

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Лачугина Владимира Федоровича  
на диссертацию Ермакова Константина Игоревича  
**«Совершенствование методов и средств определения места повреждения  
на линиях электропередачи для организации аварийно-  
восстановительных работ»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических  
по специальности 05.14.02 – Электрические станции и  
электроэнергетические системы

### **1. Актуальность темы диссертации**

Совершенствование методов и средств определения места повреждения (ОМП) при коротких замыканиях (КЗ) на линиях электропередачи (ЛЭП) является важной задачей, успешное решение которой за счет повышения точности ОМП позволяет сократить время поиска места повреждения и тем самым повысить надежность электроснабжения потребителей. Наиболее широко распространены методы ОМП, основанные на анализе параметров аварийного режима. Однако их применение имеет определенные сложности, например, на ЛЭП с ответвлениями, а также в распределительных сетях 6- 35 кВ при однофазных замыканиях на землю. Волновые методы обладают существенно более высоким потенциалом точности ОМП за счет практической независимости от изменения параметров режима работы энергосистемы, величины переходного сопротивления в месте повреждения и других факторов. Однако и эти методы требуют дальнейшего совершенствования в части повышения достоверности ОМП на существенно неоднородных ЛЭП и на ЛЭП с ответвлениями.

### **2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается успешной верификацией данных, полученных диссертантом за счет использования различных методов теории элект-

трических цепей, в том числе операторного и матричного методов, с данными, полученными при натуральных испытаниях, в эксплуатации и с применением имитационного моделирования.

### **3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Среди представленных в диссертационной работе новых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, в первую очередь необходимо выделить:

- метод учета различия скоростей распространения электромагнитных волн, возникших при КЗ, по неоднородным участкам ЛЭП, основанный на сравнении разности времени прихода фронтов этих волн к концам ЛЭП с расчетными значениями, выполненными на модели, и с компенсацией погрешности за счет корректировки разницы времени прихода фронтов волн к концам ЛЭП от места повреждения;
- алгоритм цифровой обработки сигналов, позволяющий определить время достижения фронта волны в автоматическом режиме путем высокочастотной фильтрации сигнала для уточнения времени начала переходного процесса;
- алгоритм многостороннего волнового ОМП на многоконцевых ЛЭП;
- разработанные методы моделирования, программно-аппаратные комплексы и устройства ОМП для всех видов замыканий на ЛЭП 6-750 кВ;
- результаты экспериментальных исследований и анализ опыта эксплуатации разработанных устройств ОМП на ЛЭП разных классов напряжения.

Научный интерес представляют также приведенные результаты исследований влияния неточности оценки параметров ЛЭП на рост погрешности ОМП по параметрам аварийного режима с увеличением расстояния до места установки устройства ОМП и предложенный метод одностороннего волнового ОМП.

#### **4. Соответствие диссертации области исследования специальности**

Отражённые в диссертации научные положения соответствуют области исследования специальности 05.14.02 – п.9 «Разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике».

По теме диссертации представлено 16 публикаций, из них 5 – в рецензируемых изданиях. Получено 2 патента на изобретения.

Диссертационная работа изложена технически и стилистически грамотно. Автореферат диссертации и опубликованные работы автора полностью отражают содержание диссертационной работы.

#### **5. Замечания по диссертации**

1. ОМП на ЛЭП осуществляется независимо от организации в дальнейшем аварийно-восстановительных работ, поскольку КЗ на ЛЭП далеко не всегда приводят к необходимости устранения последствий аварий. Поэтому формулировки, содержащиеся в описании объекта исследования и предмета исследования, в отличие от описания цели работы и основных задач исследования, точнее отражают направление проводимых исследований, не связывая их с обязательной организацией аварийно-восстановительных работ.

2. В диссертации используется термин «параметрические алгоритмы ОМП», отсутствующий в нормативной документации по ОМП, вместо общепринятого термина «ОМП по параметрам аварийного режима».

3. Следовало бы с применением расчетов обосновать более высокую эффективность характеристик предложенного частотного фильтра Баттерворта для целей ОМП по сравнению с характеристиками других частотных фильтров аналогичного назначения.

4. Работа устройств релейной защиты, осуществляющих селективный пуск устройств ОМП, организуется с учетом обязательного резервирования. Поэтому утверждение, приведенные на стр. 36, о вероятной потере работо-

способности ОМП из-за отказа защит, бездоказательно. Также на этой странице не уточняется, что пусковые органы должны не только своевременно обеспечивать регистрацию токов и напряжений аварийного режима, но и осуществлять конкретный выбор поврежденной ЛЭП.

5. Для оценки эффективности предложенного метода ОМП на воздушно-кабельных ЛЭП не помешал бы вывод в тексте диссертации расчетного выражения, описывающего функциональную зависимость, приведенную на рис. 2.35.

6. Различие скоростей распространения разрядных волн при КЗ даже на однородной воздушной линии зависит от канала, в котором их контролируют – «фаза-фаза» или «фаза-земля». В первом канале скорость волны практически равна скорости света, а во втором – существенно ниже. Эти данные не учтены при анализе, выполненном на стр. 31 диссертации.

7. Не совсем точен вывод о разной степени влияния недостоверности описания параметров прямой и нулевой последовательности ЛЭП на погрешность ОМП при различных видах КЗ (связанных и несвязанных с землей), поскольку при КЗ на землю в расчетах участвуют токи и напряжения всех симметричных составляющих.

8. В тексте диссертации имеется ряд поспешных обобщений, не всегда соответствующих известным данным, например, касающихся максимально возможных уровней напряжения и уровней токов КЗ в сетях различных классов напряжения, а также фатальной неизбежности повреждений ЛЭП.

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

## **6. Заключение**

Диссертационная работа «Совершенствование методов и средств определения места повреждения на линиях электропередачи для организации аварийно-восстановительных работ» является завершённой научно-квалификационной

работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний – электроэнергетики, что удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Ермаков Константин Игоревич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент

Главный эксперт отдела разработки

преобразовательной техники

Акционерного общества

«Научно-технический центр

Федеральной сетевой компании

Единой энергетической системы»

доктор технических наук,


старший научный сотрудник

Лачугин Владимир Федорович

14 марта 2022 года

Подпись Лачугина  Владимра Федоровича заверяю

Начальник  управления кадрового обеспечения

АО «НТЦ  ФСК ЕЭС»

Шестопалова Марина Александровна

Адрес АО «НТЦ  ФСК ЕЭС»

115201, Москва, Каширское шоссе, 22, корп. 3

Телефон: 8-495-727-19-09 доб. 17-55

E-mail: lachugin\_VF@ntc-power.ru