



подходе поезда на станцию В, предлагает такое решение: за счет изменения порядка операций по обработке проходящего поезда модифицируется технологическая цепочка, в результате сокращение отклонения на станции В получается равным 5 минут. В итоге общее время отклонения поезда по полигону получается  $12 - 5 = +7$  минут.

Показанный пример является в некоторой степени условным, так как не учитывает реальные операции с поездами и вагонами, в отношении которых возможны иные управляющие воздействия, например, смена нумерации поездов или отправление одного поезда по нитке другого и др.

Предложенные в настоящей работе принципы управления реализованы авторами в прототипе системы по управлению эксплуатационной работой (см. доклад «О роли граничных условий в проектировании эксплуатационной работы»).

### Литература

1. Лысков М.Г., Ольшанский А.М. О некоторых подходах к прогнозированию прибытия поездов на сортировочные станции. // Вестник транспорта Поволжья. 2014. №4(46). – Самара, РИО СамГУПС, 2014, с.74-81.
2. Ольшанский А.М. Система поддержки принятия решений для управления железнодорожными грузовым фронтом в транспортном подразделении промышленного предприятия. Автореферат дис... тех. наук. // Самара, изд-во СамГТУ, 2011. – 32 с.
3. Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах: учебное пособие. – М.: Высш.шк., 2003. – 583 с. – ISBN 5-06-004136-0.

А.Г. Исайчева, А.Е. Тарасова

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СТАНЦИОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Основное назначение токопроводящего рельсового стыка (ТПС) - выравнивание сопротивления рельсовой линии сигнальному и тяговому току в местах стыкования рельсовых звеньев. ТПС является важным звеном систем контроля рельсовых линий (СКРЛ) от надежной работы которых, зависит безопасность функционирования железных дорог [1, 2].

С учетом того, что для процесса регулирования движения поездов необходимо исключить отказы и сбои в работе эксплуатируемых станционных информационных систем, становится очевидным необходимым требование – прогнозирование отказов. Это требование особо важно для диагностирования и прогнозирования сопротивления токопроводящих рельсовых стыков – элементов СКРЛ. Данная проблема становится более актуальной с ростом скорости движения поездов, на некоторых участках уже сейчас она достигает



200 – 300 км/ч, и массы проходящей на ось железнодорожного состава до 30 тон. При этом, существенно увеличивается динамическая нагрузка, которую испытывает ТПС, что приводит, к тому, что более 15% из всего потока отказов станционных систем автоматики и телемеханики происходит при обрыве стыкового соединителя.

Анализ динамики отказов устройств станционных систем автоматики по элементам в период с 2011 по 2015 гг. показывает, что распределение происходит одинаково, хотя наблюдается уменьшение их числа, но динамика снижения недостаточна. Это связано с тем, что техническое обслуживание заключается в выполнении графика техпроцесса, регламентирующий периодичность и виды работ по ремонту и обслуживанию СКРЛ, направленные на предупреждение и выявление возможных неисправностей. Устранение отказа происходит с последующим исследованием и выявлением причины [3, 4].

Территориальное расположение токопроводящих рельсовых стыков в значительной степени усложняет процесс выявления и устранения отказов из-за значительных расстояний, которые необходимо преодолевать обслуживающему персоналу для устранения неисправностей, что влияет на восстанавливаемость работоспособности.

Восстанавливаемость работоспособности элементов станционных информационных систем представляет собой функцию случайных величин и зависит от технической оснащенности участков, срока и условий эксплуатации устройств и составляет от 0,6 до 4,2 ч. Использование устройств мониторинга и диагностики состояний элементов позволяет на 30% сократить время восстановления.

Мониторинг и диагностику состояний токопроводящих стыков можно проводить тестовым диагностированием, выполняемым в специальных режимах, и функциональным диагностированием, осуществляемым непосредственно в процессе эксплуатации контролируемого объекта [5, 6].

Используемые в настоящее время устройства диагностики и мониторинга станционных информационных систем способны дать представление о работоспособности целиком всей системы, а более детальное исследование причин возникновения дефекта не представляется возможным.

Разработанное устройство относится к классу функционального диагностирования и направлено на устранение данного недостатка, при этом диагностирование состояний сопротивлений ТПС - элементов станционных информационных систем, осуществляется в процессе функционирования систем контроля рельсовых линий, когда на ее вход поступает только напряжение источника опроса рельсовых линий с целью определения состояний рельсовых линий: свободны, заняты или неисправны.

Результаты измерений параметров являются основным источником информации об их реальном состоянии и функциональных возможностях.

В качестве информативных признаков при функциональном диагностировании эффективнее использовать рабочие параметры СКРЛ, а именно: амплитуды и фазы напряжений на выходе рельсовой линии, а также дополнительные



признаки состояний, позволяющие увеличить глубину диагностирования – амплитуды и фазы напряжения и тока на входе рельсовой линии.

Процедура функционального диагностирования станционных систем автоматики и телемеханики осуществляется сравнением текущего состояния объекта с пространством исправного состояния по алгоритму:

- при нормальном функционировании устройства осуществляется непрерывный прогноз ресурса объекта диагностирования;
- в случае равенства пространству исправного состояния осуществляется диагностирование объекта;
- при ухудшении текущего значения определяется место отказа, за этим следует непосредственное восстановление работоспособности системы.

Для разработки математических моделей порождения диагностических признаков станционных рельсовых цепей в работе предложен метод редукции импедансных параметров четырехполюсников.

Суть методики заключается в последовательном определении входных параметров нагруженных четырехполюсников, начиная с релейных концов, нагруженных на пассивные двухполюсники:

$$Z_v = F[Z_{v_i}(\Theta_i), Z_{v_j}(P_j), \dots, Z_{v_k}(Y_k)], i, p, \dots, k \in M,$$

Формирование математических моделей осуществляется с использованием входных рабочих параметров.

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_j &= F[Z_{v_j}, r_j(t), z_k(t), \ell, f], & j \in \{\bar{1}, \bar{h}\} \\ \bar{I}_j &= F[Z_{v_j}, r_j(t), z_k(t), \ell, f], & j \in \{\bar{1}, \bar{h}\} \end{aligned} \right\}$$

Для всех сопротивлений стыков и сопротивлений изоляции рельсовых линий.

$$\left. \begin{aligned} z_k(t), & \quad \forall k \in \{min, max\}, \\ r_j(t), & \quad \forall j \in \{min, max\}. \end{aligned} \right\}$$

где матрицы  $\|A\|, \|A_j\|, \|A_k\|$ , - параметры четырехполюсников рельсовых линий.

Для проведения численного моделирования в классический алгоритм расчета параметров СКРЛ добавлены цикл по изменению координаты и величины сопротивления токопроводящего стыка.

С использованием математического пакета Mathcad и разработанной процедуры формирования диагностирующих функций восстановлено семейство индивидуальных диагностирующих функций для всех сегментов подклассов маршрутов диагностирования. По результатам проведенного моделирования предложенной дискретно распределенной DRL – моделью рельсовой линии и известной моделью с равномерно распределенными параметрами RRL – моделью рельсовой линии определено, что максимальная относительная погрешность моделей составила не более 1,8%. Это констатирует факт адекватности DRL и RRL – моделей, и подтверждает возможность исследования информативных признаков разработанной DRL – моделью.



### Литература

1. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] / Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Шаманов / Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2003. – 263 с.
2. Дмитренко, И.Е. Техническая диагностика и автоконтроль систем железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] / И.Е. Дмитренко – М.: Транспорт, 1986. – 144 с.
3. Сизов, К.В., Анализ причин отказов классификаторов состояний рельсовых линий [Текст] / К.В. Сизов, Е.М. Тарасов // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. №6-1(37). С. 76-78.
4. Тарасов, Е.М. Анализ дестабилизирующих воздействий на рельсовые линии и принцип обеспечения инвариантности классификатора [Текст] / Е.М. Тарасов, А.С. Белоногов // Вестник СамГУПС. 2013. №4. С. 60-65.
5. Железнов, Д.В., Концепция мониторинга и диагностики состояний токопроводящих стыков [Текст] / Д.В. Железнов, А.Г. Исайчева // Вестник транспорта Поволжья. 2015. №4(52). С. 15-17.
6. Березин, С.А. Представление признаков пространства объекта в самоорганизующейся системе технической диагностики [Текст] / С.А. Березин // Методы исследования технической устойчивости и качественных свойств систем железнодорожного транспорта: Межвузовский сборник научных трудов. – М.: РГОТУПС МПС РФ, 2003. – С. 10-14.

Н.П. Кислинский, М.В. Медведев

### ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕРЕОСИСТЕМЫ ВИДЕОКАМЕР

(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева-КАИ)

С развитием информационных технологий и средств видеонаблюдения появилась возможность получать видеоданные от систем, состоящих из двух и более оптических датчиков. В отличие от машинного зрения, основанного на использовании одной камеры, стереозрение, в определенной степени повторяя особенности человеческого зрения, позволяет компьютеру получать информацию не только о цвете и яркости объекта, но и о расстоянии до него. Это дает возможность обойтись без использования разнообразных дорогостоящих датчиков измерения расстояний, снижая таким образом себестоимость технического решения, что в ряде задач, связанных с робототехникой, является критичным условием. Визуализировав полученные данные, можно приметить их в различных целях, как для обучения и развлечения (системы расширенной и виртуальной реальности), так и для последующей обработки и принятия решений о возможных манипуляциях с объектом.