксплуатации электротехнических комплексов 6-10 кВ при существовании однофазных замыканий на землю (подтверждено выдачей патентов на изобретение № 2769099 «Устройство селективной защиты от однофазных замыканий на землю электрических сетей среднего класса напряжения» от 29.10.2021 г. и № 2024109732 «Устройство токовой защиты обратной последовательности от однофазных замыканий на землю электрических сетей среднего класса напряжения» от 10.04.2024 г.);

определены методы повышения чувствительности действия защиты от однофазных замыканий на землю в условиях высокой неоднородности и нестационарности параметров электротехнических комплексов горных предприятий с изолированной нейтралью, основанные на измерении параметров обратной и нулевой последовательностей;

создана система аппаратно-программного комплекса защиты от однофазных замыканий на землю, позволяющая эффективно обнаруживать аварийный режим в условиях устойчивых, кратковременных неустойчивых и дуговых ОЗЗ в системе электроснабжения электротехнических комплексов 6-10 кВ с изолированной или резистивно-заземлённой нейтралью;

представлены закономерности изменения параметров контура нулевой и обратной последовательностей защищаемых присоединений в

электротехнических комплексах с изолированной или резистивно-заземлённой нейтралью в условиях устойчивых, кратковременных неустойчивых и дуговых однофазных замыканий на землю, позволяющие определить поврежденное присоединение с малыми токами замыкания.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, обоснованы уставки, показана воспроизводимость результатов исследования при различных параметрах контура нулевой и обратной последовательностей;

теория построена на известных и проверяемых данных, фактах и закономерностях, а также согласуется с опубликованными ранее экспериментальными данными других исследований по теме диссертации;

идея базируется на результатах анализа и обобщения опыта по применению токовых защиты от однофазных замыканий на землю, устанавливаемых в электротехнических комплексах 6-10 кВ промышленных предприятий;

использованы общеизвестные методы и подходы в научно-технических исследованиях электротехнических комплексов 6-10 кВ при существовании однофазных замыканий на землю, теоретическими обоснованиями с использованием методов статистического анализа, регрессионного анализа, стандартизированными методами математического моделирования, результатами проведенных натурных экспериментов, экспериментов на физической модели, методами оценки пригодности и качества математических моделей;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по тематике исследования;

использованы современные методы сбора, обработки и анализа официальной статистической информации, нормативно-технической документации, технических каталогов компаний-производителей, отчетных данных компаний минерально-сырьевого комплекса.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели, задач, а также выборе методов и методологии исследования. В анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования, разработке новых алгоритмов для защиты от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах предприятий минерально-сырьевого комплекса с изолированной или резистивно-заземлённой нейтралью. В оценке влияния вариации параметров контура нулевой последовательности на эффективность защиты от замыканий на землю в режимах устойчивого, кратковременного неустойчивого и дугового ОЗЗ. Разработке методики выбора оптимального места установки разделительных трансформаторов. Проведение теоретических и экспериментальных исследований, в результате которых обосновано использование в структуре алгоритмов защиты от ОЗЗ параметров нулевой и обратной последовательности.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Бабырь К.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию защищаемых положений диссертационного исследования.

На заседании 24 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение присудить **Бабырю К.В.** ученую степень кандидата технических наук за решение научно-технической задачи по обеспечению селективной и чувствительной защитой от однофазных замыканий на землю в электротехнических комплексах предприятий минерально-сырьевого сектора 6-10 кВ с изолированной или резистивно-заземлённой системой заземления нейтрали в условиях существования неустойчивых однофазных замыканий на землю, что имеет существенное значение для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации предприятий минерально-сырьевого сектора, тем самым поддержания устойчивого развития промышленности Российской Федерации.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

24.12.2024 г.



Назарычев
Александр Николаевич

Жуковский
Юрий Леонидович