

УДК 656.212.5:681.3

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДЧЕПІВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ РОСПУСКОМ СОСТАВІВ

Розглянуто питання, що пов'язані з можливістю покращення умов регулювання швидкості скочування відцепів за рахунок підвищення точності характеристик відцепів на сортувальних гірках. Результати роботи можуть бути використані для розробки автоматизованих систем управління розформуванням составів

Д. М. Козаченко

кандидат технічних наук, доцент
Начальник науково-дослідної частини*
Контактний тел.: (0562) 47-18-72

О. І. Таранець

асистент кафедри «Управління експлуатаційною роботою»*
Контактний тел.: (056) 373-15-70

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010

1. Вступ

Важливою ланкою в роботі сортувальних станцій, від ефективності функціонування якої суттєво залежать експлуатаційні показники, є сортувальні гірки. Підвищення перероблюючої спроможності сортувальних гірок та якості розформування можливе за рахунок інтенсифікації процесу розформування составів на базі автоматизації технологічних процесів, а також вибору оптимальних режимів розпуску составів.

2. Аналіз роботи існуючих систем управління скочуванням відцепів

Основною задачею регулювання швидкості відцепів є забезпечення достатніх інтервалів між ними на розділових елементах та допустимої швидкості прямування одного відцепу до іншого на сортувальних коліях. В існуючих системах управління гірками вибір режимів гальмування ґрунтується на нормуванні швидкості виходу відцепів з гальмівних позицій у відповідності до їх вагових категорій. Недоліком такого підходу є те, що він не забезпечує вимог інтервального регулювання, результатом чого є велика кількість втручань операторів в роботу системи АРС (до 60 %). До такого ре-

зультату призводить те, що при нормуванні швидкості виходу з гальмівних позицій, відповідно до їх вагової категорії, не враховується ряд суттєвих факторів таких, як довжина відцепу [1] та розташування відцепів по составу.

Для вирішення задачі оптимізації режимів гальмування відцепів доцільно використовувати ітераційний метод оптимізації [2] який дозволяє забезпечити найкращий розподіл інтервалів між відцепами по составу. Основою ітераційного методу є багаторазове імітаційне моделювання процесу регульованого скочування відцепів. Імітаційне моделювання широко використовується при проектуванні сортувальних гірок, але при вирішенні задач управління роботою сортувальних гірок імітаційна модель [3] потребує удосконалення, так як вона базується на припущенні, що характеристики відцепів та умови їх скочування відомі до початку моделювання. В той же час, відповідно до [4] невизначеність інформації про відцепи та умови їх скочування призводить до розкиду значень випадкової величини часу скочування відцепу на розділових стрілках до 6 с, що різко знижує ефективність оптимізації режимів гальмування. Тому досить актуальною є задача підвищення точності інформації про характеристики відцепів.

В даній роботі виконано дослідження можливості уточнення характеристик відцепів на підставі вимірюван-

ня їх швидкості, тривалості скочування та маси під час проходження контрольних ділянок.

Для визначення ходових властивостей відчепів комплекс системи автоматизованого розформування составів включає вагоміри та швидкостеміри. Дійсна швидкість руху відчепів безперервно вимірюється швидкостемірами, що встановлені біля кожної гальмівної позиції. Похибки вимірювання швидкостеміра РИС-В2 наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Точність вимірювання швидкості
швидкостеміром РИС-В2

Швидкість	Похибка, %	Похибка, м/с
1,4–8,4 м/с	3	0,04–0,25
0,6–1,4 м/с	5	0,03–0,07

3. Уточнення характеристик відчепів на підставі вимірювання швидкості та часу руху

Зважаючи на те, що основний питомий опір руху відчепів, питомий опір середовища та вітру та питомий опір стрілок та кривих є випадковими величинами [5], то швидкість та час скочування відчепів є також випадковими величинами. На рис. 1 наведено результати скочування відчепів середньої вагової категорії з основним питомим опором $w_0 = 0,41$ Н/кН та 3,5 Н/кН при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції (ВТП) $M[v_{ВТП}^{вх}] = 5$ м/с і її середньому квадратичному відхиленні $\sigma[v_{ВТП}^{вх}] = 0,05$ м/с.

Як видно з рис. 1 різниця основного питомого опору викликає зміну швидкості та часу проходження контрольних точок на маршруті скочування. В той же час на відчеп діють і інші випадкові сили опору, що ускладнює визначення основного питомого опору.

У зв'язку з тим, що на ділянці від вершини гірки до ВТП відчеп частково проходить у складі состава зі швидкістю розпуску, а частково у вільному скочуванні,

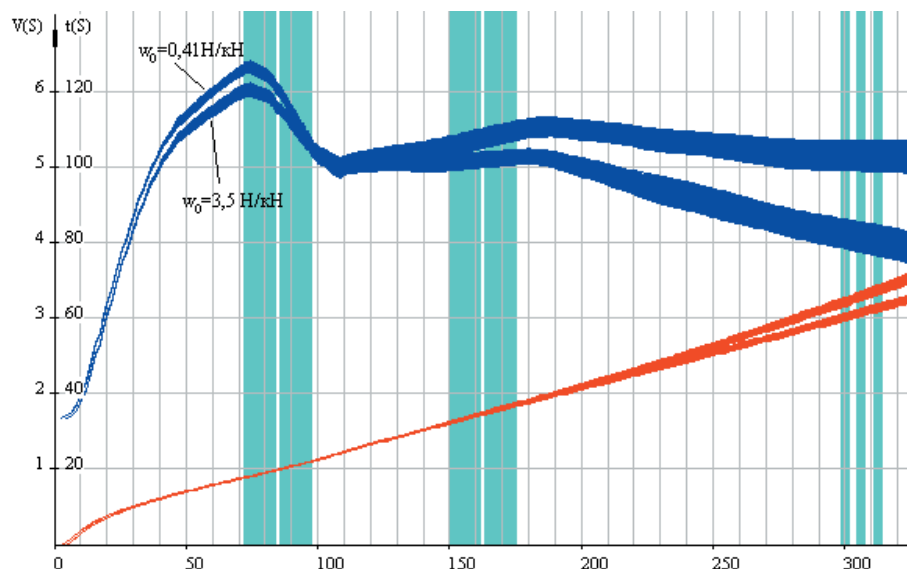


Рисунок 1. Результати скочування відчепів середньої вагової категорії при граничних значеннях основного питомого опору руху з гальмуванням на ВТП

а положення точки відриву суттєво залежить від довжини та маси відчепів виконати аналіз зв'язку характеристик відчепів і часу скочування на цій ділянці практично неможливо.

Для дослідження характеру розподілу випадкової величини швидкості входу відчепів на ВТП $v_{ВТП}^{вх}$ виконано серію імітаційних експериментів. Гістограму розподілу випадкової величини $v_{ВТП}^{вх}$ відчепів середньої вагової категорії наведено на рис. 2. Встановлено, що ця випадкова величина розподілена за нормальним законом і має наступні показники: $M[v_{ВТП}^{вх}] = 6,251652$; $D[v_{ВТП}^{вх}] = 0,004035$; $\sigma[v_{ВТП}^{вх}] = 0,06352$; $X_2 = 6,28$ при табличному $X_2 = 9,50$.

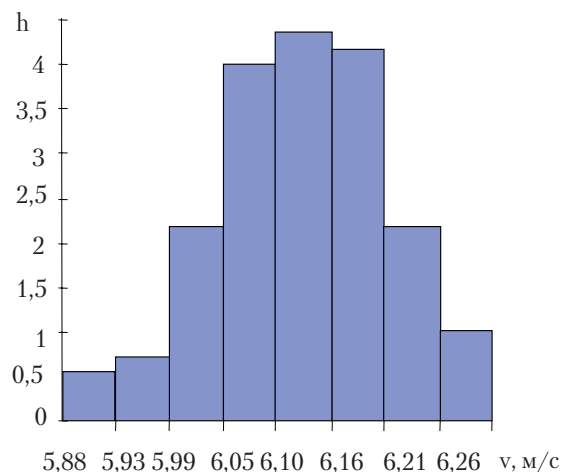


Рисунок 2. Гістограма розподілу випадкової величини швидкості входу на ВТП відчепів середньої вагової категорії

Параметри випадкової величини швидкості входу на першу гальмівну позицію для різних вагових категорій наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Параметри випадкової величини швидкості входу на ВТП для відчепів різних вагових категорій

Вагова категорія	$M[v_{ВТП}^{вх}]$	$\sigma[v_{ВТП}^{вх}]$
Л	5,9467573	0,070255
ЛС	6,118147	0,06519
С	6,251652	0,064943
СТ	6,348015	0,050673
Т	6,350289	0,045025

Таким чином, середнє квадратичне відхилення швидкості входу відчепів на ВТП має близьке значення до похибки пристроїв по визначенню цієї швидкості і, у зв'язку з цим, суттєво уточнити значення основного питомого опору відчепів на ділянці до ВТП неможливо.

Швидкість входу відчепа на другу гальмівну позицію (СТП) $v_{СТП}^{вх}$ залежить від його ходових характеристик та від швидкості виходу з ВТП. При вільному скоочуванні відцепів основний питомий опір може викликати суттєві зміни $v_{СТП}^{вх}$ (рис. 3). Але, по-перше, вільне скоочу-

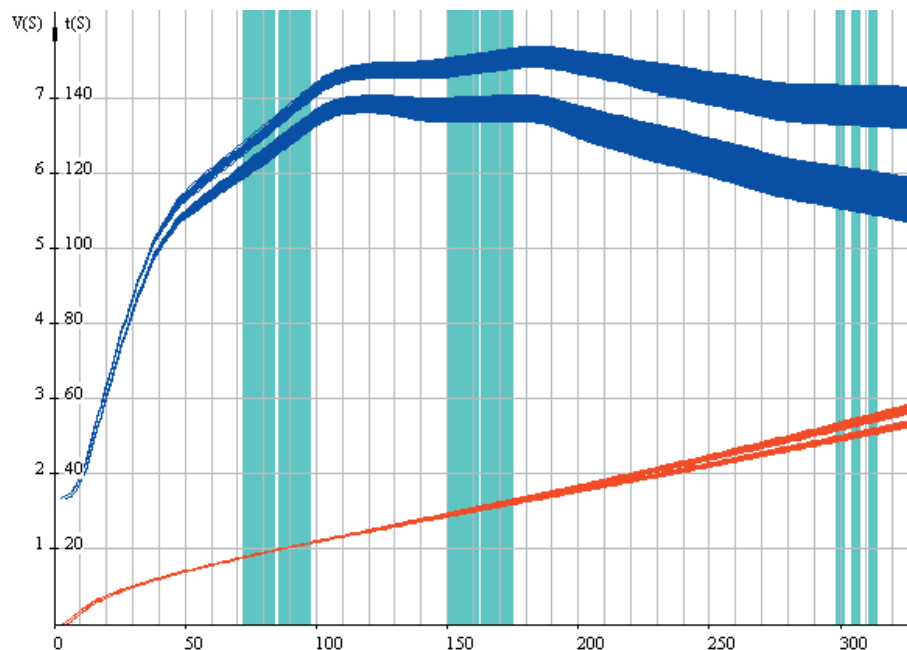


Рисунок 3. Результати скоочування відцепів середньої вагової категорії при граничних значеннях основного питомого опору руху без гальмування на ВТП

вання до СТП можливо лише для відцепів легкої вагової категорії так, як відчепа інших вагових категорій з хорошими ходовими властивостями перевищують допустимі значення швидкості входу для уповільнювачів, що використовуються на Україні; по-друге обмежується використання повільного режиму скоочування відцепів [6], який у більшості випадків забезпечує максимальні інтервали на розділових елементах.

Для вивчення характеру розподілу випадкової величини $v_{СТП}^{вх}$ в умовах гальмування на ВТП (рис. 1) виконано серію експериментів з відчепами різних вагових категорій. В результаті статистичної обробки результатів експериментів встановлено, що випадкова величина $v_{СТП}^{вх}$ також розподілена за нормальним законом. Параметри цієї випадкової величини для відцепів різних вагових категорій при швидкості виходу з першої гальмівної позиції 5 м/с наведено у табл. 3. Аналіз отриманих результатів показує, що середнє квадратичне відхилення випадкової величини $v_{СТП}^{вх}$ знаходиться у межах 0,045–0,073 м/с, тобто визначити основний питомий опір відцепів за швидкістю їх входу на СТП також неможливо.

Таблиця 3

Параметри випадкової величини швидкості входу на СТП відцепів різних вагових категорій

Вагова категорія	$M[v]$	$\sigma[v]$
Л	5,071362	0,072675
ЛС	5,156338	0,071105
С	5,238102	0,068231
СТ	5,276174	0,058373
Т	5,295889	0,053937

Для встановлення залежності тривалості скоочування відчепа між виходом його з ВТП та входом на СТП від основного питомого опору при заданій швидкості виходу з першої гальмівної позиції виконано серію імітаційних експериментів. Встановлено, що залежність між основ-

ним питомим опором та тривалістю скоочування є лінійною, а різниця основного питомого опору може викликати зміну часу проходження ділянки до 0,2 с. Враховуючи те, що швидкість виходу відчепа з ВТП визначається з похибкою, виконано дослід по скоочуванню відцепів з коливанням швидкості $\pm 0,05$ м/с. На рис. 4 наведено залежності між тривалістю скоочування відцепів між першою та другою гальмівною позицією та основним питомим опором. Як видно з графіків похибка у визначенні швидкості виходу відчепа з ВТП в межах точності швидкостеміра приводить до зміни тривалості скоочування в межах 0,2 с, що аналогічно впливу основного питомого опору. Тому можна зробити висновок, що підвищити достовірність інформації про відцеп на цій ділянці неможливо.

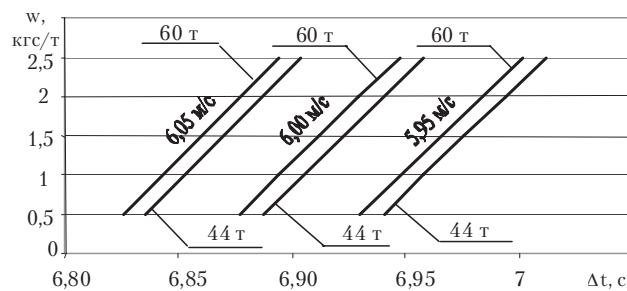


Рисунок 4. Графіки залежності тривалості скоочування відцепів на ділянці між ВТП та СТП при різних швидкостях виходу з ВТП

4. Уточнення характеристик відцепів на підставі вимірювання їх маси

Іншим методом уточнення ходових характеристик відцепів є зважування. Для дослідження впливу точності визначення маси відцепів на тривалість їх скоочування проведено серію експериментів по скоочуванню відцепів в умовах, коли в межах вагової категорії маса і основний питомий опір вагонів є випадковими величинами (маса відчепа визначається за допомогою вагоміра) та коли маса відома, а основний питомий опір є випадковою величиною (маса визначається за допомогою вагонних вагів). По результатам експериментів побудовано графіки, які наведено на рис. 5. Як показав аналіз результатів скоочування, знання маси відчепа дозволяє суттєво скоротити середнє квадратичне відхилення часу скоочування для

вагонів легкої та легко-середньої вагової категорії, і практично не впливає на величину середнього квадратичного відхилення часу скочування вагонів більш важких вагових категорій.

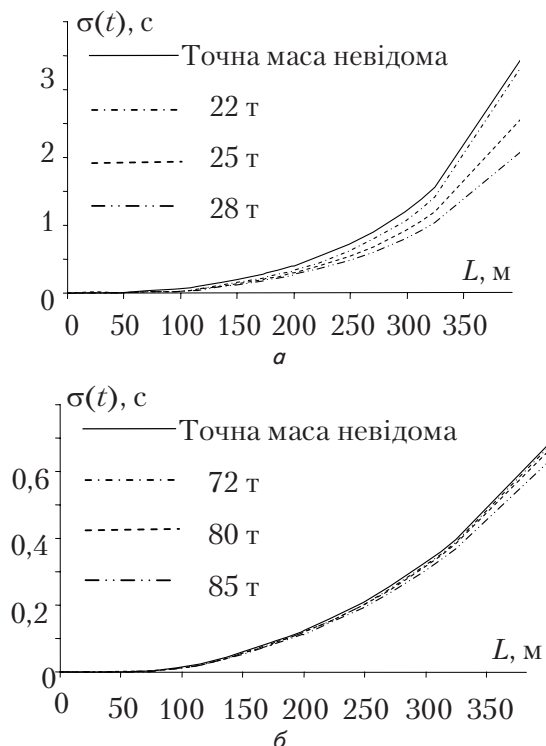


Рисунок 5. Залежність середнього квадратичного відхилення тривалості скочування від маси відчепа: а) категорії Л; б) категорії Т

5. Вплив невизначеності параметрів відчепів на умови прицільного регулювання швидкості скочування відчепів

Інтервальне та прицільне гальмування відчепів на сортувальних гірках тісно пов'язані між собою. Через обмеження потужності паркової гальмівної позиції (ПТП) частину роботи по прицільному гальмуванню повинні приймати на себе гальмівні позиції спускної частини гірки, що може приводити до погіршення умов інтервального регулювання швидкості відчепів. Відповідно до [6] для кожного відчепа існує область допустимих режимів гальмування (ОДР) Ω , конфігурація і площа якої визначаються його параметрами і умовами скочування. На трьохпозиційних гірках режим гальмування відчепа можна представити вектором $h = (h', h'', h''')$ погашаємих енергетичних висот, на ВТП, СТП та ПТП. З трьох вказаних компонент вектора h тільки дві є незалежними, оскільки третя може бути визначена з умови забезпечення заданої швидкості відчепа в точці прицілювання. У цьому зв'язку ОДР Ω може бути представлена опуклим багатокутником на площині $h'0h''$, а довільний режим $h \in \Omega$ — вектором $h = \{h', h''\}$. Так як реальні характеристики відчепів перед скочуванням невідомі, то для визначення режимів гальмування доцільно виділити групи відчепів відповідно до їх маси та основного питомого опору руху. При цьому в кожній групі можуть бути відчепа з найгіршими ходовими характеристиками (з міні-

мальною масою та максимальним основним питомим опором) та найкращими (максимальною вагою та мінімальним основним питомим опором). В наслідок цього є дві граничні ОДР: для кращого Ω_k та для гіршого Ω_g відчепів в групі. В межах спільної області ОДР $\Omega_c = \Omega_k \cap \Omega_g$ можна реалізувати докочування будь-якого відчепа із даної групи до розрахункової точки з нормативною швидкістю без вікон. При цьому чим більше можуть відрізнятися характеристики відчепів у групі, тим меншою є ОДР Ω_c .

На рис. 6 зображено області допустимих режимів гальмування у випадку, коли визначення маси виконується вагоміром (маса Q_v і основний опір руху w_0 є випадковими) та коли замість вагоміра використовуються електронні тензометричні ваги (у групі невизначеним залишається лише основний опір руху вагону w_0).

Порівнявши результати, можна висновок зробити, що у першому випадку розміри спільної ОДР значно менші. При відомій масі і невідомому основному питомому опорі область Ω_c може бути суттєво збільшена. Імітаційне моделювання процесу розпуску составів поїздів показало, що в цьому випадку з'являється можливість більш точно обрати режим гальмування, що дозволяє збільшити інтервали між відчепами приблизно на $\Delta t = 1,3$ с.

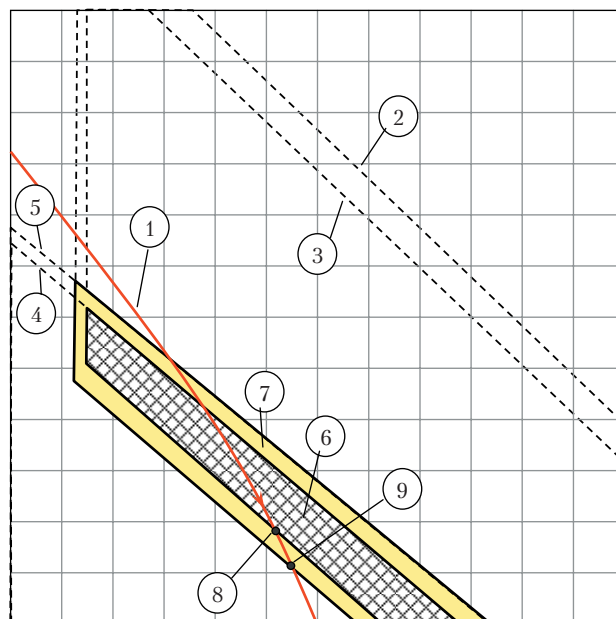


Рисунок 6. ОДР відчепа вагової категорії С при різних способах визначення маси:

1 — множина режимів гальмування, що забезпечує рівні інтервали на розділових елементах з попереднім та наступним відчепами; 2 — межа ОДР відчепа з найбільшою масою та найменшим опором руху у ваговій категорії С; 3 — межа ОДР відчепа з відомою масою Q_v та найменшим опором руху у ваговій категорії С; 4 — межа ОДР відчепа з найменшою масою та найбільшим опором руху у ваговій категорії С; 5 — межа ОДР відчепа з відомою масою Q_v та найбільшим опором руху у ваговій категорії С; 6 — ОДР в умовах невизначеності інформації про масу та опір руху відчепа; 7 — ОДР в умовах невизначеності інформації лише про опір руху відчепа; 8 — оптимальний режим гальмування в умовах невизначеності інформації про масу та опір руху відчепа; 9 — оптимальний режим гальмування в умовах невизначеності інформації лише про опір руху відчепа

Висновки

При використанні ітераційного методу оптимізації уточнити характеристики відчепів за рахунок вимірювання швидкості їх руху неможливо. Додатковою проблемою уточнення характеристик відчепів на підставі вимірювання швидкості є те, що отримана інформація буде стосуватись лише вічепів, які знаходяться у стані скочування. Враховуючи, що метою ітераційного методу оптимізації є забезпечення оптимальних інтервалів між відчепами по составу в цілому, наявність достовірної інформації лише про ці відчепи і відсутність інформації про відчепи, що

знаходяться у стані насуву не дасть можливості суттєво покращити ефективність регулювання швидкості відчепів. В той же час використання вагонних вагів дозволяє збільшити інтервали між відчепами на розділових елементах на 1,3 с і суттєво покращити якість гальмування на сортувальних гірках. Таким чином, при розробці алгоритмів управління роботою гальмівних позицій на основі ітераційного методу оптимізації підвищення достовірності інформації про ходові властивості відчепів може бути досягнуто лише за рахунок їх зважування на вагонних вагах.

Література

1. Дослідження впливу параметрів відчепів та умов скочування на величину інтервалів на розділових стрілках / Д. М. Козаченко, М. І. Березовий, Р. Г. Коробйова // Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, — 2006. вип. 12. — с. 78–82.
2. Бобровський В. И. Теоретичні основи удосконалення конструкції та технології роботи залізничних станцій: Дис. докт. техн. наук: 05.22.20. — Днепропетровск, 2002. — 534 с.
3. Бобровський В. И. Дифференциальные уравнения движения отцепов и методы их решения // Информационно-управляющие системы на ж/д транспорте. — 1996, № 6 — с. 34–39.
4. Моделювання роботи сортувальної гірки в умовах невизначеності параметрів відчепів та характеристик навколишнього середовища / Д. М. Козаченко, М. І. Березовий, О. І. Таранець // Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. Трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — 2007. вип. 16. — с. 73–76.
5. Пособие по применению Правил и норм проектирования сортировочных устройств // Ю. А. Муха, Л. Б. Тишков, В. П. Шейкин и др. — М.: Транспорт, 1994. — 220 с.
6. Бобровський В. И., Козаченко Д. Н., Рогов Н. В. Анализ эффективности режимов торможения отцепов на сортировочных горках // Вісник ДПТ. Вип. 11. — Д.: ДПТ, 2006. — с. 103–111.

Досліджено розвиток зовнішньоекономічних зв'язків України від початку її існування як незалежної держави до сьогодення. Проаналізовано потенційні можливості залізниць нашої країни у транспортному забезпеченні міжнародної торгівлі, а також розроблено ряд пропозицій щодо більш ефективного використання вигідного територіального розміщення України для залучення транзитних торгових вантажопотоків та, як наслідок, підвищення розмірів бюджетних надходжень від зовнішньоекономічної діяльності

УДК 656.022.8.003.13

ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНЗИТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

Ф. Г. Ткачов

кандидат економічних наук

доцент кафедри «Управління експлуатаційною роботою» УкрДАТ

І. В. Соломаха

студентка факультету УПП УкрДАТ

На даному етапі становлення світової економіки визначальним вектором розвитку є значне посилення інтеграційних процесів, що, в свою чергу, призводить до поглиблення міжнародного поділу праці та стрімкого по-

ширення міжнародної економічної кооперації. Транспорт на фоні цього стає головним системоутворюючим елементом, що визначає рівень розвитку економічного потенціалу будь-якої індустріально розвинутої країни. На порозі