

ГОРНЫЕ МАШИНЫ MINING MACHINES

Научная статья

УДК 621.311.6

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-22-29

Захаров Александр Юрьевич, Хоменко Александр Николаевич, Шаулев Андрей Альбертович,
Григорьев Александр Васильевич, Захарова Алла Геннадьевна, Шаулева Надежда Михайловна

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

* для корреспонденции: shnm.eav@kuzstu.ru

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ



Информация о статье

Поступила:

28 марта 2025 г.

Одобрена после

рецензирования:

30 июня 2025 г.

Принята к печати:

01 сентября 2025 г.

Опубликована:

09 октября 2025 г.

Ключевые слова:

установка для определения ресурса элементов питания, расход заряда батареек, устройство обнаружения продольного порыва конвейерной ленты; геркон, продольный порыв

Аннотация.

В последние десятилетия в мировой практике эксплуатации горных предприятий появилось большое число систем непрерывного транспорта, осуществляющих доставку полезного ископаемого на значительные расстояния, при этом становится важным контроль целостности конвейерной ленты.

Устройство обнаружения продольного порыва конвейерных лент (УОПП), основанное на перспективном методе передачи энергии в виде электромагнитных полей по поперечному сечению конвейерной ленты, имеет в своем составе передатчик и источник питания, которые располагаются в конвейерной ленте.

Одним из вариантов обеспечения электроэнергией передатчика, встроенного в ленту, является использование миниатюрных элементов питания (батареек). Срок службы конвейерной ленты составляет от трех до пяти лет в зависимости от места эксплуатации конвейера и качества ленты. Поэтому желательно, чтобы срок службы батареек был таким же, как срок службы конвейерной ленты.

Для оценки наработки до предельного состояния элемента питания при выборе его типа на кафедрах горных машин и комплексов и электропривода и автоматизации КузГТУ разработана установка для определения ресурса элементов питания. Сформулированы требования, которым должна удовлетворять установка, разработана схема с электронным таймером включения передатчика, затем с герконом и, соответственно, магнитом, который включает геркон. Вторая схема более полно соответствует условиям работы устройства для обнаружения продольного порыва, дополнительно позволяет изучить взаимодействие пары «магнит – геркон» и приблизительно рассчитать время работы передатчика. Произведен подбор оборудования и приборов, применяемых при проведении испытаний, показаны их основные параметры и назначение, представлено описание работы установки и результаты отработки режимов испытаний.

Для цитирования: Захаров А.Ю., Хоменко А.Н., Шаулев А.А., Григорьев А.В., Захарова А.Г., Шаулева Н.М. Разработка и создание установки для определения ресурса элементов питания // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 5 (181). С. 22-29. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-22-29, EDN: RGACOM

Введение.

В настоящее время известно множество средств для обнаружения продольного порыва конвейерной ленты [1-9]. Наиболее перспективным среди существующих методов считается передача энергии в виде электромагнитных полей по поперечному сечению конвейерной ленты. С применением этого

метода на кафедрах горных машин и комплексов и электропривода и автоматизации КузГТУ разработано устройство обнаружения продольного порыва конвейерных лент (УОПП) [10-13], которое имеет в своем составе передатчик и источник питания, расположенные в конвейерной ленте.

Таблица 1. Оборудование установки (Рис. 2)

Table 1. The installation equipment (Fig. 2)

№ позиции на Рис. 2	Наименование	Основной параметр	Назначение
1	Передатчик	LC – генератор $f = 433 \text{ МГц}$	Для передачи сигнала
2	Приемник	УВЧ – приемник $f = 433 \text{ МГц}$	Для приема сигнала
3	Электродвигатель с редуктором Д219-п1	AC127/DC12 В.	Для вращения обтюлятора с установленными магнитами
4	Блок питания	AC127/DC12	Для питания электродвигателя
5	Обтюратор	$\varnothing_{\text{ср.}} = 180 \text{ мм.}$	Служит для крепления магнитов
6	Геркон	$\varnothing = 2,7 \text{ мм, } l = 18 \text{ мм.}$	Для подачи питания передатчику
7	Магнит $\varnothing = 18 \text{ мм.}$ (6 штук).	$H_{\text{пов.}} = 65,30,85 \text{ мТл,}$ $H_{\text{бмм.}} = 14,20,15 \text{ мТл.}$	Для включения геркона
8	Петля	$l = 1 \text{ м.}$	Разрушаемый элемент цепи питания передатчика
9	Схема демодуляции	Диодное детектирование	Для выделения и предварительного усиления НЧ – сигнала со световой индикацией
10	Схема усиления	Усиливает НЧ - сигнал	Обеспечивает работу реле
11	Электромагнитное реле	F. Vv. 153f DC12 В	«Сухой контакт», обеспечивает функцию сложения калькулятора
12	Калькулятор БЗ-18		Функция сложения использована для счета импульсов
13	Стабилизированный блок питания	ИПС-1 $U_{\text{стаб}} = 1 \div 15 \text{ В.}$	Для питания усилителя и реле
14	Щуп осциллографа	Делитель напряжения 1:1/1:10	Измерения проводились при делении 1:1
15	Осциллограф лучевой	C1-94	Для измерения АЧХ сигналов
16	Гнездо для исследуемого элемента LR44	$\varnothing = 11,5 \text{ мм. } h = 5,5 \text{ мм.}$ $V_{\text{ном.}} = 1,5 \text{ В}$	Устанавливается на время испытания
17	Гнездо для 1 элемента AAA	Элемент AAA 1,5 В	Устанавливается на время настройки схемы
18	Штатив геркона		Для установки нужного положения геркона
19	Гнездо для 2 элементов AAA	2 элемента AAA 3 В.	Используется для питания приемника
20	Гнездо для 1 элемента AAA	Элемент AAA 1,5 В	Вольтодобавка для демодулятора

Одним из вариантов обеспечения электроэнергией передатчика, встроенного в ленту, является использование миниатюрных элементов питания (батареек). Известно, что срок службы конвейерной ленты составляет от трех до пяти лет в зависимости от места эксплуатации конвейера и качества ленты. Потому желательно, чтобы срок службы батарейки был таким же, как у конвейерной ленты. То есть, при выборе типа батарейки необходимо оценивать ее ресурс при пребывании устройства в режиме «включение – отключение». Очевидно, что частые периодические «просыпания» существенно сокращают срок службы устройства [14, 15]. Предположительно, при эксплуатации устройства датчик будет «просыпаться» примерно от 2 до 10 раз в минуту. При выборе типа батареек с целью дальнейшего использования их в УОПП была использована установка для определения ресурса элементов питания.

Методы

Разработка компоновочной схемы

Для проведения испытаний были разработаны сначала схема с электронным таймером включения передатчика, затем с герконом и, соответственно, магнитом, который включает геркон. Вторая схема более полно соответствовала условиям работы устройства для обнаружения продольного рывка и дополнительно позволяла изучить взаимодействие пары «магнит – геркон», и приблизительно рассчитать время работы передатчика. Компоновочная схема испытательной установки приведена на Рис. 1.

На Рис. 2 представлена испытательная установка для определения ресурса источника питания.

Выбор оборудования для установки

Произведен подбор оборудования, в Таблице 1 приведены наименования, основные параметры и назначение оборудования и приборов, применяемых при проведении испытаний [16–18].

Описание работы установки

Электродвигатель 3 (Рис. 2) вращает с постоянной скоростью обтюратор 5, на котором размеща

Таблица 2. Результаты испытаний

Table 2. Test results

Дата	Время включения	Время отключения	Отработанное время	Число включений за час	Ежедневное количество включений	Примечание
30.10.24	8ч00м	17ч00м	4ч20м	900	3900	1-й режим
31.10.24	8ч00м	19ч00м	11ч	2500	27500	2-й режим
01.11.24	8ч00м	17ч00м	9ч	2500	26550	2-й режим
05.11.24	8ч00м	9ч00м	1ч	2500	2500	2-й режим
05.11.24	9ч00м	17ч00м	8ч	900	7200	1-й режим
06.11.24	8ч00м	17ч00м	9ч	900	7200	1-й режим
07.11.24	8ч00м	17ч00м	9ч	900	7200	1-й режим
08.11.24	8ч00м	16ч30м	8ч30м	900	7650	1-й режим
11.11.24	8ч00м	17ч10м	9ч10м	900	7350	1-й режим
12.11.24	8ч00м	17ч20м	9ч20м	900	7500	1-й режим
13.11.24	8ч00м	21ч30м	13ч30м	900	12150	1-й режим
14.11.24	8ч15м	17ч05м	8ч50м	900	7950	1-й режим
15.11.24	8ч15м	17ч00м	8ч45м	900	7870	1-й режим
16.11.24	8ч15м	15ч30м	7ч15м	900	6530	1-й режим
Всего включений за период с 30.10. 24 по 16.11.24					139050	

Таблица 3. Время работы передатчика

Table 3. Transmitter operating time

Дата	Время включения	Время отключения	Отработанное время	Число включений за час	Ежедневное количество включений	Примечание
18.11.24	17ч30м	20ч00м	1ч50м	2940	5390	6 магнитов (ручная ост.)
19.11.24	8ч30м	10ч00м	1ч00м	2940	2940	6 магнитов (програм. ост.)
19.11.24	14ч30м	16ч50м	2ч05м	2940	6125	6 магнитов (програм. ост.)
20.11.24	8ч00м	16ч50м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
21.11.24	8ч00м	11ч30м	2ч15м	2940	6615	6 магнитов (програм. ост.)
21.11.24	15ч00м	17ч00м	1ч20м	2940	3920	6 магнитов (програм. ост.)
22.11.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
25.11.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
26.11.24	8ч00м	12ч30м	2ч55м	2940	8575	6 магнитов (програм. ост.)
27.11.24	9ч00м	17ч00м	4ч30м	2940	13230	6 магнитов (програм. ост.)
28.11.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
29.11.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
02.12.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
03.12.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
04.12.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
9.12. 24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
10.12.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	2940	14700	6 магнитов (програм. ост.)
16.12.24	10ч45м	17ч00м	3ч15м	—	9646	6 магнитов (програм. ост.)
17.12.24	8ч00м	17ч00м	5ч00м	—	13288	6 магнитов (програм. ост.)
Всего включений за период с 18.11. 24 по 17.12. 24					216729	

ется шесть магнитов. За один оборот диска соответственно шесть раз замыкаются контакты геркона, тем самым подавая напряжение от элемента питания 16 через петлю 8 передатчику 1.

Радиосигналы передатчика на расстоянии 30 см принимает приемник 2. Высокочастотный сигнал приемника подается на демодулятор 6, где выделя-

ется низкочастотная составляющая и предварительно усиливается. Далее сигнал направляется в усилитель 10, где происходит его усиление и согласование с электромагнитным реле 11. Электромагнитное реле служит гальванической развязкой между рабочими напряжениями усилителя и счетчика импульсов – калькулятора 12.

Питание двух обмоток используемого электродвигателя осуществляется напряжениями: переменным – 127 В и постоянным 12 В блока питания 4. Питание усилителя 10 осуществляется от регулируемого стабилизированного блока питания 13. Питание приемника производится от двух элементов напряжением 3 В. Питание демодулятора – 4,5 В через элемент вольтодобавки 1,5 В. Питание калькулятора осуществляется либо от внутренних аккумуляторов, либо от внешнего зарядного устройства (на схеме не показано).

Результаты

Отработка режимов испытания

С 30.10.2024 г. по 16.11.2024 г. включение передатчика осуществлялось электронным таймером в двух режимах – 900 и 2500 включений в час. Отработанное время за вычетом простоев приведено в Таблице 2. Второй режим был более динамичным, но давал сбой.

С 18.11.2024 г. по 17.12.24 г. испытания проводились на установке с обтюратором с шестью магнитами. Для охлаждения электродвигателя производилось отключение установки 18.11.2024 г. вручную, а с 19.11.2024 таймером. Результаты представлены в Таблице 3.

Общее число включений за период испытаний составило $139050 + 216729 = 355779$ включений.

Выводы

На основе выполненного обзора и анализа устройств и методов оценки ресурса элементов питания разработаны две схемы: первая – с электронным таймером включения передатчика, и вторая – с герконом и, соответственно, магнитом, который включает геркон. Вторая схема более полно соответствует условиям работы УОПП и дополнительно позволяет изучить взаимодействие пары «магнит – геркон» и приблизительно рассчитать время работы передатчика.

Дальнейшие исследования проводились по второй компоновочной схеме. На разработанной и созданной установке по проверке ресурса элемента питания (в качестве примера показана батарейка LR44) были проведены исследования, в результате которых установлено, что она выдерживает 355779 включений. То есть если такую батарейку использовать для питания передатчика УОПП на конвейере длиной 800 м со скоростью движения ленты 4 м/с, то она прослужит около пяти лет, что вполне удовлетворяет требованиям долговечности и надежности УОПП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zakharov A., Gerike B., Grigoryev A., Zakharova A. Analysis of Devices to Detect Longitudinal Tear on Conveyor Belts // E3S Web of Conferences. Vth International Innovative Mining Symposium. 2020. V.174. № 03006. P. 8. DOI: 10.1051/E3sconf/202017403006.
2. Устройство контроля продольных разрывов ленты MESKOTEXKG. URL: <http://www.tecnosnab.com/documents/gurtlangsrisserrf-ass-rus.pdf> (дата обращения 11.12.2024).

3. Beltscan systems. Rip detections and condition monitoring. URL: <https://www.beltscan.com/products/belt-guard-10k-rip-detector-for-steel-cord-belts.html> (дата обращения: 10.10.2024).
4. Zhang M., Zhang Y, Zhou M. [et al.] Application of Lightweight Convolutional Neural Network for Damage Detection of Conveyor Belt // Applied sciences. 2021. № 11(16). Pp. 7282–1–7282–15.
5. Захарова А.Г., Захаров А.Ю., Лобур И.А., Шаулева Н.М. Устройство для обнаружения продольного порыва конвейерной ленты с использованием ультразвуковых датчиков // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 4 (162). С. 62–70.
6. Becker. Mining systems. Belt management. URL: <https://www.becker-mining.com/en/products/%20mincos/belt-management> (дата обращения: 10.01.2025).
7. Blazej R., Jurdziak L., Kirjanow A. et al. Evaluation of the quality of steel cord belt splices based on belt examination using magnetic techniques // Diagnostyka. 2015. V. 16. № 3. Pp. 59–64.
8. Hou C., Qiao T., Zhang H., Pang Y., and Xiong X. Multispectral visual detection method for conveyor belt longitudinal tear // Measurement. 2019. V. 143. Pp. 246–257.
9. RubexGroup. Конвейерные ленты с контролем порыва. URL: <https://rubexgroup.ru/lenta-s-kontrolem-poryva/> (дата обращения: 10.01.2025).
10. Захаров А. Ю., Григорьев А. В., Захарова А. Г. [и др.] Формирование структурной схемы устройства обнаружения продольного порыва конвейерной ленты с минимальным влиянием электромагнитных помех // Горное оборудование и электромеханика. 2023. № 1(165). С. 11–17.
11. Григорьев А. В., Захаров А. Ю., Захарова А. Г., Шаулев А. А., Шаулева Н. М. Обоснование конструкции передатчика и приемника импульсов устройства обнаружения продольного порыва конвейерной ленты // Техника и технология горного дела. 2024. № 2(25). С. 4–23.
12. Патент № 199010. Российская Федерация. Ленточный конвейер: № 2020112065; заявл. 23.03.2020; опубл. 7.08.2020 / Мешков А. А., Стебнев А. В., Тащиенко В. П. [и др.] 4 с.
13. Патент № 199275. Российская Федерация. Ленточный конвейер: № 2020112067; заявл. 23.03.2020; опубл. 25.08.2020 / Мешков А. А., Стебнев А. В., Тащиенко В. П. [и др.] 3 с.
14. Сравнение характеристик кнопочных батарей. – URL: <https://mosclock.ru/clock/o-garantii/zamena-batareek/tablitza-sravneniya-chasovykh-batareek/> (дата обращения 10.12.2024).
15. Батарейка LR44: технические характеристики и область применения, аналоги. – URL: <https://3batareiki.ru/batarejki/batarejka-lr44-tehnicheskie-harakteristiki-i-oblast-primeneniya-analogi> (дата обращения 10.12.2024).
16. Электрика и радиодетали. URL: <https://electroinfo.net/> (дата обращения: 10.12.2024).
17. Нелинейные аналоговые схемы. Генераторы гармонических и импульсных сигналов. URL: <https://web.archive.org/web/20090906101428/http://sh>

© 2025 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Захаров Александр Юрьевич, доктор техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: zaharovau@kuzstu.ru

Хоменко Александр Николаевич, старший учебный мастер, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: han.stm@kuzstu.ru

Шаулев Андрей Альбертович, аспирант, Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: shaulevaa@kuzstu.ru

Григорьев Александр Васильевич кандидат техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: gav.eav@kuzstu.ru

Захарова Алла Геннадьевна, доктор техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: zaharovaag@kuzstu.ru

Шаулева Надежда Михайловна, кандидат техн. наук, доцент, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: shnm.eav@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Захаров Александр Юрьевич – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования, выводы.

Хоменко Александр Николаевич – монтаж установки, сбор и анализ данных.

Шаулев Андрей Альбертович – сбор и анализ данных, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования.

Григорьев Александр Васильевич – сбор и анализ данных, обзор соответствующей литературы, концептуализация исследования; выводы.

Захарова Алла Геннадьевна – постановка исследовательской задачи; научный менеджмент.

Шаулева Надежда Михайловна – сбор и анализ данных, выводы; написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-22-29

Alexander Y. Zakharov, Alexander N. Homenko, Andrey A. Shaulev, Alexander V. Grigoriev, Alla G. Zakharova, Nadezda M. Shauleva

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: shnm.eav@kuzstu.ru

DEVELOPMENT AND CREATION OF AN INSTALLATION FOR DETERMINING BATTERY RESOURCE



Article info

Received:
28 March 2025

Accepted for publication:
30 June 2025

Accepted:
01 September 2025

Abstract.

In recent decades, in the world practice of operating mining enterprises, a large number of continuous transport systems have appeared that deliver minerals over considerable distances, and monitoring the integrity of the conveyor belt becomes important.

The longitudinal break detection devices of conveyor belts (LBDD) based on a promising method of transmitting energy in the form of electromagnetic fields along the cross section of a conveyor belt, includes a transmitter and a power source, which are located in the conveyor belt.

One of the options for providing electricity to the transmitter built into the tape is to use miniature batteries (batteries). The service life of the conveyor belt ranges from three to five years, depending on the place of operation of the conveyor and the quality of the belt. Therefore, it is desirable that

Published:
09 October 2025

Keywords: installation for determining the life of batteries, battery charge consumption, longitudinal break detection devices of conveyor belts, reed switch, longitudinal break.

the battery life is the same as the life of the conveyor belt

To assess the operating time to the limiting state of a battery when choosing its type, the departments of mining machines and complexes and electric drive and automation of KuzSTU have developed an installation for determining the service life of batteries. The requirements that the installation must satisfy were formulated, a circuit was developed with an electronic timer for turning on the transmitter, then with a reed switch and, accordingly, a magnet that turns on the reed switch. The second scheme more fully corresponds to the operating conditions of the device for detecting a longitudinal gust; it additionally makes it possible to study the interaction of the magnet-reed switch pair and approximately calculate the operating time of the transmitter. A selection of equipment and instruments used during testing was made, their main parameters and purpose were shown, a description of the operation of the installation and the results of testing test modes were presented.

For citation: Zakharov A.Y., Homenko A.N., Shaulev A.A., Grigoriev A.V., A.G. Zakharova, Shauleva N.M. Development and creation of an installation for determining battery resource. Mining Equipment and Electromechanics, 2025; 5(181):22-29 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2025-5-22-29, EDN: RGACOM

REFERENCES

1. Zakharov A., Gerike B., Grigoryev A., Zakharova A. Analysis of Devices to Detect Longitudinal Tear on Conveyor Belts. *E3S Web of Conferences. 17th International Innovative Mining Symposium*. 2020; 174:03006–1–8. DOI: 10.1051/e3sconf/202017403006.
2. Ustrojstvo kontrolya prodol'nyh razryvov lenty MESKOTEX KG. URL: <http://www.tecnosnab.com/documents/gurtlangsrissersfass-rus.pdf> (data obrashcheniya 11.12.2024).
3. Beltscan systems. Rip detections and condition monitoring. URL: <https://www.beltscan.com/products/belt-guard-10k-rip-detector-for-steel-cord-belts.html> (data obrashcheniya: 10.10.2024).
4. Zhang M., Zhang Y., Zhou M. [et al.] Application of Lightweight Convolutional Neural Network for Damage Detection of Conveyor Belt. *Applied sciences*. 2021; 11(16):7282–1–15.
5. Zaharova A.G., Zaharov A.Yu., Lobur I.A., Shauleva N.M. Ustrojstvo dlya obnaruzheniya prodol'nogo poryva konvejernoj lenty s ispol'zovaniem ultrazvukovyh datchikov. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2022; 4(162):62–70. doi:10.26730/1816-4528-2022-4-62-70.
6. Becker. Mining systems. Belt management. URL: <https://www.becker-mining.com/en/products/%20mincos/belt-management> (data obrashcheniya: 10.01.2025).
7. Blazej R., Jurdziak L., Kirjanow A. et al. Evaluation of the quality of steel cord belt splices based on belt examination using magnetic techniques. *Diagnostyka*. 2015; 16(3): 59–64.
8. Hou C., Qiao T., Zhang H., Pang Y., Xiong X. Multispectral visual detection method for conveyor belt longitudinal tear. *Measurement*. 2019; 143:246–257.
9. Rubex Group. Konvejernyelenty s kontrolem-poryva. URL: <https://rubexgroup.ru/lenta-s-kontrolem-poryva/> (data obrashcheniya:10.01.2025).
10. Zaharov A.Yu., Grigor'ev A.V., Zaharova A.G. [i dr.] Formirovanie strukturnoj skhemy ustrojstva obnaruzheniya prodol'nogo poryva konvejernoj lenty s minimal'nym vliyaniem elektromagnitnyh pomekh. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*. 2023; 1(165):11–17.
11. Grigor'ev A.V., Zaharov A.Yu., Zaharova A.G., Shaulev A.A., Shauleva N.M. Obosnovanie konstrukcii peredatchika i priemnika impul'sov ustrojstva obnaruzheniya prodol'nogo poryva konvejernoj lenty. *Tekhnika i tekhnologiya gornogo dela*. 2024; 2(25):4–23. DOI: 10.26730/2618-7434-2024-2-4-23.
12. Patent № 199010. Rossijskaya Federaciya. Lentochnyj konvejer: № 2020112065; zayavl. 23.03.2020; opubl. 7.08.2020 / Meshkov A.A., Stebnev A.V., Tacienco V.P. [i dr.]
13. Patent № 199275. Rossijskaya Federaciya. Lentochnyj konvejer: № 2020112067; zayavl. 23.03.2020; opubl. 25.08.2020 / Meshkov A.A., Stebnev A.V., Tacienco V.P. [i dr.]
14. Sravnenie harakteristik knopochnyh batarek. – URL: <https://mosclock.ru/clock/o-garantii/zamena-batarek/tablitca-sravneniya-chasovykh-batarek/> (data obrashcheniya 10.12.2024).
15. Batarejka LR44: tekhnicheskie harakteristiki i oblast' primeneniya, analogi. – URL: <https://3batareiki.ru/batarejki/batarejka-lr44-tehnicheskie-harakteristiki-i-oblast-primeneniya-analogi> (data obrashcheniya 10.12.2024).
16. Elektriya i radiodetali. URL: <https://electroinfo.net/> (data obrashcheniya: 10.12.2024).
17. Nelinejnye analogovye skhemy. Generatory garmonicheskikh i impul'snykh signalov. URL: <https://web.archive.org/web/20090906101428/http://sheme.edu.knu.kg/contents/ch7b.htm> / (data obrashcheniya: 10.12.2024).
18. Danilin A.A. Izmereniya v radioelektronike. M.: Lan'; 2022. 408 s.

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Alexander Y. Zakharov, D. Sc. in Engineering, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, The Russian Federation, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: zaharovau@kuzstu.ru

Alexander N. Homenko, senior training master, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, The Russian Federation, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: han.stm@kuzstu.ru

Andrey A. Shaulev, graduate student, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, The Russian Federation, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: shaulevaa@kuzstu.ru

Alexander V. Grigoriev, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, The Russian Federation, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: gav.eav@kuzstu.ru

Alla G. Zakharova, D. Sc. in Engineering, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, The Russian Federation, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: zaharovaag@kuzstu.ru

Nadezda M. Shauleva, C. Sc. in Engineering, Associate Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, The Russian Federation, Kemerovo, Vesennaya str., 28), e-mail: shnm.eav@kuzstu.ru

Contribution of the authors:

Alexander Y. Zakharov – research problem statement; scientific management; conceptualisation of research; drawing the conclusions.

Alexander N. Homenko – installation of the unit; data collection; data analysis.

Andrey A. Shaulev – data collection; data analysis; reviewing the relevant literature; conceptualisation of research.

Alexander V. Grigoriev – data collection; data analysis; reviewing the relevant literature; conceptualisation of research; drawing the conclusions;

Alla G. Zakharova – research problem statement; scientific management.

Nadezda M. Shauleva – data collection; data analysis; drawing the conclusions; writing the text.

The claimed contribution of the authors:

Authors have read and approved the final manuscript.

