Соколов Михаил Борисович. Методы и алгоритмы процессного моделирования тональных рельсовых цепей в системах управления движением поездов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.22.08 / Соколов Михаил Борисович; [Место защиты: Петерб. гос. ун-т путей сообщ.]. - Санкт-Петербург, 2013. - 184 с. : ил. РГБ ОД, 61:13-5/1884

Петербургский государственный университет путей сообщения

Министерства путей сообщения Российской Федерации

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ПРОЦЕССНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИ-

ЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

Специальность 05.22.08 - Управление процессами перевозок

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2013

В работе рассмотрены вопросы разработки процессной модели анализа тональной рельсовой цепи и ее использование для анализа работы при отказах элементов цепи.

Проведен анализ существующих методов анализа рельсовых цепей.

Предложен метод и алгоритмы процессной модели тональной рельсовой цепи, позволяющий проанализировать изменение и преобразование непрерывного сигнала в каждой промежу-точной точке модели в графическом и численном виде.

На основе предложенного метода разработана концепция процессной модели, согласно кото¬рой математически описаны блоки и элементы тональной рельсовой цепи.

Предложена методика натурных измерений и методика получения параметров изменения сигнала рельсового четырехполюсника.

Проведены серии экспериментов и апробация модели на тестовом перегоне.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ХАРАКТЕ-РИСТИК ТРЦ 11

1.1 .Актуальность проблемы анализа ТРЦ 11

1.2. Современное состояние проблемы анализа ТРЦ 16

1.2.1. Характеристика ТРЦ как объекта моделирования 16

1.2.2. Современное состояние методов анализа РЦ 18

1.2.3. Выбор метода моделирования 20

Выводы и постановка задачи исследования 28

2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ ТРЦ 30

2.1 .Метод построения процессной модели анализа характеристик ТРЦ 30

2.1.1. Формулирование метода построения процессной модели 3 0

2.1.2. Обеспечение выполнения требований к модели ТРЦ 31

2.2. Синтез математической модели ТРЦ 33

2.2.1. Модель генератора ТРЦ З 3

2.2.2. Модель фильтра ТРЦ 35

2.2.3. Модель элементов схемы кодирования 37

2.2.4. Модель кабельной линии 37

2.2.5. Модель аппаратуры согласования и защиты 39

2.2.6. Модель рельсовой линии 41

2.2.7. Модель аппаратуры согласования и защиты на релейном конце 45

2.2.8. Модель кабельной линии на релейном конце 46

2.2.9. Модель схемы кодирования на релейном конце 47

2.2.10. Модель уравнивающего трансформатора 47

2.2.11. Модель путевого приемника 48

2.2.12. Модель путевого реле 52

2.3. Формализованная схема отказов 53

2.4. Синтез функциональной схемы модели ТРЦ 57

Выводы по второму разделу 61

3. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ АНАЛИЗА ТРЦ 63

3.1.Определение структуры инструментального средства моделирования ТРЦ 63

3.2. Блок-схема инструментального средства моделирования ТРЦ 71

3.3. Составление алгоритмов построения модели по блок-схеме инструменталь-ного средства моделирования ТРЦ 76

3.3.1. Алгоритм нормального режима работы ТРЦ 76

3.3.2. Алгоритм шунтового режима работы ТРЦ 79

3.3.3. Алгоритм контрольного режима работы ТРЦ 82

3.3.4. Алгоритм работы ТРЦ в режиме автоматической локомотивной сиг-нализации 84

3.3.5. Алгоритм работы ТРЦ в режиме короткого замыкания АЛС 88

3.4.Оптимизация работы модели 89

3.5. Методика построения алгоритма моделирования неисправностей 92

Выводы по третьему разделу 94

4. ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛИ ТРЦ

4.1 .Калибровка модели ПМТРЦ 95

4.1.1. Разработка методики и уточнение характеристик отдельных устройств

ТРЦ 96

4.1.2. Разработка методики проведения натурных измерений в ТРЦ 100

4.1.3. Результаты натурных измерений токов и напряжений в контрольных

точках ТРЦ 103

4.2.Разработка методики и проведение имитационных экспериментов на ПМТРЦ 104

4.2.1. Нормальный режим работы РЦ 104

4.2.2. Результаты расчета режимов шунтового, контрольного, АЛС,

КЗАЛС 105

4.2.3. Результаты расчета регулировочных таблиц АРМ-ТРЦ и ГТСС 107

4.3. Комплексный анализ полученных результатов в ПМТРЦ 108

4.4.Оценка работы модели рельсовой цепи при отказах элементов 110

4.5. Анализ работы рельсовой цепи методом ПМТРЦ при критических значени¬ях параметров элементов, с целью оценки возможности возникновения опасно¬го отказа 113

Выводы по четвертому разделу 119

5. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕСТОВОГО ПЕРЕГОНА С

ПРИМЕНЕНИЕМ ПМТРЦ 120

5.1 .Методика составления регулировочных таблиц 120

5.2. Результаты расчета регулировочных характеристик ТРЦ н1п-нЗп 123

5.2.1. Исходные данные для расчета 123

5.2.2. Таблицы расчетных значений коэффициентов передачи 123

5.2.3. Уровни напряжения и тока в контрольных точках 126

5.2.4. Графики сигналов ТРЦ в точках тестового перегона 127

5.3. Оценка отказов элементов ТРЦ 130

Выводы по пятому разделу 133

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 134

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 13 5

ПРИЛОЖЕНИЯ 143

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. 144

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. 152

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. 154

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. 166

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. 168

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. 169

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**На основании теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в диссертационной работе, получены следующие основные результаты и выводы**

1. **Обоснована необходимость разработки процессной модели анализа ТРЦ и ее воз­можность использования для анализа работы при отказах элементов цепи.**
2. **Оценка существующих методов анализа рельсовых цепей показала, что ни один из них не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к модели ТРЦ.**
3. **Определена концепция процессной модели, согласно которой математически опи­саны блоки и элементы тональной рельсовой цепи.**
4. **Построены блок-схемы алгоритмов процессной модели реализации ее представле­ния на основе математического пакета MathCad.**
5. **Предложенный метод процессного моделирования позволяет отображать измене­ние и преобразование сигнала ТРЦ в каждой промежуточной точке модели в графическом и численном виде.**
6. **Достоверность разработанной модели и алгоритмов подтверждена проведенными экспериментальными исследованиями на станциях Славянка и Сортировочная Октябрьской железной дороги и в Дорожной лаборатории.**
7. **Адекватность модели доказана методом сравнения результатов натурных измере­ний с результатами моделирования ПМТРЦ-М.**
8. **ПМТРЦ — М может применяться для решения следующих практических задач:**
9. методологическое обеспечение измерений параметров ТРЦ;
10. усовершенствование конструкции действующих и вновь проектируе­мых элементов ТРЦ;
11. анализ работоспособности ТРЦ в нормальных условиях и в условиях проявления отказов;
12. синтез регулировочных характеристик ТРЦ;
13. формирование базы образов нормально работающих и отказавших ТРЦ

для повышения эффективности системы АПК-ДК;

1. разработка обучающего комплекса в составе АОС - ШЧ “Тональные

рельсовые цепи” на основе ПМТРЦ.