

ОТЗЫВ

официального оппонента Дони Николая Анатольевича

на диссертацию Кочетова Ивана Дмитриевича

«Эквивалентные генераторы энергообъектов как индикаторы повреждений при двустороннем и одностороннем наблюдении»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

по научной специальности 2.4.3 – Электроэнергетика

1. Структура и объем диссертации

Диссертационная работа выполнена на кафедре Теоретических основ электротехники и релейной защиты и автоматики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова» и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы, включающего 110 наименований, и 2 приложений. Диссертация изложена на 144 страницах и содержит 69 рисунков и 2 таблицы.

2. Актуальность выбранной темы диссертационной работы

По мере развития средств связи становятся всё более востребованными такие алгоритмы распознавания аварийных ситуаций энергообъектов, которые для своей работы оперируют токами и напряжениями, регистрируемыми на его разных сторонах. Объединение информации, разнесенной во времени и пространстве, а также привлечение априорной информации о наблюдаемом объекте открывает путь к определению новых виртуальных режимов, концентрирующих в себе информацию о повреждении объекта. Диссертационное исследование является актуальным, так как благодаря такому расширению информационного обеспечения релейной защиты разработаны унифицированные алгоритмы распознавания повреждений различных электроэнергетических объектов.

3. Оценка содержания диссертации

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели работы, поставлены задачи исследования, приведены основные положения, определяющие научную новизну и практическую значимость представленных результатов.

В **первой** главе проведен обзор способов и алгоритмов распознавания повреждений энергообъектов. На основе метода эквивалентного генератора показано, что наблюдаемый объект может быть представлен как эквивалентный генератор относительно мест измерения и как эквивалентный

генератор относительно места повреждения. Такое представление модели наблюдаемого объекта открывает путь к определению нормальных и локальных компонентов, составляющих в совокупности текущий или чисто аварийный режим.

Вторая глава посвящена применению разработанного метода локальных компонентов для определения координаты места повреждения линии электропередачи, наблюдаемой с двух сторон. Центральное место занимает унифицированная характеристика поврежденного объекта, полностью характеризующая его поврежденное состояние. Она определяется с одной стороны по нормальным и локальным составляющим текущего или чисто аварийного режима, а с другой стороны – по параметрам наблюдаемого объекта. Приведены примеры работы разработанных методов определения места повреждения различных линий электропередачи, в том числе линий с ответвлениями.

В **третьей** главе рассматривается применение метода локальных компонентов для такого электромагнитного устройства как трансформатор. На основе оценки магнитодвижущей силы короткозамкнутых витков в локальном режиме построен алгоритм распознавания повреждений в трансформаторе. Идентификация режимов броска намагничивающего тока и внутренних повреждений в трансформаторе основано на использовании моделей локального и квазилокального режимов, отражающих закономерности, связанные с током броска и напряжением на ветви намагничивания.

Четвертая глава посвящена методам определения места повреждения и селекции фаз в случае одностороннего наблюдения линии электропередачи. Рассматриваемые алгоритмы для своего функционирования используют информацию о регистрируемых токах и напряжениях с одной стороны линии, а также априорную информацию о структуре и параметрах электропередачи, а также о пассивной имитационной модели остальной электрической сети. Для определения поврежденной фазы и координаты места повреждения с помощью алгоритмической модели линии они преобразуют регистрируемые токи и напряжения в электрические величины в произвольном месте электропередачи.

Пятая глава посвящена внедрению разработанных методов и алгоритмов в микропроцессорных устройствах релейной защиты и автоматики производства ООО «Релематика». Показаны практические примеры работы предложенных методов в задаче определения места повреждения.

В **заключении** изложены основные результаты диссертационной работы и сделаны выводы, свидетельствующие о решении поставленных в работе задач.

В **приложении** представлены акты о внедрении.

4. Степень обоснованности научных положений и достоверности полученных результатов

Анализ содержания диссертационного исследования показывает, что сформулированные в ней научные положения и выводы в достаточной мере обоснованы. Основные положения, выносимые на защиту:

1. Эквивалентные генераторы повреждённого энергообъекта относительно мест измерения электрических величин, а также места предполагаемого повреждения, разделяют наблюдаемый режим на виртуальные режимы – нормальный и локальный. Последний активируется током повреждения, и полностью характеризует его поврежденное состояние.

2. При двустороннем наблюдении в линии электропередачи соотношение локальных токов является характеристикой его повреждения, в трансформаторе такой характеристикой являются взаимосвязи локальных величин и магнитодвижущей силы замыкания.

3. Эквивалентные генераторы электропередачи относительно места предполагаемого повреждения при одностороннем наблюдении выявляют повреждение по критерию выполнения граничных условий одного из видов короткого замыкания.

4. Локальные компоненты аварийных составляющих токов, наблюдаемых со стороны нагрузки в задаче быстродействующего автоматического ввода резерва электропитания, идентифицируют повреждённую часть сети.

Можно считать, что диссертационное исследование решает актуальную задачу совершенствования методов и алгоритмов определения места повреждения различных электроэнергетических объектов.

Степень достоверности полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается использованием обоснованных методов исследования, совпадением результатов математического и экспериментального моделирования с результатами теоретических исследований.

5. Ценность научных результатов исследования

Теоретическая ценность результатов работы состоит в:

1. Применении метода эквивалентного генератора к задачам индикации и идентификации повреждения.

2. Создании способа разграничения витковых замыканий и броска намагничивающего тока трансформатора.

3. Создании алгоритмов селекции фаз и определения места повреждения по алгоритмическим моделям неповреждённой электропередачи.

4. Создании алгоритмов цифровой обработки сигналов токов переходных процессов в узлах нагрузки на малом окне наблюдения.

Практическая ценность работы определяют:

1. Разработанные методы определения места повреждения на основе метода эквивалентного генератора с применением алгоритмических моделей наблюдаемого объекта

2. Разработанный способ распознавания различных режимов работы трансформатора: витковых замыканий в трансформаторе и броска намагничивающего тока.

3. Разработанные фильтры ортогональных составляющих тока переходного процесса в узлах нагрузки на основе локальных составляющих регистрируемых электрических величин в задаче быстродействующего автоматического ввода резерва электропитания.

6. Подтверждение результатов диссертационного исследования в научных трудах

Основные научные результаты опубликованы в 36 научных работах, среди которых 10 статей в изданиях из перечня ВАК, 2 статьи в изданиях, индексируемых в SCOPUS, и 1 патент на изобретение. Содержание опубликованных работ в полной мере отражает основные научные результаты, изложенные в диссертации и автореферате.

7. Замечания по диссертации

1. В диссертационной работе соискатель вводит новые понятия нормального, локального, экстремального и квазилокального режимов. В автореферате диссертации, в отличие от самой диссертации, не дается такого полного и понятного объяснения всех этих режимов. К тому же в автореферате диссертации в таблицах приведены 4 модификации данных режимов. Что представляет из себя каждый из рассмотренных режимов в различных модификациях и для какой цели соискатель их вводит?

2. Имеются ли явные преимущества применения метода эквивалентного генератора при практической реализации алгоритмов ОМП ЛЭП с двухсторонним замером по отношению к ОМП, выполненном на основе других, широко используемых методов (на распределении токов обратной последовательности, на нулевой реактивной мощности в месте КЗ)? Предполагается, что использована одна и та же расчетная модель контролируемого участка энергосистемы.

3. При одностороннем наблюдении соискателем предложены методы определения места повреждения и селекции фаз, которые используют информацию о токах и напряжениях с одной стороны линии, а также априорную информацию об объекте. Что включает в себя эта информация?

4. Какие классы линий электропередачи рассматривал соискатель при анализе работы алгоритмов ОМП? Правильно ли полагать, что предложенные алгоритмы применимы и к распределительным сетям?

5. Неясно, почему соотношение локальных токов, рассмотренное для линий без ответвлений, было распространено и для линий с ответвлениями. В

процессе функционирования энергосистемы возможны различные переключения нагрузки, изменения загрузки трансформаторов ответвлений и многое другое. Возникает вопрос: учитывает ли предложенный алгоритм изменения в сети и каким образом он это делает?

6. В диссертации рассмотрена идентификация и разграничение режимов броска намагничивающего тока и внутренних замыканий в однофазном трансформаторе. Какие виды внутренних замыканий в этом случае были рассмотрены и проверялся ли данный алгоритм на трёхфазных трансформаторах?

7. В диссертационном исследовании соискателем были предложены фильтры ортогональных составляющих, которые настраиваются на подавление сигнала с известным составом. Рассматривал ли соискатель случаи, когда состав сигнала неизвестен?

Отмеченные замечания не снижают качества исследований, выполненных в данной работе, и не влияют на основные результаты диссертации.

8. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа Кочетова И.Д. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным Положением о присуждении ученых степеней:

– Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значения для развития электроэнергетики как отрасли знаний (п. 9 Положения).

– Диссертация написана соискателем самостоятельно и обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку (п. 10 Положения).

– Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях: из перечня ВАК – 10, в индексируемой международной базе данных SCOPUS – 2 (п. 11 – 13 Положения).

– В диссертации соискатель ссылается на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов (п. 14 Положения).

9. Заключение

Диссертационная работа Кочетова Ивана Дмитриевича «Эквивалентные генераторы энергообъектов как индикаторы повреждений при двустороннем и одностороннем наблюдении» является законченной научно-квалификационной работой, имеющей существенное значение для развития алгоритмов релейной защиты и автоматики.

Автореферат в полной мере отражает результаты, представленные в диссертации. Отражённые в диссертационном исследовании научные положения соответствуют направлению исследования паспорта научной специальности 2.4.3 - «Электроэнергетика»: пункту 8 «Разработка и обоснование алгоритмов и принципов действия устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики для распознавания повреждений, определения мест и параметров повреждающих (возмущающих) воздействий в электрических сетях».

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (ред. от 18.03.2023), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а также паспорту научной специальности по защищаемой специальности 2.4.3 – Электроэнергетика (технические науки), а соискатель Кочетов Иван Дмитриевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.3 – Электроэнергетика (технические науки).

Официальный оппонент

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, директор по науке – заведующий отделом систем релейной защиты и автоматики Общества с ограниченной ответственностью Научно – производственного предприятия «ЭКРА»

Дони Николай Анатольевич

ФИО	Дони Николай Анатольевич
Ученая степень, ученое звание	кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Полное и сокращенное наименование организации	Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «ЭКРА» (ООО НПП «ЭКРА»)
Место нахождения	428020, Чувашская республика – Чувашия, г. Чебоксары, пр-кт И. Я. Яковлева, д. 3, 428020
Телефон	+7 (835) 222-01-30
Адрес электронной почты	doni_na@ekra.ru

Отзов получен 17.08.2023г. От / Овчинцев А.А. 1

С отзывами ознакомлен 18.08.2023 От / Кочетов И.Д. 1