



Рисунок 3

#### Список литературы

- 1 Лисенков, В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов [Текст] : учеб. для вузов. – М. : ВИНТИ РАН, 1999. – 322 с., ил.
- 2 Леушин, В. Б. Статистический анализ некоторых параметров импульсных помех от тягового тока [Текст] / В. Б. Леушин, Р. Р. Юсупов, К. Э. Блачёв // Информационные технологии в системах управления на ж.-д. трансп. : Тр. Всерос. межд. уч., науч.-практ. конф. ученых трансп. вузов, инженерных работников и представителей академ. науки. – Хабаровск : ДВГУПС, 2004. – С. 50–54.
- 3 Леушин, В. Б. Марковская модель переключений контроллера машиниста [Текст] / В. Б. Леушин, Р. Р. Юсупов // Вестник транспорта Поволжья : науч.-техн. журнал. – № 4 (28). – Самара : СамГУПС, 2011. – С. 28–36.

УДК 656.2

### О ДИАГНОСТИКЕ ЛОКОМОТИВНЫХ УСТРОЙСТВ АЛСН

*А. К. ТАБУНЩИКОВ, В. С. КУЗЬМИН*

*Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва*

*П. М. МЕРКУЛОВ*

*АО «НИИАС», г. Москва, Российская Федерация*

Количество сбоев в работе систем, построенных на базе индуктивного канала передачи информации, на сети железных дорог ОАО «РЖД» в последние годы не претерпевает значительных изменений. В первую очередь, это связано с несоответствием темпов изменения помеховой обстановки от электрического подвижного состава и методик контроля, технической диагностики и оценки помехоустойчивости бортовой аппаратуры АЛСН.

Таким образом, авторами ставится задача разработки новых методик диагностики и контроля локомотивной аппаратуры АЛСН, в том числе микропроцессорной, а также разработки критериев оценки ее помехоустойчивости.

Существующая технология обслуживания и применяемые технические средства не позволяют определить степень помехоустойчивости работы аппаратуры. Таким образом, в ряде случаев к эксплуатации допускается бортовое оборудование, помехоустойчивость которого ниже номинальной. Это приводит к сбоям в работе аппаратуры, снижению уровня безопасности движения поездов и экономическим издержкам, связанным с невыполнением нормативного графика движения поездов, дополнительным расходам на электроэнергию, топливо и др.

Технология обслуживания локомотивной аппаратуры АЛСН, предлагаемая авторами, подразумевает наличие трех этапов. На первом этапе аппаратура, поступившая в контрольный пункт, должна быть подвергнута проверке основных ее эксплуатационных параметров, например: возможности декодирования кодовых комбинаций, в том числе с предельно допускаемыми отклонениями временных параметров импульсов и пауз, величины асимметрии локомотивных приемных катушек, оценки уровня помехоустойчивости и определения блоков или элементов блоков (актуально для релейной аппаратуры), отклонение параметров которых приводит к снижению уровня помехоустойчивости ниже номинального. На основании проведенной проверки выдаются рекомендации по настройке или регулировке отдельных элементов блоков или комплекта аппаратуры.

На втором этапе производится техническое обслуживание и регулировка аппаратуры на основании полученных на первом этапе рекомендаций. Это позволит регулировать только те элементы (или их отдельные характеристики), отклонение параметров которых является причиной низкой помехоустойчивости. Таким образом, представляется возможным значительно сократить объем работ по техническому обслуживанию локомотивной аппаратуры.

На третьем этапе аппаратура подвергается контрольной проверке с выдачей заключения о ее годности к эксплуатации.

Предлагаемая технология обслуживания может быть применена как для комплектов релейной, так и для микропроцессорной аппаратуры АЛСН.

Для объективности проведения технического обслуживания локомотивной аппаратуры АЛС необходимо автоматизировать процесс проведения измерений, дополнив его испытаниями, связанными с установлением степени помехоустойчивости отдельных блоков и комплекта аппаратуры в целом.

Основным требованием к вновь разрабатываемым устройствам является исключение возможности обслуживающего персонала влиять на результаты проверки, например, изменять ее результаты в отчетной документации или производить проверку при несоответствии норме основных технико-эксплуатационных параметров испытательного оборудования.

Разработка и внедрение подобной технологии требует определения предельных отклонений параметров релейной аппаратуры АЛСН, синтеза тестовых воздействий и их проверки в условиях эксплуатации.

На основании полученных экспериментальных данных специалистами АО «НИИАС» и кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» Российского университета транспорта были построены тестовые кодовые комбинации, позволяющие определить отклонение временных параметров реле-счетчиков (для релейной аппаратуры), а также определить работоспособность локомотивной аппаратуры при временных искажениях на входе локомотивного приемника согласно принятым граничным условиям (для всех типов аппаратуры). Также тестовые кодовые комбинации позволяют определить уровень помехоустойчивости комплекта локомотивной аппаратуры.

Принцип построения тестовых воздействий основан на том, что код АЛСН является кодом с повторением, оценка правильности процесса декодирования которого производится по реле соответствия СР. За счет длительности замедления на отпускание реле СР в релейной аппаратуре АЛСН обеспечивается защита от искажений отдельных кодовых комбинаций. На штатное функционирование реле соответствия СР оказывает также влияние схема декодирования кодовых комбинаций, так как именно через контакты этих реле формируется цепочка питания во второй половине поступающих кодовых комбинаций. В ходе анализа временных диаграмм работы дешифратора было установлено, что наихудшие условия по питанию реле СР обеспечиваются при приеме кодовых комбинаций желтого огня.

Для характеристики работы релейного дешифратора в целом наиболее целесообразно ввести понятие алгоритма работы реле СР. Под алгоритмом работы реле СР понимается такой режим принятия решения о переключении огня локомотивного светофора, при котором при соблюдении номинальных величин времени импульсного питания реле СР удерживает свой якорь в течение  $N$  числа длительностей кодовых комбинаций, во время  $N - 1$  из которых на вход дешифратора сигнал не подается. Показание локомотивного светофора не должно при этом измениться.

Определение алгоритмов работы реле СР производится на основании анализа временных диаграмм работы дешифратора при различных сигнальных показаниях. Из временных диаграмм следует, что при номинальных значениях замедления реле СР (5,0–6,0 с) возможны следующие алгоритмы работы:

– штатный алгоритм (при наличии одной (первой) из числа установленных кодовых комбинаций дешифратор не должен давать сбой (изменения показания локомотивного светофора) при условии нормальной регулировки его реле и времени замедления реле СР 5,0 с (минимально допускаемое));

– возможный алгоритм (при наличии одной из установленных кодовых комбинаций дешифратор не должен давать сбой при условии нормальной регулировки реле и времени замедления реле СР свыше 5,0 с);

– алгоритмы низкой помехоустойчивости (если временные параметры реле схемы декодирования кодовых комбинаций не соответствуют норме или замедление реле СР не соответствует установленным параметрам).

На основании представленных алгоритмов работы реле СР оказывается возможным произвести классификацию дешифраторов (или комплектов аппаратуры, в том числе микропроцессорных) по степени их помехоустойчивости. Если не выполняется хотя бы один штатный алгоритм, то такой уровень соответствует низкой помехоустойчивости. Если выполняются все штатные алгоритмы, то дешифратор или комплект аппаратуры имеет номинальный уровень помехоустойчивости. Выполнение всех возможных алгоритмов работы реле СР подразумевает высокий уровень помехоустойчивости работы.

Внедрение полученных тестовых сигналов в рамках предлагаемой технологии проверки локомотивной аппаратуры АЛСН позволит исключить выпуск в эксплуатацию так называемых «сбойных» локомотивов, а также сократит время и затраты на техническое обслуживание. Повышается производительность труда и культура персонала, что позволяет повысить, в конечном итоге, безопасность движения поездов.

На базе вышеуказанного алгоритма в настоящее время специалистами АО «НИИАС» разрабатываются технические средства контроля и диагностики локомотивной аппаратуры в условиях контрольных пунктов АЛС депо.

УДК 656.25

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДИВЕРСИТЕТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ**

*С. Н. ХАРЛАП*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Важнейшей задачей, стоящей перед разработчиками микроэлектронных систем железнодорожной автоматики, является достижение заданного уровня полноты функциональной безопасности (УПБ или SFL). Методы обеспечения функциональной безопасности определены международными стандартами IEC61508:2010 (ГОСТ Р МЭК 61508–2012), EN50128:2011 и EN50129:2018.

В соответствии с этими стандартами основным методом обеспечения безопасности в настоящее время является многоканальная обработка информации (дублированные или троированные мажоритарные структуры). Безопасность при этом обеспечивается в предположении, что одиночный отказ аппаратных средств или одиночные ошибки в программном обеспечении не могут привести к опасному отказу, а вероятность накопления нескольких отказов ниже допустимого нормативного значения.

Однако при использовании данного метода необходимо в первую очередь подтвердить:

– что интенсивность отказов по общей причине не превышает допустимого значения интенсивности опасного отказа;

– система обладает требуемой стойкостью к систематическим отказам, т. е. отказам, связанным с какой-либо причиной, которая может быть исключена только путем модификации проекта либо производственного процесса, операций, документации, либо других факторов (ГОСТ Р МЭК 61508–4–2012).

Примерами причин систематических отказов являются ошибки человека:

– в спецификации требований к безопасности;

– при проектировании, изготовлении, установке или во время работы аппаратных средств;

– при проектировании и реализации программного обеспечения.

Для снижения риска возникновения отказов по общей причине и для повышения стойкости к систематическим отказам в процессе проектирования, реализации, эксплуатации и технического