

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 05 октября 2023 г. протокол № 1

О присуждении Кочетову Ивану Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Эквивалентные генераторы энергообъектов как индикаторы повреждений при двустороннем и одностороннем наблюдении» по специальности 2.4.3. – «Электроэнергетика» принята к защите 30 июня 2023 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.2.347.05, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №525/нк от 24.03.2023 г.

Соискатель Кочетов Иван Дмитриевич, «17» декабря 1998 года рождения. В 2022 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», г. Чебоксары по направлению 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника», присуждена квалификация «Магистр». В настоящее время он обучается в аспирантуре по очной форме обучения в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», Минобрнауки РФ.

Нормативный период обучения в аспирантуре с 01.09.2022 г. по 31.08.2026 г.

Соискатель работает инженером-исследователем в Департаменте разработок ООО «Релематика», г. Чебоксары, Россия.

Диссертация выполнена на кафедре Теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Лямец Юрий Яковлевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова», кафедра Теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

Лачугин Владимир Федорович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, Акционерное общество «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы», г. Москва, отдел разработки преобразовательной техники, главный эксперт;

Дони Николай Анатольевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «ЭКРА», г. Чебоксары, отдел систем релейной защиты и автоматики, директор по науке – заведующий отделом **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», (КГЭУ), г. Казань, **в своем положительном отзыве**, подписанном Маргулисом Сергеем Михайловичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электрические станции» им. В.К. Шибанова и Федотовым Евгением Александровичем, кандидатом технических наук, доцентом, учёным

секретарём, и утвержденном Ившиным Игорем Владимировичем, проректором по науке и коммерциализации ФГБОУ ВО «КГЭУ», доктором технических наук, профессором, указала, что диссертация Кочетова Ивана Дмитриевича является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. – «Электроэнергетика».

Соискатель имеет 36 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликованы 36 работ, из них 10 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в научных изданиях, индексируемых Scopus, 23 публикации в сборниках материалов и трудов научных конференций, форумов всероссийского и международного уровня и других изданий, 1 патент РФ на изобретение.

Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет 6,12 п.л. Общий объём научных изданий – 16,57 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. **Кочетов, И. Д.** Особенности реализации защиты дальнего резервирования ответвительных подстанций / М. В. Мартынов, С. В. Иванов, И. Д. Кочетов, И. Ю. Никонов, А. Н. Маслов // Релейная защита и автоматизация. – 2019. – № 4. – С. 8-13.

2. **Кочетов, И. Д.** Унификация моделей и характеристик поврежденной электропередачи при двухстороннем наблюдении / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец, Ф. А. Макашкин // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2020. – № 4. – С. 55-68. DOI: 10.31857/S0002331020040044.

3. **Кочетов, И. Д.** Информационные свойства и приложения локальной составляющей тока короткого замыкания. / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец, Ф. А. Макашкин // Электротехника. – 2021. – № 2. – С. 49-58.

4. **Кочетов, И. Д.** Распознавание коротких замыканий в подводящих цепях с целью быстрого аварийного включения резерва электропитания / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец, Ф. А. Макашкин, И. Е. Петряшин // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2021. – № 3. – С. 150-160. DOI: 10.31857/S0002331021030080.

5. **Кочетов, И. Д.** Распознавание витковых замыканий в обмотке трансформатора по локальным составляющим наблюдаемых напряжений и токов / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2022. – № 1. – С. 57-65. DOI: 10.31857/S0002331022010058.

6. **Кочетов, И. Д.** Распознавание повреждённых фаз и определение места повреждения линии электропередачи при одностороннем наблюдении / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец, А. Н. Маслов // Электрические станции. – 2022. – № 4. – С. 48-53. DOI: 10.34831/EP.2022.1089.4.008.

7. **Кочетов, И. Д.** Определение места повреждения электропередачи по мгновенным значениям токов и напряжений на обеих сторонах / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец // Электрические станции. – 2022. – № 6. – С. 34-41. DOI: 10.34831/EP.2022.1091.6.005.

8. **Кочетов, И. Д.** Цифровая обработка тока электромагнитного переходного процесса в электрической машине / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец, Ф. А. Макашкин // Электрические станции. – 2022. – № 8. – С. 56-62. DOI: 10.34831/EP.2022.1093.8.008.

9. **Кочетов, И. Д.** Эквивалентные генераторы модели наблюдаемого энергообъекта как индикаторы повреждений / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец // Электрические станции. – 2022. – № 10. – С. 34-42. DOI: 10.34831/EP.2022.1095.10.005.

10. **Кочетов, И. Д.** Идентификация коротких замыканий и броска намагничивающего тока в трансформаторе по локальным составляющим наблюдаемых токов и напряжений / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец // Электрические станции. – 2023. – № 1. – С. 35-41. DOI: 10.34831/EP.2023.1098.1.006.

Публикации в научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus

11. **Kochetov, I. D.** Individual and collective recognition capability of the measuring elements of relay protection / I. D. Kochetov, Yu. Ya. Liamets, M. V. Martynov, A. N. Maslov // Power Technology and Engineering. – 2020. – Т. 53. № 6. – P. 772-776. DOI: 10.1007/s10749-020-01154-6.

12. **Kochetov, I. D.** Recognizing ability of local currents during two-side observation of transmission line / I. D. Kochetov, Yu. Ya. Liamets, F. A. Makashkin // Power Technology and Engineering. – 2020. – Vol. 54. № 4. – P. 600-604. DOI: 10.1007/s10749-020-01258-z.

Патенты РФ:

36. Пат. 2693031 Российская Федерация, МПК H02H 7/06. Способ релейной защиты синхронной электрической машины / И. Д. Кочетов, Ю. Я. Лямец, М. В. Мартынов, А. Н. Маслов. Опубл. 01.07.2019, Бюл. №19.

На автореферат диссертации поступило 14 отзывов, все отзывы положительные:

1. **ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»**, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», доктор технических наук, профессор Куликов Александр Леонидович, заведующий кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», кандидат технических наук, доцент Севостьянов Александр Александрович.
Замечания: 1) о применимости предложенного метода определения места повреждения в распределительных сетях; 2) о применимости предложенного метода определения места повреждения в условиях сильных искажений синусоидальных токов и напряжений.

2. **АО «Атомэнергопроект»**, эксперт-электрик по вторичным соединениям технического управления Макаров Евгений Вадимович.
Замечания: 1) о влиянии на предложенные методы определения места повреждения длины линии электропередачи и зависимости от нее погрешности; 2) о возможности реализации метода определения места

повреждения для силовых кабельных линий малой длины; 3) о проверке предложенной дифференциальной защиты трансформатора в режимах самозапуска электродвигателей.

3. **ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», институт ядерной энергии и промышленности, заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы атомных станций», доктор технических наук, доцент Завьялов Валерий Михайлович.** *Замечания:* 1) о наличии положительного эффекта эксплуатации.

4. **ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории энергетических систем Института социально-экономических и энергетических проблем Севера, кандидат технических наук Успенский Михаил Игоревич.** *Замечания:* 1) о возможной неправильной работе алгоритмов из-за сложности выполняемых в них измерений и операций по их обработке, а также о противодействии этого влияния и поддержания правильности функционирования алгоритма; 2) о влиянии погрешности измерений на результаты работы алгоритмов.

5. **ООО «НПП Бреслер», начальник службы РЗА, кандидат технических наук Васильев Дмитрий Сергеевич.** *Замечания:* 1) о виде расчетного примера при обучении двустороннего алгоритма и проверке его работы на различных видах замыканиях; 2) о применимости фильтра ортогональных составляющих для сигнала неизвестного состава.

6. **ООО «ЭКРА ИТ», главный специалист, кандидат технических наук Кокорин Николай Валерьевич.** *Замечания:* 1) о применимости предложенных алгоритмов в случае отсутствия предшествующего режима; 2) об уместности применения используемой терминологии.

7. **ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», профессор кафедры «Электроэнергетические системы и электротехника», доктор технических наук Иванова Елена Васильевна.**

Замечания: 1) о возможности использования разработанных методов для линий электропередачи напряжением до 1000 В; 2) о возможных ограничениях определения места повреждения при большом переходном сопротивлении в месте короткого замыкания.

8. **ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»**, заведующий кафедрой электроэнергетики Политехнического института, доктор технических наук, профессор Пантелеев Василий Иванович. *Замечания:* 1) о том, что подразумевается под адаптивностью алгоритма цифровой обработки сигналов и в чем она заключается; 2) о том, насколько достигнутая погрешность удовлетворяет эксплуатирующие организации.

9. **ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**, профессор-консультант отделения электроэнергетики и электротехники, доктор технических наук, профессор Вайнштейн Роберт Александрович. *Замечания:* 1) о принятых допущениях при решении задачи идентификации режимов коротких замыканий и броска намагничивающего тока; 2) об учете искажений токов трансформаторами тока.

10. **ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»**, профессор кафедры «Автоматическое управление ЭЭС», доктор технических наук, профессор Шуин Владимир Александрович; доцент кафедры «Автоматическое управление ЭЭС», кандидат технических наук, доцент Шадрикова Татьяна Юрьевна. *Замечания:* 1) о сравнении предложенных алгоритмов с традиционными; 2) о влиянии на точность способа ОМП параметров линий, изменяющихся в зависимости от условий окружающей среды; 3) о применимости разработанного способа ОМП для линий сложной конфигурации; 4) о применимости предложенного метода ОМП для воздушных линий 6-10 кВ с односторонним питанием и большим числом ответвлений.

11. **ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова»**,

заведующий кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы», доктор технических наук, профессор Нагай Владимир Иванович; профессор кафедры «Электрические станции и электроэнергетические системы», доктор технических наук, профессор Засыпкин Александр Сергеевич. *Замечания:* 1) о применимости предложенного алгоритма определения места повреждения для линий электропередачи с ответвлениями; 2) о применимости двустороннего метода определения места повреждения в сетях с изолированной нейтралью при однофазных замыканиях на землю.

12. ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доцент кафедры электрооборудования, кандидат технических наук, доцент Поздеев Николай Дмитриевич. *Замечания:* 1) о влиянии погрешностей измерительных трансформаторов тока на точность алгоритма; 2) о том, что в автореферате не приведено применение метода локальных компонентов для трехфазных трансформаторов.

13. ФГАОУ ВПО «Северный (арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», профессор кафедры «Электроэнергетика и электротехника», доктор технических наук, доцент Мокеев Алексей Владимирович. *Замечания:* 1) о проверке предложенных алгоритмов в условиях насыщения измерительных трансформаторов тока; 2) о уместности использования упрощенной модели переходного сопротивления дуги; 3) о неясности возникающих сложностей разграничения режимов витковых замыканий и броска намагничивающего тока; 4) о необходимости более полного объяснения алгоритмов цифровой обработки сигналов в автореферате.

14. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», доцент кафедры «Релейная защита и автоматизация энергосистем», кандидат технических наук, доцент Арцишевский Ян Леонардович. *Замечания:* 1) о количественном эффекте предложенных алгоритмов; 2) о влиянии взаимоиндукции параллельных линий на работу алгоритмов; 3) об

уместности использования терминологии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем что, доктор технических наук, старший научный сотрудник **Лачугин Владимир Федорович** является одним из признанных авторитетов в области разработки методов определения места повреждения линий электропередачи, он имеет большое количество публикаций по тематике близкой к представленной к защите диссертационной работы; сфера научных интересов кандидата технических наук, старшего научного сотрудника **Дони Николая Анатольевича** связана с разработкой методов, алгоритмов и устройств индикации и идентификации повреждений различных электроэнергетических объектов, он также имеет значительное количество публикаций, в том числе близких по тематике представленной к защите диссертационной работы.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (КГЭУ), г. Казань – один из крупнейших ВУЗов России, в котором передовыми направлениями научных исследований являются теоретические и прикладные задачи технической диагностики оборудования объектов электроэнергетических систем, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов университета.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые научные идеи, вносящие определенный вклад в теорию релейной защиты и автоматики; алгоритмы определения места повреждения при двустороннем и одностороннем наблюдении, основанные на развитии представлений метода эквивалентного генератора, позволяющие повысить точность определения координаты места повреждения различных электроэнергетических объектов, в том числе в линиях электропередачи, содержащих ненаблюдаемые ответвления;

предложен оригинальный подход к построению алгоритмов определения

места повреждения, основанный на выделении виртуальных составляющих наблюдаемого режима повреждения, несущих информацию о поврежденном состоянии энергообъекта;

доказана перспективность применения предложенных идей при разработке алгоритмов определения места повреждения линий электропередачи и трансформаторов, а также алгоритмов распознавания поврежденной части сети быстродействующего автоматического ввода резерва электропитания;

введены новые понятия - не введены.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, относящиеся к теоретическим основам релейной защиты и автоматики в части индикации и идентификации повреждений различных электроэнергетических объектов, которые расширяют представления о применимости модели неповрежденного объекта для распознавания его поврежденного состояния;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов исследования, таких как методы математического моделирования, а также теоретических основ электротехники и теории цифровой обработки сигналов;

изложены положения теории построения релейной защиты и автоматики различных электроэнергетических объектов с использованием алгоритмической модели неповрежденного объекта, демонстрирующие возможности повышения точности определения места повреждения;

раскрыты особенности построения алгоритмов индикации и идентификации повреждений, в том числе определения координаты места повреждения, использующих как информацию о регистрируемых электрических величинах, так и априорную о самом объекте;

изучены отдельные режимные факторы, оказывающие значимое влияние на достоверность определения координаты места повреждения, в том числе на оценку параметров модели неповрежденного объекта по результатам наблюдений, которые необходимы для более точного определения места

повреждения;

проведена модернизация существующих алгоритмов и методов определения места повреждения, обеспечивающих повышение достоверности результатов.

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

разработаны и внедрены алгоритмы определения места повреждения линии электропередачи и защиты трансформатора при двустороннем наблюдении, алгоритмы селекции фаз и определения места повреждения линии электропередачи при одностороннем наблюдении, а также алгоритмы быстродействующего автоматического ввода резерва электропитания и адаптивной цифровой обработки сигналов в микропроцессорных устройствах ООО «Релематика», а также используемые в учебном процессе Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, что подтверждают соответствующие акты внедрения;

определены пределы и перспективы практического применения разработанных методов индикации и идентификации повреждений, применяемых в алгоритмах определения места повреждения в составе микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики;

создана система практических рекомендаций по применению алгоритмических моделей энергообъектов и расчету их параметров для обеспечения более точной оценки координаты места повреждения;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию и развитию рассмотренных алгоритмов определения места повреждения, заключающиеся как в расширении информационной базы, так и в применении новых подходов при решении рассматриваемой задачи идентификации и индикации повреждений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные работы не проводились;

теория построена на использовании методов математического анализа,

теоретических основ электротехники и релейной защиты, согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на привлечении априорной информации о структуре и параметрах наблюдаемого объекта, а также всей доступной информации, представленной в виде регистрируемых токов и напряжений всех мест наблюдений;

использованы данные современных исследований, опубликованные в отечественных и международных журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, по применению алгоритмической модели наблюдаемого объекта для разработки новых алгоритмов релейной защиты и автоматики;

установлено качественное совпадение результатов работы предлагаемых алгоритмов индикации и идентификации повреждений с результатами по существующим методам и способам;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, передовые вычислительные процедуры математического моделирования.

Личный вклад соискателя состоит: в постановке совместно с руководителем задач научного исследования, расчетах, анализе и обобщении полученных результатов, самостоятельной разработке и реализации методов и алгоритмов в виде модулей для микропроцессорных терминалов релейной защиты. В работах, опубликованных в соавторстве, соискатель предложил алгоритмы определения места повреждения и селекции фаз линий электропередачи, а также защиты трансформатора, основанные на выделении предложенных автором виртуальных составляющих регистрируемых электрических величин.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- 1) Следовало бы выполнить оценку эффективности предложенных решений по сравнению с другими аналогичными по применению решениями.
- 2) В работе автор не оперирует такими общепринятыми понятиями

релейной защиты, как селективность и чувствительность.

3) Использовались некоторые необщепринятые термины, которые имеют иное устоявшееся определение.

Соискатель Кочетов Иван Дмитриевич аргументировано ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетики, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 05 октября 2023 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны присудить Кочетову Ивану Дмитриевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 8 человек, из них 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 8, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного

А.Г. Овсянников

А.А. Осинцев

10.2023