

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАЛІЗНИЦЬ

УДК 656.212.5

ФОРМУВАННЯ КЕРУЮЧИХ ДІЙ НА ПРОЦЕС СКОЧУВАННЯ ВІДЧЕПІВ З ГІРКИ

Д-р техн. наук О.М. Огар

**ФОРМИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПРОЦЕСС
СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ С ГОРКИ**

Д-р техн. наук А.Н. Огарь

**FORMING CONTROL INFLUENCES ON PROCESS OF RUNNING SET OF CARS
FROM HUMPS**

Doct. of techn. sciences O. Ogar

Удосконалено інформаційно-керуючу систему сортувальної гірки. Розроблено процедуру формування керуючих дій при гальмуванні відцепів на гальмових позиціях сортувальної гірки.

Ключові слова: сортувальна гірка, керуючі дії, автоматизація, гальмування відцепів, система підтримки прийняття рішень.

Усовершенствована информационно-управляющая система сортировочной горки. Разработана процедура формирования управляющих воздействий при торможении отцепов на тормозных позициях сортировочной горки.

Ключевые слова: сортировочная горка, управляющие воздействия, автоматизация, торможение отцепов, система поддержки принятия решений.

The information control system of sorting hump was improved. The procedure of forming control influences during braking set of cars on the brake points of sorting humps was worked out. The procedure of accurate definition meaning of main specific resistance to car movement was proposed. The recommendations about distribution of magnetic sensors on the ordnance yard were given.

Key words: sorting hump, control influences, automatization, braking set of cars, expert support system of making decisions.

Вступ. Висока якість процесу розформування составів може бути досягнута шляхом застосування систем комплексної автоматизації вказаного процесу і систем підтримки прийняття рішень для оперативного персоналу залізниць. Це доведено досвідом експлуатації сучасних автоматизованих

сортувальних гірок, системи автоматизації яких суттєво відрізняються підходами до формування керуючих дій на процес скочування відцепів з гірки. Застосування окремих систем в країнах СНД вказало на необхідність доопрацювання наукових підходів до розрахунку параметрів

гальмування відчепів і їх реалізації в реальному масштабі часу.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Основною проблемою при формуванні керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки є проблема розрахунку раціональних параметрів гальмування відчепів і їх реалізації при відсутності інформації про стан колісних пар вагонів, нестабільності коефіцієнта тертя між колесами вагона і шинами вагонних уповільнювачів, складності визначення ходових характеристик вагонів і прогнозування величини додаткових питомих опорів від стрілок і кривих, середовища та вітру, які мають випадкову природу. Удосконалення методів управління процесом розформування составів, пристроїв гіркової автоматики і структур локальної інформаційно-керуючої системи сортувальних гірок на сьогоднішній день не дозволило суттєво покращити якісні показники сортувального процесу. Слід відзначити, що створення вітчизняної високоефективної системи автоматизації гіркових технологічних процесів є одним із основних завдань Укрзалізниці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенню та удосконаленню методів розрахунку параметрів гальмування відчепів і способів їх реалізації в реальному масштабі часу присвячені праці Бобровського В.І., Божка М.П., Жуковицького І.В., Загарія Г.І., Ковальова С.М., Козаченка Д.М., Лебединської О.М., Шабельнікова О.М., Шелухіна В.І., Шепілової О.Г. та ін. [1-7].

Двохетапний метод, що запропоновано у [1], вирішує задачу скорочення енергетичних витрат на регулювання швидкості скочування відчепів з гірки, але в метеорологічних умовах, параметри яких задано константами. Останнє характерно для всіх відомих імітаційних моделей

сортувального процесу і певним чином відображається на точності розрахунку додаткового питомого опору від середовища і вітру.

У праці [2] адаптивне регулювання розглянуто тільки у загальному вигляді.

У працях [3, 4] в більшій мірі враховано фактори, що впливають на процес гальмування відчепів, однак не вирішено задачу координатного регулювання швидкості скочування відчепів.

Процедуру адаптивного керування гальмуванням на парковій гальмовій позиції запропоновано у [5]. Слід відзначити, що доцільність застосування м'якого режиму гальмування, який пропонується авторами, потребує додаткових досліджень.

Розробкою та впровадженням систем підтримки прийняття рішень при управлінні вагонними уповільнювачами займався О.М. Шабельніков [6]. Ним була запропонована композиційно-динамічна модель. Вказана модель призначена для автоматизації експертної підтримки прийняття рішень в інформаційних системах динамічного типу. Слід зауважити, що моделювання прогнозу в моделі здійснюється з урахуванням лише п'яти факторів. Вплив від параметрів метеорологічних умов, профіль гірки, фактичні інтервали між відчепами, стан і реальні гальмові характеристики вагонних уповільнювачів взагалі не враховуються. При такому підході в реальних умовах експлуатації достатньо складно забезпечити виконання вимог інтервального і прицільного регулювання. Такий же недолік властивий і моделі, що запропонована у [7].

Визначення мети та задачі дослідження. Метою даної роботи є підвищення ефективності сортувального процесу шляхом формування керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки. До задач дослідження слід віднести удосконалення інформаційно-керуючої

системи сортувальної гірки та розробку процедури формування керуючих дій при гальмуванні відчепів на гальмових позиціях сортувальної гірки.

Основна частина дослідження.

Ефективне функціонування системи підтримки прийняття рішень гірковими операторами може бути забезпечено тільки за рахунок використання відповідного комплексу пристроїв гіркової автоматики. Для системи, що запропонована у [8], вказаний комплекс повинен складатися з обмеженого числа елементів у порівнянні з гірковими автоматизованими комплексами, а саме: магнітних датчиків, метеорологічних датчиків і системи контролю заповнення колій сортувального парку.

Об'єднання запропонованої системи підтримки прийняття рішень і наведеного комплексу пристроїв гіркової автоматики дозволило створити локальну інформаційно-керуючу систему сортувальної гірки з новим підходом до формування керуючих дій (рис. 1). Відмінність підходу від існуючих полягає у технології функціонування створеної системи, а саме:

1) перед початком розпуску состава із станційного технологічного центру (СТЦ) в головний сервер надходить інформація про число вагонів ($m_{ваг.}$) і число відчепів ($n_{відч.}$) у составі, число вагонів у відчепі ($m_{відч.}$), вагу вантажу у кожному вагоні ($q_{вант.}$), номери вагонів ($N_{ваг.}$) та колії їх призначення ($N_{приз.}$). На підставі цих даних визначається номер стрілки розділення суміжних відчепів ($N_{р.стр.}$), довжина відчепів по крайніх осях ($l_{відч.}^{кр.ос.}$), їх вага ($Q_{відч.}$) і координата центра ваги ($X_{ЦВ}$);

2) з моменту відриву кожного відчепу від состава, що фіксується магнітними датчиками, які розташовуються до ВГ, моделюється його умовно-оптимальне гальмування (при середніх значеннях

швидкості і напрямку вітру, які розраховуються на основі даних метеорологічних датчиків, середньому значенні основного питомого опору руху відчепу, яке визначається виходячи з вагової категорії вагонів даного відчепу, і ідеальному стані колісних пар). При цьому на екран головного монітора виводиться план скочування відчепу, що забезпечує збереження енергоресурсів;

3) уточнюється значення основного питомого опору руху відчепу (рис. 2), з урахуванням якого здійснюється перше корегування параметрів умовно-оптимального гальмування на II ГП і ПГП та будується скорегований план скочування. Вказана процедура є успішною для тих відчепів, які на дільниці КТ1-КТ2 були у стані вільного руху. Якщо в момент відриву відчепу перша вісь знаходилась в межах дільниці КТ1-КТ2, точність розрахунку основного питомого опору руху відчепу зменшується. Для відчепів, що відриваються від состава за КТ2 уточнення вказаного опору неможливе. Реалізовується процедура уточнення при відомих моментах входу першої осі відчепу на КТ1 і КТ2 з урахуванням динаміки зміни параметрів метеорологічних умов (швидкості та напрямку вітру) від моменту відриву відчепу до моменту входу на КТ2. Необхідна інформація для уточнення зберігається у головному сервері. Процедура першого корегування параметрів гальмування на II ГП і ПГП здійснюється з моменту входу відчепу на КТ2;

4) за допомогою нейронної мережі здійснюється корегування параметрів умовно-оптимального гальмування на I ГП і друге корегування – на II ГП і ПГП. Додатковою інформацією для корегування є величина запасу інтервалу між даним і попереднім відчепом на перших уповільнювачах гальмових позицій спускної частини та фактична довжина пробігу даного відчепу від ПГП до вагонів, що накопичуються на сортувальній колії.

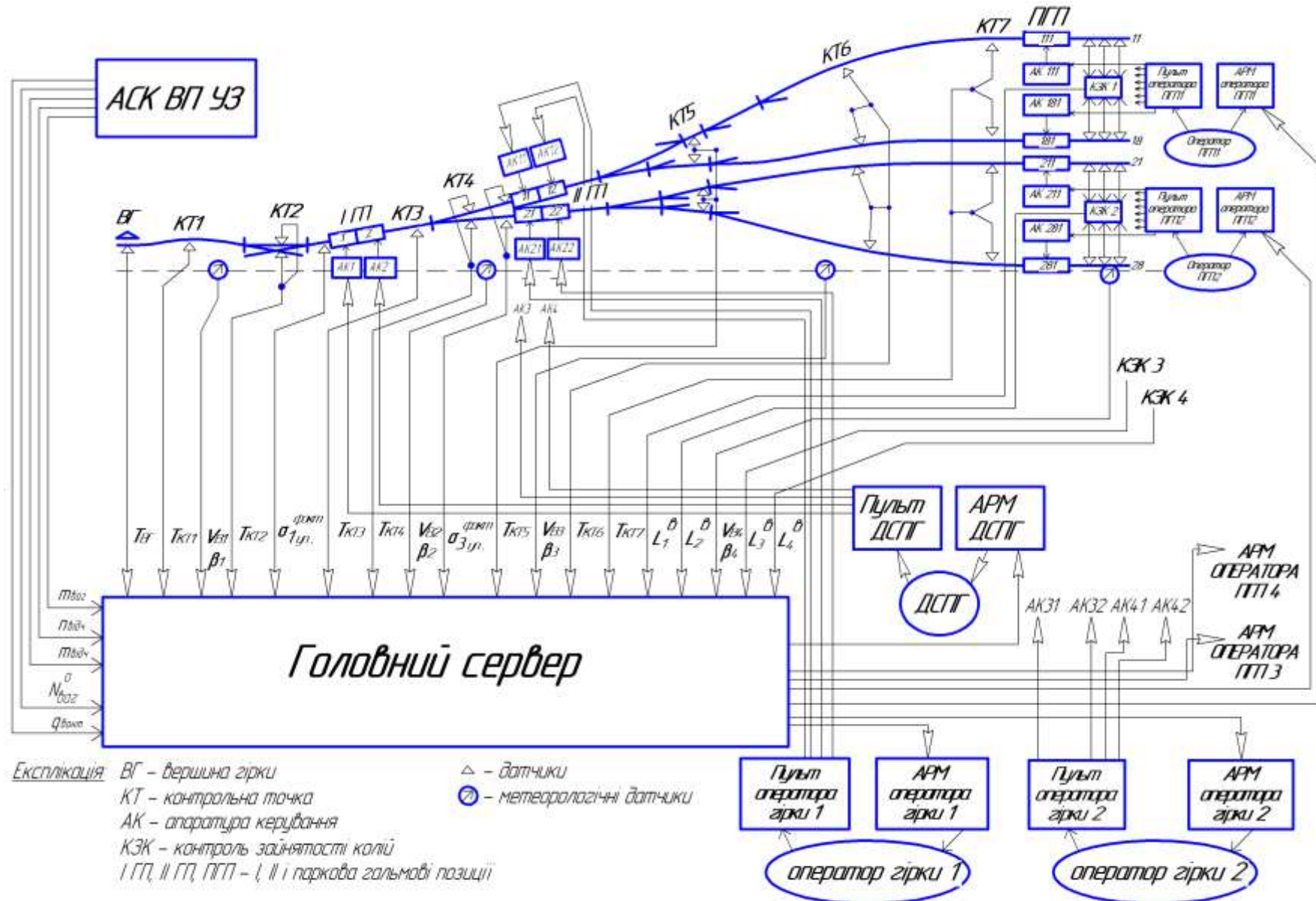


Рис. 1. Структура локальної інформаційно-керуючої системи сортувальної гірки

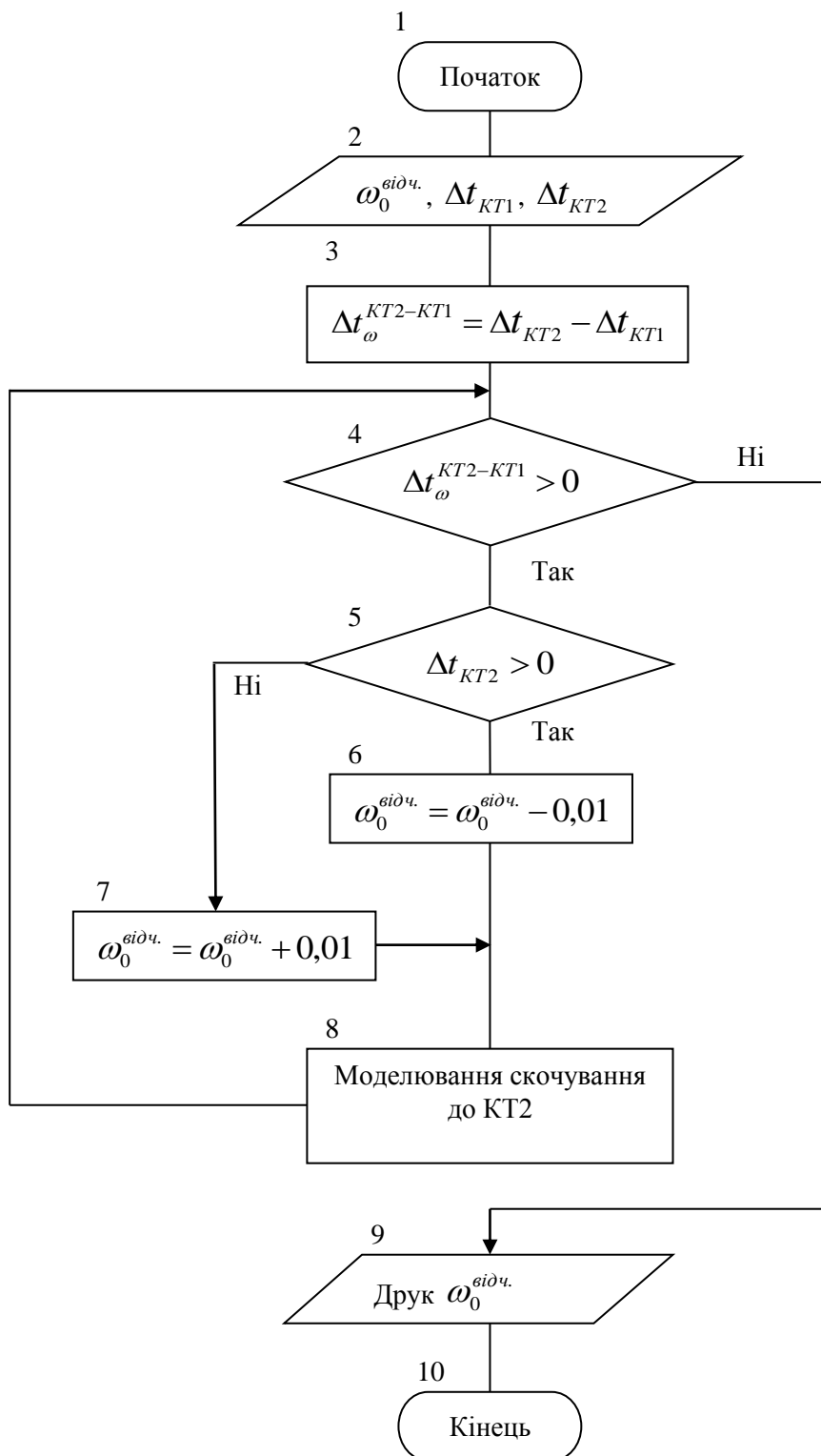


Рис. 2. Процедура уточнення значення основного питомого опору руху відчепа

Запаси інтервалів розраховуються на підставі даних про число осей і моменти

входу відчепів на вказані уповільнювачі та виходу з них, а фактична довжина пробігу –

на підставі даних, що надходять з КЗК і зберігаються у головному сервері. Процедура корегування параметрів гальмування на I ГП здійснюється з моменту входу відчепа на КТ2, а другого корегування на II ГП і ПГП – відповідно з моменту входу на КТ4 і КТ7. Оскільки для формування рішення можуть бути потрібними дані про моменти входу першої осі відчепа на КТ3, КТ5 і КТ6, вказані дані фіксуються у головному сервері;

5) скореговані параметри гальмування з'являються у вигляді підказок на екранах моніторів операторів гірки, а на головному моніторі відображаються криві тривалості реального скоочування відчепів.

Уточнення значень основного питомого опору руху відчепа здійснюється у наступній послідовності. Вводяться різниці модельної і фактичної тривалостей його руху відповідно до КТ1 і КТ2 ($\Delta t_{КТ1}$, $\Delta t_{КТ2}$) та середнє значення вказаного опору ($\omega_0^{відч.}$) (блок 2). Розраховується складова різниці модельної і фактичної тривалостей руху відчепа відповідно від КТ1 до КТ2, що створюється внаслідок похибки розрахунку питомих сил опору руху відчепа (блок 3). Якщо вказана складова більше нуля (блок 4), то визначається нове значення основного питомого опору з урахуванням знаку $\Delta t_{КТ2}$ (блоки 5-7). Після цього повторюється моделювання скоочування відчепа до КТ2 (блок 8) з урахуванням реальних залежностей швидкості і напрямку вітру від часу, які мали місце в точках маршруту скоочування відчепа від моменту його відриву до моменту входу на КТ2. Якщо умова, що наведена у блоці 4, не виконується, здійснюється друк $\omega_0^{відч.}$.

При розташуванні магнітних датчиків на полігоні необхідно керуватися реакцією людини, швидкодією ПЕОМ і вагонних уповільнювачів, можливістю оцінки ходових якостей максимального числа відчепів. Виходячи з цього, відстань від

КТ2, КТ4 і КТ7 до відповідних гальмових позицій може бути визначена за такою формулою:

$$L = V \cdot (t_k + t_p + t_z + \delta),$$

де V – максимальна швидкість відчепа, яка може бути досягнута на вході в гальмову позицію, м/с;

t_k – час, необхідний на корегування параметрів гальмування, с;

t_p – час, необхідний на реакцію оператора і реалізацію підказок системи підтримки прийняття рішень, с;

t_z – час, необхідний на переведення гальмових шин вагонних уповільнювачів у загальмований стан, с;

δ – час, що враховує можливі відхилення t_k , t_p і t_z від їх середніх значень, с.

КТ1 бажано розташовувати таким чином, щоб відрив відчепів з трьох-чотирьох вагонів відбувався до моменту їх входу на вказану точку.

Розташування КТ3 залежить від типу гіркової горловини. Якщо I ГП розташовується до першої розділової стрілки, то вказану точку бажано розміщувати від кінця I ГП на відстані, що обмежується трьома-чотирма умовними вагонами; якщо після першої розділової стрілки – на відстані, що обмежується одним-двома умовними вагонами.

КТ5 доцільно розміщувати між другим і третім стрілочними переводами розподільчої зони, де основна маса відчепів буде знаходитись у стані вільного руху, а КТ6 – на початку сортувальних колій в районі граничних стовпчиків останніх розділових стрілок.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Запропонований підхід до управління процесом скоочування відчепів з гірки дозволить підвищити енергозбереження і якість сортувального процесу при порівняно низьких

капіталовкладеннях в пристрої гіркової автоматики за рахунок відсутності необхідності встановлення радіолокаційних вимірювачів швидкості, вимірювачів ходових якостей і ваги вагонів та інших пристроїв.

Слід також відзначити, що у роботі вперше вирішено проблему обчислення приблизного значення основного питомого опору руху відчепа за рахунок відтворення

реальних характеристик руху повітряних мас в будь-якій точці маршруту прямування відчепа.

Запропонований науковий підхід до формування керуючих дій на процес скочування відчепів з гірки може бути адаптований в гіркові автоматизовані комплекси з можливістю безпосереднього втручання оператора гірки в процес розпуску.

Список використаних джерел

1. Бобровский, В.И. Оптимизация режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст]: монография / В.И. Бобровский, Д.Н. Козаченко, Н.П. Божко, Н.В. Рогов, Н.И. Березовый, А.В. Кудряшов. – Днепропетровск: Изд-во Маковецкий, 2010. – 260 с.
2. Лебединская, Е.Н. Разработка адаптивной автоматической системы управления работой сортировочной горки [Текст] / Е.Н. Лебединская, Н.Н. Новгородов, Л.В. Пальчик, Е.Г. Шепилова // Вестник ВНИИЖТа. – 1999. – №3. – С. 32-34.
3. Жуковицкий, И.В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 1. Модель системы [Текст] / И.В. Жуковицкий, Г.И. Загарий, Н.И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 5. – С. 19–25.
4. Жуковицкий, И. В. Управление замедлителями тормозной позиции сортировочной горки. Часть 2. Модель системы [Текст] / И.В. Жуковицкий, Г.И. Загарий, Н.И. Луханин // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2002. – № 4. – С. 17–20.
5. Шелухин, В.И. Прицельное торможение на базе адаптивных алгоритмов [Текст] / В.И. Шелухин, И.Н. Малышев, Д.А. Милехин // Автоматика, связь, информатика. – 2000. – №2. – С. 9-11.
6. Шабельников, А.Н. Разработка теории и методов автоматизации управления сложными процессами на сортировочной станции [Текст]: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / А.Н. Шабельников. – М., 2005. – 344 с.
7. Ковалев, С.М. Нечетко-темпоральные модели структурного анализа и идентификации динамических процессов в слабо формализованных задачах принятия решений [Текст]: дисс... д-ра техн. наук : 05.13.01, 05.13.17 / С.М. Ковалев. – Таганрог, 2002. – 337 с.
8. Огар, О.М. Інтелектуальна підтримка процесів прийняття рішень при регулюванні швидкості скочування відчепів з гірки [Текст] / О.М. Огар // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – № 5-6. – С. 39-44.

Огар Олександр Миколайович, д.т.н., професор кафедри залізничних станцій та вузлів Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-42.
E-mail: ogar-07@yandex.ru

Ogar Alexander, Ph.D., professor chair rail stations and nodes Ukraine State Academy of Railway Transport.
Tel.: (057) 730-10-42. E-mail: ogar-07@yandex.ru
