

М. В. Кузин¹, М. Э. Скоробогатов¹, В. А. Алексеенко¹

¹*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Россия*

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА СТРЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Аннотация: Схемы управления стрелочным электроприводом относятся к одним из наиболее ответственных, так как он является устройством, обеспечивающим безопасность движения поездов на станции. Существующие схемные решения имеют ряд недостатков, которые могут привести к получению ложного контроля стрелки. Ряд причин отказов схем управления стрелками связан с отсутствием автоматизированного контроля фактического перевода стрелочного электропривода систем электрической централизации железнодорожных станций. В данной статье предложено устройство контроля фактического перевода стрелочного электропривода за счет фиксации вращения главного вала. Устройство строится на базе микроконтроллера, а регистрация факта работы привода по переводу стрелки осуществляется с помощью датчиков Холла. В работе описаны основные результаты создания функционального макета устройства на основе микроконтроллера Arduino. Для оценки возможности реализации устройства на реальном электроприводе, был выполнен анализ конструкции с целью определения возможного места установки контролирующих датчиков. Для визуализации места размещения датчиков была построена 3D-модель блока автопереключателя электропривода СП-6М в реальном масштабе, что позволило исключить значительные изменения конструкции. Также были сформулированы основные задачи дальнейшей разработки устройства автоматизированного контроля фактического перевода стрелочного электропривода.

Ключевые слова: электропривод, микроконтроллер, датчик Холла, безопасность движения поездов, автоматика и телемеханика.

М. V. Kuzin¹, M. E. Skorobogatov¹, V. A. Alekseenko¹

¹*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation*

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR AUTOMATED CONTROL OF THE ACTUAL TRANSFER OF THE SWITCH ELECTRIC DRIVE OF ELECTRIC CENTRALIZATION SYSTEMS OF RAILWAY STATIONS

Abstract. Switch control schemes are among the most critical, as it is a device that ensures the safety of train traffic at the station. Existing circuit solutions have a number of disadvantages that can lead to obtaining false control of the arrow. A number of reasons for the failures of switch control circuits are associated with the lack of automated control of the actual transfer of the switch electric drive of the electric interlocking systems of railway stations. This article proposes a control device for the actual transfer of the electric switch drive by fixing the rotation of the main shaft. The device is built on the basis of a microcontroller, and the registration of the fact of the operation of the drive to move the pointer is carried out using Hall sensors. The paper describes the main results of creating a functional layout of a device based on the Arduino microcontroller. To assess the possibility of implementing the device on a real electric drive, a design analysis was performed in order to determine the possible location of the control sensors. To visualize the location of the sensors, a real-scale 3D model of the automatic switch unit of the SP-6M electric drive was built, which made it possible to exclude significant design changes. electric drive.

Also, the main tasks of further development of a device for automated control of the actual transfer of an electric switch drive were formulated.

Keywords: electric drive, micro controller, Hall Sensor, train traffic safety, automation and telemechanics.

Введение. Для повышения перерабатывающей способности станций, а также обеспечения маневровой работы и возможности совершения обгона одним составом другого на железной дороге используются стрелочные переводы, которые предназначены для перевода движущегося подвижного состава с одного пути на другой [1].

Одним из важнейших элементов стрелочного перевода является стрелочный электропривод, который предназначен для перевода, запираания и контроля четырех положений ост-

ряков стрелочного перевода – нормального (плюсового), переведенного (минусового), промежуточного (среднего) и взреза.

В связи с тем, что стрелочный перевод является достаточно опасным участком пути, к нему применяются особые требования. Качественный контроль за работой стрелочного перевода в целом и стрелочного привода, в частности, позволяют обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов [2-5].

В настоящее время для контроля перевода стрелки в основном используются схемные решения (реле контроля положения стрелки и реле контроля взреза), а также амперметр, с помощью которого можно определить, сработал ли электродвигатель или нет. Данные решения не исключают возможность контроля ложного положения стрелки при работе двигателя на фрикцию или неисправности автопереключателя привода [6]. Указанные недостатки требуют модернизации существующих схем управления с использованием современной элементной базы в условиях активной цифровизации.

В данной статье приведено описание основных этапов разработки макета устройства, позволяющего дополнительно контролировать перевод стрелочного электропривода с помощью датчиков Холла, и позволяют регистрировать факт вращения главного вала электропривода. Информация о положении электропривода обрабатывается с помощью микроконтроллера и в дальнейшем может быть использована для дополнительного контроля положения остряков стрелки.

Структурная схема устройства. В настоящий момент во многих областях науки и техники широкое распространение получили решения, использующие микроконтроллеры [7-12], в том числе они применяются в схемах управления стрелочными электроприводами [13-15].

Для оценки возможности реализации дополнительного устройства контроля фактического перевода стрелочного электропривода был разработан макет устройства, основными элементами которого (рис.1) являются:

- 2 датчика Холла;
- сервопривод;
- микроконтроллер.

Датчика Холла – цифровой датчик, имеющий на выходе два состояния – LOW и HIGH, идентифицирующий наличие магнитного поля, в непосредственной близости от датчика. Установка двух датчиков обусловлена необходимостью контроля вращения в ту или иную сторону в зависимости от того, в какое положение переводится стрелочный электропривод.

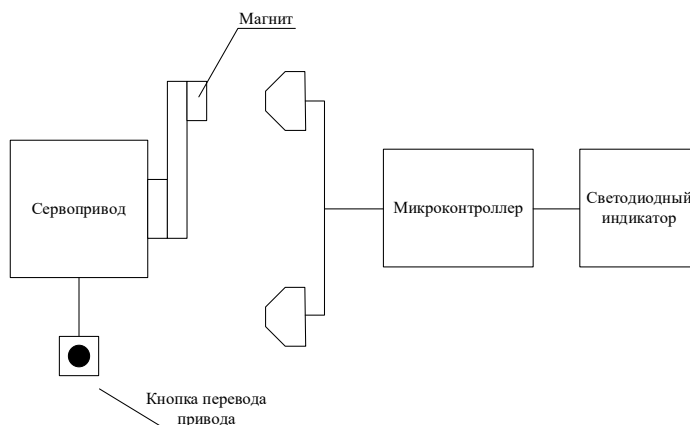


Рис. 1. Структурная схема макета устройства

Сервопривод в составе макета выполняет функции стрелочного электропривода. Микроконтроллер предназначен для сбора и обработки информации о положении привода.

Алгоритм работы устройства. Для упрощения читаемости кода и удобного управления однотипными объектами функции для работы с датчиками Холла были вынесены в отдельную библиотеку «A3144.h». Текст библиотеки приведен на рис. 2. Библиотека для работы с сервоприводом «Servo.h» уже встроена в среду программирования Arduino IDE. С помощью данных библиотек можно задавать входы сигналов с датчиков A3144 и управлять работой сервопривода.

```

A3144.cpp x A3144.h x TrafficLight A3144.cpp x A3144.h x TrafficLight
#include "Arduino.h"
#include "A3144.h"

A3144::A3144(int pinIn,int pinOut){
  pinMode(pinIn,INPUT);
  _pinIn = pinIn;
  pinMode(pinOut,OUTPUT);
  _pinOut = pinOut;
}

bool A3144::tick(){
  digitalWrite(_pinOut,HIGH);
  delay(5);
  bool b = !digitalRead(_pinIn);
  digitalWrite(_pinOut,LOW);
  delay(5);
  return b;
}

#ifdef A3144_h
#define A3144_h
#include "Arduino.h"

class A3144
{
public:
  A3144(int pinIn,int pinOut);
  bool tick();
private:
  int _pinIn;
  int _pinOut;
};
#endif

```

Рис. 2. Библиотека «A3144.h»

Алгоритм работы устройства (рис.3) начинается с объявления переменных и инициализации внешних устройств – сервопривода и датчиков холла. Затем микроконтроллер определяет – в каком положении находится сервопривод в настоящий момент. Если он находится в положении «плюс», то далее программа работает дальше, в противном случае осуществляется перевод привода в «плюс».

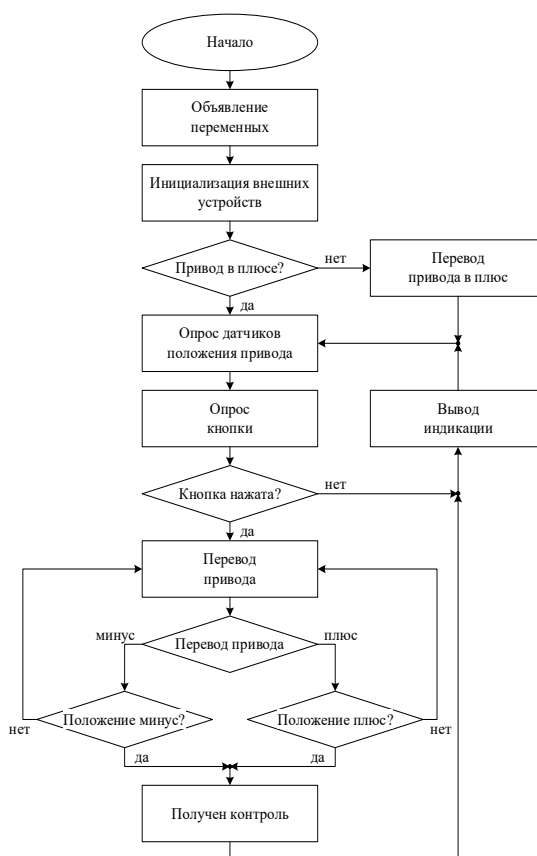


Рис. 3. Алгоритм работы устройства

Далее производится опрос датчиков Холла и кнопки. Если кнопка нажата, то сервопривод переводится в другое положение и происходит потеря контроля, так как с датчиков не

поступает сигнал. Если в течении 1 секунды микроконтроллер не получит сигнал контроля от одного из датчиков, то он переводит привод в исходное положение. Если же сигнал контроля был получен, то программа снова возвращается к опросу датчиков и кнопки.

Для управления сервоприводом использовалась библиотека функций для Arduino Servo.h. Стандартные сервоприводы обычно позволяют поворачивать привод на определенный угол от 0 до 180 градусов. Некоторые сервоприводы позволяют совершать полные обороты на заданной скорости.

При работе с данной библиотекой были использованы следующие основные функции:

- `Servo.attach()` – Подключает Servo к указанному выходу, с которого осуществляется управление приводом;
- `Servo.read()` – Считывает значение текущего положения сервопривода (значение, записанное последним вызовом функции `write()`);
- `Servo.write()` – Передает значения для управления приводом. Для стандартного сервопривода это угол поворота. Для привода постоянного вращения функция задает скорость вращения (0 - для максимальной скорости вращения в одну сторону, 180 - для максимальной скорости в другую сторону и около 90 для неподвижного состояния).

На рисунке 4 изображена временная диаграмма работы устройства.

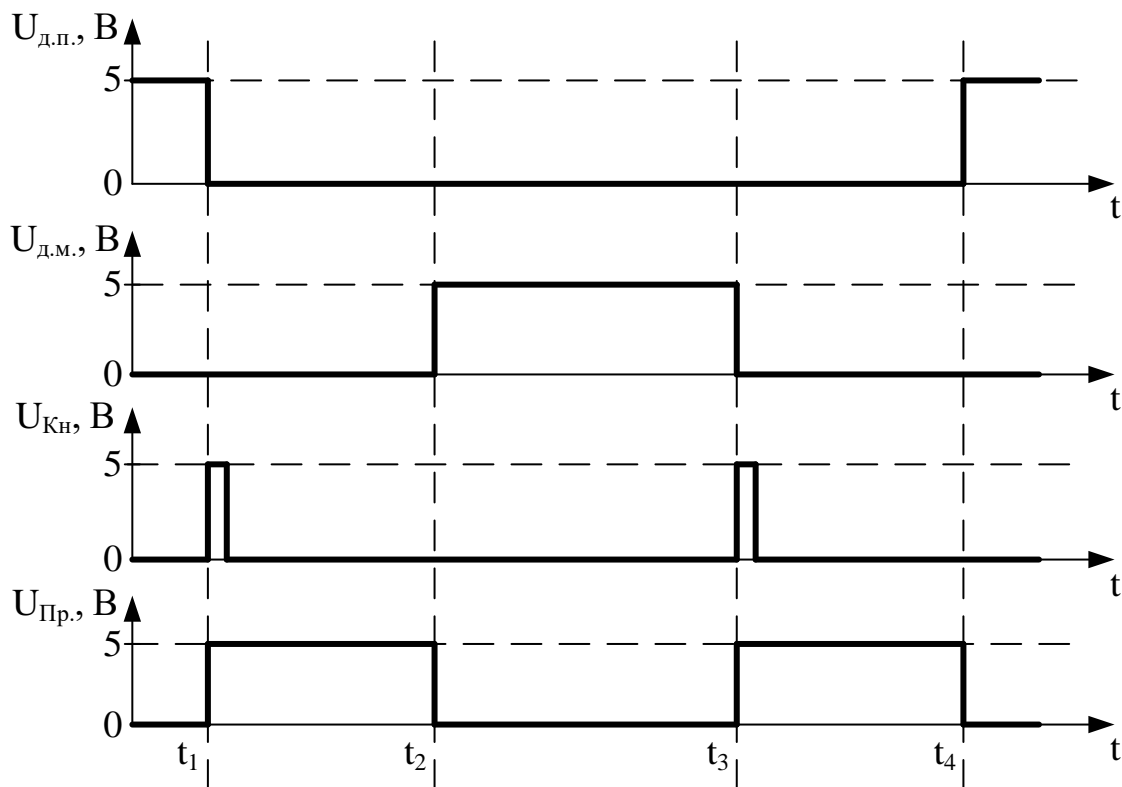


Рис. 4. Временная диаграмма работы устройства

На рис. 4 приняты следующие условные обозначения:

$U_{д.п.}$ – напряжение на выходе датчика Холла плюсового положения привода;

$U_{д.м.}$ – напряжение на выходе датчика Холла минусового положения привода;

$U_{кн}$ – напряжение на кнопке;

$U_{пр}$ – напряжение на входе привода;

t_1 – момент времени, когда происходит нажатие кнопки, привод начинает переводиться в «минус» и происходит потеря контроля положения «плюс»;

t_2 – момент времени, когда датчик минусового положения срабатывает и привод заканчивает перевод;

t_3 – момент времени, когда происходит нажатие кнопки, привод начинает переводиться в «плюс» и происходит потеря контроля положения «минус»;

t_4 – момент времени, когда датчик плюсового положения срабатывает и привод заканчивает перевод.

Принципиальная электрическая схема устройства. Принципиальная электрическая схема устройства приведена на рисунке 5. Спецификация элементов представлена в таблице 1.

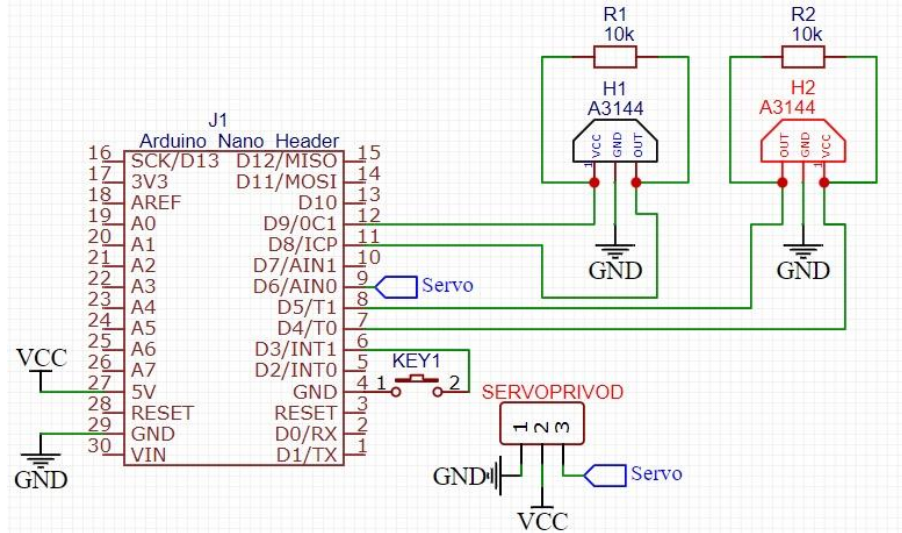


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема устройства

Таблица 1.

Спецификация		
Обозначение	Наименование	Количество
	Микросхемы	
J1	ATmega328P	1
	Сервоприводы	
SERVOPRIVOD	GSMIN TowerPro SG90	1
	Датчики Холла	
H1-H2	A3144	2
	Резисторы	
R1, R2	CF-25 (C1-4) 0.25 Вт, 10 кОм, 5%	2

Датчик Холла A3144 – цифровой датчик, имеющий на выходе два состояния – LOW и HIGH, идентифицирующий наличие магнитного поля в непосредственной близости от датчика. Установка двух датчиков обусловлена необходимостью контроля вращения в ту или иную сторону в зависимости от того, в какое положение переводится стрелочный электропривод. Сервопривод GSMIN TowerPro SG90 представляет собой имитационную модель стрелочного электропривода. Плата Arduino Nano выступает в роли микроконтроллера для сбора и обработки информации о положении привода. Резисторы R1, R2 являются подтягивающими и обеспечивают генерацию сигнала датчиком.

Выбор места установки датчиков. Для выбора места установки датчиков фиксации вращения главного вала стрелочного электропривода был выполнен анализ конструкции стандартного стрелочного электропривода серии СП-6М (рис.6).

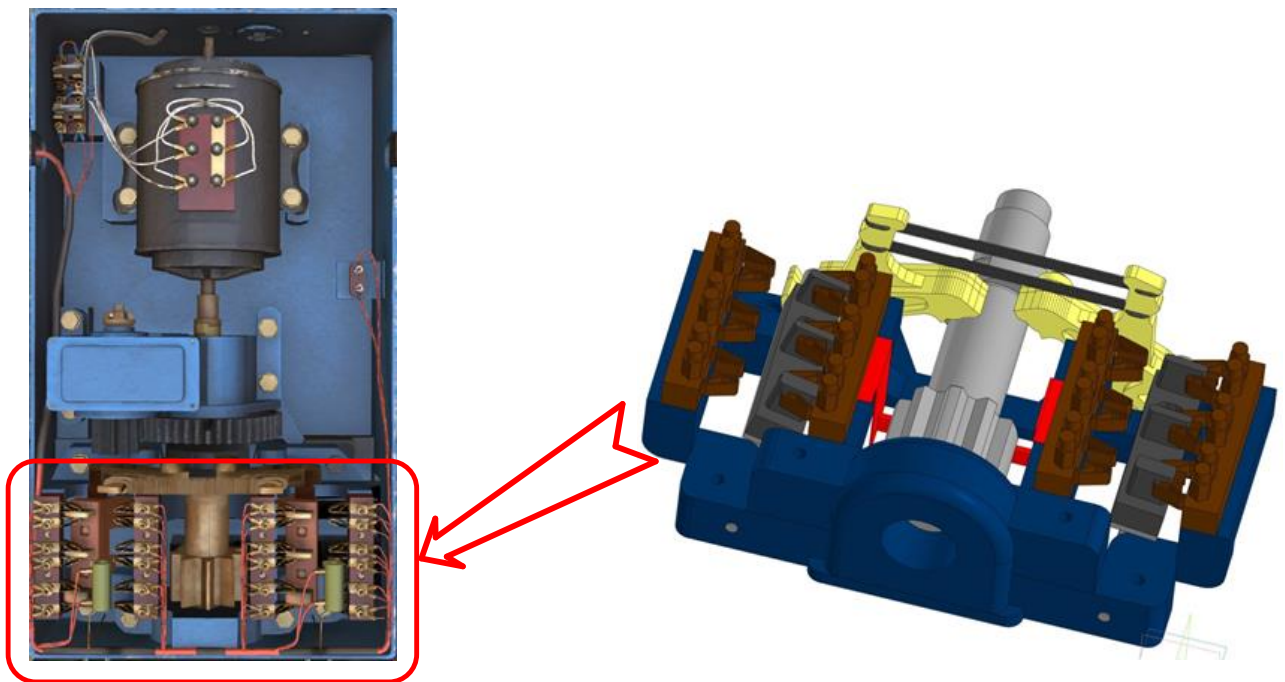


Рис. 6. Конструкция стрелочного электропривода СП-6М

В ходе анализа были рассмотрены основные части конструкции электропривода, пригодные для установки разрабатываемого устройства. Главным критерием выбора места установки выступала возможность расположения датчиков без внесения существенных изменений в конструкцию узлов электропривода. В итоге для установки датчиков Холла была выбрана зона, в которой расположена шиберная шестерня главного вала. Для лучшей визуализации мест расположения датчиков была построена объемная 3D-модель блока автопереключателя электропривода СП-6М при помощи программного пакета КОМПАС-3D.

Также был сформирован план следующего этапа разработки устройства автоматизированного контроля фактического перевода стрелочного электропривода. В него были включены следующие задачи:

- а) разработка технического задания;
- б) разработка структурной схемы устройства;
- в) выбор платформы реализации вычислительного компонента устройства;
- г) разработка монтажной схемы и конструктивных элементов устройства;
- д) подбор деталей и компонентов;
- е) реализация натурного образца.

Заключение. В результате выполненной работы был разработан макет устройства контроля фактического перевода стрелочного электропривода. По результатам анализа конструкции стандартного стрелочного электропривода серии СП-6М было выбрано место установки датчиков фиксации вращения главного вала. Также были определены задачи следующего этапа разработки устройства автоматизированного контроля фактического перевода стрелочного электропривода. Разработка данного устройства позволит получить дополнительное решение для контроля стрелочного перевода и, как следствие, повышения безопасности движения поездов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Устройства СЦБ. Технология обслуживания. М.: Транспорт, 1999. - 427 с.
2. Копанев М.В., Кучера Л.Я. Математическая модель формирования надежности стрелочного электропривода // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. - Иркутск, 2016. - Т. 1, С. 244-249.

3. Маслов, Н. А. Имитационное моделирование систем управления и электроприводов стрелочных переводов / Н. А. Маслов, Е. А. Яковлева // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia 2022) : материалы VI Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 20–21 апреля 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 221-229. – EDN QXVIGC.
4. Скоробогатов, М. Э., Грозин, И. А., & Сушицкий, В. С. (2022). Применение магнитных неодимовых подшипников в устройствах сигнализации, централизации и блокировки на железнодорожном транспорте. Электронный научный журнал "Молодая наука Сибири", (4(18)). извлечено от <https://ojs.ircgups.ru/index.php/mns/article/view/983>
5. Горелик, А. В. Аэродинамическое воздействие скорости движения поезда на напольные устройства СЦБ / А. В. Горелик, В. В. Шуваев, Д. Е. Минаков // Наука и техника транспорта. – 2013. – № 2. – С. 067-074. – EDN QBMVJP.
6. Бугреев, В. А. Основы электропривода технологических установок / В. А. Бугреев, Е. В. Новиков, А. П. Чехов ; Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте. – Москва : Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2022. – 72 с. – ISBN 978-5-907479-00-5. – EDN HUNFUD.
7. Морозова, К. С. Измеритель среднеквадратического значения напряжения на основе учебного микропроцессорного стенда SDK-1.1 / К. С. Морозова, Б. М. Миронов // Молодая наука Сибири. – 2019. – № 4(6). – С. 46-50. – EDN TJAKEA.
8. Клемешева, О. В. Микроконтроллеры в системах автоматического управления / О. В. Клемешева, Ж. Б. Мекенбаева, У. Т. Аскарбек // Вестник Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н.Исанова. – 2018. – № 2(60). – С. 58-63. – EDN YAIVMD.
9. Скрежендевский, В. В. Программируемые цифровые устройства : Учебно-методическое пособие / В. В. Скрежендевский ; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский государственный университет транспорта. – Гомель : Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2013. – 64 с. – ISBN 978-985-554-220-0. – EDN SEQORZ.
10. Пулятьков, А. В. Совершенствование системы управления стрелками маневровых районов и промышленных предприятий / А. В. Пулятьков, Ю. А. Сивакова // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2022. – № 9. – С. 22-28. – DOI 10.36535/0236-1914-2022-09-4. – EDN LOOKFA.
11. Study of the operation of high-frequency electrical plants of railway consumers / A. V. Pulytyakov, M. V. Kopanov, V. A. Alexeenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region, SibTrans 2019, Moscow, 21–24 мая 2019 года. Vol. 760. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012028. – DOI 10.1088/1757-899X/760/1/012028. – EDN KKTZEZ.
12. Повышение эффективности работы изолирующих стыков электрических рельсовых цепей / А. В. Пулятьков, В. П. Мартыновский, А. Ф. Наталин, М. Э. Скоробогатов // Инновации в системах обеспечения движения поездов : Материалы I Международной научно-практической конференции, Самара, 19–20 мая 2016 года / Министерство транспорта Российской Федерации; Федеральное агентство железнодорожного транспорта; Самарское региональное отделение Российской академии транспорта; ФГБОУ ВО "Самарский государственный университет путей сообщения" (СамГУПС); Куйбышевская железная дорога - филиал ОАО "Российские железные дороги". – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2016. – С. 34-37. – EDN YVBTQO.
13. Никитин, А. Б. Использование функциональных преобразователей с несимметричным отказом для управления электроприводами переменного тока / А. Б. Никитин, А. Н. Ковкин // Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2, № 1. – С. 7-18. – EDN VXJDEJ.
14. Москалев, Ю. В. Способы и технические средства повышения энергетической эффективности систем электропривода / Ю. В. Москалев, А. Ю. Милютин // Инновационные

проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте : Материалы XVI научной конференции, посвященной Дню Российской науки, Омск, 08 февраля 2022 года. – Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 313-317. – EDN UHAORI.

15. Байкенов, Б. С. Разработка беспроводного канала управления стрелочным приводом / Б. С. Байкенов, А. А. Е. Аязбай, А. Ж. Сагындикова // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2018. – № 4(107). – С. 182-187. – EDN BEARLB.

REFERENCES

1. Signaling devices. service technology. М.: Transport, 1999. - 427 p.
2. Kopanev M.V., Kuchera L.Ya. Mathematical model of the formation of the reliability of the switch electric drive // Transport infrastructure of the Siberian region. - Irkutsk, 2016. - Т. 1, S. 244-249.
3. Maslov, N. A. Simulation modeling of control systems and electric drives of turnouts / N. A. Maslov, E. A. Yakovleva // Digital transformations in education (E-Digital Siberia 2022): materials of the VI International Scientific -practical conference, Novosibirsk, April 20–21, 2022. - Novosibirsk: Siberian State University of Communications, 2022. - P. 221-229. – EDN QXVIGC.
4. Skorobogatov, M. E., Grozin, I. A., & Sushitsky, V. S. (2022). The use of magnetic neodymium bearings in signaling, centralization and blocking devices in railway transport. Electronic scientific journal "Young Science of Siberia", (4(18)). retrieved from <https://ojs.irgups.ru/index.php/mns/article/view/983>
5. Gorelik, A. V. Aerodynamic effect of train speed on floor-standing signaling devices / A. V. Gorelik, V. V. Shuvaev, D. E. Minakov // Science and technology of transport. - 2013. - No. 2. - P. 067-074. -EDN QBMVJP.
6. Bugreev, V. A. Fundamentals of the electric drive of technological installations / V. A. Bugreev, E. V. Novikov, A. P. Chekhov; Educational and methodological center for education in railway transport. - Moscow: Federal State Budgetary Institution of Additional Professional Education "Training and Methodological Center for Education in Railway Transport", 2022. - 72 p. – ISBN 978-5-907479-00-5. – EDN HUHFD.
7. Morozova, K. S., Mironov B. M. RMS voltage meter based on educational microprocessor stand SDK-1.1 // Young Science of Siberia. - 2019. - No. 4(6). - S. 46-50. – EDN TJAKEA.
8. Klemesheva, O. V. Microcontrollers in automatic control systems / O. V. Klemesheva, Zh. B. Mekenbaeva, U. T Askarbek // Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture. N. Isanova. - 2018. - No. 2 (60). – S. 58-63. – EDN YAIVMD.
9. Skrezhendevsky, V. V. Programmable digital devices: Educational and methodical manual / V. V. Skrezhendevsky; Ministry of Education of the Republic of Belarus, Belarusian State University of Transport. - Gomel: Educational Institution "Belarusian State University of Transport", 2013. - 64 p. – ISBN 978-985-554-220-0. – EDN SEQORZ.
10. Pulyakov, A. V. Improving the control system for arrows in shunting areas and industrial enterprises / A. V. Pulyakov, Yu. A. Sivakova // Transport: science, technology, management. Scientific information collection. - 2022. - No. 9. - S. 22-28. – DOI 10.36535/0236-1914-2022-09-4. – EDN LOOKFA.
11. Study of the operation of high-frequency electrical plants of railway consumers / A. V. Pulyakov, M. V. Kopanev, V. A. Alexeenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region, SibTrans 2019, Moscow, 21–24 мая 2019 года. Vol. 760. – Moscow: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012028. – DOI 10.1088/1757-899X/760/1/012028. – EDN KKTZEZ.
12. Improving the efficiency of insulating joints of electric rail circuits / A. V. Pulyakov, V. P. Martynovskiy, A. F. Natalin, M. E. Skorobogatov // Innovations in Train Traffic Support Systems: Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference, Samara , May 19–20, 2016 / Ministry of Transport of the Russian Federation; Federal Agency for Railway Transport;

Samara Regional Branch of the Russian Academy of Transport; FGBOU VO "Samara State University of Railways" (SamGUPS); The Kuibyshev railway is a branch of the JSC Russian Railways. - Samara: Samara State University of Communications, 2016. - P. 34-37. – EDN YVBTOQ.

13. Nikitin, A. B. The use of functional converters with asymmetric failure to control AC drives / A. B. Nikitin, A. N. Kovkin // Transport automation research. - 2016. - V. 2, No. 1. - S. 7-18. – EDN VXJDEJ.

14. Moskalev, Yu. V. Ways and technical means of increasing the energy efficiency of electric drive systems / Yu. V. Moskalev, A. Yu. Milyutin // Innovative projects and technologies in education, industry and transport: Proceedings of the XVI scientific conference dedicated to the Day Russian Science, Omsk, February 08, 2022. - Omsk: Omsk State University of Communications, 2022. - P. 313-317. – EDN UHAOPI.

15. Baikenov, B. S. Development of a wireless control channel for a turnout drive / B. S. Baikenov, A. A. E. Ayazbay, A. Zh. Sagyndikova // Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications. M. Tynyshpaeva. - 2018. - No. 4 (107). - S. 182-187. – EDN BEARLB.

Информация об авторах

Максим Витальевич Кузин – студент 5 курса, специальность – Системы обеспечения движения поездов, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kuzinmv2000@outlook.com

Максим Эдуардович Скоробогатов – к. т. н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, e-mail: Skor_maxim@mail.ru

Владимир Александрович Алексеенко – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: bezvoprosov03@mail.ru

Authors

Maksim Vitalievich Kuzin – 5th year student, Train traffic systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kuzinmv2000@outlook.com

Maxim Eduardovich Skorobogatov – Ph.D. in Engineering Sciences, Associate Professor Department of Automation, Remote Control and Communication. Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: Skor_maxim@mail.ru

Vladimir Aleksandrovich Alekseenko – Ph.D. in Engineering Sciences, Associate Professor Department of Automation, Remote Control and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: bezvoprosov03@mail.ru

Для цитирования

Кузин М.В., Скоробогатов М.Э., Алексеенко В.А. Разработка устройства контроля фактического перевода стрелочного электропривода систем электрической централизации железнодорожных станций // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2023. – №1(17). – С. 18-26 – DOI: 10.26731/2658-3704.2023.1(17).18-26 – Режим доступа: <http://ismm-irgups.ru/toma/117-2023>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 31.03.2023)

For citations

Kuzin M.V., Skorobogatov M.E., Alekseenko V.A. Development of a device for automated control of the actual transfer of the switch electric drive of electric centralization systems of railway stations // Informacionnye tehnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Information technology and mathematical modeling in the management of complex systems: electronic scientific journal], 2023. No. 1(17). P. 18-26. DOI: 10.26731/2658-3704.2023.1(17).18-26 [Accessed 31/03/23]