

УДК 656.259

С.В. Носиков, В.В. Демьянов

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СИГНАЛЬНОЙ ТОЧКИ АВТОБЛОКИРОВКИ

Аннотация. Проанализирована статистика отказов аппаратуры автоматики и телемеханики дистанции СЦБ Восточно-Сибирской железной дороги. Произведен сравнительный анализ технической эффективности морально устаревших устройств защиты сигнальной точки от перенапряжений и аппаратуры «Барьер-АБТ». Предлагается модернизация устройств сигнальной точки автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты путем замены морально устаревших устройств защиты от перенапряжений аппаратурой защиты ключевого типа Барьер-АБТ. Установлено, что вследствие применения аппаратуры защиты «Барьер-АБТ» значительно продлевается срок службы аппаратуры, что ведет к сокращению эксплуатационно-технических затрат.

Ключевые слова: защита от перенапряжений, сигнальная точка, автоблокировка, Барьер-АБТ.

S.V. Nosikov, V.V. Demyanov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

MODERNIZATION OF POWER SUPPLY DEVICES OF AUTO LOCK SIGNAL POINT

Abstract. The statistics of failures of automation and telemechanics equipment of the distance control system of the East Siberian railway is analyzed. A comparative analysis of the technical efficiency of obsolete overvoltage signal point protection devices and Barrier-ABT equipment has been carried out. It is proposed to modernize the automatic blocking signal point devices with voice frequency track circuits by replacing obsolete overvoltage protection devices with key protection equipment of the Barrier-ABT type. It has been established that due to the use of the Barrier-ABT protection equipment, the service life of the equipment is significantly extended, which leads to a reduction in operating and technical costs.

Keywords: overvoltage protection, signal point, auto-blocking, Barrier-ABT.

Введение

Устройства сигнальной точки автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты могут быть подвержены влиянию электрических перенапряжений, особенно в случае децентрализованного размещения оборудования. Существующие устройства защиты от электрических перенапряжений, которые используются в типовых схемах сигнальных точек АБ и в шкафах переездной сигнализации и САУТ на перегоне, не всегда обеспечивают необходимых требований по надежности в области защиты от перенапряжений. В настоящее время все еще достаточно широко распространены устаревшие типы устройств, такие как разрядники защиты вентильного типа РВНШ, а также устройства выравнивания опасной разности потенциалов типа ВОЦШ. Электрические характеристики этих устройств ухудшаются по мере роста количества срабатываний. При этом, своевременно обнаружить выход этих характеристик за пределы нормативов, практически невозможно до тех пор, пока очередное электрическое воздействие не приведет к повреждениям аппаратуры АТ [1, 2, 3].

Еще одной проблемой является недостаточно развитая схема защиты аппаратуры сигнальных точек децентрализованных типов АБ от перенапряжений. А именно: в старых типовых технических решениях не предусматривается защита линейных цепей от импульсов наведенной ЭДС грозовых разрядов и коммутационных перенапряжений. Схема защиты аппаратуры рельсовых цепей от перенапряжений также развита слабо: обычно в путевых ящиках установлен разрядник защиты барьерного типа и могут использоваться индуктивные реакторы ограничения импульсов напряжений [4, 5].

Долговременная статистика наблюдений сбоев и отказов на Российских железных дорогах в работе устройств АБ показывает, что, в среднем, от 8 до 12 % отказов, аппаратуры АБ происходят по причине воздействия электрических перенапряжений, которые недостаточно эффективно блокируются указанными выше типовыми устройствами защиты.

Проблема усугубляется в случае ненормативного сопротивления заземления или неудачной для данных условий эксплуатации схемы заземления. Например, при скальном грунте с большим удельным сопротивлением, предпочтительной схемой заземления остается заземление на среднюю точку ДТ. В условиях горно-перевальных участков, однако, часто наблюдается повышенная величина обратного тягового тока (до 700-1000 А). В случае нарушенных свойств электрической проводимости разрядников защиты, повышенный обратный тяговый ток может проникать по цепям электропитания и вызывать электрические повреждения аппаратуры АТ в шкафах сигнальных точек [6, 7].

Таким образом, существует актуальная научно-техническая задача - модернизация устройств защиты от электрических воздействий в цепях электропитания децентрализованных объектов АТ на перегонах. В настоящей статье обсуждается вопрос модернизации электропитания сигнальной точки децентрализованной АБ типа АБТ путем замены морально устаревших устройств защиты от перенапряжений аппаратурой защиты ключевого типа Барьер-АБТ и вводом дополнительных устройств защиты от перенапряжений в линейные цепь и цепи подключения аппаратуры питающих и релейных концов тональных рельсовых цепей (ТРЦ).

Анализ статистики отказов устройств АТ

Исходя из статистики отказов устройств дистанции СЦБ Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД) в период с 2014 по 2018 год всего было зафиксировано 251 отказа аппаратуры по различным причинам. Диаграмма распределения причин выхода аппаратуры из строя представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Анализ причин выхода аппаратуры АТ из строя в период наблюдений с 2014 по 2018 год

На долю электрических перенапряжений пришлось 15% отказов. Т.е. перенапряжения можно рассматривать, как одну из существенных причин в возникновении отказов устройств СЦБ. При этом, электрические перенапряжения приводят к тяжелым отказам аппаратуры, которая с трудом или вовсе не подлежит восстановительному ремонту.

Такие отказы чаще всего возникают на горно-перевальных участках при прямых ударах. Так, за последние 4 года на дистанции СЦБ Восточно-Сибирской железной дороги (ВСЖД) произошло 9 отказов устройств АТ по причине выхода аппаратуры из строя при прохождении грозового фронта. Наиболее уязвимым оказался перегон «Подкаменная – Глубокая», который и находится на горно-перевальном участке. На него пришлось 4 отказа из 9 случившихся. Оставшиеся 5 пришлось на четыре разные точки (как станций, так и перегонов) дистанции. Распределение отказов представлено на рисунке 2.

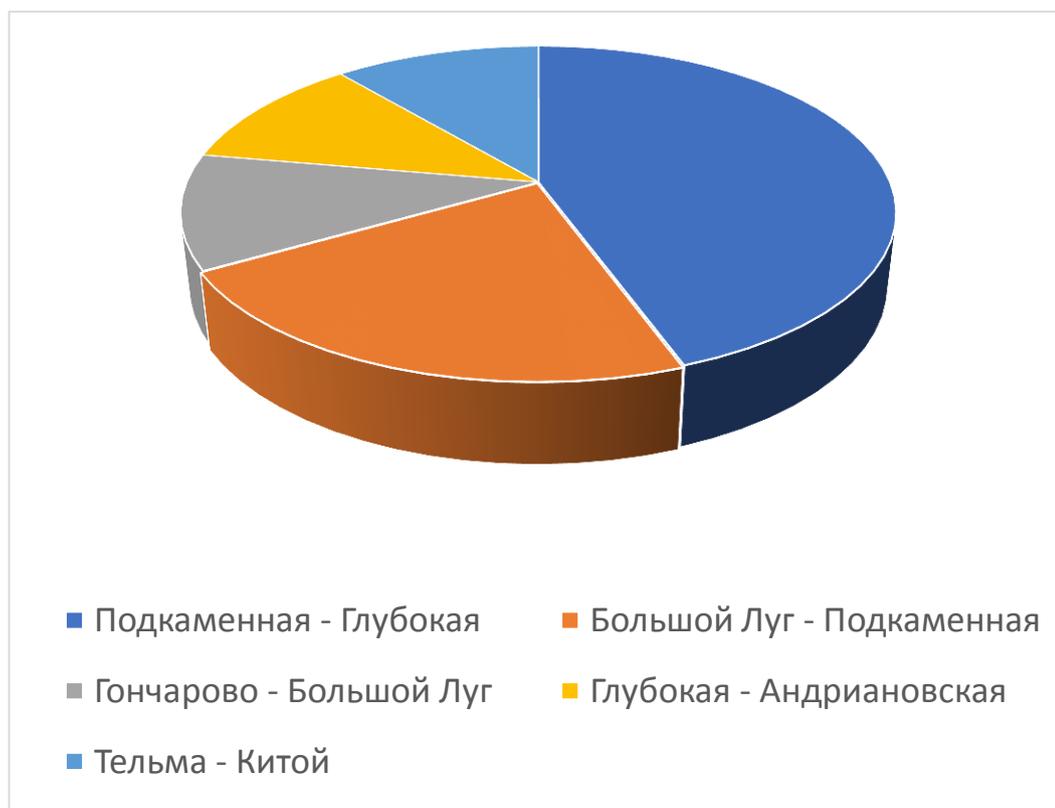


Рис. 2. Диаграмма отказов по причине грозовых перенапряжений в период с 2014 по 2018 год

Такое количество отказов на одном конкретном перегоне по одной и той же причине электрических перенапряжений является веской причиной для усовершенствования устройств защиты от перенапряжений.

Техническое решение для модернизации схемы защиты сигнальной точки АБТ от перенапряжений

Как уже было отмечено ранее, разрядники защиты вентильного типа РВНШ-250 и выравниватели опасной разности потенциалов типа ВОЦШ-220 обладают следующими принципиальными недостатками:

- в процессе эксплуатации разрядники защиты теряют параметры электропроводности, трудно поддаются диагностике и не обеспечивают надежную защиты от импульсов напряжения;

- выравниватели потенциала требуют периодической проверки и сами могут послужить причиной возгорания оборудования, в результате которого могут выйти из строя полупроводниковые элементы приборов, произойти пробой изоляции обмоток сигнальных трансформаторов, прожоги штепсельных плат реле [8].

Указанные недостатки преодолены за счет ввода в эксплуатацию ключевых защитных устройств, проводимость которых является управляемой по внешним цепям и не подвержена

ухудшению характеристик в процессе эксплуатации. Данный тип устройств защиты от перенапряжений положен в основу схемотехнических решений комплексного устройства защиты от перенапряжений типа Барьер-АБТ.

Рассмотрим структурную схему подключения устройств аппаратуры защиты Барьер-АБТ в сигнальную точку АБТ.

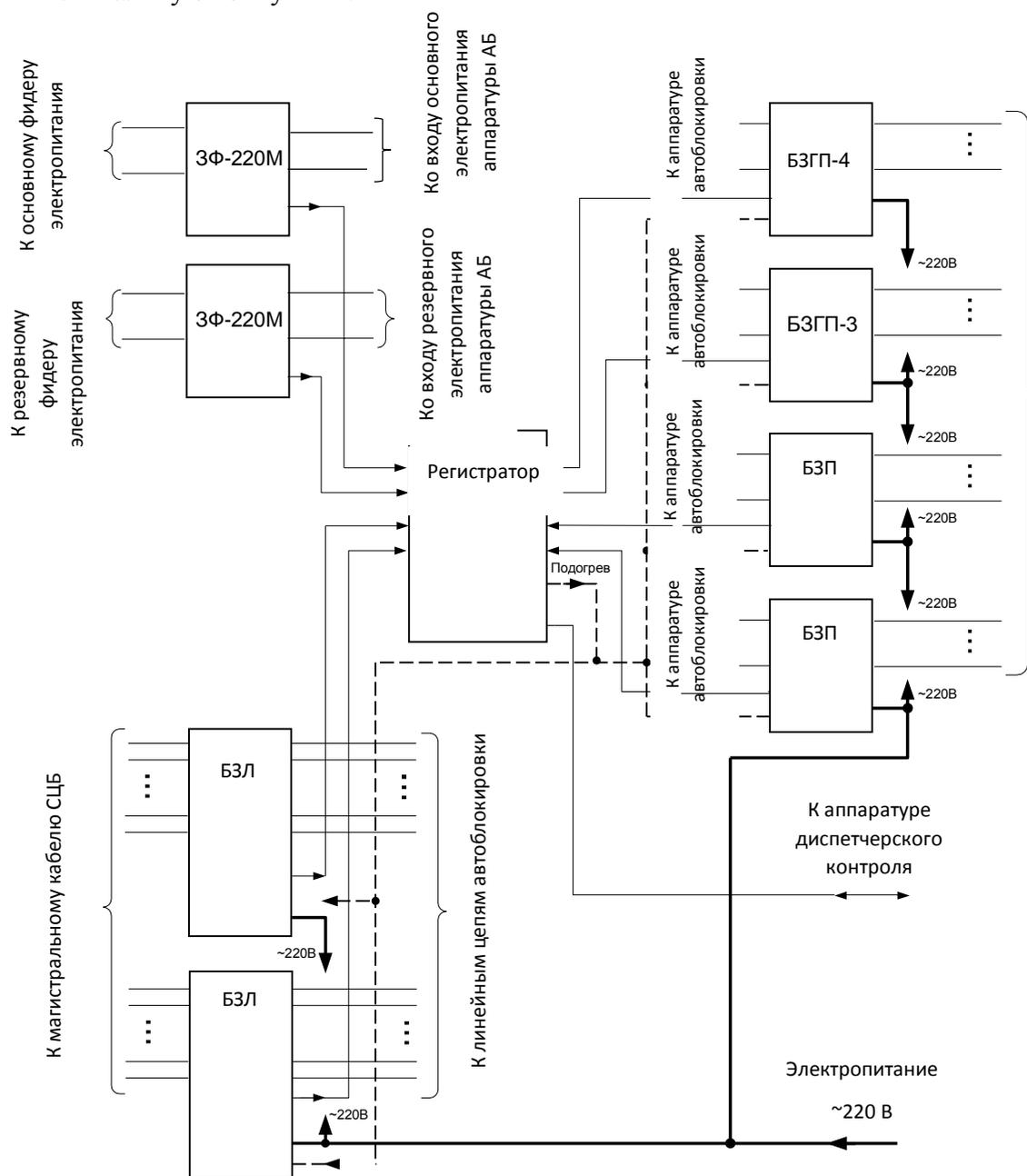


Рис. 3. Структурная схема подключения аппаратуры защиты Барьер-АБТ в устройстве сигнальной точки

В состав аппаратуры защиты Барьер-АБТ входят следующие блоки:

- блок БЗП (блок защиты путевых приемников), Блок БЗГП-3 (блок защиты путевого генератора типа ГП3) и Блок БЗГП-4 (блок защиты путевого генератора типа ГП4) предназначены для защиты аппаратуры ТРЦ от импульсов напряжений и блуждающего тока со стороны рельсовой линии.

- блок БЗЛ (блок защиты линейных цепей) предназначен для защиты линейных и известительных реле от перенапряжений и импульсов напряжения со стороны линейных цепей [9].

- защитный фильтр (ЗФ-220М) предназначен для защиты аппаратуры АБ сигнальной точки от перенапряжений и импульсов напряжения со стороны фидеров питания сигнальной точки [10].

Кроме повышенных защитных свойств блоки защиты от перенапряжений имеют встроенную систему самодиагностики. Кроме этого, в блоках защиты обеспечивается автоматический контроль выработки ресурса защитных элементов. При выработке более 80% ресурса, регистратор формирует сигнал для систем диспетчерского контроля (ДК) о необходимости замены элементов защиты, что исключает необходимость периодической проверки элементов и существенно снижает затраты на обслуживание [9].

Далее произведен сравнительный анализ старого технического решения по защите от перенапряжений сигнальной точки АБТ и аппаратуры защиты ключевого типа Барьер-АБТ (трех схем защиты):

1) Схема защиты аппаратуры АБ по фидерам питания:

Элементами защиты в старом техническом решении являются разрядники РВНШ-250 и выравниватели потенциала ВОЦШ-220, о недостатках которых уже было сказано ранее.

В аппаратуре защиты Барьер-АБТ устройством защиты аппаратуры АБ в данном случае выступает более современное и надежное устройство - защитный фильтр ЗФ-220М [11].

По сравнению с ВОЦШ и РВНШ защитный фильтр ЗФ-220 имеет более низкий порог срабатывания, меньшее значение остаточного напряжения и в своем составе содержит более энергоемкие элементы защиты, что обеспечивает большую надежность и помехозащищенность аппаратуры СЦБ [12].

2) Схема защиты аппаратуры рельсовой цепи:

Единственным элементом защиты от перенапряжений, в старом техническом решении, в составе путевого ящика являются разрядник вентильного типа РВНШ-250, о недостатках которого уже было сказано.

За защиту аппаратуры РЦ в аппаратуре защиты Барьер-АБТ отвечают блоки защиты путевых приемников и блоки защиты путевых генераторов. В блоках находится фильтр подавления помех, который выполняет функцию ограничения импульсных перенапряжений и узел регистрации срабатывания защиты.

3) Схема защиты линейных цепей:

Как уже отмечалось ранее, в старых типовых схемах защита аппаратуры АБ со стороны линейных цепей не предусмотрена.

В аппаратуре «Барьер-АБТ» за защиту аппаратуры со стороны линейных цепей отвечает блок БЗЛ (блок защиты линейных цепей). Один блок защиты может защищать до 6ти цепей. Блок состоит из шести гальванически не связанных фильтров подавления помех и узла регистрации срабатывания защиты.

Внедрение аппаратуры защиты «Барьер-АБТ» предполагает следующие эксплуатационно-технические преимущества:

- защита аппаратуры автоблокировки по фидерам электропитания, по питающему и релейному концу рельсовой цепи и по линейным цепям;

- блоки защиты на выходе обеспечивают остаточные напряжения при воздействии микросекундных и наносекундных импульсных помех большой энергии, что обеспечивает большую надежность и помехозащищенность аппаратуры СЦБ;

- падение напряжения рабочего сигнала на блоках защиты между входными и выходными клеммами не более 1% относительно уровня входного напряжения;

- сохранение в энергонезависимой памяти факта срабатывания защиты в любом из блоков, подсчет числа срабатываний для каждого блока защиты и формирование сигналов для систем АПК-ДК, АС ДК или ЧДК;

- визуальная индикация количества случаев срабатывания каждого блока защиты и выработки ресурса элементов защиты. При выработке более 80% ресурса, формируется сигнал для систем диспетчерского контроля (ДК) о необходимости замены элементов защиты;

- каждый блок аппаратуры «Барьер-АБТ» содержит элементы обогрева, предназначенные для обеспечения необходимого температурного режима элементов блока при низких значениях температуры окружающей среды [9];

- средняя наработка до отказа блоков защиты «Барьер-АБТ» при условии своевременной замены выработавших элементов защиты составляет не менее 40000 ч, средний срок службы до списания не менее 20 лет;

- блочная конструкция позволяет производить ремонтные и наладочные работы без исключения аппаратуры защиты «Барьер-АБТ» из схемы автоблокировки.

Рекомендуемая область применения устройств защиты «Барьер-АБТ»: участки железнодорожных линий с любым видом тяги с релейными шкафами тональной автоблокировки, линейными цепями постоянного и переменного тока [12].

Заключение

Вследствие применения аппаратуры защиты «Барьер-АБТ» значительно уменьшается количество нарушений нормальной работы устройств сигнальной точки АБТ, упрощается обслуживание устройств защиты и продлевается срок службы аппаратуры, что обеспечивает сокращение эксплуатационно-технических затрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания по применению устройств защиты от перенапряжения в устройствах ЖАТ. – М.: ОАО «РЖД», 2015. – 70-75 с.

2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: сайт. – URL: <http://www.scbist.com/> (дата обращения: 24.05.2021).

3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Утв. Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204: сайт. – URL: <http://www.scbist.com/> (дата обращения: 24.05.2021).

4. И.Г. Евсеев. Защита устройств связи и СЦБ. – М: Транспорт, 1982. – 176 с.

5. Журнал «Автоматика, связь, информатика». Статья: Современные отечественные системы ЖАТ, 2014. – URL: <https://www.nrcrgom.ru/> (дата обращения: 24.05.2021).

6. Газета «Гудок». Статья: Защита от перенапряжения, 2015. – Текст: электронный. - URL: <https://gudok.ru/> (дата обращения: 13.05.2021).

7. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003. Утв. Приказом Минэнерго России от 30. 06. 2003 г. № 280: сайт. – URL: <http://www.scbist.com/> (дата обращения: 24.05.2021).

8. Ситникова, Т. Г. Способы защиты устройств СЦБ от перенапряжения / Т. Г. Ситникова, Д. И. Селиверов. — Текст: непосредственный // Актуальные вопросы технических наук: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2013 г.). — Пермь: Меркурий, 2013. — С. 24-27. — URL: <https://moluch.ru/> (дата обращения: 12.05.2021).

9. ЕИУС.646181.018 РЭ. Аппаратура защиты Барьер-АБТ. Руководство по эксплуатации. – М.: ОАО «РЖД», 2007. – 1-13 с.

10. ЕИУС.436600.040-01 ТР. Защитный фильтр «ЗФ-220М». Технические решения по включения для защиты аппаратуры сигнальной установки автоблокировки, оборудования ДИСК, КТСМ. – М.: ОАО «РЖД», 2006. – 2 с.

11. ООО «Компания «Стальэнерго»: сайт. – URL: <http://stalenergo.ru/> (дата обращения: 12.05.2021). – Текст электронный.

12. Рации и радиооборудование: сайт. – URL: <http://raciya.kz> (дата обращения: 12.05.2021). – Текст: электронный.

REFERENCES

1. Guidelines for the use of overvoltage protection devices in ZhAT devices. - M.: JSC "Russian Railways", 2015. - 70-75 p.
2. Rules for the technical operation of the railways of the Russian Federation: website. - URL: <http://www.scbist.com/> (date of access: 24.05.2021).
3. Rules for electrical installations (PUE). Approved. By order of the Ministry of Energy of Russia dated 08.07.2002 No. 204: website. - URL: <http://www.scbist.com/> (date of access: 24.05.2021).
4. I.G. Evseev. Protection of communication devices and signaling systems. - M: Transport, 1982. - 176 p.
5. Journal "Automation, communication, informatics". Article: Modern domestic systems ZhAT, 2014. - URL: <https://www.npcprom.ru/> (date of access: 24.05.2021).
6. Newspaper "Gudok". Article: Surge protection, 2015. - Text: electronic. - URL: <https://gudok.ru/> (date of access: 13.05.2021).
7. Instructions for the arrangement of lightning protection of buildings, structures and industrial communications SO 153-34.21.122-2003. Approved. By order of the Ministry of Energy of Russia dated 06.30.2003 No. 280: website. - URL: <http://www.scbist.com/> (date of access: 24.05.2021).
8. Sitnikova, TG Methods of protection of signaling system devices from overvoltage / TG Sitnikova, DI Seliverov. - Text: direct // Topical issues of technical sciences: materials of the II Intern. scientific. conf. (Perm, February 2013). - Perm: Mercury, 2013. -- S. 24-27. - URL: <https://moluch.ru/> (date of access: 12.05.2021).
9. EIUS.646181.018 RE. Barrier-ABT protection equipment. Manual. - M.: JSC "Russian Railways", 2007. - 1-13 p.
10. EIUS.436600.040-01 TR. Protective filter "ZF-220M". Technical solutions for switching on to protect the equipment of the automatic blocking signal installation, equipment DISK, KTSM. - M.: JSC "Russian Railways", 2006. - 2 p.
11. LLC "Company "Stalenergo": website. - URL: <http://stalenergo.ru/> (date of access: 12.05.2021). - Electronic text.
12. Walkie-talkies and radio equipment: website. - URL: <http://raciya.kz> (date of access: 12.05.2021). - Text: electronic.

Информация об авторах

Носиков Сергей Владиславович – студент группы СОД.2-17-2, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет сообщения, г. Иркутск, e-mail: sergey.nosikov1@mail.ru;

Демьянов Владислав Владимирович – д. т. н., доцент, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет сообщения, г. Иркутск, e-mail: sword1971@yandex.ru.

Authors

Nosikov Sergey Vladislavovich – student of group SOD.2-17-2, faculty of "Transport support systems", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: sergey.nosikov1@mail.ru;

Demyanov Vladislav Vladimirovich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: sword1971@yandex.ru.

Для цитирования

Носиков С.В. Модернизация устройств электропитания сигнальной точки автоблокировки [Электронный ресурс] / С.В. Носиков, В.В. Демьянов // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – №2(12). – Режим доступа: <http://mnmv.irkgups.ru/toma/212-2021>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

For citation

Nosikov S.V., Demyanov V.V. Modernization of power supply devices of auto lock signal point. / Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2021, no. 2(12).