СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ СТРЕЛОК МЕСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ

Жоникулов Эгамберди Шавкат угли
Ташкентский государственный транспортный университет
базовый докторант кафедры автоматики и телемеханики
E-mail: egamberdijoniqulov@gmail.com

Annotation. The article analyzes existing methods of local control of railway turnouts and identifies the shortcomings of the traditional four-wire control scheme. To address these issues, a modern wireless turnout control system is proposed. The system is developed based on microcontrollers and radio modules and provides real-time monitoring of turnout status as well as automatic return to central control in emergency situations. The use of LPWAN technology improves communication reliability and energy efficiency.

Key words: electric interlocking, turnout, central control, local control, wireless control, microcontroller, radio module, algorithm, relay.

Аннотация. В статье проанализированы существующие методы местного управления стрелками на железнодорожных станциях, а также выявлены недостатки традиционной четырёхпроводной схемы управления. Для устранения данных проблем предложена современная система беспроводного управления стрелками. Система разработана на основе микроконтроллеров и радиомодулей и обеспечивает контроль состояния стрелки в режиме реального времени, а также автоматический возврат к центральному управлению в аварийных ситуациях. Применение технологии LPWAN позволило повысить надёжность связи и энергоэффективность системы.

Ключевые слова: электрическая централизация, стрелка, центральное управление, местное управление, беспроводное управление, микроконтроллер, радиомодуль, алгоритм, реле.

Annotatsiya. Maqolada temir yo‘l stansiyalarida strelkalarni mahalliy rejimda boshqarishning mavjud usullari tahlil qilingan hamda an’anaviy to‘rt simli sxemaning kamchiliklari ko‘rsatib o‘tilgan. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun strelkalarni simsiz boshqarishga mo‘ljallangan zamonaviy tizim taklif etilgan. Tizim mikrokontroller va radio modullar asosida ishlab chiqilib, strelka holatini real vaqt rejimida nazorat qilish va favqulodda holatlarda markaziy boshqaruvga avtomatik qaytishni ta’minlaydi. LPWAN texnologiyasidan foydalanish orqali aloqa ishonchliligi va energiya samaradorligi oshirilgan.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar. Elektr markazlashtirish, strelka, markaziy boshqaruv, mahalliy boshqaruv, simsiz boshqaruv, mikrokontroller, radio modul, algoritm, rele.

ВВЕДЕНИЕ.

В настоящее время на железнодорожных станциях маневровые работы, связанные с формированием и расформированием составов, выполняются в соответствии с Правилами технической эксплуатации и в зависимости от развития путевого хозяйства станции разделяются на маневровые районы. На станциях, имеющих маневровые районы, за каждым районом закрепляются отдельный маневровый локомотив и бригада по формированию составов. Подготовка путей и перевод стрелок осуществляются дежурным по станции или дежурным по маневровому району с использованием радиосвязи в качестве технологической связи.

При переводе централизованных стрелок на местное управление либо при выполнении маневровых работ на нецентрализованных стрелках управление стрелками осуществляется непосредственно маневровым персоналом. При этом занятость стрелочного участка не всегда находится под техническим контролем, что усложняет обеспечение требований безопасности. На крупных и промышленных станциях применяются дополнительные устройства управления и электрические рельсовые цепи, однако их надежность может снижаться под воздействием факторов внешней среды. В связи с этим модернизация существующих систем управления является актуальной задачей [1-3].

МЕТОДОЛОГИЯ. Существует два типа схем местного управления стрелками, которые применяются в следующих системах:

1. релейная централизация для промежуточных станций с центральными зависимостями и местным источником питания;
2. блочно-маршрутная релейная централизация.

В данной статье схема местного управления стрелкой, применяемая в первой системе, преобразуется в схему беспроводного управления и подвергается анализу [4-6].

Для управления стрелкой по четырёхпроводной схеме от поста ДСП до релейного шкафа прокладываются четыре провода: Р3 и Р4 - для управления пусковым стрелочным реле (12ПС), К1 и К2 - для формирования цепи контроля. От релейного шкафа до электропривода прокладываются девять проводов [7]. На рисунке 1 представлена четырёхпроводная схема управления стрелкой.

ISSN 3030-3907

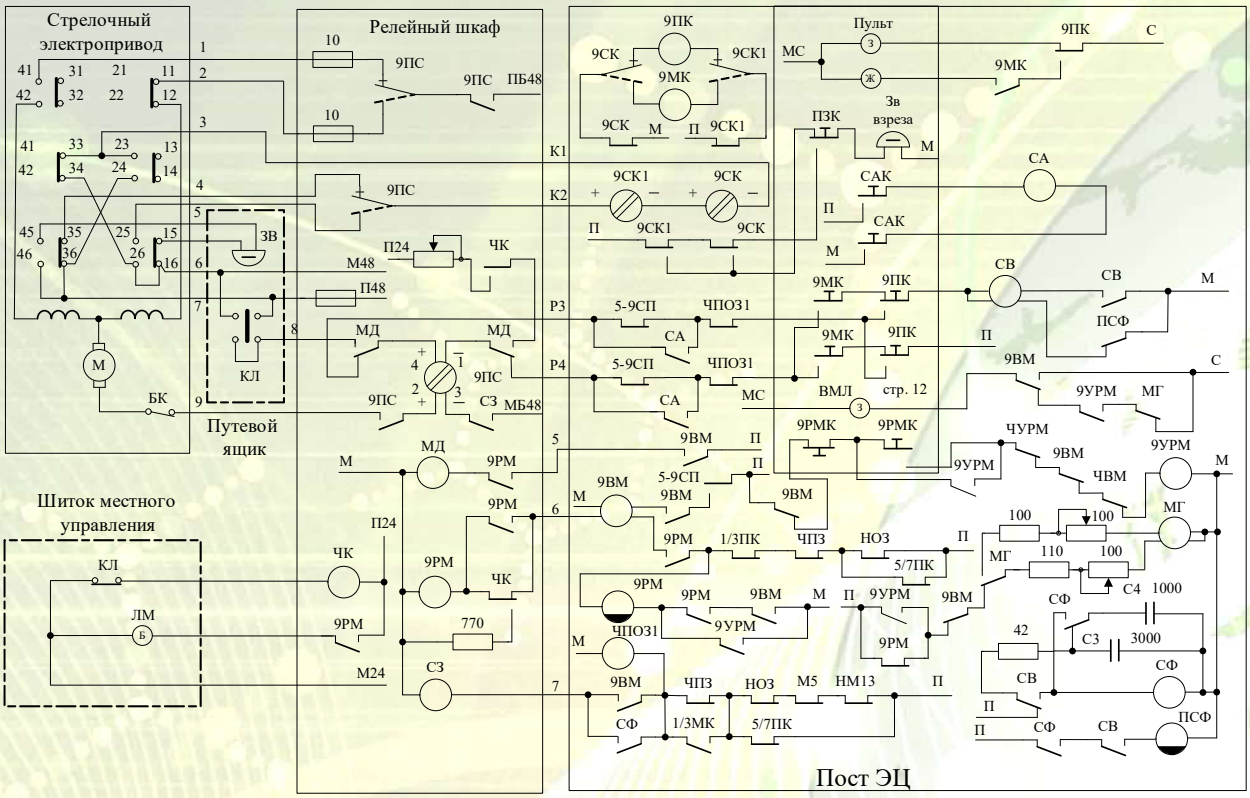


Рисунок 1. Четырёхпроводная схема управления стрелкой.

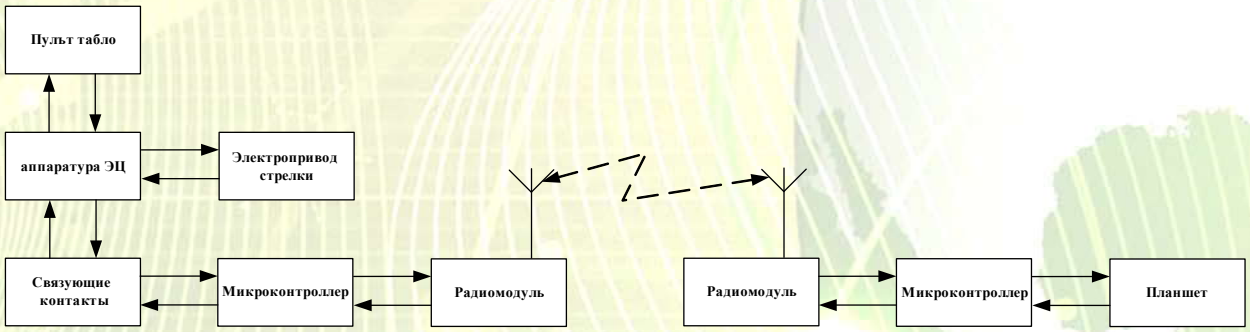


Рисунок 2. Функциональная схема беспроводного управления стрелкой в режиме местного управления

На рисунке 2 представлена функциональная схема беспроводного управления стрелкой в режиме местного управления. Данная функциональная схема работает следующим образом. Управление стрелкой дежурным по станции осуществляется аналогично действующей четырёхпроводной схеме управления.

Для перевода стрелки на местное управление дежурный по станции нажимает соответствующую кнопку, после чего команда через связующие контакты с поста электрической централизации (ЭЦ) передаётся на микроконтроллер. На основании полученной информации микроконтроллер посредством радиомодуля отправляет запрос на перевод стрелки в режим местного управления на противоположную сторону. На приёмной стороне

ISSN 3030-3907

данный запрос принимается и через микроконтроллер передаётся в программное обеспечение, установленное на планшете.

Основное отличие предлагаемой системы управления от традиционной заключается в том, что при управлении стрелкой, переведённой на местное управление, осуществляется её постоянный контроль, а также проверяются все условия безопасности, необходимые для перевода стрелки, аналогично режиму центрального управления [8–9].

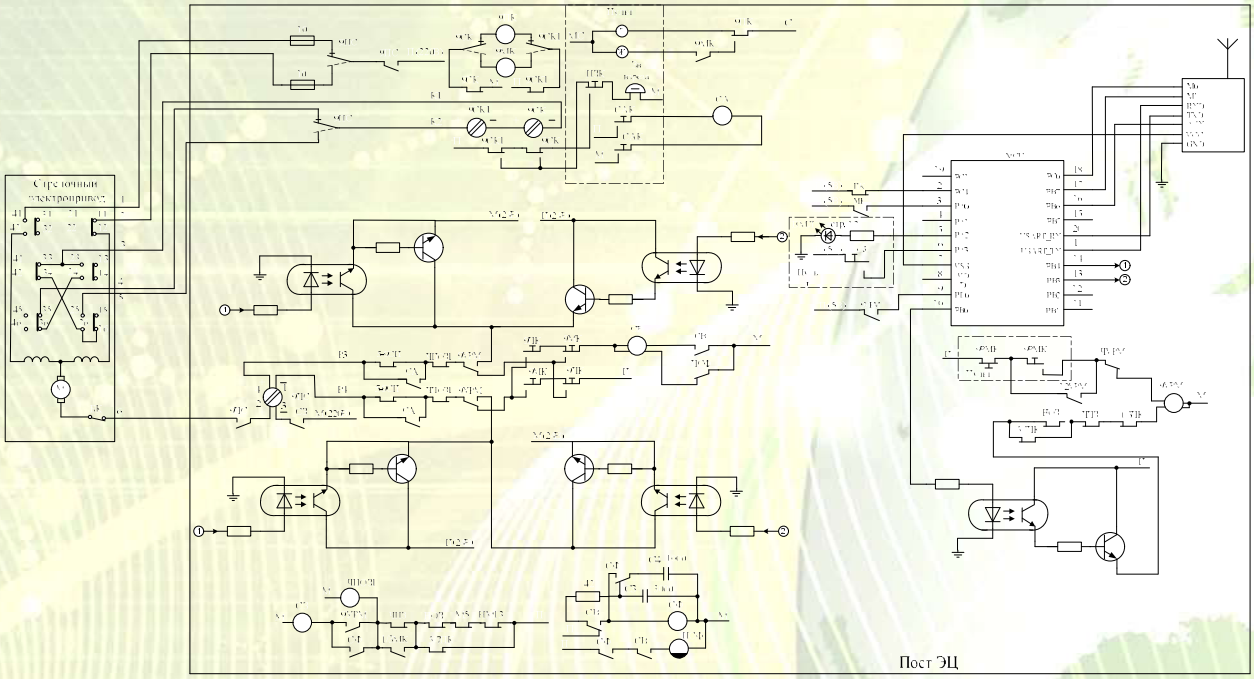


Рисунок 3. Схема стрелки в режиме местного беспроводного управления.

На основе функциональной схемы беспроводного управления стрелкой в режиме местного управления, представленной на рисунке 2, в программе Proteus была разработана принципиальная схема беспроводного управления стрелкой и выполнено её моделирование. Данная схема приведена на рисунке 4.

К выводам микроконтроллера подключены фронтовые контакты реле ПК, МК, УРМ, а также кнопка Сб. После нажатия дежурным по станции кнопки РМК для перевода стрелки на местное управление сигнал на микроконтроллер поступает через фронтовой контакт реле УРМ. Далее микроконтроллер посредством радиомодуля передаёт на противоположную сторону информацию о разрешении перевода стрелки на местное управление. После подтверждения второй стороной принятия местного управления на основании данных, полученных с фронтовых контактов реле ПК и МК, на противоположную сторону передаётся информация о текущем положении стрелки, переведённой на местное управление.

ISSN 3030-3907

Вторая обмотка реле УРМ подключена к микроконтроллеру с помощью ключа, выполненного на транзисторе и оптопаре. После перевода стрелки на местное управление реле УРМ находится под током и удерживается во включённом состоянии. При возврате стрелки с местного управления на центральное управление реле УРМ обесточивается, то есть после того, как вторая сторона передаёт управление.

Кнопка Сб предназначена для вспомогательных целей и используется в случае обрыва радиосвязи или возникновения неисправностей, когда перевод стрелки с местного управления на центральное управление невозможен. В таких ситуациях после проверки всех условий безопасности нажимается данная кнопка, и стрелка возвращается в режим центрального управления. При этом реле УРМ переходит в обесточенное состояние.

В разработанной схеме были внесены следующие изменения:

– реле 12РМ, МД, ЧК, 12ВМ, а также соответствующие им цепи в схеме были исключены;

– маневровая колонка и переключатель перевода стрелки были удалены;

– сигнальный звонок в путевой коробке был исключён.

В цепь центрального управления стрелкой добавлены контакты реле УРМ. При этом в режиме центрального управления электрический ток проходит через тыловой и общий контакты реле УРМ, а в режиме местного управления - через фронтовой и общий контакты данного реле. После перевода стрелки на местное управление реле УРМ блокирует команды, подаваемые дежурным по станции, то есть ограничивает управление стрелкой из центрального поста до момента её возврата в режим центрального управления.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В рамках данного исследования была разработана функциональная схема системы беспроводного управления стрелкой и успешно выполнено её моделирование в программе Proteus. Результаты моделирования показали, что разработанная схема обеспечивает безопасный перевод стрелки на местное управление, её управление, а также контроль состояния в режиме реального времени.

Основные результаты исследования заключаются в следующем. На основе микроконтроллера была реализована схема беспроводного управления, обеспечивающая непрерывный контроль состояния стрелки как в центральном, так и в местном режимах управления, при этом подтверждена стабильная работа радиоканала связи. С целью повышения уровня безопасности информация о состоянии стрелки передаётся в режиме реального времени, а посредством реле УРМ осуществляется блокировка

ISSN 3030-3907

центрального управления, что предотвращает перевод стрелки в неверное положение.

По сравнению с традиционной четырёхпроводной схемой управления предложенная беспроводная схема отличается уменьшением количества реле, отсутствием необходимости прокладки кабельных линий и снижением эксплуатационных затрат. Функция возврата стрелки на центральное управление с помощью кнопки Сб в аварийных ситуациях была протестирована, и её корректная работа подтверждена. Кроме того, в среде Proteus вместо реле 12ПС успешно реализовано управление направлением работы электропривода стрелки путём изменения полярности питающего напряжения.

Полученные результаты показывают, что разработанная схема беспроводного управления является эффективным решением для модернизации существующих систем управления на железнодорожных станциях, позволяя снизить эксплуатационные затраты и повысить уровень безопасности. Основное отличие новой схемы заключается в том, что в традиционной системе местного управления при переводе стрелки условия безопасности не проверяются и вся ответственность возлагается на маневровый персонал, тогда как в предлагаемой системе перевод стрелки осуществляется только после проверки всех условий безопасности, аналогично режиму центрального управления. В таблице 1 приведён сравнительный анализ существующих систем беспроводного управления стрелками и разработанной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В рамках данной научной работы была разработана современная система управления, обеспечивающая возможность беспроводного управления стрелками в режиме местного управления на железнодорожных станциях. Установлено, что действующая четырёхпроводная схема перевода стрелок на местное управление не в полной мере соответствует требованиям безопасности, характеризуется высокими эксплуатационными затратами, сложностями при прокладке кабелей и подверженностью ошибкам, связанным с человеческим фактором. В связи с этим в качестве решения, направленного на устранение выявленных недостатков, была предложена схема беспроводного управления.

В ходе исследования разработанная система на основе микроконтроллеров и радиомодулей обеспечивает приём управляющих команд дежурного по станции, контроль состояния стрелки в режиме реального времени и выполнение необходимых операций. Наличие обратной связи по состоянию стрелки, возможность автоматического возврата к

ISSN 3030-3907

центральному управлению в аварийных ситуациях, полная проверка условий безопасности и удобный пользовательский интерфейс повышают надёжность системы. Кроме того, в программе Proteus была создана имитационная модель, на которой все функциональные возможности системы успешно прошли испытания.

На основании полученных результатов доказано, что разработанная система беспроводного управления является перспективным и эффективным решением для модернизации существующей инфраструктуры управления на железнодорожных станциях, повышения уровня безопасности, снижения ошибок, обусловленных человеческим фактором, и сокращения затрат на техническое обслуживание. В дальнейшем рекомендуется проведение практических испытаний на реальных объектах и внедрение системы в промышленную эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Республики Узбекистан. По согласованию с Министерством юстиции Республики Узбекистан отнесены к техническим документам 27 августа 2001 г., № 20-15-205/ 11.
2. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. В 2 ч. / А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровков, В.Е. Митрохин и др.; под ред. А.В. Горелика. – М.: ФГБОУ «УМЦ по обр. на ж.-д. трансп.», 2012. – 477 с.
3. Нечай Т.А. Основные модули системы «Маневровая работа на путях необщего пользования» / Т.А. Нечай, Э.В. Роганова, А.А. Романова, С.В. Кривоногов // Вестник НГИЭИ. – 2017. № 9(76). С. 7-15.
4. Системы радиоуправления стрелками и сигналами на промышленном железнодорожном транспорте / А.В. Федухин, В.В. Федоровский, А.И. Сухомлин, А.М. Шалейко // Математичнімашини і системи. 2012. № 4. С. 75-83.
5. Маргарян С., Осьмов В., Усенко Д. Система радиоуправления и контроля стрелочными переводами на базе узкополосных радиомодемов VIPER-SC+. Беспроводные технологии. 2018. №2(51). С. 48-52.
6. Болотский Д.А., Татаринов А.В., Демидов А.В. Система Ctrl@point – управление стрелками по радиоканалу. Железные дороги мира. 2019. № 12. С. 58-60.
7. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Станционные устройства автоматики и телемеханики. «ТРАНСПОРТ». 431 стр.
8. Boltaev S.T. Muhiddinov O.O. Joniqulov E.Sh. Ganijonov B.B. Transport xabarnomasi - Journal of Transport - Вестник транспорта. vol. 1 issue 4 2024

ISSN 3030-3907

9. Boltayev, S.T., & Kosimova, Q.A. (2022). Railway Point Machine Control Automation Methods. In Proceedings - International Ural Conference on Measurements, UralCon (Vol. 2022-September, pp. 290–294). Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ISSN 3030-3907