

Применение беспроводных технологий для контроля сигналов системы автоматической локомотивной сигнализации на железнодорожных участках

Ж. Ф. Курбанов¹, Н. В. Яронова², Ж. Э. Хидиров³

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

¹kurbanov.jonibek@list.ru, ²tatochka83@list.ru, ³jasurjonxidirov1@gmail.com

Аннотация. В настоящее время автоматическая система локомотивной сигнализации является одной из важнейших систем при обеспечении безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте. Невозможно обеспечить безопасность движения без оснащения железных дорог современными и надежными техническими средствами. Устройство автоматического анализа локомотивной сигнализации с микропроцессором предоставляет возможность мгновенно уведомлять электромехаников участка СЦБ о выявленных недостатках путем архивирования измеренных и проанализированных данных о своевременном устранении ошибок в системе АЛС. Программное обеспечение работает с использованием персонального компьютера. Разработано устройство для беспроводного удаленного анализа сигналов АЛС и автоматического контроля их с рабочего места.

Ключевые слова: автоматическая локомотивная сигнализация, безопасность движение поездов, система управления, система диагностики

I. ВВЕДЕНИЕ

Научные исследования, направленные на совершенствование путевых датчиков, систему интервального управления поездов, контроля сигналов системы на железнодорожных участках, рассматриваются в мировых передовых научных центрах, университетах и в известных зарубежных компаниях, в том числе University of Birmingham (Великобритания), Istanbul Technical University (Турция), Delft University of Technology (Дания), Sapienza University of Rome (Италия), Dresden University of Technology (Германия), Xian Railway Engineering Staff University (Китай), Stanford University (США) и Петербургском государственном университете путей сообщения (Россия) [1–9].

В научных работах вышеперечисленных научных центрах не уделялось большое внимание вопросу разработки устройств контроля систем автоматической локомотивной сигнализации на железнодорожном транспорте с использованием современных элементов и беспроводной передачи данных участковому электромеханику в режиме онлайн.

В мире большое значение для обеспечения безопасности и надежности железнодорожного транспорта на высокоскоростных участках уделяется совершенствованию метода управления сигналами локомотивной сигнализации на основе современных микропроцессорных, интеллектуальных и цифровых технологий для диагностики измерительной системы, а также разработке высокоточных измерительных приборов.

II. МЕТОДЫ

Машинист движущегося локомотива узнает о свободности или занятости путей следующего блок-участка дороги с автоблокировкой, при помощи устройства автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), находящегося у него в кабине, но передвигается по перегонам и станциям, подчиняясь при этом показателям светофора-повторителя [1, 2, 7]. Блок-схема существующего устройства АЛС показана на рис. 1.

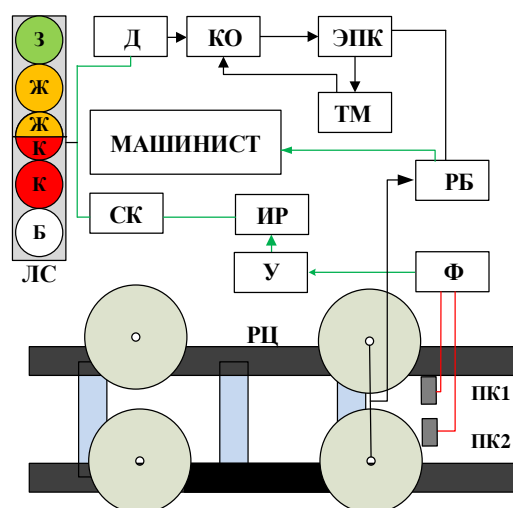


Рис. 1. Блок-схема устройства АЛС

Были проанализированы количества ошибок в этой системе, возникших между показателями светофора-повторителя и локомотив, также рельсовыми цепями в 2022 году. И большее количество обнаруженных ошибок по месяцам, приходится на апрель, июль и август. То

есть в результате сезонных изменений было обнаружено значительное снижение сопротивления изоляции рельсовых цепей и снижение уровня кодового сигнала АЛС.

В случае внезапного появления белого сигнала на локомотивном светофоре, на перегонных и станционных путях, оборудованных устройствами АЛС, машинист, подчиняясь сигналам светофора, должен обеспечить безопасность движения и остановить поезд перед запрещающим светофором. В то же время, вместе с вышеуказанными действиями, машинист должен несколько раз (не менее 3) нажать на рычаг предупреждения в течение 5–7 секунд, и запустить автостоп (не менее 3 секунд) с помощью ЭПК (электропневматического клапана) [2, 8].

При анализе ошибок и неисправностей, возникающих в автоблокировочных системах с рельсовыми цепями железнодорожного транспорта, крайне важно различать частоту сигнального тока и частоту тягового тока для его нормальной и надежной работы на участках рельсового пути с электрической тягой, в том числе и для защиты от различных внешних помех и от гармоник тягового электрического тока. В результате дополнительной установки после приемной катушки системы АЛС современных электрических фильтров были устранены посторонние шумы, а также разработаны рекомендации по приему системой только сигналов необходимой частоты (25 Гц, 50 Гц и 75 Гц).

В ходе исследовательской работы была разработана схема приемника, для повышения помехоустойчивости АЛС [10, 11]. При помощи этой схемы можно добиться эффективного уменьшения импульсных шумов, и одновременно будут предотвращены на входе катушки приемника попадания фазы с перекрытием. При этом важно защитить сигнал АЛС, проходящий по рельсовой цепи и повысить его надежность, а также правильно и точно передать данные о кодовых сигнальных токах локомотивной бригаде.

Устройство автоматического анализа локомотивной сигнализации с микропроцессором предоставляет возможность мгновенно уведомлять электромехаников участка СЦБ о выявленных недостатках, путем архивирования измеренных и проанализированных данных о своевременном устранении ошибок в системе АЛС. Программное обеспечение работает с использованием персонального компьютера. Разработано устройство для беспроводного удаленного анализа сигналов АЛС и автоматического контроля их с рабочего места при помощи экрана ПК [10–12]. Структурная схема для проверки кодовых сигналов разработанной системы АЛС в специальном вагоне-лаборатории показана на рис. 2.

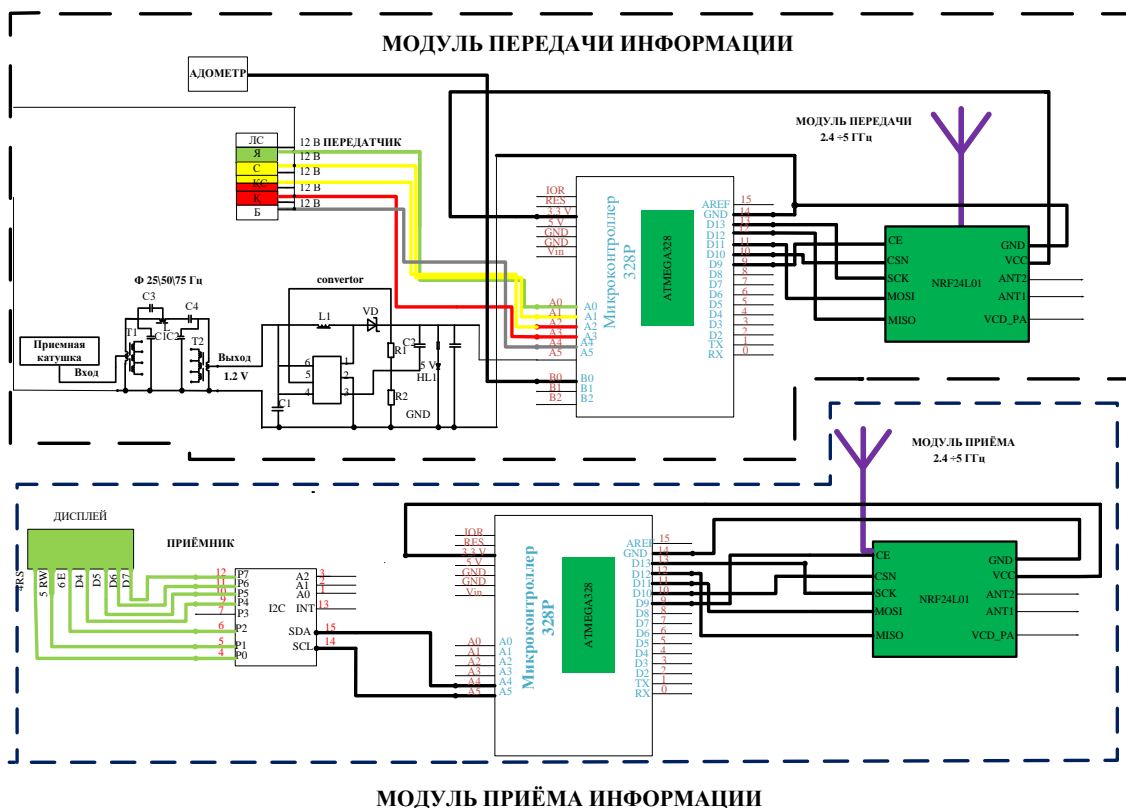


Рис. 2. Структурная схема для проверки в специальном вагоне-лаборатории кодовых сигналов разработанной системы АЛС

Сведения были получены и переданы с помощью микроконтроллеров и модулей беспроводной передачи и приема. Разработанное устройство для контроля системы АЛС весьма удобно для передвижного специального вагона-лаборатории и отличается от других типов диагностических систем высокой энергоэффективностью [12]. Вместе с тем, были разработаны схемы блоков и модулей контроля с учетом климатических условий Узбекистана. При проверке системы локомотивной АЛС с использованием беспроводного метода контроля были созданы дополнительные удобства для инженеров и сотрудников специального вагона-лаборатории, а данные о выявленных недостатках были своевременно отправлены электромеханику участка.

В свою очередь, анализ полученных при измерении сигналов АЛС при помощи передвижного специального вагона-лаборатории на железнодорожных станциях АО «Узбекистон темир йуллари» позволит запротоколировать и осуществить онлайн анализ времени измерения, координат дороги, текущих значений сигналов АЛС на участках дороги, вместе с тем, непосредственно запротоколировать и осуществить онлайн-анализ результатов, полученных с использованием созданного программного интерфейса без использования ручного труда, а также обеспечить безопасность движения на основе определённых параметров, ещё созданное устройство служит для определения и подтверждения соответствия уровня всех измеренных значений нормативным требованиям.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам научно-практических исследований и аналитических результатов были сделаны следующие выводы:

- для обеспечения надежности работы автоматической локомотивной сигнализации разработанного устройства на основе математических выражений было разработано представление об устранении неисправностей устройств и блоков, выявлении ошибок в зависимости от временных интервалов на основе теории вероятности внезапных отказов, в результате чего было создано программное обеспечение системы с возможностью оперативного выявления ошибок на устройствах;
- в мобильном специальном вагоне-лаборатории созданы модули беспроводной передачи и приема данных для измерения кодов систем автоматической локомотивной сигнализации, а также система управления их микроконтроллерным интерфейсом. В результате в 2 раза было сокращено время периодической проверки линий электромеханиками СЦБ при помощи ручного способа, сокращены процессы, возникающие за счет человеческого фактора, в том числе оказывающие влияние на безопасность движения поездов, создан необслуживаемый и автоматизированный метод проверки системы на отказ;
- разработанное устройство было испытано на высокоскоростных участках железных дорог. В

результате с помощью специального программного обеспечения, написанного на персональном компьютере, можно отображать и анализировать сигналы по интервалу времени, измерять сигналы АЛС в специальном вагоне-лаборатории в движении при измерении сигнальных токов на железнодорожных станциях, анализировать время, координаты пути, оцифровка сигналов АЛС, текущие значения, результаты измерений, полученные с помощью интерфейса, создана возможность прямой протоколировки и онлайн-анализа без ручного труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Nikitin D., Nikitin A., Manakov A., Popov P., Kotenko A. Automatic locomotive signalization system modification with weight-based sum codes 2017 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) 29 Sept.-2 Oct. 2017 Novi Sad, Serbia DOI: 10.1109/EWDTS.2017.8110099.
- [2] Kazakov A.A. Automated systems of interval regulation of train traffic / A.A. Kazakov, V.D. Bubnov, E.A. Kazakov. M.: Transport, 1995. 320 p.
- [3] Pulyakov A.V., Likhota R.V., & Alekseenko V.A. (2020). Incident management in system of technical operation of microprocessor devices of railway automation and telemechanics. *Transport of the Urals*, (1), 43–47. <https://doi.org/10.20291/1815-9400-2020-1-43-47>.
- [4] Батраев В.В. Методы приема и синхронизации сигналов автоматической локомотивной сигнализации // *Автоматика на транспорте*. ПГУПС. Т. 7. №2. 2021. С. 169-188.
- [5] Рейхсфельд В.О., Еркова Л.Н. Оборудование производств основного органического синтеза и синтетического каучука. Киев: Наукова думка, 1984. 346 с.
- [6] Блюдов А.А. Особенности разработки безопасной микроселекционной аппаратуры кодирования рельсовых цепей. Проблемы безопасности и надежности микропроцессорных комплексов. Санкт-Петербург. № 1, 2015. С. 88-94.
- [7] Ван Саньюй. Методы приема и синхронизации сигналов автоматической локомотивной сигнализации // *Российский университет транспорта. Столыпинский вестник*. Москва. Т. 4. № 5, 2022. С. 2498-2514.
- [8] Венцевич Л.Е. Локомотивные устройства обеспечения безопасности движения поездов и расшифровка информационных данных их работы. М., 2013. 327 с.
- [9] Иванченко В.Н., Грегора Т., Власенко С. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира. Учебное пособие под редакцией. Россия. Москва. Интекст, 2010. С. 398-418.
- [10] Козлов П.А. Новый этап в разработке автоматизированных систем управления // *Автоматика, связь, информатика*. № 4. 2000. С. 7-10.
- [11] Курбанов Ж.Ф., Хидиров Ж.Э. Устройства контроля параметров автоматической локомотивной сигнализации на базе микропроцессорных элементов. *The Scientific Heritage*. Budapest, Hungary. Vol.1. № 55, 2020. С. 32-36.
- [12] Курбанов Ж.Ф., Хидиров Ж.Э. АЛС каналарини шовкинлар ҳамда халикатлар таъсиридан химоялаш усулларини таҳлил қилиш. *Actual scientific research in the modern world*. Украина. Киев Issue 10 (90), 2022. С.126-129.
- [13] Kurbanov J.F., Sattarov K.A., Yaronova N.V., Xusnidinova N.F. Model and device for measuring the parameters of the technological radio communication network in the “on-line” mode in the signaling and communication laboratory wagon // 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) DOI: 10.1109/ICISCT50599.2020.9351422
- [14] Гаязов Р.И., Андреев Н.К. Программатор для микроконтроллеров // *Вестник Казанского государственного энергетического университета*. №. 4 (15), 2012. С. 51-57.