

УДК.621.316.925.1

## ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И РЕЗЕРВОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ РЕЛЕЙНЫХ ЗАЩИТ ФИДЕРОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Фареный В.В., студент гр. СОД.1-19-1, V курс

Научный руководитель: Востриков М.В., к.т.н., ст. преподаватель

Забайкальский институт железнодорожного транспорта –  
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ЗабИЖТ ИрГУПС)  
г. Чита

Устройства релейной защиты фидеров контактной сети переменного тока (РЗ ФКС ПТ) предназначены для защиты электрооборудования стационарных и передвижных объектов железнодорожного транспортного комплекса и являются неотъемлемой частью процесса управления режимами ведения поездов.

Несмотря на уже достаточно широкое распространение терминалов микропроцессорных релейных защит (МРЗ) [1, 2, 3], их алгоритмы работы заимствованы от предшествующих полупроводниковых и электромеханических, что затрудняет полноценное использование полного спектра программных и аппаратных возможностей микропроцессора (рисунок 1).



Рисунок 1 - Классификация устройств релейной защиты фидеров контактной сети переменного тока (ФКС ПТ)

Статистический анализ аварийных отключений МРЗ за пятилетний период на ряде дистанций электроснабжения Забайкальской железной дороги (ЗабЖД)

показал, что на отключения по неустановленным причинам приходится до 26-27 % от их общего числа. Аварийные отключения МРЗ, в том числе и по неустановленным причинам, приводят к нарушениям процесса организации движения поездов, снижению пропускной способности участков, уменьшению коммутационного ресурса электрооборудования тяговых подстанций и постов секционирования.

В процессе имитационного моделирования тягового расчета в программном комплексе «КОРТЭС» [4] при анализе реальных поездных ситуаций, приведших к аварийному отключению устройств МРЗ, авторами получено экспериментальное подтверждение, что предпосылками части аварийных отключений МРЗ по неустановленным причинам могут являться пусковые и переходные токи, протекающие в контактной сети (рисунок 2).

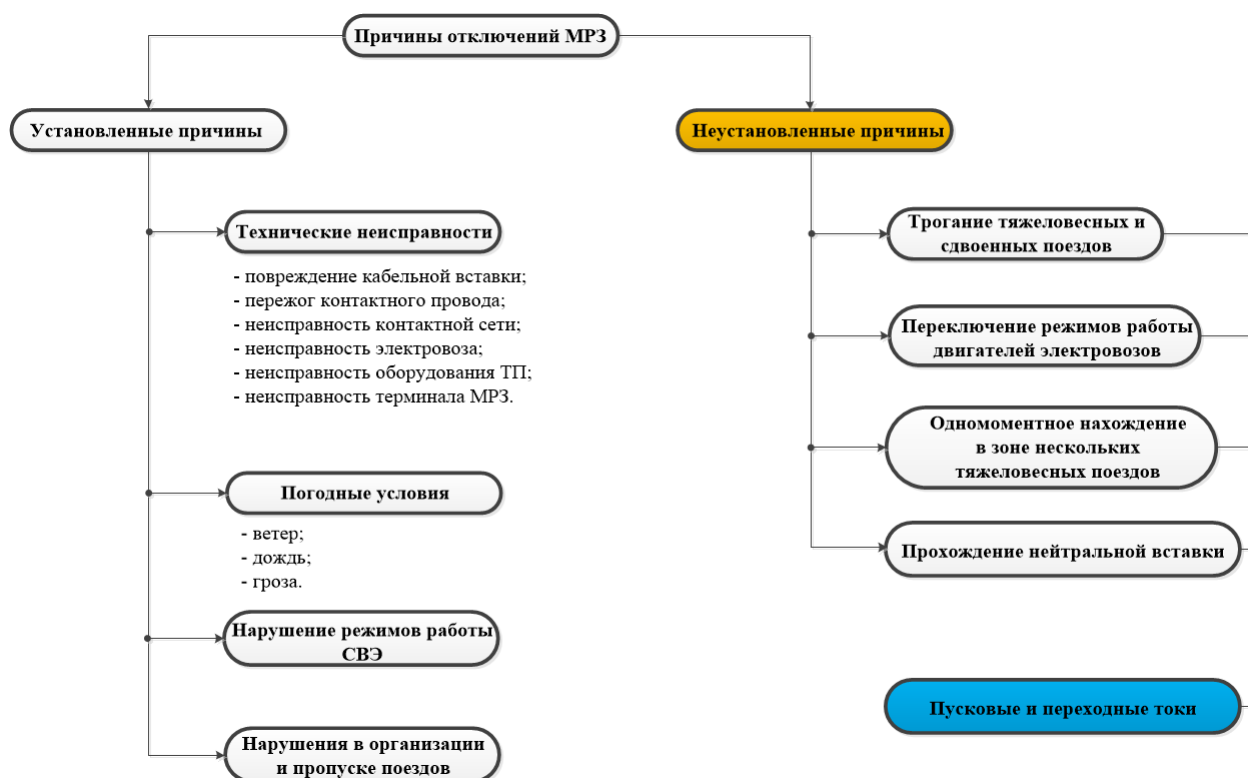
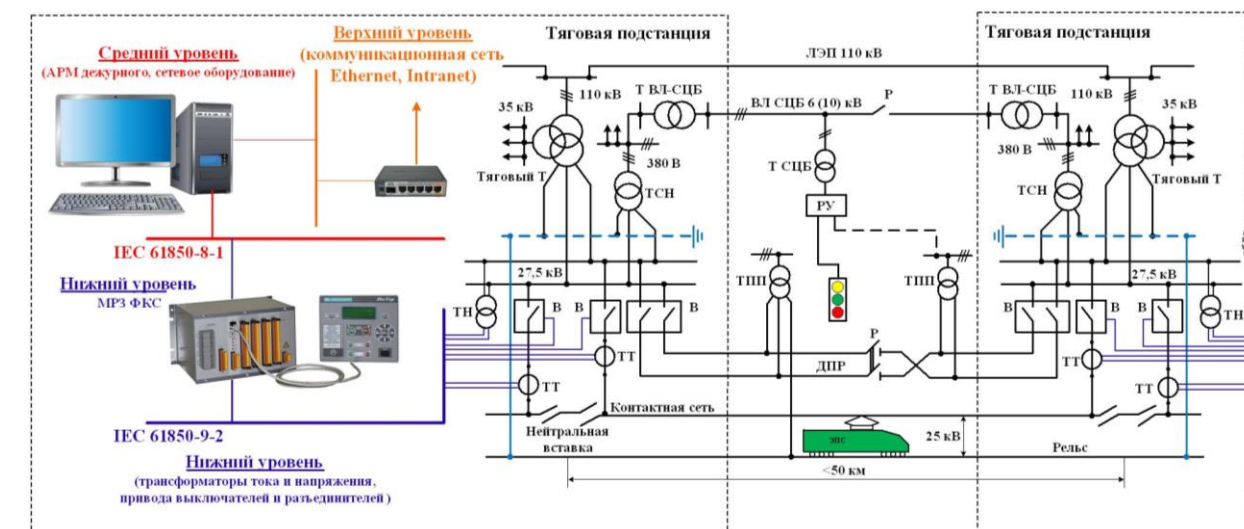


Рисунок 2 - Уточнение классификации причин аварийных отключений МРЗ с учетом выявленных предпосылок и факторов

Стратегия улучшения показателей энергоэффективности перевозочно-го процесса предъявляет особые требования к ее оснащению эффективными техническими средствами и автоматизированными технологическими системами [5]. Одной из таких систем является МРЗ, которая включается в автоматизированную систему управления тяговой подстанции (АСУ ТП) в качестве подсистемы нижнего уровня. АСУ ТП, в свою очередь, является неотъемлемой частью структуры процесса управления режимами ведения поездов (рисунок 3).



ТП – тяговая подстанция; ТТ – трансформатор тока; ТН – трансформатор напряжения; В – выключатель; Р – разъединитель

Рисунок 3 - МРЗ ФКС в составе нижнего уровня АСУ ТП

При анализе работы применяемых на ЗабЖД терминалов МРЗ выяснилось, что они имеют ограниченную возможность регистрации и сохранения информации о случаях аварийных срабатываний. Запись осциллограмм производится только в моменты аварийного срабатывания МРЗ и в ограниченном количестве [6].

Проведенные ранее исследования показали, что сжатие и хранение большого объема измеренных осциллограмм в онлайн режиме оптимально осуществлять методом сплайн-интерполяции по сравнению с известными алгоритмами сжатия и представления графической информации MPEG4, DivX 5.x, JPEG, JPEG2000 [7, 8].

С целью непрерывного сбора, обработки и хранения контролируемых МРЗ электрических параметров в виде непрерывных функций во времени для организации возможности анализа срабатываний, связанных с пусковыми и переходными токами предлагается автоматизированная система непрерывного мониторинга со сжатием контролируемых МРЗ электрических параметров и с их одномоментной привязкой к графику исполненного движения поездов.

Измерение контролируемых сигналов тока и напряжения предложено производить независимым многоканальным цифровым осциллографом с дальнейшим сжатием и сохранением данных на ПЭВМ дежурного персонала тяговой подстанции синхронно с данными о текущей поездной ситуации, передаваемых по цифровому информационному каналу «ГИД» [9] (рисунок 4).

Алгоритм предлагаемого непрерывного мониторинга со сжатием сплайн-интерполяцией контролируемых МРЗ электрических параметров (на основе сплайнов Акима) заключается в представлении измеренных осциллограмм в виде полиномов третьей степени, определенных на отдельных частных отрезках, образующих непрерывную гладкую функцию за счет приближения участков склейки к прямой линии (рисунок 5).

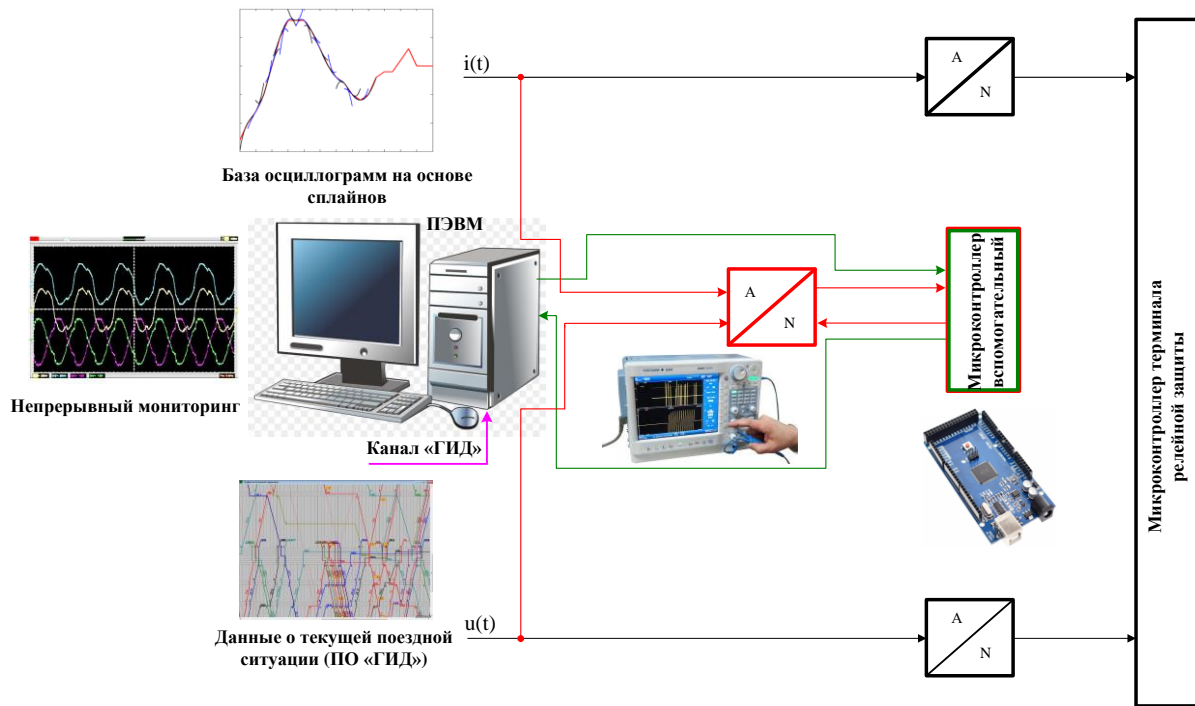


Рисунок 4 - Структурная схема автоматизированной системы управления процессом непрерывного мониторинга со сжатием контролируемых МРЗ электрических параметров с их одномоментной привязкой к графику исполненного движения поездов (каналу «ГИД»)

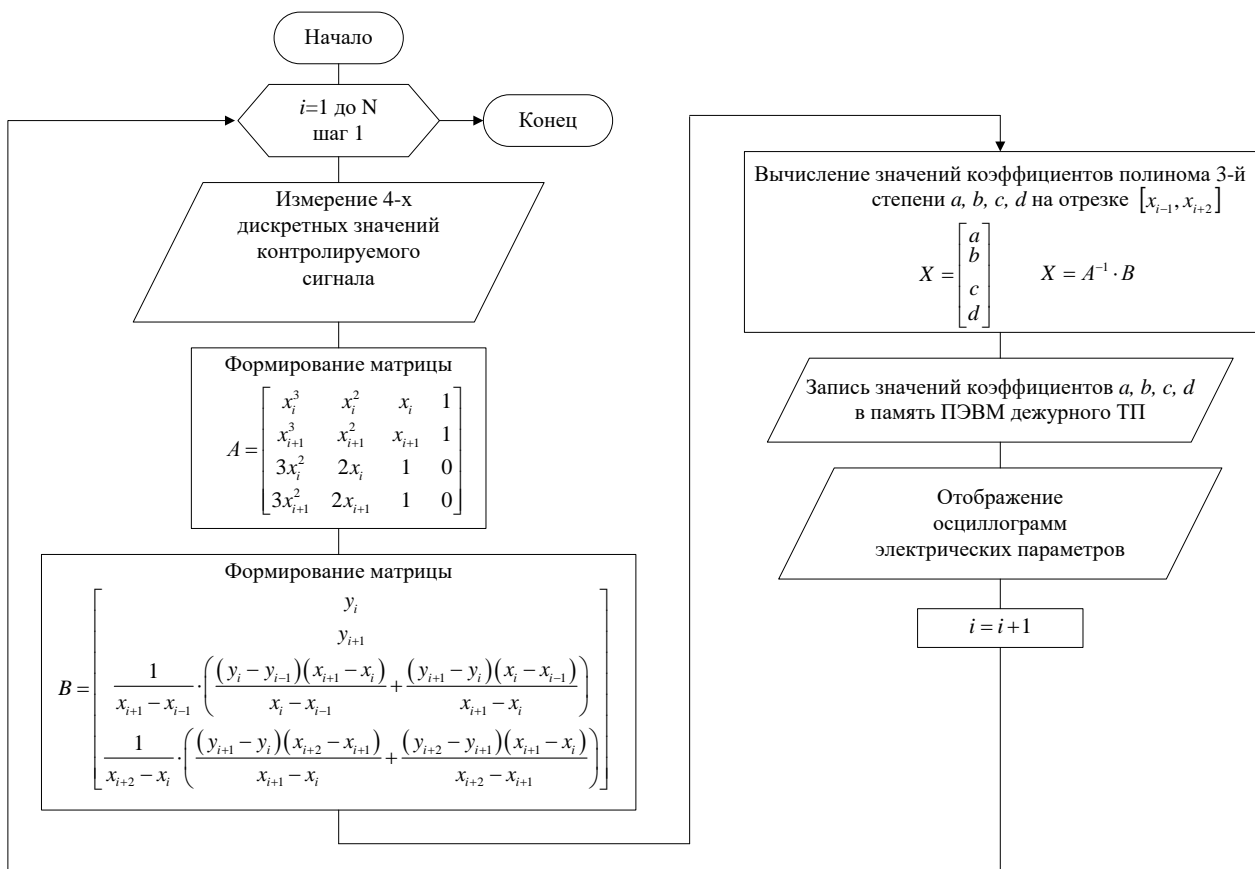


Рисунок 5 - Алгоритм непрерывного мониторинга со сжатием сплайн-интерполяцией контролируемых МРЗ электрических параметров

В дальнейшем планируется продолжить разработку алгоритмов и программно-аппаратных средств, направленных на эффективную отстройку от кратковременных пусковых и переходных токов, являющихся основной причиной непрогнозируемых срабатываний устройств релейной защиты с целью снижения общего числа аварийных отключений.

#### Список литературы:

1. ДИВГ.648228.070-12 РЭ. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-ФКС. Руководство по эксплуатации. НТЦ «Механотроника» 01.02.2016 г. – 64 с.
2. АВ093-00-000-00\_01 РЭ. Терминал интеллектуальный присоединений 27,5 кВ ИнТер-27,5-ФКС. Руководство по эксплуатации. - 83 с.
3. 1СР.251. 249-02РЭ. Устройство цифровой защиты и автоматики фидера контактной сети ЦЗА-27,5-ФКС. Руководство по эксплуатации. – 71 с.
4. Комплекс программ для расчётов систем тягового электроснабжения. Тяговые расчеты. Trelk. Руководство пользователя. М.: АО «ВНИИЖТ», 2018. – 18 с.: цв. ил.
5. Распоряжение ОАО «РЖД» от «15» декабря 2011 г. № 2718р «ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ ХОЛДИНГА «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ» НА ПЕРИОД ДО 2015 ГОДА И НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2030 ГОДА». – М. 2011. – 97 с.: ил.
6. АСУ ФКС-2. ЗВР v 125-0572. Инструкция по работе с программой АСУ-ФКС2. ООО «НИИЭФА-ЭНЕРГО» 21.03.2014 г., С. Петербург. – 14 с.
7. Дашян, А. А. Численный метод интерполирования функции сплайнами и вычислительный эксперимент / А. А. Дашян, В. И. Наац // Естественные науки - основа настоящего и фундамент для будущего: Материалы VI-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета «Университетская наука - региону», Ставрополь, 02–27 апреля 2018 года. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. – С. 74-77.
8. Халилов, С. П. Повышение эффективности цифровой обработки сигналов на основе сплайн-функций / С. П. Халилов, А. Э. Мирзаев // Big Data and Advanced Analytics. – 2020. – № 6-2. – С. 156-164.
9. <http://gidural.ru/doku.php> - ГИД "Урал-ВНИИЖТ" [ГИД УРАЛ-ВНИИЖТ: Справочная система] (gidural.ru) (дата обращения 25.03.2024 г.).