

- резервируемые автоматизированные рабочие места дежурного по станции и электромеханика СЦБ;
- аппаратура контроля свободности участков пути и схемы увязок.

Все эти компоненты составляют единую структуру, которая также объединяет наполное оборудование, её работу обеспечивает вычислительный комплекс МПЦ-И. Мы проектируем информационно-управляющие системы любой сложности и конфигурации. Технология управления группой малых станций с одной или нескольких опорных позволяет не только снизить единовременные капиталовложения при строительстве, но и существенно уменьшить эксплуатационные расходы за счёт сокращения дежурных по станциям.

На сегодняшний день более 30 заказчиков в России и за рубежом эксплуатируют МПЦ-И, оборудовано более 60 станций, в том числе 22 станции на 6 дорогах ОАО «РЖД». Организовано регулярное обучение работников хозяйств Ш и Д, а также проектировщиков сторонних организаций. Имеются утверждённые Типовые материалы по проектированию МПЦ-И.

Взаимодействие с потребителем по вопросам качества продукции проводится на этапах строительно-монтажных, пусконаладочных работ и сервисного обслуживания. В процессе сервисного обслуживания после ввода объекта в эксплуатацию производятся ежеквартальные выезды на объект заказчика и выполняются работы для профилактики отказов оборудования. Производится анализ нарушений нормальной работы системы в межсервисный период, разрабатываются корректирующие мероприятия. Проводится обучение эксплуатационного и обслуживающего персонала заказчика. В гарантийный и постгарантийный периоды в сервисном центре проводится необходимый ремонт оборудования. Кроме того, для поддержки персонала заказчика, использующего МПЦ-И, в сервисном центре работает горячая линия – бесплатный круглосуточный телефон.

Параметры RAMS МПЦ-И превышают нормативные, в частности, наработка на отказ – более чем в 3 раза. За всё время эксплуатации опасных отказов МПЦ-И не было. Для управления отношением RAMS/LCC применительно к МПЦ-И используется ряд инструментов, например, технические решения с различной глубиной резервирования, интеграция смежных систем, увеличение гарантийного срока, создание региональной инфраструктуры обучения на всей сети ОАО «РЖД», мониторинг работы МПЦ-И и пожизненное авторское сопровождение. Дополнительный вклад в снижение стоимости жизненного цикла МПЦ-И и уменьшение рисков безопасности вносит автоматизация проектирования с помощью САПР, генерирующей программные модули вычислительного комплекса МПЦ-И для конкретного объекта. Данная САПР является частью внедренной в НПЦ «Промэлектроника» интеллектуальной системы поддержки жизненного цикла продукции, охватывающей разработку, проектирование, производство и эксплуатацию. Такой подход дополнительно улучшает параметры RAMS/LCC.

Всё вышесказанное позволяет при высоких значениях параметров RAMS добиться окупаемости проекта даже на малых станциях размером до 10 стрелок. В соответствии с выполненными нами для ряда заказчиков технико-экономическими обоснованиями применения МПЦ-И дисконтированный срок окупаемости проекта составляет от 2 до 4,5 лет в зависимости от размера станций и технологии работ.

УДК 656.25.071.84

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ПУТЕВОГО ПРИЕМНИКА ТОНАЛЬНОЙ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ

Г. А. ЧЕРЕЗОВ, В. Б. ЛЕУШИН

*Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

На железных дорогах стран СНГ широкое распространение получили тональные рельсовые цепи (ТРЦ), аппаратура которых выполнена на микроэлектронных элементах в неразборных блоках, имеющих ограниченный набор контрольных точек, что существенно затрудняет диагностику. Авторами работы был предложен путь к техническому диагностированию приемо-передающей аппаратуры ТРЦ [1], основанный на методе неразрушающего контроля, суть которого сводится к нахождению неисправностей в узлах и элементах аппаратуры без ее разборки.

Диагностирование проводится с использованием данных, получаемых на выходе контрольных точек путевого приемника (ПП) ТРЦ с помощью стенда для наладки и проверки аппаратуры тональных рельсовых цепей [2], а также программы представления сигнала во временной и частотной областях [3].

ПП ТРЦ типа ТРЦЗ может быть представлен с помощью логической модели в виде упорядоченного графа  $G(V, U)$  с  $n$  вершинами [4]. Вершинами графа являются блоки логической модели, а дугами – связи между блоками. Такое представление позволяет наглядно проследить взаимное влияние предыдущих выходов на последующие, определить взаимное влияние параметров и построить матрицу смежности и матрицу состояний (таблицу неисправностей).

На основании последней и анализа отказов, возникающих в аппаратуре ТРЦ по Куйбышевской железной дороге РФ, производится расчет коэффициента глубины поиска дефекта  $K_{г.п}$  [5] в относительных единицах, показывающий, сколько процентов неисправностей можно обнаружить по имеющимся контрольным точкам.

В связи с тем, что ПП ТРЦ, как объект диагностирования, может быть представлен функционально-логической или принципиальной схемой, то степень его детализации будет различна. Расчеты показывают, что коэффициент глубины поиска неисправности принимает значения для функционально-логической или принципиальной схемой  $K_{г.п} = 0,43$  и  $K_{г.п} = 1$  соответственно.

Обработка данных, получаемых с реального устройства, производится с помощью пакета MATLAB. Алгоритм диагностирования представлен на рисунке 1.

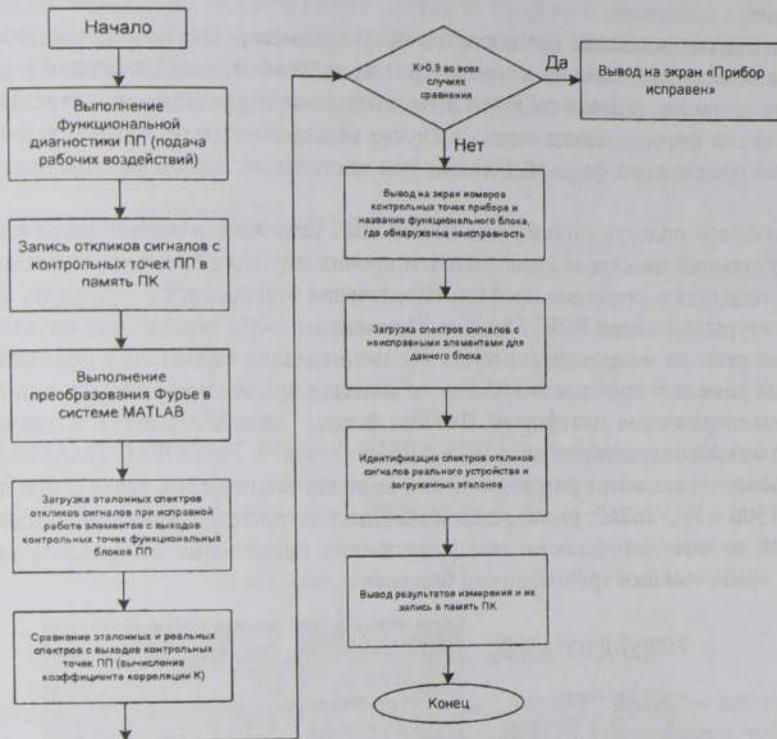


Рисунок 1 – Алгоритм диагностирования ПП ТРЦ

Идентификация спектров сигналов с выходов контрольных точек ПП ТРЦ и эталонов, представляющих собой базу данных, находящуюся в памяти ПК, осуществляется на основании вычисления коэффициента ранговой корреляции Спирмена и применения идентификационных измерений [6].

Итогом процесса диагностирования состояния элементов ПП ТРЦ является вывод графического окна, визуализированного с помощью графического интерфейса пользователя (GUI), в котором указывается локализация неисправности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Черезов, Г.А.** К вопросу о диагностировании аппаратуры тональных рельсовых цепей / Г. А. Черезов, В. Б. Леушин // Модернизация процессов перевозок, автоматизации и телекоммуникаций на транспорте : материалы межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Хабаровск, 9–10 декабря 2010 г. В 2 т. Т. 2; под ред. А. И. Годяева. – Хабаровск: ДВГУПС, 2010. – С. 139–143.
- 2 **Черезов, Г.А.** Стенд для наладки и проверки аппаратуры тональных рельсовых цепей / Г. А. Черезов, В. Б. Леушин // Патент России. № 86778.2009. Бюл. № 25.
- 3 **Черезов, Г.А.** Программа представления сигнала во временной и частотной областях / Г. А. Черезов, В. Б. Леушин. Свидетельство № 2010616070.
- 4 **Черезов, Г.А.** Определение глубины поиска неисправности при диагностировании путевого приемника тональной рельсовой цепи / Г. А. Черезов, В. Б. Леушин // Вестник транспорта Поволжья. – 2012. – № 2 (32). – С. 35–38.
- 5 **Давыдов, П. С.** Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем / П. С. Давыдов. – М.: Радио и связь, 1988. – 256 с.
- 6 **Горшенков, А. А.** Некоторые закономерности идентификационных измерений спектров сигналов / А. А. Горшенков, Ю. Н. Кликушин // Журнал радиоэлектроники. – 2011. – № 2.