

УДК 656.259.12

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.146.2014.73969>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ АВТОМАТИЗОВАНИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЧЕРГОВОГО ПО СТАНЦІЇ

О.М. Петренко, канд. техн. наук С.В. Кошевий

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ ДЕЖУРНОГО ПО СТАНЦИИ

О.М. Петренко, канд. техн. наук С.В. Кошевой

## STUDY OF EFFECTIVENESS OF RAILWAY SYSTEMS AUTOMATION AUTOMATION JOBS ASSISTANT STATION

О.М. Petrenko, cand. of techn. sciences S.V. Koshevoy

*Досліджено особливості використання автоматизованих робочих місць оператора у порівнянні з існуючими засобами контролю та керування пристроями залізничної автоматики на станціях. Розроблено модель інтерфейсу користувача системи електричної централізації на базі обчислювальної техніки.*

**Ключові слова:** черговий по станції, електрична централізація, пульт-табло, автоматизоване робоче місце, інтерфейс користувача, обчислювальна техніка.

*Исследованы особенности использования автоматизированных рабочих мест оператора в сравнении с существующими средствами контроля и управления устройствами железнодорожной автоматики на станциях. Разработана модель интерфейса пользователя системы электрической централизации на базе вычислительной техники.*

**Ключевые слова:** дежурный по станции, электрическая централизация, пульт-табло, автоматизированное рабочее место, интерфейс пользователя, вычислительная техника.

*Investigated the prospects of development of railway automation systems, especially the use of automated workplace of the operator when compared with existing monitoring and control devices of railway automation stations. The analysis of the features of maintenance of existing and future technical means of transportation process. A model of the user interface of electric centralization based computing. Describes and analyzes a number of information models - conceptual, mental, perceptual. The requirements for the user interface based on the proposed information models. Describes the function that implements the operator station, constructed on the basis of computer technology.*

**Keywords:** station duty officer, electric centralization, remote scoreboard, a workstation, a user interface, computers.

**Вступ.** Системам керування поїзною та маневровою роботою на залізничних станціях відводиться важлива роль. Від ефективності їх функціонування залежить швидкість обробки потягів на станціях, пропускна спроможність станцій, і як наслідок, ефективність роботи залізничних дільниць у цілому. Головною з вимог до цих систем є також забезпечення безпеки при пересуваннях по станції [1].

**Постановка проблеми.** Аналіз умов роботи оперативного персоналу з керування поїзною та маневровою роботою на

залізничних станціях з метою спрощення адаптації ДСП до сучасних засобів керування, побудованих на базі обчислювальної техніки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Більшість залізничних станцій України обладнані пристроями електричної централізації (ЕЦ), побудованих на базі спеціальних електромагнітних реле. Релейна централізація включає в себе: апарат керування; релейну апаратуру; включені в централізацію виконавчі пристрої ЕЦ; джерела живлення; кабельні мережі.

Однак потреби у підвищенні ефективності керування об'єктами на залізничних станціях, автоматизація виробничих процесів на залізничному транспорті, більш ефективне використання грошових коштів при побудові та експлуатації систем ЕЦ завжди були актуальними питаннями. Тому загальний розвиток нових інформаційних технологій та обчислювальної техніки не може не впливати і на тенденції розвитку систем залізничної автоматики (ЗА). Набуває темпу впровадження системи ЕЦ нового покоління на базі мікропроцесорної (МП) техніки, які здатні значно розширити функціональні можливості систем керування поїзною та маневровою роботою на станціях із забезпеченням заданого рівня функціональної безпеки.

**Мета роботи.** Дослідження ефективності застосування в системах ЗА автоматизованих робочих місць чергового по станції (АРМ ДСП) в порівнянні з пульт-табло та пульт-маніпулятором з виносним табло релейних систем ЕЦ.

**Технічні засоби робочого місця чергового по станції.** З введенням у дію ЕЦ для керування об'єктами на станції використовували пульт-табло (рис. 1). Введення команд на пульт-табло здійснюється за допомогою кнопок та перемикачів. Цей апарат керування являє собою світлосхему жолобкового типу, суміщену з кнопками встановлення маршруту. Всі кнопки встановлення маршрутів розташовані на світлосхемі станції біля повторювачів світлофорів, які сигналізують білим, зеленим, червоним кольорами або можуть знаходитись в погашеному стані. Колії станції та ділянки наближення виконані у вигляді окремих світлових комірок, які можуть горіти білим, червоним кольорами або перебувати в погашеному стані. При встановленні та замиканні секцій маршруту на табло утворюється біла штрихова смуга по трасі маршруту. При зайнятості стрілочних і колійних секцій штрихова смуга горить червоним кольором, а вільні ділянки колії, які не входять до маршруту – погашені.



Рис. 1. Зовнішній вигляд пульта-табло різних варіантів виконання

Пульт-табло має контрольну індикацію для контролю дій ДСП при встановленні маршруту: натиснення маршрутних кнопок, категорія та напрямок маршруту, що встановлюється, відміна набору або маршруту, перехід з маршрутного на роздільне керування стрілками (роздільне керування здійснюється за допомогою стрілочних рукояток, які також розміщуються на пульт-табло). Також пульт-табло за своєю конструкцією передбачає: амперметр для контролю робочого струму, який споживається електроприводом при переводі стрілки; індикацію стану перегону та

встановленого на ньому напрямку руху; ключі-жезли, кнопки та контрольні лампочки переключення режимів живлення світлофорів, очищення стрілок, стану фідерів живлення, включення та контролю роботи ДГА і т. д.

У процесі експлуатації ЕЦ (особливо на великих станціях), де як апарат керування використовували пульт-табло, відмічалась швидка втомлюваність ДСП. На це впливали такі фактори:

- кнопки встановлення маршрутів були розташовані по всьому пульту-табло, що змушувало ДСП постійно повертатись,

вставати, ходити, щоб зробити необхідні операції на апараті;

- секція пристроїв зв'язку розташовувалась з краю апарата, що також змушувало ДСП робити зайві рухи;

- пульт-табло розташовувався близько до ДСП, що погіршувало огляд табло та призводило до швидкої втомлюваності.

Зважаючи на всі ці фактори, як апарат керування стали використовувати пульти-маніпулятори з виносним табло (рис. 2), які широко експлуатуються в Україні і дотепер.

На виносному табло розміщують світлосхему станції зі світловою індикацією, яка відображає інформацію про стан ділянок колії, положення стрілок, встановлення маршрутів, стан пристроїв живлення і т. д.

Пульт-маніпулятор складається із секцій, де розташовані маршрутні кнопки, стрілочні комутатори, пристрої зв'язку. Тобто, керування здійснюється з пульта-маніпулятора, а інформацію про стан об'єктів системи ЕЦ ДСП отримує за допомогою пристроїв індикації на виносному табло. По суті, істотною зміною було тільки те, що табло стало розташовуватися на відстані від пульта, а принципи реалізації індикації стану об'єктів системи та керування ними залишились такі самі.



Рис. 2. Пульт-маніпулятор з виносним табло

Наступним кроком стала розробка систем мікропроцесорної централізації (МПЦ), де всі функції виконуються за допомогою апаратно-програмного комплексу на базі комп'ютерної та мікропроцесорної техніки. На сьогодні на залізницях світу часто використовують як МПЦ, так і гібридні системи, які мають назву релейно-процесорна централізація (РПЦ). У

такій системі МП пристрої виконують логічні функції набірної групи ЕЦ, а релейні блоки – забезпечення умов функціональної безпеки та силову комутацію схем напільного обладнання. У таких системах робоче місце ДСП може представляти типовий для пристроїв ЕЦ пульт управління і табло відображення інформації або АРМ, яке передбачає організацію інтерфейсу «людина-система» (рис. 3). АРМ ДСП складається з одного або декілька моніторів залежно від колійного розвитку станції, системного блока, клавіатури, маніпулятора типу «миша», принтера, телефонного апарата та іншої необхідної апаратури.

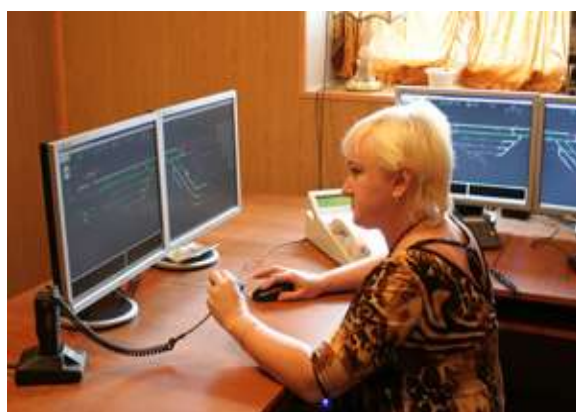


Рис. 3. Робоче місце ДСП

Монітор виконує функції табло, команди задаються за допомогою звичайної комп'ютерної клавіатури або спеціальної клавіатури (пульта управління) та/або маніпулятора типу «миша» у діалоговому режимі, з використанням командного рядка, за допомогою розвинутої системи спливаючих меню.

Для забезпечення технологічного процесу в АРМ ДСП передбачаються такі функції:

- відображення на екрані монітора схеми колійного розвитку станції (розташування колій, стрілок, світлофорів, їх стан);

- відображення на екрані монітора в реальному часі інформації про прокладені маршрути, поїзний стан на станції й прилеглих перегонах, інформації про стан пристроїв СЦБ;

- відображення на екрані монітора значень дискретних і аналогових сигналів (для аналогових сигналів – у моменти вимірювань, крім струму при переведенні стрілок) та фіксації відхилення сигналів від встановлених норм;

- маршрутний набір;
- формування завдання на встановлення чи скасування встановлення маршруту;
- індивідуальне керування напільними об'єктами;
- організація інтерфейсу «людина-машина»;
- контроль та блокування помилкових дій ДСП;
- примусове звертання уваги оператора на виникнення аварійних ситуацій («спливаючі» вікна, звукова сигналізація й т. д.);
- індикація на екрані дисплея та звуковий супровід дій ДСП;
- автоматичне ведення протоколу дій ДСП;
- довідкова система (допомога);
- багаторівнева система підтримки, коригування, перегляду й друку нормативно-довідкової інформації;
- надання інформації про результати діагностичного контролю колійних об'єктів і самодіагностики апаратно-програмного комплексу.

Тобто АРМ ДСП реалізує як всі функції, притаманні пульту-табло, так і ряд додаткових функцій, що значно полегшують умови праці ДСП.

**Технічне обслуговування (ТО) апаратів керування системи ЕЦ.** ТО апаратів керування на залізницях України виконується в обсязі і з періодичністю, які вказані у [2], розділ 11 – Обслуговування апаратів управління. Порядок виконання робіт регламентується технологічними картами. ТО пультів керування і табло включає в себе перевірку міцності кріплення елементів, стан і легкість ходу рукояток і кнопок, стан кнопок-лічильників, чіткість роботи стопорних пружин, дія дзвінків і ключа-жезла, стан контактів, справність штепсельних роз'ємів, справність монтажу і його ізоляції, міцність кріплення проводів, справність замків.

При обслуговуванні апаратури АРМ ДСП перевіряються з'єднання, проводиться зовнішній огляд та очищення обладнання, перевірка та внутрішнє очищення системного блока, перевірка справності UPS.

**Розробка моделі користувацького інтерфейсу оператор – АРМ ДСП.** Із впровадженням сучасних систем забезпечення безпеки руху поїздів на місце апаратних засобів

індикації й керування приходять елементи, налаштовані на програмних рішеннях, які за обсягом відображуваної інформації перевершують експлуатовані системи ЗА.

Робота ДСП заснована на порівняно жорстко регламентованому наборі навичок і правил, тому впровадження нових розробок приведе до зміни навантаження на оператора, його продуктивності роботи й виконуваних завдань. Масштаб цих змін і їхній вплив на умови роботи ДСП й безпека системи в цілому ще не досліджена повною мірою. Користувальницький інтерфейс оператора сучасних систем забезпечення безпечного керування рухом поїздів з метою його оптимізації може бути проведений за рахунок опису та аналізу ряду інформаційних моделей – *концептуальної, ментальної, перцепційної* (рис. 4).

**Концептуальна модель** керування поїзною та маневровою роботою має надавати необхідні ДСП найважливіші змінні й співвідношення між ними (наприклад, кількісні параметри, допуски й зміни, цільові значення) і ґрунтуватися на фізичній реальності. Вона має містити у собі такі змінні, як поточний стан поїзної та вагонної динамічних моделей на станції, стан виконавчих пристроїв ЕЦ, стан прилеглих до станції перегонів і встановлений на його коліях напрям руху, режим роботи системи, діагностичні повідомлення тощо. Поряд з кількісними є також якісні параметри, такі як знання специфіки колійного розвитку станції, примикань від неї до промислових підприємств, завантажувально-розвантажувальних робіт, розкладу руху тощо. Важливе значення мають взаємозв'язки між змінними, обсяг і актуальність інформації в конкретний момент часу й можливість прогнозування розвитку ситуації та оптимізації поїзної та маневрової роботи на станції.

**Ментальна модель** має встановлювати відповідність відображуваної поїзної ситуації, стану об'єктів ЕЦ, сигнальної й додаткової інформації способу мислення оператора. Якщо не враховувати ментальну модель оператора, може виникнути небезпека, що йому буде подана інформація, яка може бути ним трактована помилково, або занадто великий чи занадто малий обсяг інформації для сприйняття правильного уявлення про поїзний стан, стан контрольованих об'єктів, режиму роботи системи.



Рис. 4. Класифікація моделей користувацького інтерфейсу оператора

Ментальна модель дозволяє впевнитися, що концептуальна інформація буде мати однозначне трактування і адаптована до потреб оператора. Гарне узгодження відображуваної інформації з потребами й очікуванням користувача сприяє підвищенню продуктивності (тобто скороченню часу реакції й кількості помилок). Когнітивна ергономіка розрізняє такі види поведінки оператора:

– *поведінка, заснована на навичках*, – рутинна або автоматична реакція на подразник (встановлення маршрутів згідно з графіком руху поїздів, проведення на станції маневрової роботи, застосування заучених знань про дії у позаштатних ситуаціях);

– *поведінка, заснована на правилах*, – послідовність дій, які не є рутинними й не виконуються автоматично, хоча й потрібні часто (наприклад, робота у допоміжного режиму функціонування ЕЦ, приймання та відправлення поїздів з частково непрацездатною системою ЕЦ, керування рухом поїздів у ручному режимі за наказом

диспетчера з необхідністю уважного стеження за поїзним станом на станції та прилеглих блокувальних перегонів);

– *поведінка, заснована на знаннях*, – пошук правильних рішень при виникненні нових проблем (наприклад, при переведенні оператора на іншу, недостатньо відому йому станцію, усуненні дрібних технічних несправностей та збоїв у системі ЕЦ).

Сучасні АРМ здатні повно надавати інформацію про поїзний стан, стан об'єктів керування та т.ін, тому поведінка на погано відомій або невідомій станції на основі знань може бути знижена за складністю до рівня дій на основі навичок. Також усунення несправностей у технічних системах ЕЦ без зовнішньої підтримки вимагає дій, заснованих на знаннях. Однак при індикації на дисплеї діагностичної інформації або навіть покрокових інструкцій з вирішення проблеми пошуку та усунення несправностей необхідна складність поведінки оператора знижується до рівня дій на основі навичок. Це означає, що

оператор може виконувати більш складні (засновані на знаннях) дії, які можуть бути спрощені завдяки відповідному проектуванню системи та її широким функціональним можливостям.

**Перцепційна модель** дає уявлення про те, наскільки дизайн системи відповідає властивостям людського мислення. Найважливішими питаннями тут зокрема стають:

- фізичні властивості людини (якої довжини хвилі світла, якої частоти звук і в якому режимі роботи вони є оптимальними для сприйняття);

- як сприймаються зміни в поданні інформації (наприклад, використання додаткових звукових або оптичних сигналів, режим їх відтворення);

- як впливають відволікання оператора від спостереження за дисплеєм на появу й розпізнавання нової інформації на його екрані.

Облік і аналіз кожної з перелічених моделей дуже важливий, оскільки разом вони утворюють користувацький інтерфейс оператора. Чим краще оператор буде розуміти відображувану інформацію, тим вище його продуктивність, тим менше ймовірність виникнення помилок. Мета полягає в тому, щоб, спираючись на досвід застосування існуючих систем, знань розроблювальної системи і її функціональних можливостей, а також на розуміння людського фактора, розробити на основі моделей рис. 4 оптимальний користувацький інтерфейс оператора. В ньому має бути визначено, яким чином відображається інформація системи, як у систему вводяться дані, який вигляд мають графічні символи, якою має бути звукова інформація (сигнали, мовне сповіщення). Апаратні рішення не повинні бути регламентовані, тому що це обмежить

гнучкість вибору технічних рішень і відкритість системи для модернізації й впровадження перспективних розробок. Якщо на сьогодні оператор одержує порівняно мало інформації від системи ЕЦ і рівень його підтримки системою невеликий, то в сучасних системах поряд зі збільшенням обсягу даних повинен зростати також рівень підтримки оператора з боку системи МПЦ.

**Висновки.** З вищесказаного можна зробити висновок, що застосування АРМ ДСП дає можливість:

1. Підвищити безпеку руху за рахунок:
  - постійного контролю за поїзною ситуацією на станціях і перегонах;

- своєчасного попередження про можливі відмови в роботі системи;

- аналізу виникнення нештатних ситуацій за даними архіву.

2. Підвищити безпеку роботи людей на залізничних коліях за рахунок застосування системи автоматичного оповіщення.

3. Спростити технічне обслуговування апарату керування;

4. Підвищити ефективність та умови праці диспетчерського персоналу за рахунок:

- можливості отримання більшого об'єму інформації від системи;

- скорочення часу для прийняття рішень;

- примусового звернення уваги ДСП на його неправильні дії, на виникнення аварійних ситуацій;

- ведення звітів, журналів подій тощо;

- аналізу виникнення нештатних ситуацій за даними архіву;

- можливості індивідуального налаштування параметрів відображення в процесі роботи з АРМ (масштабування, зміна кольору на більш комфортний і т. д.).

### Список використаних джерел

1. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]. – Затв. та увед. в дію наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411, зареєстровані у Міністерстві юстиції України 25.02.1997 р. за № 50/1854 із змін і допов. станом на 10.12.2003 р. № 962.

2. ЦШ/0042. Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування [Текст]. – Затв. 26.04.2006 р. Нак. № 347-ЦЗ. – К., 2006. – 461 с.

3. ЦШ/0060. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) [Текст]. – Затв. 07.10.2009 р. Нак. № 090-ЦЗ. – К., 2009. – 112 с.

4. Інструкція з організації технічного обслуговування та ремонту програмно-апаратних комплексів залізничної автоматики, телемеханіки та зв'язку [Текст]: ЦШ-0057. – Затв. нак. ДАЗТУ 18.05.2009 р. № 291-Ц. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2009. – 22 с.

5. Перспективные структуры управления на европейских железных дорогах [Текст] // Железные дороги мира. – 2002. – № 2. – С. 4 – 27.

6. Самсонкин, В.Н. Человеческий фактор в обеспечении безопасности железнодорожного транспорта [Текст] / В.Н. Самсонкин // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5 – 6. – С. 65–67.

7. Релейно-процесорна та мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів. Експлуатаційно-технічні та організаційні вимоги. Державна адміністрація залізничного транспорту України [Текст]. – Вид. офіц. – К., 2006. – 73 с.

8. Дмитриев, В.С. Основы железнодорожной автоматики и телемеханики [Текст] / В.С. Дмитриев, И.Г. Серганов. – М.: «Транспорт», 1988. – 387 с.

9. Основні об'єкти сигналізації, централізації та блокування. Умовні позначки при відображенні інформації [Текст]. СОУ 35.0-00034045-001: 2006. – К., 2006. – 27 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор М.М. Бабаєв

---

Петренко Ольга Миколаївна, слухачка магістратури Навчально-наукового інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації Української державної академії залізничного транспорту. Тел. 095-850-91-89. E-mail: mantr88@gmail.com.

Кошевий Сергій Васильович, канд. техн. наук, доцент, декан факультету підвищення кваліфікації Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 732-68-00. E-mail: ksv.xiit@gmail.com.

Olga Petrenko, student of Master Training and Research Institute of retraining and advanced training of Ukrainian State Academy of Railway Transport. Phone. 095-850-91-89. E-mail: mantr88@gmail.com.

Koshevoi Sergey V. cand. of techn. sciences, associate professor, dean of training Ukrainian State Academy of Railway Transport. Phone (057) 732-68-00. E-mail: ksv.xiit@gmail.com.