

Спіфанова Ольга Вікторівна	к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», директор бібліотеки СНУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк, Україна.
Семенов Станіслав Олександрович	к.т.н., доц., доцент кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк, Україна. e-mail: semenov@snu.edu.ua
Новомлинська Наталія Юріївна	здобувач вищої освіти гр. ІБЗТ-19зм, кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк, Україна.
Полякова Анастасія Володимирівна	здобувач вищої освіти гр. ІБЗТ-19зм, кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СНУ ім. В. Даля, м. Сєверодонецьк, Україна.

УДК 656.212

**Євреймова А.В.,  
Сюр І.В.,  
Шворнікова Г.М.**  
**м. Сєверодонецьк**

## **АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ СОРТУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

У статті розглянуто сучасний стан сортувальних станцій, визначено їх оснащеність технічними засобами та підтверджено необхідність проведення процесу їх подальшої автоматизації. Зазначено, що сортувальні станції є важливою ланкою залізничної транспортної системи країни. Виконано аналіз закордонних сортувальних систем, визначено їх переваги, недоліки та рівень впливу на розвиток вітчизняних систем відповідного призначення. Визначено, що важливим аспектом при виконанні сортувального процесу залишається «людський фактор». Встановлено основні проблеми розвитку та вдосконалення сортувальних систем.

**Ключові слова:** сортувальна станція, розпуск, сортувальна система, автоматизація, вдосконалення.

Сучасний курс інтеграції залізниць України до транспортної системи Європи зобов'язує виконувати нові вимоги щодо рівня якості послуг з перевезення вантажів і пасажирів. Наразі залізничний транспорт змушений функціонувати в умовах жорсткої конкуренції з іншими видами транспорту, зокрема з автомобільним. Рівень конкурентоспроможності та привабливості залізниць на ринку транспортних послуг значною мірою залежить від ефективності роботи залізничних станцій, що є одним з основних елементів транспортної інфраструктури.

Станції мають вирішальне значення в роботі залізничного транспорту. Через них здійснюється безпосередній зв'язок залізниць з населенням, промисловістю, будівельним комплексом, сільським господарством.

Без залізничних станцій перевізний процес неможливий. На них відбуваються початкові і кінцеві операції: посадка і висадка пасажирів, завантаження і вивантаження вантажів, пошти і багажу. Станції є стиковими пунктами залізниць з іншими видами транспорту.

На станціях виконується основна робота по організації руху на залізничному транспорті: прийом, відправлення і пропуск поїздів, розформування, накопичення і формування складів, подача вагонів до місць навантаження-вивантаження, вантажні операції потягу після їх виконання, технічне обслуговування, екіпірування та ремонт рухомого складу, комерційний огляд вантажних вагонів, прикордонний і митний огляд на кордоні [1, 2].

Ефективність перевізного процесу багато в чому визначається функціонуванням сортувальних станцій. В сучасних умовах тільки ритмічна робота технологічних ліній цих станцій дасть можливість забезпечити виконання нормативних простой вагонів при зростаючому обсязі вантажоперевезень. Досягти цього можна за рахунок вдосконалення технології та технічного оснащення станцій, а також використання їх резервів.

Основними заходами по інтенсифікації роботи сортувальних станцій, поліпшенню їх технічного оснащення і колійного розвитку будуть наступні: впровадження ресурсозберігаючих і економічних технологій на базі прогресивних типових технологічних процесів; широке застосування комплексної механізації і автоматизації обробки складів, телеуправління гірковими локомотивами; застосування промислового телебачення; використання систем контролю стану вантажу, зчпних пристроїв, нагріву букс та інших елементів рухомого складу. Необхідне подальше впровадження на сортувальних станціях інформаційних технологій,

автоматизованих систем управління, що включають автоматизацію планування, обліку і звітності, завдання та реалізацію оптимальних режимів управління поїзною і маневровою роботою, видачу даних про становище на станції і підходах до неї.

Актуальні завдання моніторингу та перспективи розвитку залізничного транспорту вимагають використання сучасних методів теорії транспортних систем, а також створення нових інструментальних засобів і систем автоматизованого проектування з використанням засобів і методів інформатики та обчислювальної техніки. Зокрема, рішення задачі безперервного моніторингу обстановки на сортувальній станції, своєчасного оповіщення про можливі колізії і підвищення ефективності вантажно-розвантажувальних операцій є актуальною, оскільки дані моніторингу можуть використовуватися для прогнозування і завчасного оповіщення про можливість виникнення критичної ситуації, своєчасного регулювання транспортних потоків і оптимізації параметрів вантажно-перевізного процесу [3].

Сортувальні гірки - складний об'єкт автоматизації. Її утримання та напрямки розвитку залежать від існуючого стану теорії, техніки і технологій розформування-формування поїздів.

Раніше, до застосування силових пристроїв, на сортувальних гірках стрілки переводилися вручну, а кожен вагон або група вагонів, або, інакше кажучи, відчеп, супроводжувалися гальмівником, який ручним гальмом регулював швидкість руху відчепу.

На сучасних сортувальних гірках стрілки централізуються і управління ними здійснюється з гіркових постів; вагонні сповільнювачі регулюють швидкість руху відчепів; швидкість насування вагонів на гірку управляється сигналами. У деяких установках використовуються спеціальні приводи для накладання на рейки башмачних сповільнювачів.

На гірках обладнується гучномовний телефонний зв'язок для безпосереднього зв'язку операторів постів з черговими по станції і з машиністами локомотивів. На деяких сортувальних станціях практикується установка гучномовців для зв'язку з працівниками, які знаходяться на коліях.

Комплекс пристроїв автоматизації сортувальних гірок містить гіркову автоматичну централізацію (ГАЦ) для переведення стрілок і завдання маршрутів скочування відчепів, систему автоматичного завдання швидкості розпуску складів (АЗШР) для управління гірковими світлофорами і гірковою автоматичною локомотивною сигналізацією (ГАЛС) або безпосередньо локомотивом за допомогою системи телеуправління (ТГЛ), систему автоматичного регулювання швидкості скочування відчепів (АРШ) для управління вагонними сповільнювачами і забезпечення заданого інтервалу руху відчепів і дальності їх пробігів. Автоматизацію роботи ГАЦ досягають за рахунок застосування гіркового програмно-пристрою, що задає (ГПЗП), що дозволяє запам'ятовувати і автоматично реалізовувати програми розпуску шести складів [4].

В якості важливого прототипу сучасних сортувальних систем слід розглядати розроблену і впроваджену в 1977 році товариством СОДЕТЕГ-ТАІ французьку Систему автоматизації процесу розпуску складів ВУАПІ [5]. Володіючи хорошим функціоналом (автоматичне регулювання швидкостей скочування відчепів з гірки, управління маршрутами руху відчепів на сортувальних гірках) вона вимагала від об'єктів автоматизації виконання жорстких умов:

- висота горба гірки 4 м при ухилі в 50%;
- сортувальна гірка обладнана двома ТП;
- на ТП встановлені первинні і вторинні гальма, що працюють в тісній взаємодії один з одним.

Система ВУАПІ проектується з урахуванням можливості використання двох режимів управління:

- повністю автоматичного режиму (без участі оператора);
- напівавтоматичного, при якому оператор задає швидкості скочування відчепів з пульта управління.

Корисною технологічною ідеєю цієї системи є принцип «Стрільби в ціль», який згодом також був використаний при створенні КСАУ СП [5].

Деяко пізніше (у 1980 році) в Німеччині розроблена система автоматизації гірок «MICOR». Це багатомашинний комплекс, який складається з декількох мікро-ЕОМ типу MES-80. Порівняльний аналіз надійності системи MICOR і системи управління розпуском складів сортувальної станції Зельце показав [5] високу надійність розглянутої мікропроцесорної децентралізованої системи, що складається з кількох локальних автоматів.

На сортувальних гірках Європи, Африки та Азії широко експлуатується інша французька система гіркової автоматизації, що розроблена фірмою «Saxbi». Вона передбачає модифікацію з використанням гідравлічних гвинтових сповільнювачів фірми ASEA (Швеція) [6].

В основу цієї системи покладено локальну мережу (LAN) 32-розрядних мікро-ЕОМ (MSR-32). Система MSR-32 має відкриту, блочну архітектуру (доступну для подальшого вдосконалення) і реалізує наступні функції:

- управління маршрутами скочування відчепів по гірці;
- управління сповільнювачами всієї спускової частини гірки;
- дистанційне керування гірковим локомотивом.

На базі MSR-32 автоматизовані і успішно функціонують великі сортувальні системи Німеччини, Швейцарії, Бельгії, Фінляндії, Австрії та інші.

Для сортувальних систем великої і середньої потужності альтернативу MSR-32 становить американська система DDC III.

Мікропроцесорна система управління цього комплексу має «Гарячий резерв» і виконана на базі двох керуючих ЕОМ. Цей принцип створення СС використаний і в КСАУ СП.

Система DDC III отримала загальносвітове визнання та встановлена на більшості сортувальних систем в США, Канаді, Китаї, Нідерландах та Італії [5, 6].

Результати огляду зарубіжних систем автоматизації сортувальних гірок дозволив використовувати позитивний досвід їх експлуатації при розробці комплексів, що наразі використовуються на вітчизняних залізницях.

Кількість діючих сортувальних гірок в системі Укрзалізниці на сьогоднішній день становить більше 100. Розподіл їх потужності наведено на рис. 1 [7, 8].

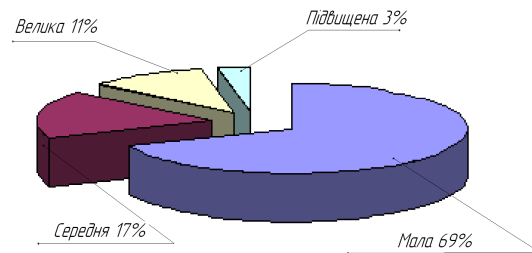


Рисунок 1 - Розподіл сортувальних гірок по потужності

На сортувальних гірках, що експлуатуються в системі Укрзалізниці більше половини усіх гальмівних засобів складають башмакоскидувачі, більше третини вагонні сповільнювачі типу РНЗ-2, з інших типів уповільнювачів більше всього типу КВ (рис. 2).

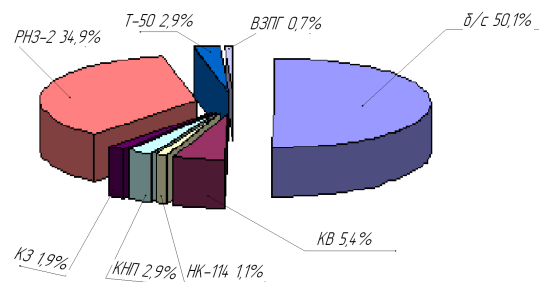


Рисунок 2 - Розподіл гальмівних засобів на сортувальних гірках в системі Укрзалізниці

Чверть діючих сортувальних гірок обладнано засобами механізації, 38 відсотків механізовані, а 37 немеханізовані (рис. 3).

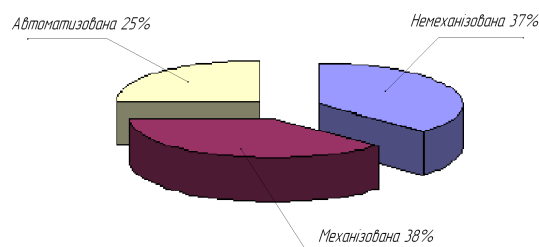


Рисунок 3 - Розподіл сортувальних гірок, що експлуатуються в системі Укрзалізниці по засобам механізації чи автоматизації

На немеханізованих сортувальних гірках малої потужності виникає декілька груп додаткових експлуатаційних витрат: поточні витрати на утримання гальмівних засобів, незаплановані витрати та збитки через несхоронні перевезення та витрати на утримання верхньої будови колії і рухомого складу. Якщо сортувальна гірка механізована, то витрати значно скорочуються.

Основні джерела економії експлуатаційних ресурсів при механізації та автоматизації складаються за рахунок скорочення простою вагонів і часу на маневрові та технічні операції, скорочення експлуатаційного персоналу, зменшення можливості пошкодження вантажів і рухомого складу та зносу верхньої будови колії.

Для встановлення переліку експлуатаційно-технічних вимог виникає необхідність виявлення особливостей функціонування сортувальної гірки та визначення переліку технологічних завдань, розв'язуваних в процесі розформування і формування складів.

Очевидно, що розвиненість сортувальної системи (СС) істотно залежить від її ролі в перевізному процесі. Якщо потоки вантажів через СС невеликі, то немає необхідності збільшувати середню швидкість розпуску, втрачаючи на безпеці процесу. Немає необхідності і в розширенні переліку функцій сортувальної системи. Іноді досить впровадити підсистему ГАЦ, значно знизивши вартість впровадження і обслуговування системи. У зв'язку з цим в науковій літературі здійснюється спроба провести типологізацію гіркових систем, привівши їх у взаємно-однозначну відповідність до потреб станції.

Термін «розмір гірки» (зазвичай розглядають «малі», «середні», «великі» гірки), що вживається фахівцями з автоматизації сортувальних процесів (СП) не має точного визначення через те, що характеристики гірки залежать від багатьох чинників. Краще говорити про клас, типи сортувальної системи, так як термін «розмір» передбачає врахування тільки кількісних характеристик об'єкта (число шляхів, рівнів сповільнювачів, переробна спроможність та ін.) [9].

Типи гірок відрізняються також складом функцій: в «малих», як правило, не потрібні: системи контролю заповнення шляхів (КЗП) в підгірковому парку, змінна швидкість насуву, прицільне гальмування і т.д. У зв'язку з цим типи гірок відрізняються не тільки конструктивним виконанням, а й топологією гірок, як в плані, так і в профілі.

Наступний фактор - різна кількість ресурсів: професійних, фінансових, часових та ін.

Різні також і ролі зазначених типів гірок для перевізного процесу.

Зупинка «великої» і «малої» гірок не рівнозначна, і в умовах обмежених ресурсів це має іноді принципове значення.

Повертаючись до першого пункту відмінностей слід констатувати: іноді потрібно пожертвувати ефективністю (і навіть працювати в збиток), але забезпечити пропуск складів.

Правильно було б виділити і узгодити систему ознак, розробити механізми їх «оцифрування» (вимірювання, розрахунку) і в отриманому просторі ознак за допомогою експертів вказати типові «малі», «середні», «великі» гірки. Це дозволить будь-яку сортувальну систему класифікувати за єдиною загальноприйнятною шкалою.

Створення універсальної системи управління вважається доцільним, так як вартість обчислювальних не велика в загальному обсязі. Розробка нових модулів повинна передбачати спадкоємність системи. Як це зроблено в комп'ютері: розробляються нові програмні продукти, але вони легко включаються в роботу за допомогою установочного диска. Навіть мала пам'ять колишніх комп'ютерних систем не перешкода: додаткові ресурси пам'яті легко наращуються [9].

Ще один аргумент на користь створення універсальних систем автоматизації - необхідність забезпечити можливість їх взаємодії в єдиному інформаційному просторі.

Проти універсальності - складність, внаслідок спроби врахувати всі необхідні властивості в одному організмі. Ця проблема вирішується інтелектуальністю функціонування.

Слід зазначити, що концепція розробки гіркових систем визначається сукупністю принципів, але не переліком розв'язуваних завдань і функцій. Реалізація концепції здійснюється в часі та нестаціонарних (за фінансами, потребами, можливостями) умовах.

Прийнята концепція при цьому повинна зберігатися інваріантною (незмінною в часі, просторі та умовах функціонування).

Досвід експлуатації системи в сучасних умовах показав, що після 1-1,5 років експлуатації КСАУ СП в повному обсязі оперативний персонал безповоротно втрачає навички роботи без автоматизації. Цьому сприяє ряд причин. Основною причиною є успішне функціонування системи і, отже, практично повна відсутність необхідності ручного виконання того самого обсягу рутинної роботи по формуванню маршрутів для скочування відцепів і регулювання їх швидкості. При цьому виконання даної роботи вимагає постійного досвіду, інакше навик дуже швидко втрачається.

Таким чином, може виникнути ряд неприпустимих ситуацій:

1. Настає та сама ситуація, при якій оператор, згідно інструкції повинен втрутитися. За вищеописаних причин, він або не встигає, а то і не знає, як втрутитися, або некомпетентним втручанням призводить до ще більшого погіршення ситуації, пошкоджень, затримок і фінансових втрат. У зв'язку з цим у новій концепції слід передбачити розробку еталонних ситуацій.

2. Настає момент відмови обладнання. відмова устаткування неминуча з природних причин зносу. Резервується не 100% обладнання, а часто резервний комплект відсутній через економію під час закупівлі обладнання. У момент відмови обладнання до його відновлення з'являється необхідність скористатися наявною можливістю працювати «вручну». Однак можливість ця, по суті, є віртуальною через відсутність навичок роботи «вручну».

3. Все нормально працює. Операторам банально нічим зайнятися. Щоб не заснути і якимось контролювати ситуацію або через емоційний розлад якимись особистими проблемами, вони починають втручатися руками просто так, вважаючи «що так краще» або «треба швидше» і т.д. Найчастіше ці дії призводять до погіршення ситуації.

ршення показників роботи системи, зниження безпеки через втручання в роботу системи, яке система не може спрогнозувати, а також до приховування можливих проблем в налаштуваннях системи.

З огляду на вищевикладене, подальший розвиток КСАУ СП вбачається на користь повної автоматизації процесів розпуску і контролю дій людини з метою аналізу і неприпустимості свідомо невірних команд, або тих, які можуть привести до погіршення ситуації.

Вважається, що даний розвиток неминує призведе до збільшення відповідальності системи, може привести до деякого зниження темпу розпуску, проте однозначно підвищить безпеку і збереження рухомого складу.

В даний час статистика спостережень за роботою діючих систем автоматизації гіркових процесів свідчить про недостатньо ефективне управління відчепами в зоні формування нових складів. В існуючих АСУ не вдається, використовуючи існуючі формалізми, домогтися точності прицільного регулювання, що забезпечує надійне зчеплення відчепів одночасно з мінімізацією бою вагонів і вантажів.

#### Література:

1. Журавель В.В., Журавель І.І. Аналіз досвіду використання технічних засобів сортувальних гірок. - Транспортные системы и технологии перевозок. – 2013. - С.47-50.
2. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 855 с. ISBN 978-5-89035-674-1
3. Гридин В.Н., Доенин В.В., Солодовников В.И., Панищев В.С., Труфанов М.И. К вопросу построения интеллектуальной подсистемы анализа и прогнозирования работы сортировочного узла. - Информационные технологии и вычислительные системы. - №4. – 2017. – С. 95-103.
4. Структура систем автоматизации горочных процессов. URL: <https://www.poezdvl.com/avtomatika-telemehanika-i-sviaz/struktura-sistem-avtomatizatsii-gorochnykh-protssessov.html>
5. Шабельников А.Н. Иванченко В.Н. Зарубежные Системы автоматизации сортировочных горок.// АСИ, № 1, 2014. С.30-33.
6. Иванченко В.Н. и др. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учебное пособие под редакцией Грегора Теега и Сергея Власенко. Интекст, 2010. С. 398 – 418.
7. Луханін М.І., Панченко Ю.Ю., Сушарін Є.В. Техніко-економічне обґрунтування механізації та автоматизації гірок малої потужності/Залізничний транспорт України, Науково-практичний журнал, Київ, 6, 2008.- с 32-34.
8. Березовий, М. І. Аналіз технічного забезпечення сортувальних станцій України [Текст] / М. І. Березовий // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – Вып. 6/3 (42). – С. 60–66.
9. Золотарев Ю.Ф., Ольгейзер И.А., Рогов С.А. Перспективы развития КСАУ СП на сортировочных станциях // АСИ, № 10, 2012.

*Евреимова А.В., Сюр І.В., Шворникова А.М. Аналіз проблем совершенствования и развития сортировочных систем железнодорожного транспорта.* В статье рассмотрено современное состояние сортировочных станций, определена их оснащенность техническими средствами и подтверждена необходимость проведения их дальнейшей автоматизации. Указано, что сортировочные станции являются важным звеном железнодорожной системы страны. Выполнен анализ зарубежных сортировочных систем, определены их преимущества, недостатки и уровень влияния на развитие отечественных систем соответствующего назначения. Определено, что важным аспектом при выполнении сортировочного процесса остается «человеческий фактор». Установлены основные проблемы развития и совершенствования сортировочных систем.

**Ключевые слова:** сортировочная станция, роспуск, сортировочная система, автоматизация, совершенствование.

*Evreimova A.V., Syur I.V., Shvornikova H.M. Analysis of improvement problems and development of railway transport sorting systems.* The article examines the current state of sorting stations, determines their equipment with technical means and confirms the need for their further automation. It is indicated that marshalling yards are an important link in the country's railway system. The analysis of foreign sorting systems is carried out, their advantages, disadvantages and the level of influence on the development of domestic systems for the corresponding purpose are determined. It has been determined that the "human factor" remains an important aspect of the sorting process. The main problems of development and improvement of sorting systems are identified.

**Keywords:** marshalling yard, dissolution, sorting system, automation, improvement.

Євреїмова Анна Володимирівна	здобувач вищої освіти, гр. ОПЗТ-19зм, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк.
Сюр Ірина Володимирівна	здобувач вищої освіти, гр. ІБЗТ-19зм, кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк.
Шворнікова Ганна Михайлівна	к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, e-mail: shvorni@gmail.ru