

## ОТЗЫВ

Официального оппонента, доктора технических наук, профессора

**Германа Леонида Абрамовича**

на диссертацию Муратовой-Милехиной Анны Сергеевны

«Разработка инновационной технологии определения места короткого замыкания тяговой сети переменного тока», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.02.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»

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

Устойчивое короткое замыкание в тяговой сети сопровождается задержкой поездов. Поиск места короткого замыкания может длиться долго. Решению этой проблемы посвящено много работ.

В представленной диссертационной работе предложен новый способ - поиск повреждения за счёт применения компьютерных технологий. Этот способ сокращает время на поиск повреждения, что позволяет считать представленную диссертационную работу актуальной.

### **2. Общая характеристика работы**

Диссертационная работа Муратовой-Милехиной А.С. состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка и пяти приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели, задачи, научная новизна, методы исследования, практическая значимость работы.

Первая глава посвящена проблеме определения места устойчивого короткого замыкания тяговой сети. Подробно рассмотрены отечественные и зарубежные существующие методы определения места короткого замыкания. Сделано заключение о том, что, во-первых, в этих методах недостаточно отражены неоднородности структуры тяговой сети, что сказывается на точности определения места короткого замыкания. Во-вторых, аналитические выражения указания места короткого замыкания достаточно сложны и для их практического применения требуется измерение многих параметров или их косвенное вычисление методом последовательных приближений.

Вторая глава посвящена аналитическому анализу факторов, влияющих на параметры короткого замыкания. Отмечено, что определение удаленности места повреждения в тяговой сети до настоящего времени базируется, в основном, на получении информации о параметрах петли короткого замыкания. В диссертации уделено достаточно много места исследованию влияния дуги на параметры петли короткого замыкания. Найдены условия, при которых дуга может изменять индуктивную составляющую сопротивления петли короткого замыкания. Показано, что дуга создаёт условия нелинейности параметров петли короткого замыкания. Случайный характер переходного сопротивления дуги приводит к случайному значению численных значений параметров петли короткого замыкания. Исследовано также взаимное влияние параметров петли короткого замыкания. Результаты исследований были учтены автором диссертации при разработке способа определения места короткого замыкания.

В заключении главы автор диссертации делает вывод о том, что необходим новый подход к разработке такого метода, который объединит все параметры петли короткого замыкания с учётом влияния дуги на их численные значения. Кроме того, метод должен учитывать неоднородности тяговой сети и этим максимально приблизить модель к реальным условиям.

Третья глава посвящена компьютерному моделированию тяговой сети. Приведены требования, которым должна отвечать такая модель. За основу моделирования приняты Matlab и матричный анализ. Построена компьютерная модель с учётом неоднородностей тяговой сети однопутного участка, результаты моделирования на которой соответствуют результатам, полученным на реальном аналогичном участке.

Проведён сравнительный анализ влияния неоднородностей тяговой сети при различной степени детализации схем питания и инфраструктуры без дуги и с дугой.

Представляют интерес результаты при близких коротких замыканиях, когда увеличение тока в рельсах изменяет погонное сопротивление рельсов и оно не соответствует среднему значению, полученному с учётом коэффициента утечки тока. Компьютерное моделирование позволяет решить эту проблему путём моделирования рельсовой цепи, балластной призмы и земли. В диссертации приведены погрешности определения места КЗ, если не учитывать утечку тока.

Моделирование системы с экранирующим и усиливающим проводом показывает тенденцию уменьшения значения всех параметров петли КЗ по сравнению с обычной схемой питания.

Четвёртая глава посвящена разработке нового метода определения места короткого замыкания. Следует согласиться с автором диссертации, что определение места короткого замыкания является многофакторной, многопараметрической задачей, решение которой должно базироваться на применении современных компьютерных технологий.

В диссертационной работе предложен метод, при котором случайные значения сопротивлений дуги могут быть учтены. Для этой цели предложено использовать теорию распознавания образов. Сущность этой теории состоит в том, что в момент короткого замыкания параметрами петли короткого замыкания фиксируется один образ. Сравнивая этот образ с элементами рассчитанной матрицы, находят место короткого замыкания. На этот способ автором диссертации получен патент.

### **3. Достоверность научных положений и рекомендаций.**

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью разработанных моделей тяговой сети, использованием положений базовых фундаментальных наук, сходимостью результатов расчетов с экспериментальными данными, которые были получены при проведении экспериментальных коротких замыканий на действующем участке железной дороги.

### **4. Значимость полученных результатов для науки и практики**

Разработан новый метод определения места короткого замыкания, базирующийся на современных компьютерных технологиях, который позволяет

решить практическую задачу – ускорить время поиска места короткого замыкания контактной сети и сократить время задержки поездов.

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

Математическая основа предложенного метода определения места короткого замыкания построена на теории распознавания образов, поскольку каждое место короткого замыкания имеет некоторый образ в виде множества параметров, характерных для этого места. Одним из таких признаков явилось сопротивление дуги, которое имеет случайный характер. Используя теорию распознавания, образов удалось преодолеть эту неопределённость.

#### **6. Научная новизна результатов работы**

Разработан новый способ определения места короткого замыкания в тяговой сети переменного тока и на этой основе реализована детализированная компьютерная модель тяговой сети, которая позволяет с большей точностью определять место короткого замыкания. На новый способ получен патент на изобретение.

#### **7. Полнота изложения материала диссертации в работах, опубликованных соискателем, в том числе рекомендованных ВАК.**

Результаты работы достаточно полно представлены в публикациях соискателя. По материалам диссертации опубликовано 15 печатных работ, в том числе 4 в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, получен 1 патент РФ на изобретение. Материалы диссертации были доложены на международных и всероссийских конференциях.

#### **8. Соответствие автореферата и диссертации паспорту научной специальности.**

Содержание диссертационной работы Муратовой-Милехиной А.С. соответствует паспорту научной специальности 05.22.07–«Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация»: п. 2 - в части «Системы электроснабжения железных дорог и метрополитенов», п. 3 - в части «Техническая диагностика подвижного состава и систем электроснабжения. Системы автоматизации процессов технической диагностики этих объектов», п.4 - в части «Улучшение эксплуатационных показателей подвижного состава и устройств электроснабжения».

#### **9. Соответствие текста диссертации и автореферата**

Текст автореферата соответствует тексту диссертации и её содержанию. В реферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показан вклад автора в проведенное исследование, отражена степень новизны и практической значимости результатов исследования.

#### **10. Основные замечания по работе**

1.Глава 1. п.1.1.Не ясно, по каким показателям метод «Х» уступает методу «С».

2. Глава 4, рис.4.3.Какими численными значениями следует заполнять столбец  $R_d$ ?

3. Глава 4, п. 4.5, Чем можно обосновать целесообразность применения метода «С» в составе технических средств ИнТер-27,5.

4. Глава 4, п. 4.6 Не ясно, влияет ли токовая нагрузка на метод «С»

5. Глава 2. Сомнительно исследование влияния уравнивающего тока на электромагнитные процессы в активном переходном резисторе ( $R_{пер}$ ) в точке короткого замыкания, так как по закону Кирхгофа уравнивающий ток в  $R_{пер}$  равен нулю.

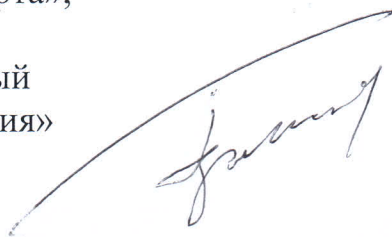
6. Глава 1. Анализируя все способы ОМП, автор, к сожалению, не рассматривает мощный критерий по балансу реактивной мощности, применяемый в энергосистемах, который позволяет изъять из расчетов ОМП переходное сопротивление, дающее наибольшую погрешность в расчетах ОМП – а именно, «реактивная мощность в точке КЗ равна нулю».

### 11. Заключение по диссертации

Диссертация Муратовой-Милехиной Анны Сергеевны «Разработка инновационной технологии определения места короткого замыкания тяговой сети переменного тока» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное практическое значение для сокращения времени на поиск места повреждения в контактной сети железной дороги.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Муратова-Милехина Анна Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Техника и технологии  
железнодорожного транспорта»,  
филиал ФГБОУ ВО  
«Самарский государственный  
университет путей сообщения»  
в г. Нижний Новгород



Герман Леонид Абрамович  
22 ноября 2021 г.

адрес: 603011, г. Нижний Новгород,  
Комсомольская пл., д. 3,  
филиал ФГБОУ ВО СамГУПС  
тел.: 8-908-769-94-26  
e-mail: lagerman@mail.ru

Горшков Алексей Терман, Л.А.  
Заведующий  
ОТДЕЛ КАДРОВ  
О.М. ЗОЧЕРОВА

