

В.С. Ратушняк, А.В. Сокович, М.А. Щиголев

Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского университета путей сообщения, г. Красноярск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ РАБОТНИКОВ О ПРИБЛИЖЕНИИ ПОЕЗДА

Аннотация. Данная статья обращает внимание на значимость железнодорожного транспорта в транспортной системе благодаря его надежности и эффективности в перевозках. Однако, работа на железнодорожной инфраструктуре сопряжена с риском для работников из-за ограниченной видимости и несвоевременного предупреждения о приближении поезда. На сегодняшний день в сфере железнодорожного транспорта, при выполнении ремонтных и эксплуатационных работ в напольном оборудовании, согласно правилам технической эксплуатации с бригадой работников должен находиться сигналист, предупреждающий рабочих о приближении поезда, особенно в местах с ограниченной видимостью. Работа сигнальником, требует от работника постоянной бдительности, стрессоустойчивости и способности быстро принимать решения, так же всё это может осложняться непростыми погодными условиями и высоким уровнем шума от проезжающего поезда. Поэтому, потеря бдительности сигнальником может привести к гибели людей, работающих в данный момент на железнодорожных путях. Во избежание таких ситуаций, для железных дорог разрабатываются, тестируются и внедряются системы по предупреждению о приближении поезда, но они имеют существенные недостатки, в связи с чем, предлагается использование устройства «Электронная петарда». «Электронная петарда» – устройство, которое прикрепляется к рельсам и предупреждает бригаду работников о приближении поезда. В данной статье описываются принцип работы устройства, технологии и компоненты, используемые в устройстве, а также его алгоритмы работы. Это решение направлено на повышение безопасности при работе на железнодорожных путях и снижение человеческого влияния при предупреждении о приближении поезда.

Ключевые слова: безопасность на железнодорожном транспорте, «Электронная петарда», микропроцессорные технологии, беспроводная связь, arduino, модуль LoRa.

V.S. Ratushnyak, A.V. Sokovic, M.A. Shchigolev

Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, branch of the Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, Russian Federation

DEVELOPMENT OF TRAIN APPROACH WARNING SYSTEM

Abstract. This article draws attention to the importance of railway transport in the transport system due to its reliability and efficiency in transportation. However, working on railway infrastructure poses risks for workers due to limited visibility and poor warning of approaching trains. Today, in the field of railway transport, when performing repair and operational work on floor-mounted equipment, according to the rules of technical operation, a signalman must be with the team of workers to warn workers about the approach of a train, especially in places with limited visibility. Working as a signalman requires the employee to be constantly vigilant, stress-resistant and able to make quick decisions, and all this can be complicated by difficult weather conditions and high noise levels from a passing train. Therefore, a loss of vigilance by a signalman can lead to the death of people currently working on the railway tracks. To avoid such situations, systems for warning of the approach of a train are being developed, tested and implemented for railways, but they have significant drawbacks, and therefore the use of the “Electronic Firecracker” device is proposed. An “electronic firecracker” is a device that is attached to the rails and warns a crew of workers that a train is approaching. This article describes the operating principle of the device, the technologies and components used in the device, as well as its operating algorithms. This solution is aimed at improving safety when working on railway tracks and reducing human influence when warning of the approach of a train.

Keywords: safety in railway transport, “Electronic firecracker”, microprocessor technologies, wireless communication, arduino, LoRa module.

Введение

Железнодорожный транспорт занимает важное положение в транспортной системе каждой страны благодаря неоспоримым преимуществам, которые он предоставляет. В связи с высокой надежностью, значительной пропускной способностью и экологической эффек-

тивностью железнодорожный транспорт сохраняет свою роль основного средства массовой перевозки грузов и пассажиров на протяжении многих десятилетий.

Для обеспечения безопасности и качества железнодорожных перевозок необходим постоянный контроль и обслуживание инфраструктуры [1]. Проведение работ на станциях, перегонах и других объектах часто сопровождается громким шумом и ограниченной видимостью вследствие рельефных особенностей, погодных условий и временем суток. В связи с этим существует риск травматизма и гибели работников [1], из-за несвоевременного предупреждения о приближении поезда, поэтому выполнение ремонтных и эксплуатационных работ носит высокий уровень опасности.

На сегодняшний день в сфере железнодорожного транспорта, при выполнении ремонтных и эксплуатационных работ в напольном оборудовании, согласно правилам технической эксплуатации (ПТЭ) с бригадой работников должен находиться сигналист [2], предупреждающий рабочих о приближении поезда, особенно в местах с ограниченной видимостью. Работа сигнальником, требует от работника постоянной бдительности, стрессоустойчивости и способности быстро принимать решения, так же всё это может осложниться непростыми погодными условиями и высоким уровнем шума от проезжающего поезда. Поэтому, потеря бдительности сигнальником может привести к гибели людей, работающих в данный момент на железнодорожных путях [2].

Во избежание таких ситуаций, для железных дорог разрабатываются, тестируются и внедряются системы по предупреждению о приближении поезда [3-4]. Такие системы подробно рассмотрены в статье «Анализ систем оповещения о приближении железнодорожного подвижного состава». Они имеют существенные недостатки, в связи с чем, предлагается использование устройства «Электронная петарда» [5].

Описание устройства «Электронная петарда»

"Электронная петарда" - устройство позволяющее предупреждать бригаду работников, работающих на железнодорожных путях, о приближении поезда. Данное устройство крепится за основание рельса и при помощи специального датчика, передает по радиоканалу информацию о приближении поезда к месту проведения работ на сигнальные жилеты работников, в которых установлен приемник сигнала с звуковой сигнализацией [5-6]. Предлагаемое устройство позволит:

- повысить безопасность выполнения работ;
- оперативно предупреждать о приближении поезда;
- минимизировать влияние человеческого фактора на безопасность работников.

Научно-техническое решение основано на использовании:

- микропроцессорных технологий (Arduino – инструмент для проектирования электронных устройств, более плотно взаимодействующих с окружающей физической средой, чем стандартные персональные компьютеры, которые фактически не выходят за рамки виртуальности, предназначенный для «physical computing» с открытым программным кодом, с современной средой для написания программного обеспечения);

- беспроводной связи (датчик LoRa – это беспроводная технология, которая используется для передачи данных на дальние расстояния при минимальном энергопотреблении. В отличие от привычного Wi-Fi или других технологий, использующих высокое энергопотребление, LoRaWAN обеспечивает более экономичную и надежную передачу данных);

- датчика счета осей ZR - при прохождении над ним оси подвижной единицы последовательно во времени формируются сигналы, необходимые для определения факта проследования оси, а также определяется направление и скорость ее движения, информация о состоянии счетчика осей или неисправности датчика с датчиков передаётся по интерфейсу RS-485.

Устройство состоит из:

- передатчика, собранного на плате Arduino UNO, с подключенным датчиком счета осей, датчиком LoRa, модулем GSM sim 900;

– приемника, в виде сигнального жилета, оснащённого звуковой, световой и вибро-сигнализацией, модулем LoRa для поступления сигнала о приближении поезда и модулем Arduino NANO.

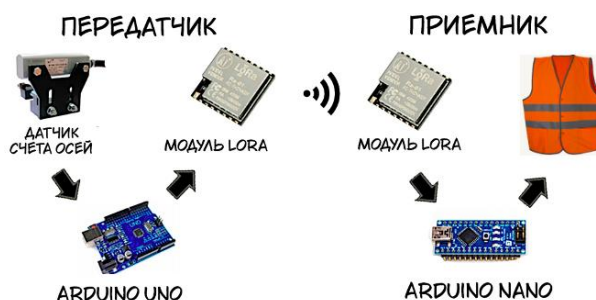


Рис. 1. Схема работы устройства или системы

При проезде поезда над датчиком счета осей ZR, сигнал передается через плату Arduino UNO на датчик LoRa, затем сигнал передается по радиоканалу на принимающий модуль LoRa, далее сигнал передается через плату Arduino NANO на динамик звуковой сигнализации, установленный в сигнальном жилете работника [6-7].

Алгоритмы работы устройства представлены на рисунке 2 и рисунке 3.

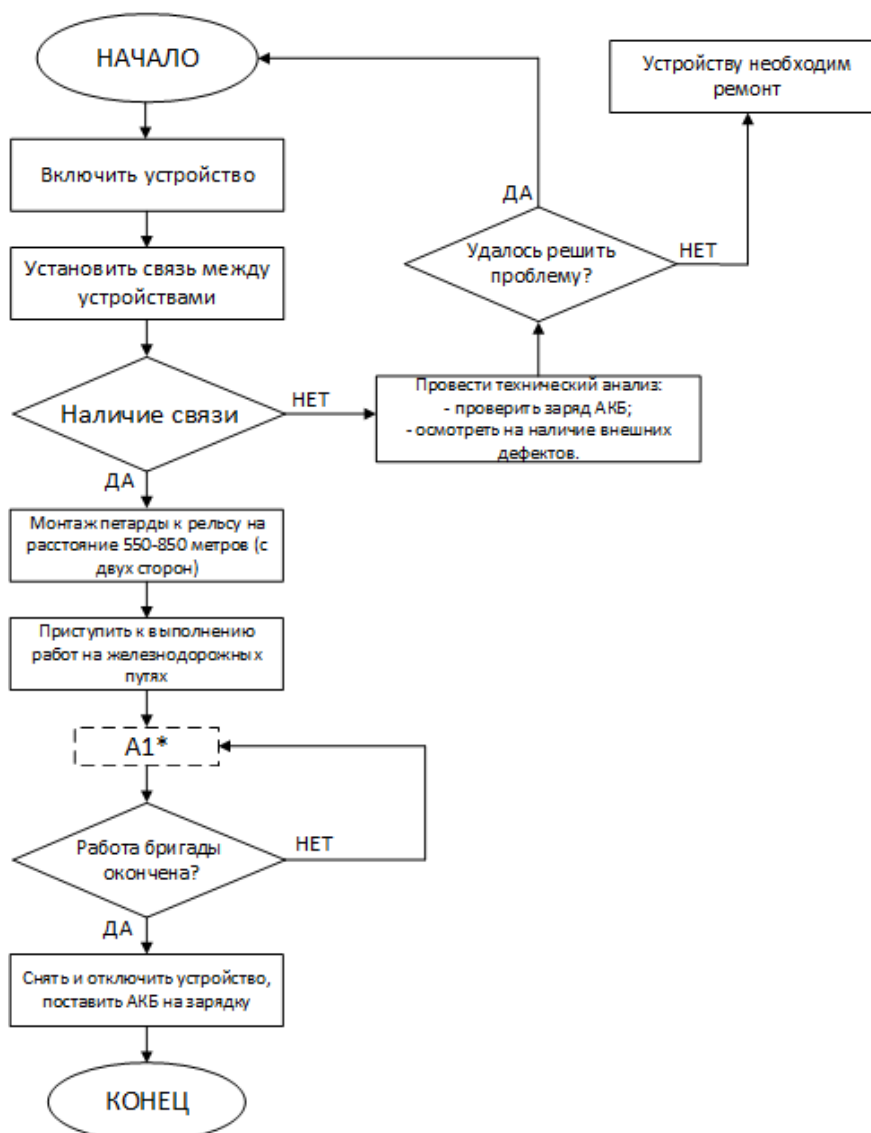


Рис. 2. Алгоритм работы устройства

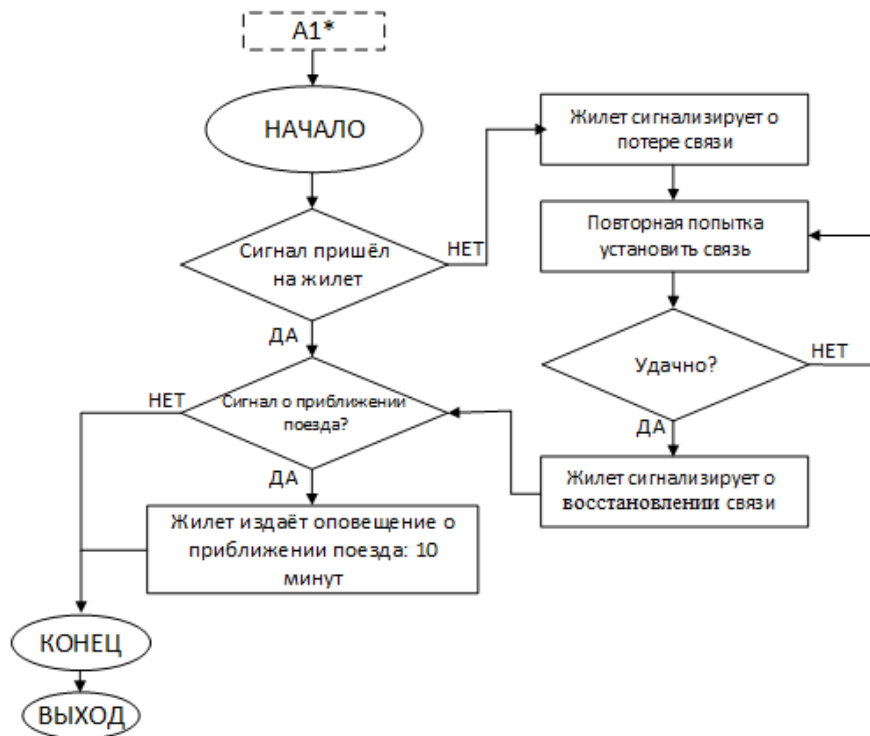


Рис. 3. Алгоритм работы устройства (A1)

Работа схемы

Передающая часть. Схема подключения платы Arduino Uno к модулю LoRa [9] представлена на рисунке 3. Это передающая часть.

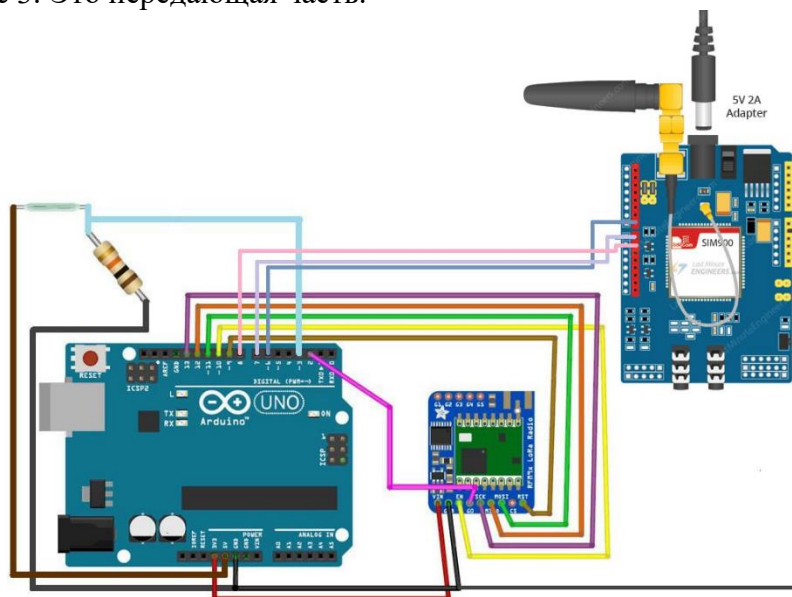


Рис. 4. Передатчик (схема подключения платы Arduino Uno к модулю LoRa)

Приёмная часть. Схема подключения платы Arduino Nano к модулю LoRa представлена на следующем рисунке [9]. Это будет приёмная часть нашего проекта.

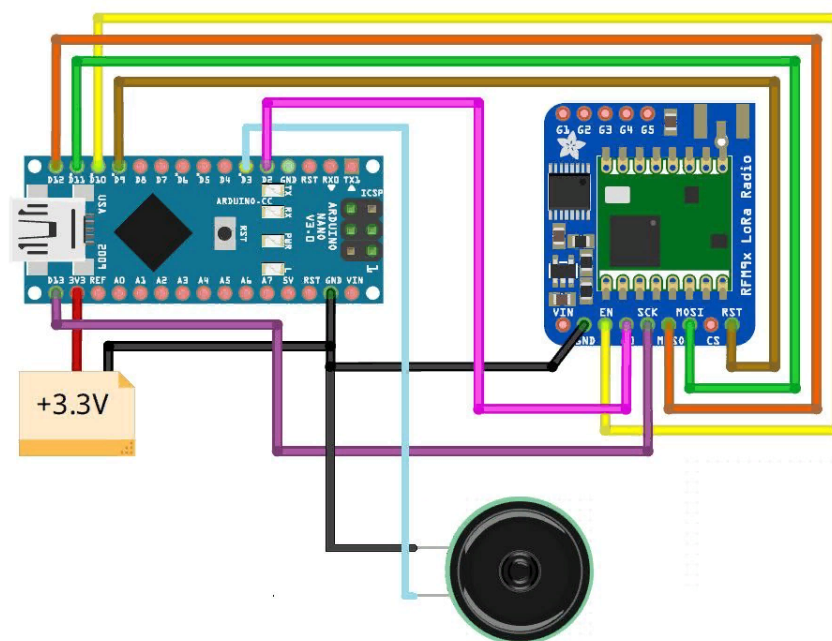


Рис. 5. Приёмник (Схема подключения платы Arduino Nano к модулю LoRa)

Заключение

Таким образом, система «Электронная петарда», использующая передовые технологии, предназначена для эффективного предупреждения рабочих о приближении поезда на железнодорожных путях, способствуя повышению уровня безопасности и уменьшению человеческого влияния при проведении работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отчет МСЖД 2022: статистика происшествий на железных дорогах // zdmira URL: <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistikaproisshestvij-na-zheleznikh-dorogakh> (дата обращения: 14.11.2023).
2. Сигналист: особенности профессии // KEDU URL: <https://kedu.ru/press-center/profgid/signalist/> (дата обращения: 13.11.2023).
3. Ратушняк, В. С. Обзор разрабатываемой автоматизированной системы телемеханического управления и контроля устройств электроснабжения / В. С. Ратушняк, С. К. Правитель // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXIV Всерос. науч.-практ. конф. Том 1. – Красноярск: КРИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 2020. – С. 52-54. – EDN HAZSTJ.
4. Щелконогов, С. В. Анализ современных и перспективных систем предупреждения путей работников о приближении подвижного состава / С. В. Щелконогов. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2012. – №6(41). – С. 61-63. – URL: <https://moluch.ru/archive/41/4977/> (дата обращения: 15.11.2023).
5. Товстенко, Д. С. Применения микроконтроллера Arduino в напольных устройствах железнодорожной автоматики / Д. С. Товстенко // Молодежная наука : труды XXVI Всерос. студ. науч.-практ. конф. Том 1. – Красноярск: КРИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 2022. – С. 152-154. – EDN ALABCH.
6. Ратушняк, В. С. Разработка макета изучения алгоритмов функционирования напольных устройств железнодорожной автоматики на микроконтроллере Arduino / В. С. Ратушняк, А. Е. Гаранин, Д. С. Товстенко // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всерос. науч.-практ. конф. Том 1. – Красноярск: КРИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 2021. – С. 71-74. – EDN VUEKMD.
7. Копылов, О. Д. Обзор прибора «Универсальный моноблок диагностирования ЖАТ» / О. Д. Копылов, А. И. Шахмаев // Молодежная наука : Труды XXVII Всерос. студ. науч.-практ.

конф. Том 1. – Красноярск: КрИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 2023. – С. 71-75. – EDN EFXOPW.

8. Ратушняк, В. С. Анализ помех, возникающих в устройствах автоматики, телемеханики и связи и способы их устранения / В. С. Ратушняк, М. А. Куликов, В. С. Ратушняк // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXVI Всерос. науч.-практ. конф. Том 1. – Красноярск: КрИЖТ – филиал ФГБОУ ВО ИрГУПС, 2022. – С. 47-51. – EDN XGCFLW.

9. Подключение модуля LoRa SX1278 (Ra-02) к Arduino // microkontroller.ru URL: <https://microkontroller.ru/arduino-projects/podklyuchenie-modulya-lora-sx1278-ra-02-k-arduino/> (дата обращения: 16.11.2023).

REFERENCES

1. UIC Report 2022: statistics of accidents on railways // [zdmira](https://zdmira.com) URL: <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistikaproisshestvij-na-zheleznikh-dorogakh> (date of access: 11/14/2023).

2. Signalist: features of the profession // KEDU URL: <https://kedu.ru/press-center/profgid/signalist/> (access date: 11/13/2023).

3. Ratushnyak, V. S. Review of the developed automated system for telemechanical control and monitoring of power supply devices / V. S. Ratushnyak, S. K. Ruler // Innovative technologies in railway transport: Proceedings of the XXIV All-Russian. scientific-practical conf. Volume 1. – Krasnoyarsk: KrIZhT – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education IrGUPS, 2020. – P. 52-54. – EDN HAZSTJ.

4. Shchelkonogov, S. V. Analysis of modern and promising systems for warning track workers about the approach of rolling stock / S. V. Shchelkonogov. – Text: immediate // Young scientist. – 2012. – №6(41). – P. 61-63. – URL: <https://moluch.ru/archive/41/4977/> (access date: 11/15/2023).

5. Tovstenko, D. S. Applications of the Arduino microcontroller in floor-mounted devices for railway automation / D. S. Tovstenko // Youth Science: Proceedings of the XXVI All-Russian. stud. scientific-practical conf. Volume 1. – Krasnoyarsk: KrIZhT – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education IrGUPS, 2022. – P. 152-154. – EDN ALABCH.

6. Ratushnyak, V. S. Development of a model for studying algorithms for the functioning of floor-mounted devices of railway automation on the Arduino microcontroller / V. S. Ratushnyak, A. E. Garanin, D. S. Tovstenko // Innovative technologies in railway transport: Proceedings of the XXV All-Russian. scientific-practical conf. Volume 1. – Krasnoyarsk: KrIZhT - branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education IrGUPS, 2021. - P. 71-74. – EDN VUEKMD.

7. Kopylov, O. D. Review of the device “Universal monoblock for diagnosing gastrointestinal tract” / O. D. Kopylov, A. I. Shakhmaev // Youth Science: Proceedings of the XXVII All-Russian. stud. scientific-practical conf. Volume 1. – Krasnoyarsk: KrIZhT – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education IrGUPS, 2023. – P. 71-75. – EDN EFXOPW.

8. Ratushnyak, V. S. Analysis of interference arising in automation, telemechanics and communication devices and methods for their elimination / V. S. Ratushnyak, M. A. Kulikov, V. S. Ratushnyak // Innovative technologies in railway transport: Proceedings XXVI All-Russian scientific-practical conf. Volume 1. – Krasnoyarsk: KrIZhT – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education IrGUPS, 2022. – P. 47-51. – EDN XGCFLW.

9. Connecting the LoRa SX1278 (Ra-02) module to Arduino // microkontroller.ru URL: <https://microkontroller.ru/arduino-projects/podklyuchenie-modulya-lora-sx1278-ra-02-k-arduino/> (date access: 11/16/2023).

Информация об авторах

Ратушняк Виктор Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры «Системы обеспечения движения поездов», Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Красноярск, e-mail: ratushnyak@gmail.com;

Сокович Александр Владиславович – студент кафедры «Системы обеспечения движения поездов», Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Красноярск, e-mail: a_sokovich@mail.ru;

ЩигOLEV Максим Александрович – студент кафедры «Системы обеспечения движения поездов», Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Красноярск, e-mail: m.schi@mail.ru

Authors

Ratushnyak Viktor Sergeevich – candidate of technical sciences, associate professor of the department of Train Traffic Support Systems, Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, e-mail: ratushnyak@gmail.com;

Sokovich Alexander Vladislavovich – student of the department of «Train traffic support systems», Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, e-mail: a_sokovich@mail.ru;

Shchigolev Maxim Alexandrovich – student of the department of «Train traffic support systems», Krasnoyarsk Railway Transport Institute, branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, e-mail: m.schi@mail.ru