

УДК 656. 257

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.164.2016.92519>

## ВИЗНАЧЕННЯ НАЙКРАЩОЇ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

Канд. техн. наук Т. Ю. Калашнікова, І. І. Касьянов

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШЕЙ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Канд. техн. наук Т. Ю. Калашникова, И. И. Касьянов

## DETERMINE THE BEST SYSTEM CENTRALIZATION FOR MANAGING TRAIN TRAFFIC ON SWITCHYARDS

Cand. of techn. sciences T. Y. Kalashnikova, I. I. Kasianov

*У статті досліджено дві системи управління рухом поїздів. Визначено, що найбільш надійною та ефективною для залізниць України є мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів (МПЦ). Саме вона відповідає сучасним умовам розвитку на залізницях країни і саме вона є найбільш економічно вигідною в плані обслуговування і використання. Мікропроцесорна централізація має більш високі показники надійності за рахунок використання можливостей електронних технологій і облаштування 100%-го гарячого резерву багатьох складових елементів, тоді як у централізації релейного типу є значна кількість елементів, відмова яких призводить до виходу з дії практично всієї системи. Система МПЦ відповідає трьом головним складовим: безпека, надійність, ефективність.*

**Ключові слова:** мікропроцесорна централізація, рух поїздів, залізнична станція, апаратура.

*В статье исследованы две системы управления движением поездов. Определено, что наиболее надежной и эффективной для железных дорог Украины является микропроцессорная централизация стрелок и сигналов (МПЦ). Именно она отвечает современным условиям развития на железных дорогах страны и именно она является наиболее экономически выгодной в плане обслуживания и использования. Микропроцессорная централизация имеет более высокие показатели надежности за счет использования возможностей электронных технологий и обустройство 100%-го горячего резерва многих составляющих элементов, тогда как в централизации релейного типа есть множество элементов, отказ которых приводит к выходу из действия практически всей системы. Система МПЦ соответствует трем главным составляющим: безопасность, надежность, эффективность.*

**Ключевые слова:** микропроцессорная централизация, движение поездов, железнодорожная станция, апаратура.

*In the article the two train control systems . Determined that the most reliable and efficient railways Ukraine is microprocessor centralization of arrows and signals ( MPTS ). She meets modern conditions on the railways of the country and it is the most cost-effective in terms of maintenance and use. Microprocessor centralization has higher reliability due to the use of electronic technology and the installation of 100 -percent reserve many hot elements, while the centralization relay type is a large number of elements, which leads to rejection out of action*

*almost all systems. The system meets the MPTS three main components: security, reliability, efficiency*

**Keywords:** *microprocessor centralization, trains, railway station, equipment.*

**Вступ.** Потреба в підвищенні пропускної спроможності залізничних ліній, обумовлена прагненням збільшити доходи від перевезень, існує в багатьох європейських країнах. Останнім часом реалізується велика програма модернізації основних магістралей. Ці заходи висувають високі вимоги до систем СЦБ, які повинні забезпечити безпеку експлуатаційного процесу і мінімізувати його обмеження при внесенні суттєвих змін у колійний розвиток станцій, скорочення довжини блок-ділянок, влаштуванні додаткових з'їздів між коліями і т. п. В Австрії, наприклад, з початком застосування серійних систем МПЦ (типів ELEKTRA фірми Alcatel та SMC86 фірми Siemens) Федеральні залізниці проводять такі реконструктивні заходи з використанням систем не традиційної релейної, а мікропроцесорної централізації. Переваги МПЦ, з точки зору реконструкції, пояснюються принциповими відмінностями в структурі традиційних систем релейної централізації і мікропроцесорних систем.

**Аналіз літературних джерел.** Системи централізації на залізничних станціях у свій час досліджували різні вчені. Основними напрямками в удосконаленні перевізної роботи є підвищення безпеки руху поїздів [1] з визначенням схеми та принципів дії систем централізації [2]. Переваги мікропроцесорних систем централізації відмічено у роботі [3], розширення зазначених систем за рахунок додаткових функцій: контролю за складом, контролю виконаних робіт тощо – у роботі [4].

**Мета і задачі дослідження.** Сортувальні станції є одним з головних і опорних елементів залізничної транспортної інфраструктури країни. Вони є важливою ланкою і виконують основний обсяг робіт з розформування і формування поїздів, маршрутизації і безпеки перевезень. У

сучасних економічних умовах одним з основних чинників забезпечення високої ефективності експлуатаційної роботи залізниць є мінімізація часу перебування вагонів у першу чергу саме на сортувальних станціях.

У зв'язку з такою необхідністю слід постійно розробляти заходи з удосконалення технології роботи сортувальної станції. Серед таких заходів можна виділити реконструктивні, спрямовані на зміну колійного розвитку, і організаційні, які включають удосконалення технологічного процесу і системи управління станції. Необхідність перевлаштування станції й удосконалення технологічних процесів викликана передусім такими чинниками, як збільшення обсягів вантажів, що перевозяться, зміна структури транспортних потоків, забезпечення безпеки руху.

**Дослідження та вибір відповідної системи централізації на сортувальних станціях.** Переробна спроможність сортувальної станції залежить від переробної спроможності гірки, а саме [5]:

$$N_2 = \frac{1440 \cdot \alpha - T_{mex}}{\mu \cdot t_2 \cdot (1 + \rho)} \cdot m_c, \quad (1)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує ворожість маршрутів;

$T_{mex}$  – час технологічних перерв у роботі гірки;

$\mu$  – коефіцієнт, що враховує повторне сортування у сортувальному парку;

$t_2$  – гірковий технологічний інтервал, хв;

$\rho$  – коефіцієнт, що враховує відмову технічних засобів;

$m_c$  – кількість вагонів у складі поїзда, ваг.

При цьому переробна спроможність гірки повинна перевищувати потрібну

переробну спроможність  $N_{побр}$ , яка відповідає кількості вагонів, що надійшли у поїздах з переробкою  $N_{з/пер}$ , тобто необхідним є наявність резерву переробної спроможності. Вплив на розмір резерву та підвищення переробної спроможності можливий за рахунок оптимізації технологічного часу, що припадає на розформування состава з гірки.

Переробна спроможність гірки посилюється додатковими вимогами до пропускної спроможності станції за кількістю поїздів, на яку у свою чергу впливає час на приготування маршрутів. Застосування мікропроцесорної централізації на станції замість релейної скорочує тривалість операцій з переводу стрілок, приготування маршрутів, відкриття і закриття сигналів. У результаті створюються більш сприятливі умови для розроблення і впровадження такого технологічного процесу роботи станції, при якому забезпечується більш швидке просування поїздів не тільки через сортувальну гірку, а й через саму станцію, оскільки із зменшенням часу на окремі операції зменшується вплив збігу в часі цих операцій при різних порушеннях. Тому важливим показником для станційних пристроїв є час приготування маршруту, зменшення якого при мікропроцесорній централізації скорочує станційні інтервали і значно підвищує пропускну спроможність. Інтелектуальний інтерфейс системи знижує ймовірність неправильних або несвоєчасних дій чергового по станції (мовні підказки і логічний контроль над діями людини).

Ураховуючи велику вартість капітальних вкладень на реконструкцію, модернізація технічного оснащення сортувальної станції в сучасних умовах найбільш ефективна і є одним з основних організаційних заходів. На основі застосування новітніх інформаційних технологій заміна централізацій релейного типу на мікропроцесорні централізації є

об'єктивною необхідністю оновлення технологічного процесу управління залізничними перевезеннями і роботою структурних підрозділів залізничного транспорту.

Мікропроцесорна централізація слугує сполучною ланкою між первинними джерелами отримання інформації (рухомий склад, об'єкти СЦБ та ін.) і системами управління перевізним процесом більш високого рівня і дає змогу здійснити ув'язку цих джерел без додаткових надбудов, що неможливо зробити при централізації релейного типу [1]. Наприклад, якщо в середньому на станції, обладнаній мікропроцесорною релейною централізацією (МРЦ), на приготування маршруту йде до 1 хв, то за допомогою системи МПЦ це можна зробити за 15 с.

Мікропроцесорна централізація має більш високі показники надійності за рахунок використання можливостей електронних технологій і облаштування 100%-го резерву багатьох складових елементів, тоді як у централізації релейного типу є значна кількість елементів, відмова яких призводить до виходу з дії практично всієї системи [2, 6]. Спроби здійснити дублювання або резервування таких елементів є дорогими й істотних позитивних результатів не дали. Наявність потужної системи самодіагностики мікропроцесорної централізації дає змогу виявляти критичний стан елементів централізації, контролювати всі несправності з виведенням їх на монітори автоматизованих робочих місць оперативного і технічного персоналу (рис. 1).

Одним з найважливіших показників мікропроцесорної централізації є застосування джерел безперебійного живлення, таким чином, підвищується рівень надійності й ефективності. Чого не можна сказати про централізацію релейного типу. Використання дизель-генераторів, у тому числі і автоматизованого типу, не дає змоги уникнути порушень у роботі облаштувань

сигналізації при відключенні зовнішнього електропостачання, зважаючи на значну інерційність системи запуску централізацій релейного типу, що повністю паралізує, хоча і на нетривалий час, роботу станції. Іноді в таких випадках потрібне втручання технічного персоналу для відновлення нормальної роботи пристроїв на станції, що вкрай негативно відбивається на організації руху. Ще один важливий момент, з точки зору забезпечення безпеки руху поїздів, – мікропроцесорна централізація є "безпечнішою", ніж централізація релейного типу. Наприклад, у ній унеможливується переплутування дротів при проведенні робіт, пов'язаних з

відключенням монтажу в релейних приміщеннях або ремонтом кабелів. Після закінчення таких робіт вимагається проводити ретельні перевірки при вкрай уважному і технічно грамотному ставленні до них. Наслідки помилок для безпеки руху поїздів у таких ситуаціях оцінити неможливо. У мікропроцесорній централізації вірогідність таких помилок значно знижується, оскільки кількість релейних елементів і монтажних дротів у ній значно нижча і, крім того, здійснюється логічний контроль роботи багатьох елементів. Дії чергового по станції або диспетчера протоколюються і зберігаються в пам'яті впродовж заданого періоду.



Рис. 1. Робоче місце чергового поста МПЦ

Централізація релейного типу потребує більш високих витрат на її експлуатацію. Передусім це пов'язано з наявністю великої кількості реле (близько 100 реле на одну стрілку), які зазнають перевірки перед введенням у дію централізації і періодичної перевірки і ремонту в процесі експлуатації, що потребує значних трудових витрат. Розміщення і монтаж централізації мікропроцесорного типу можна вести без будівництва приміщень для розміщення

постових облаштувань централізації. Для цього можна використати підсобні приміщення існуючих постів або пристосувати приміщення інших службово-технічних будівель. Ця якість є дуже цінною при проведенні модернізації централізації релейного типу. Наочно це можна побачити нижче. У середньому розмір релейної кімнати МРЦ складає 30 м<sup>2</sup> (рис. 2), тоді як апаратуру МПЦ можна розмістити в приміщенні 10 м<sup>2</sup> (рис. 3).



Рис. 2. Релейна кімната МРЦ



Рис. 3. Блокове приміщення МПЦ

Значно знижуються вартість і терміни будівельно-монтажних робіт через скорочення кількості реле, штативів і кабелю, а також пуско-налагоджувальних робіт за браком необхідності підганяння монтажу, виготовлення й установлення громіздких макетів і так далі. Технічні рішення і засоби для централізації релейного типу розроблялися в 60-80-х роках і до цього моменту застаріли. Релейна елементна база, як засіб побудови електричної централізації, практично себе вичерпала. Спроби надання нових якісних показників і розширення функцій електричної централізації призводять до збільшення кількості реле, споживаної електроенергії, витрат на експлуатаційне обслуговування, обсягів проектних і монтажних робіт.

Переваги МПЦ в порівнянні з релейними системами централізації [3]:

- високий рівень надійності за рахунок дублювання багатьох вузлів, включаючи центральний процесор – ядро МПЦ, і безперервного обміну інформацією між цим процесором і об'єктами управління й контролю (що також сприяє підвищенню рівня безпеки);

- можливість управління об'єктами багатьох станцій і перегонів з одного робочого місця;

- можливість інтеграції управління перегінними пристроями СЦБ і приладами контролю стану рухомого складу в одному станційному процесорному пристрої;

- розширений набір технологічних функцій, включаючи замикання маршруту без відкриття світлофора, блокування стрілок у необхідному положенні, заборонних показань світлофорів, ізольованих секцій для виключення задавання маршруту та ін;

- надання експлуатаційному і технічному персоналу розширеної інформації про стан пристроїв СЦБ на станції з можливістю передачі цієї та іншої інформації в центр управління перевезеннями;

- можливість централізованого і децентралізованого розміщення об'єктних контролерів для управління станційними і перегінними об'єктами;

- порівняно просте стикування з системами більш високого рівня управління, можливість безперервного протоколювання дій експлуатаційного персоналу з управління об'єктами і ситуації з просування поїзда на перегонах і станціях;

- наявність вбудованого діагностичного контролю стану апаратних засобів централізації і об'єктів управління й контролю;

- можливість реєстрації номерів поїздів, що прямують по перегонах і станціях, а також усіх відмов об'єктів управління;

- значно менші габарити устаткування і, як наслідок, у 3-4 рази менший об'єм приміщень для його розміщення, що дає змогу замінювати застарілі системи централізації без будівництва нових постів;

- значно менший обсяг будівельно-монтажних робіт;

- зручна технологія перевірки залежностей без монтажу макета за рахунок використання спеціалізованих налагоджувальних засобів; скорочення терміну виключення з роботи станційних і перегінних пристроїв у випадках зміни колійного розвитку станції і пов'язаних з цим залежностей між стрілками і сигналами;

- використання у ролі середовища передачі інформації між облаштуваннями управління і керованими об'єктами не лише кабелів з мідними жилами, але і волоконно-оптичних кабелів;

- можливість отримання з архіву параметрів роботи підлогових пристроїв СЦБ для подальшого прогнозування їх стану або планування проведення ремонту і регулювання, не допускаючи повних відмов цих пристроїв зниження експлуатаційних витрат за рахунок зменшення енергоємності системи, скорочення приблизно на порядок кількості електромагнітних реле і довжини внутрішньопостових кабелів, застосування сучасних джерел живлення, що не обслуговуються, вилучення з експлуатації громіздких пультів управління і маніпуляторів з великою кількістю рукояток і кнопок механічної дії.

Структура МПЦ, що включає програмні й апаратні засоби, побудована за багаторівневою схемою і включає [4]: основне і резервне автоматизоване робоче місце чергового по станції (АРМ ДСП) для задавання команд з управління і візуалізації ситуації з поїздом (рис. 4); автоматизоване

робоче місце електромеханіка (АРМ ШН) для забезпечення можливості видаленого моніторингу стану об'єктів МПЦ; програмований логічний контролер (ПЛК) з програмою логіки центральних залежностей для здійснення маршрутизованих пересувань по станції; апаратуру контролю вільності/зайнятості ділянок колії, схеми комутації стрілок, світлофорів, схеми ув'язки з іншими пристроями (ПАБ, АПС та ін.).

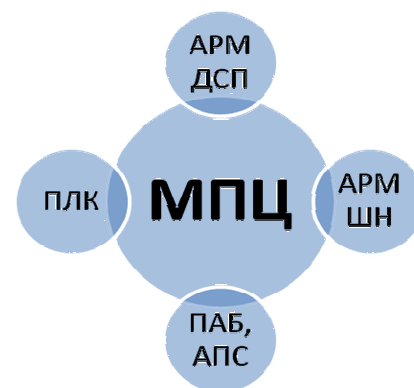


Рис. 4. Структура МПЦ

Система МПЦ побудована із застосуванням захищеної архітектури (дубльована система) і захищеного інтерфейсу з виконавчими об'єктами (безпечні облаштування сполучення з об'єктами УСО). Структура МПЦ дає змогу здійснювати ув'язки з існуючими пристроями ПАБ, АБ, а також інтегрувати сучасні системи інтервального регулювання.

Усі центральні залежності логіки централізації реалізують два ПЛК, що паралельно виконують програми. ПЛК оснащені засобами внутрішньої діагностики, що дає змогу виявити вихід з ладу елементів системи або збій у програмі і привести дискретні виходи і керовані ними підлогові пристрої у безпечний стан. Управління об'єктами робиться за допомогою облаштувань сполучення з об'єктами. Відкрита структура контролерів дає змогу нарощувати і модернізувати МПЦ при виникненні такої необхідності.

Підлогова апаратура МПЦ включає стрілки, світлофори, устаткування переїзду і так далі. При цьому використовуються типові пристрої СЦБ і схеми їх підключення. МПЦ оснащується резервованою системою управління і візуалізації на базі комп'ютерів з клавіатурами і моніторами або проекційною установкою, залежно від розмірів станції.

У МПЦ використовується живильна установка з потужним джерелом безперебійного живлення з акумуляторною батареєю, що не обслуговується, від якої живляться як електронні пристрої, так і рейкові ланцюги, електроприводи, світлофори, реле, що дає змогу виключити

відмови при грозових розрядах, коротких замиканнях у контактній мережі й інших перешкодах.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Таким чином, запровадження і застосування централізації мікропроцесорного типу порівняно з централізацією релейного типу на сортувальних станціях залізничної інфраструктури є найбільш ефективним з точки зору вирішення поставленої задачі – безпека руху складів з мінімізацією за часом перебування складів на сортувальній станції у сучасних умовах роботи залізничного транспорту.

### *Список використаних джерел*

1. Лекута, Г. Ф. Микропроцессорная централизация [Текст] / Г.Ф. Лекута // Железные дороги мира. – 2003. – №05. – С. 63-69.
2. Тильк, И. Г. Система микропроцессорной централизации МПЦ-И [Текст] / И.Г. Тильк, В.В. Ляной, М.В. Абакумов // Железные дороги мира. – 2007. – № 1. – С. 63-66.
3. Микропроцессорные системы централизации [Текст] / В.В. Сапожников, В.А. Кононов [и др.]. – М., 2006.
4. Смагин, Ю. О. Расширение функциональности системы МПЦ на базе универсальных модульных систем сбора информации и управления. Системная интеграция [Текст] / Ю.О. Смагин, Ю. Шатковский // Железнодорожный транспорт. – 2008. – №4. – С. 50-54.
5. Кочнев, Ф. П. Управление эксплуатационной работой железных дорог [Текст] / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1990. – 424 с.
6. Perrin J.P. Railroad systems: line supervision and control // Concise encyclopedia of traffic & transportation systems. – 1991, P. 353–358.

---

Калашнікова Тетяна Юріївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (066) 441-50-42.

E-mail: bulavina\_ty@ukr.net.

Касьянов Илья Игоревич, магистр VI-ОПУТ. Тел.:(095) 770-72-09. E-mail: Kasyanov1912@ukr.net.

Kalashnikova Tetyana Yurievna, PhD. of techn. Sciences, Associate Professor of Management of operational work of the Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (066) 441-50-42. E-mail: bulavina\_ty@ukr.net.

Kasianov Ilya Igorovich., master VI-OPUT. Tel.:(095)770-72-09. E-mail: Kasyanov1912@ukr.net.

Стаття прийнята 20.09.2016 р.