

К.В. Менакер, М.Б. Калпин, А.В. Мариненко

Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСТРОЙСТВ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ РЕЛЕЙНЫХ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ПАРАФАЗНЫХ СИГНАЛОВ

Аннотация: В данной статье приведены результаты исследования схемы безопасного ввода информации на основе избыточного кодирования. Необходимость анализа безопасных схем сопряжения вызвана отсутствием соответствующей информации в открытой печати. Обучение студентов и слушателей курсов повышения квалификации основам построения микропроцессорных устройств железнодорожной автоматики невозможно без рассмотрения и детального анализа существующих схемотехнических решений по безопасному вводу в микропроцессорные устройства информации о состоянии релейных устройств при их увязке.

Ключевые слова: парафазный сигнал, реле, датчик, схема сопряжения, надежность, безопасность, генератор.

K.V. Menaker, M.B. Kalpin, A.V. Marinenko

Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, Russian Federation

RESEARCH OF SAFE DEVICES FOR INPUTING INFORMATION ABOUT THE STATE OF RELAY SENSORS BASED ON PARAPHASE SIGNALS

Abstract. This article presents the results of the study of the safe information input scheme based on redundancy coding. The need to analyze safe interfaces is caused by the lack of relevant information in open printing. It is impossible to train students and students of advanced training courses on the basics of building microprocessor devices of railway automation without considering and analyzing in detail existing circuit solutions for safe input of information on the state of relay devices into microprocessor devices when they are linked.

Key words: paraphase signal, relay, sensor, interface circuit, reliability, safety, generator.

Введение

При построении микропроцессорных устройств железнодорожной автоматики важнейшей задачей является схемотехническая реализация безопасных схем контроля контактных исполнительных устройств [1 – 4]. Наибольшее распространение в отечественных и зарубежных микропроцессорных устройствах железнодорожной автоматики получила схема безопасного ввода информации на основе избыточного кодирования параллельного вида, представленная на рис. 1 и 2 [4, 5].

Схема безопасного ввода информации на основе избыточного кодирования

Работа схемы безопасного ввода (рис. 2) основана на генерации и контроле парафазных импульсов, пропускаемых через контакты контролируемых реле. На выходах генератора XFG1 генерируется последовательность парафазных импульсов, которая подается соответственно через пару тройников контактов контролируемого реле или коммутатора (рис. 3, а). Причем прямой выход генератора подключен к фронтному контакту тройника J1 и одновременно тыловому контакту тройника J2 (рис. 2). Инверсный выход к тыловому контакту тройника J1 и фронтному тройника J2. С общих контактов тройников сигнал поступает на базы оптотранзисторов VT1 и VT2. Оптическая развязка контрольных цепей от силовых цепей контактов реле обеспечивает высокую безопасность схемы при различных перенапряжениях, коротких замыканиях и других аварийных ситуациях.

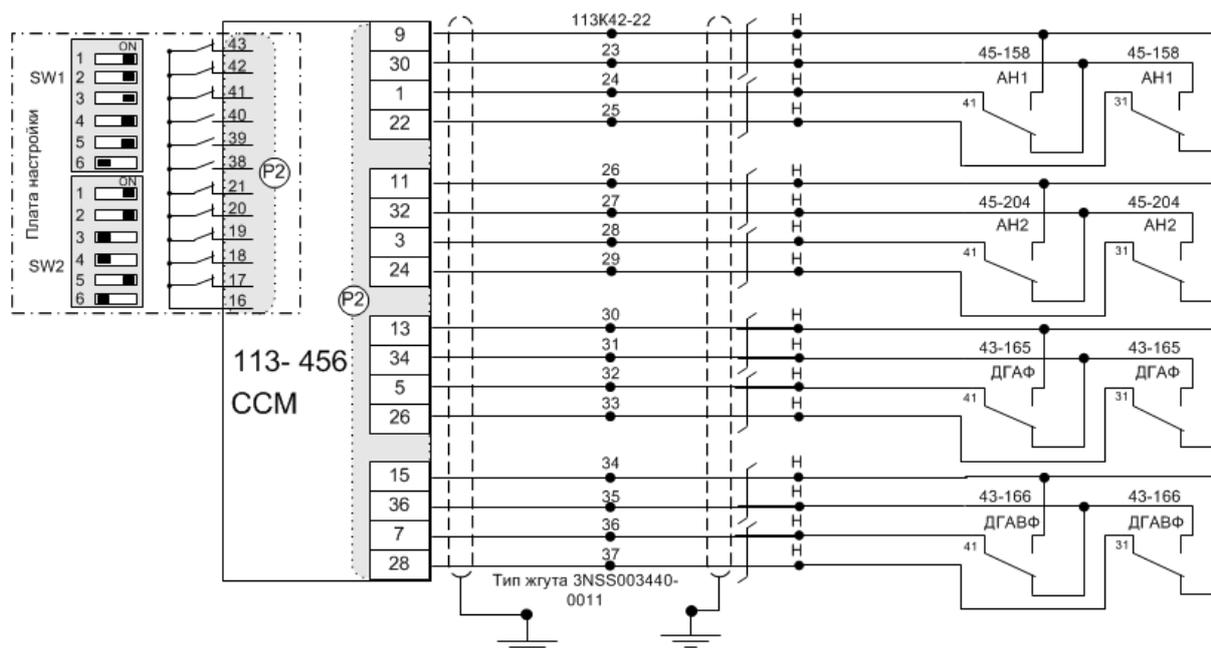


Рис. 1. Схема безопасного ввода информации на основе избыточного кодирования в системе МПЦ Ebilock-950 (МПЦ-ЭЛ)

Выходной сигнал с оптотранзистора VT1 снимается с его коллектора, а с оптотранзистора VT2 с эмиттера с целью преобразования парафазного сигнала в синфазный (рис. 3, б). Далее сигналы поступают на сравнивающее устройство, в качестве которого на рис. 2, выступает двухканальный осциллограф XSC1.

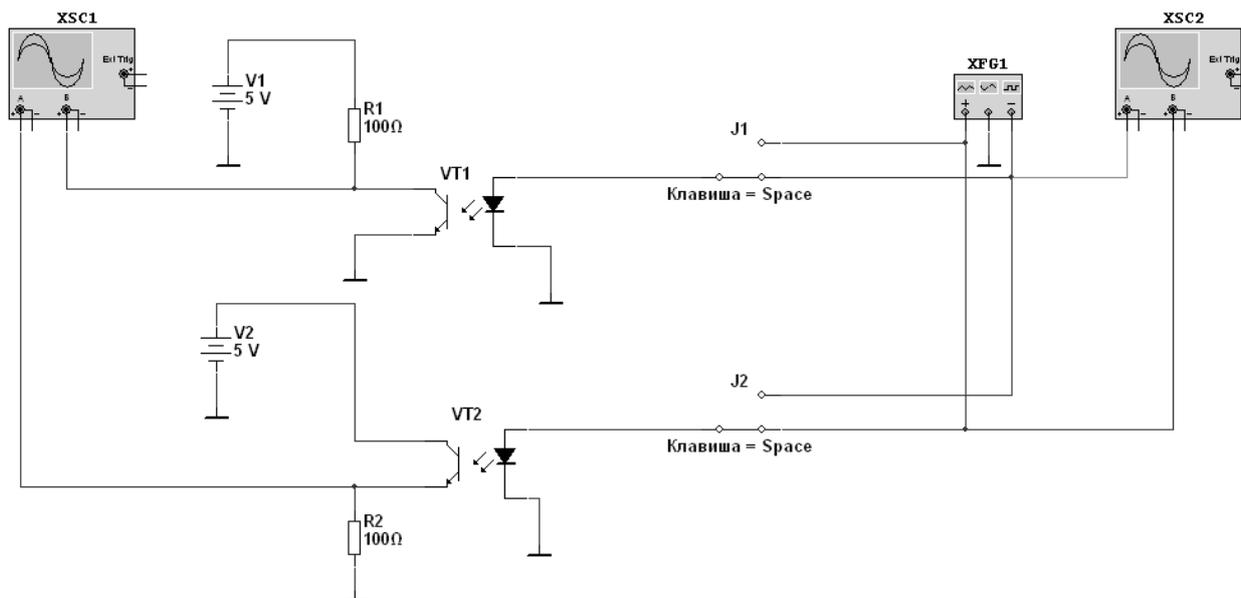


Рис. 2. Принципиальная схема безопасного ввода информации

Безопасность схемы ввода информации на основе избыточного кодирования

При различного рода неисправностях нарушается парафазность или импульсный характер на входах сравнивающего устройства, что фиксируется его программными или аппаратными средствами.

Принцип обеспечения безопасности анализируемой схемы основан на импульсном парафазном характере контролируемых сигналов.

Перегорание любого из транзисторов, связанного с обрывом приведет к потере сигнала на соответствующем входе сравнивающего устройства. При перегорании транзистора и шунтировании цепи появится нулевой потенциал на входе Б или постоянное напряжение источника V2 на входе А сравнивающего устройства. Любые неисправности генератора, связанные с пропаданием сигнала или появлением постоянного напряжения легко фиксируются сравнивающим устройством. Таким образом, аппаратная безопасность схемы не вызывает сомнений и не требует оценки.

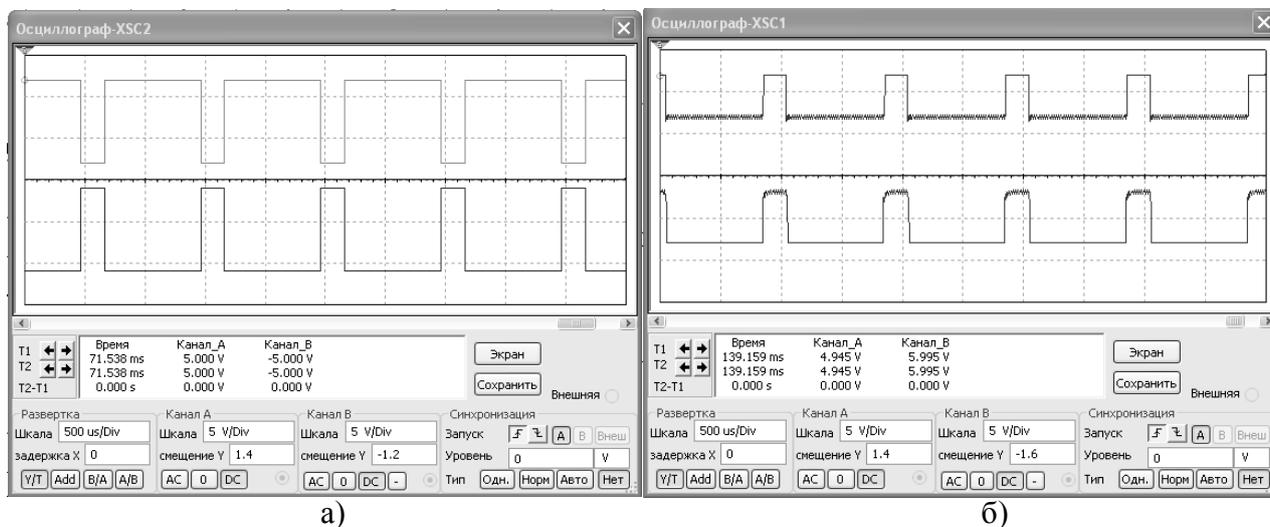


Рис. 3. Парафазный сигнал на одноименных контактах тройников и синфазный сигнал на входах сравнивающего устройства

Проведем оценку вероятности появления опасного отказа, связанного с состоянием контактов контролируемого реле.

Излом одного из общих контактов и его фиксация в исходном положении при срабатывании реле приводит к появлению парафазного сигнала на входах сравнивающего устройства и обнаружению неисправности (рис. 4 и 5).

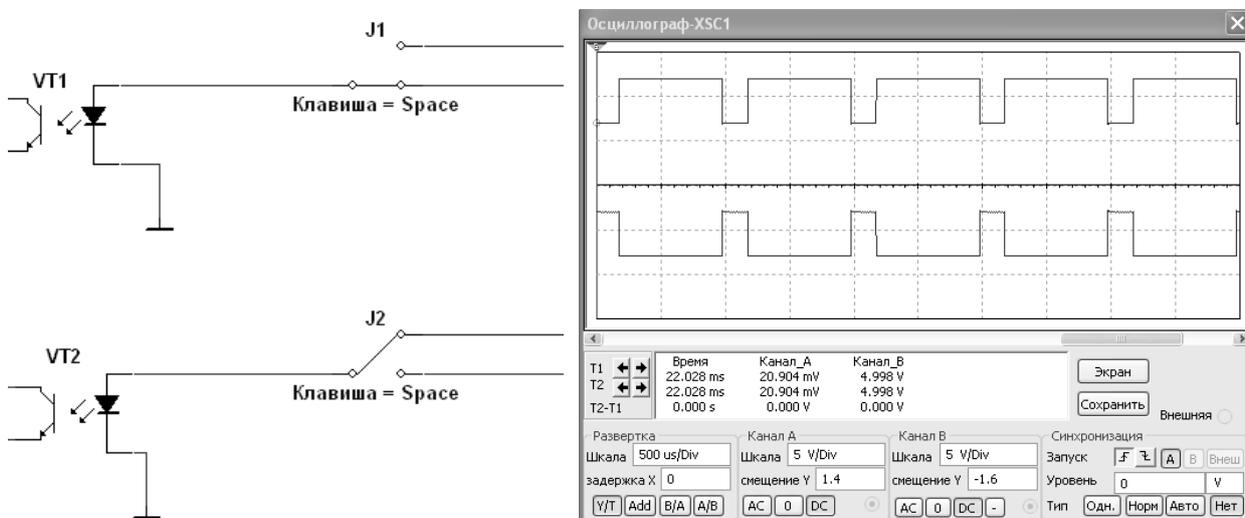


Рис. 4. Парафазный сигнал на входе сравнивающего устройства при изломе общего контакта тройника J2

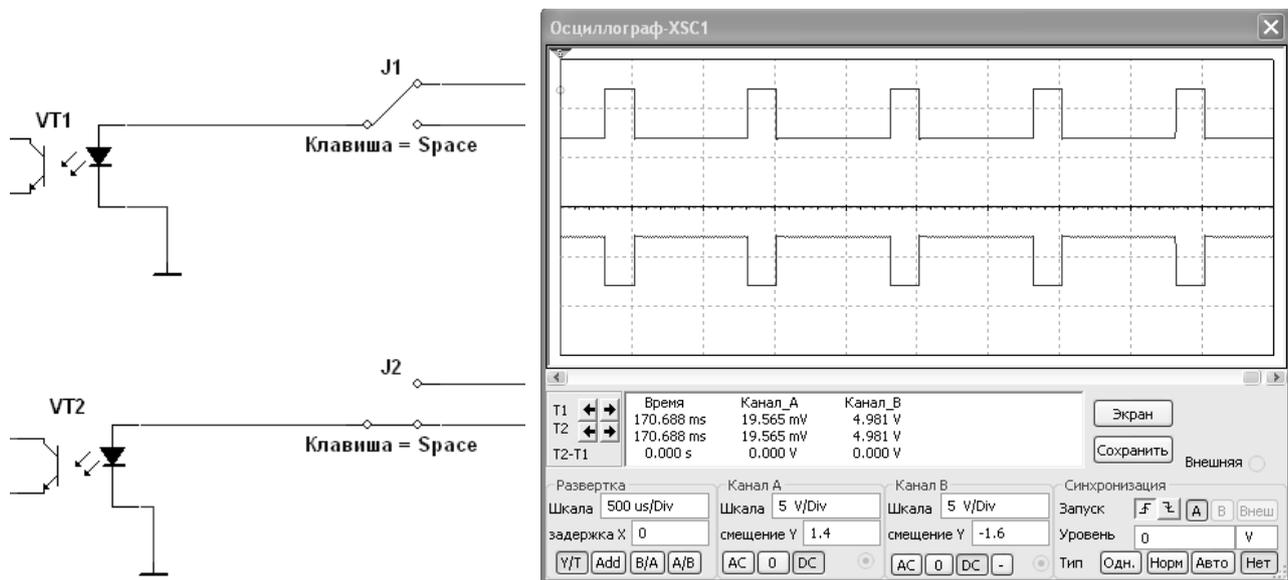


Рис. 5. Парафазный сигнал на входе сравнивающего устройства при изломе общего контакта тройника J1

Обрыв одного из контактов реле приведет к появлению нулевого потенциала или потенциала источника на соответствующем входе сравнивающего устройства в зависимости от неисправного тройника (рис. 6 и 7). При коротком замыкании тылового и фронтального контактов любого тройника приведет к срыву генерации парафазного сигнала и обнаружению данной неисправности.

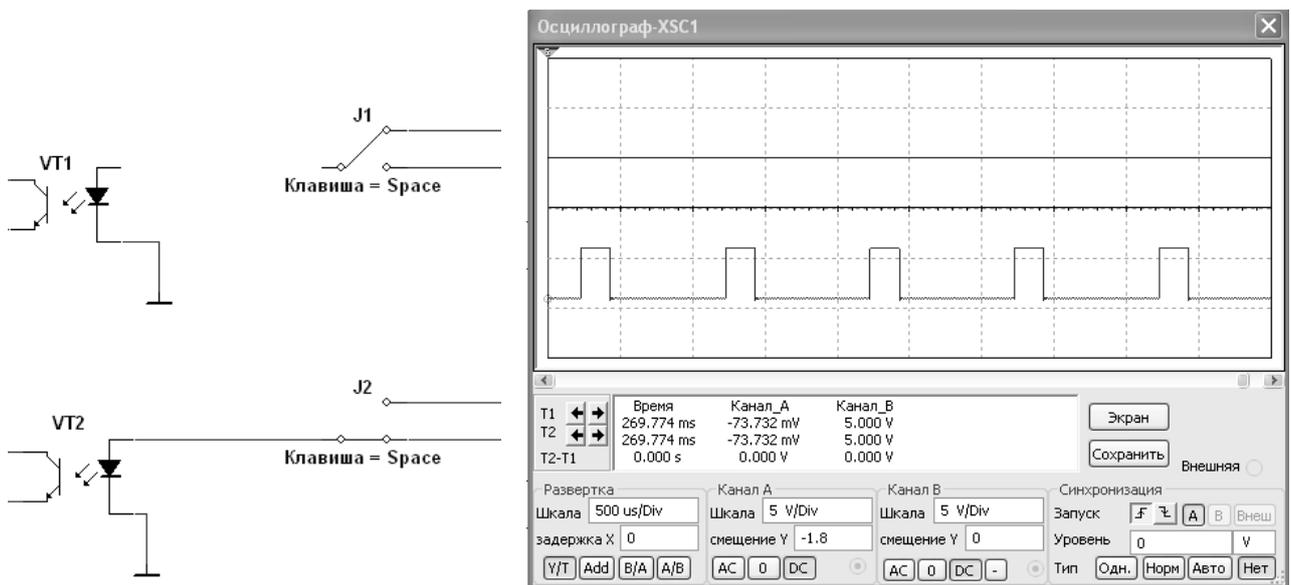


Рис. 6. Постоянный сигнал на входе Б сравнивающего устройства при обрыве общего контакта тройника J1

Становится очевидным, что единственный необнаруживаемый отказ контролируемого реле при работе анализируемой схемы связан с замыканием или неразмыканием двух замыкающих контактов при выключенной обмотке реле. Такой отказ может возникнуть при сваривании контактов, механическом заклинивании якоря в верхнем положении, магнитном залипании якоря, деформации контактных пружин. В этом случае синфазный сигнал поступает на входы сравнивающего устройства как при штатном срабатывании реле.

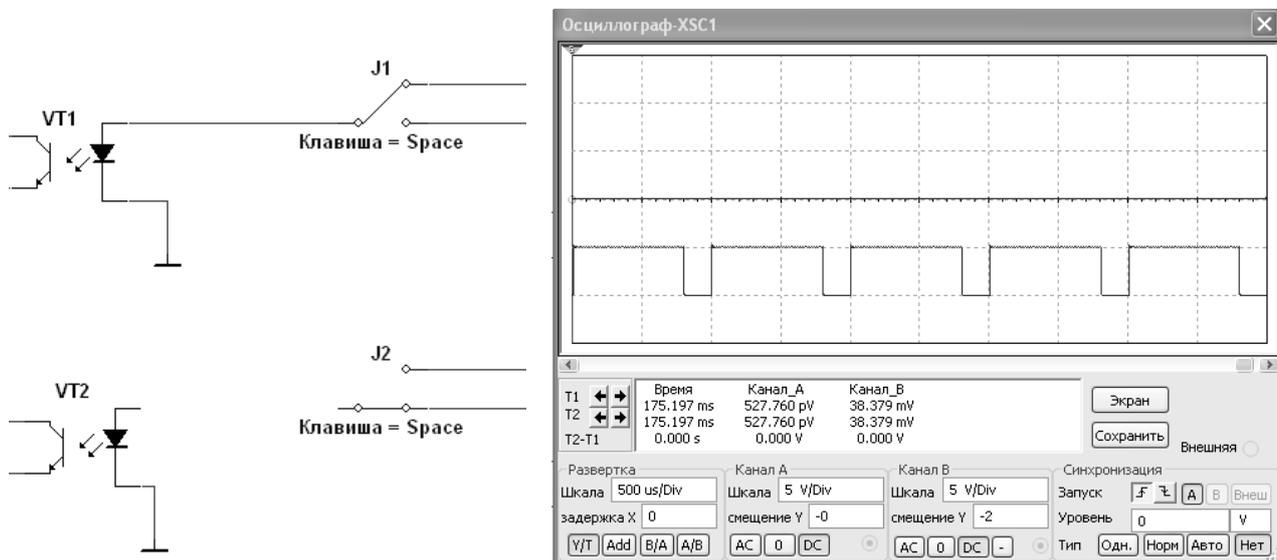


Рис. 7. Нулевой сигнал на входе А сравнивающего устройства при обрыве общего контакта тройника J2

Однако, следует отметить, что интенсивность опасных отказов реле первого класса надежности, к примеру, реле марки НМШ, составляет $10^{-8} \div 10^{-9}$ 1/ч.

При этом интенсивность опасных отказов реле при использовании анализируемой схемы снижается еще в разы при подключении генератора к контактам тройников, находящихся в разных группах, использовании мажоритарного принципа (подключение трех схем контроля к одному контролируемому реле или подключению трех схем контроля к одноименным повторителям контролируемого реле и получение одинаковых сигналов как минимум по двум каналам) в системе контроля ЭЦ-ЕМ, одновременном контроле управляющего напряжения на обмотке реле и состоянии его контактов.

Допустимые показатели безопасности, утвержденные для устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, приведены в табл. 1 [6, 7]. Для устройств электрической централизации допустимая интенсивность опасных отказов лежит в пределах $1.8 \cdot 10^{-7} \div 7.7 \cdot 10^{-9}$ 1/ч в зависимости от числа стрелок на станции.

Таблица 1 - Значения вероятностных показателей безопасности

Система	Измеритель	Интенсивность опасных отказов $\lambda_{оп}$, 1/ч	Наработка до опасного отказа, лет	Вероятность безопасной работы в течение 20 лет
ЭЦ	Станция (с N стр. < 22)	$1.8 \cdot 10^{-7}$	634	0,968464
	Стрелка (с N стр. на станции >22)	$7.7 \cdot 10^{-9}$	14825	0,998651
АБ	Сигнальная точка	$9.2 \cdot 10^{-9}$	12408	0,9919
	Протяженность линии, км	$7.0 \cdot 10^{-9}$	16308	0,9987736
АПС	Переезд	$5.6 \cdot 10^{-9}$	20384	0,9990189

Заключение

Таким образом, в ходе теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в работе, была доказана безопасность схемы ввода информации на основе парафазного кодирования и подробно рассмотрен принцип ее действия, включая всевозможные нештатные ситуации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики / В.В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, Х.А. Христов, Д.В. Гавзов; Под ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1995 – 272 с.
2. РТМ 32 ЦШ 1115842.01-94. Безопасность железнодорожной автоматики и телемеханики. Методы и принципы обеспечения безопасности микроэлектронных СЖАТ. – СПб.: ПГУ ПС, 1994 – 120 с.
3. Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики / В.В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, В. И. Талалаев и др.; Под ред. Вл. В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1997 – 288 с.
4. Современные зарубежные системы микропроцессорной централизации (МПЦ) // Автоматика, связь, информатика – 2000 – №7. – С. 45–47.
5. Бочков К.А., Харлан С.Н. Методы обеспечения безопасности в микропроцессорных системах железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. пособие для студентов транспортных специальностей высших учебных заведений – Гомель: БелГУТ, 2001. – 84 с.
6. Количественные требования и средства контроля обеспечения безопасности систем и устройств СЦБ: Организация сотрудничества железных дорог, 2000. – 8 с.
7. РТМ 32 ЦШ 1115482.02-94. Безопасность железнодорожной автоматики и телемеханики. Методы расчета показателей безотказности и безопасности СЖАТ. – СПб.: ПГУ ПС, 1994 – 36 с.

REFERENCES

1. Methods for building safe microelectronic systems of railway automation/V.V. Sapozhnikov, Vl. V. Sapozhnikov, Kh.A. Hristov, D.V. Gavzov; Ed. Vl. V. Sapozhnikov. - M.: Transport, 1995 - 272 s.
2. PTM 32 OF TSSH 1115842.01-94. Safety of railway automation and telemechanics. Methods and principles for ensuring the safety of microelectronic SSAT. - St. Petersburg: PSU PS, 1994 - 120 s.
3. Certification and proof of safety of railway automation systems/V.V. Sapozhnikov, Vl. V. Sapozhnikov, V.I. Talalaev and others; Ed. Vl. V. Sapozhnikov. - M.: Transport, 1997-288 p.
4. Modern foreign microprocessor centralization systems (MPC)//Automation, communications, computer science - 2000 - No. 7. – Page 45-47.
5. Bochkov K.A., Harlan S.N. Methods of ensuring safety in microprocessor systems of railway automation and telemechanics: Text. manual for students of transport specialties of higher educational institutions - Gomel: BelGUT, 2001. – 84 pages.
6. Quantitative Requirements and Means of Control of Safety of Systems and Devices of SCS: Organization of Railway Cooperation, 2000. – 8 pages.
7. PTM 32 OF TSSH 1115482.02-94. Safety of railway automation and telemechanics. Methods of calculation of LSS failure-free and safety indicators. - St. Petersburg: PSU PS, 1994 - 36 p.

Информация об авторах

Менакер Константин Владимирович – доцент кафедры «Электроснабжение» Забайкальского института железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: menkot@mail.ru

Калпин Максим Борисович – студент группы СОД-2-16-1 Забайкальского института железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: multicam0907@yandex.ru

Мариненко Антон Викторович – студент группы СОД-2-16-1 Забайкальского института железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: multicam0907@yandex.ru

Author

Menaker Konstantin Vladimirovich – Associate Professor of the Department of Electricity Supply at the Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: menkot@mail.ru

Kalpin Maxim Borisovich - student of the SOD-2-16-1 group of the Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: multicam0907@yandex.ru

Marinenko Anton Viktorovich – student of the SOD-2-16-1 group of the Trans-Baikal Institute of Railway Transport, Chita, e-mail: nuopyatya@mail.ru

Для цитирования

Менакер К.В. Исследование безопасных устройств ввода информации о состоянии релейных датчиков на основе парафазных сигналов [Электронный ресурс] / К.В. Менакер, М.Б. Калпин, А.В. Мариненко // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – №1(11). – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/111-21>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

For citation

Menaker K.V., Kalpin M.B., Marinenko A.V. Investigation of safe devices for inputting information about the state of relay sensors based on paraphase signals [Electronic resource] *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Young science of Siberia: electronic scientific journal]*, 2021, no. 1(11).