

УДК 656.222.4:625.1

В. Л. ГОРОБЕЦЬ¹, С. І. МУЗИКІНА², М. І. МУЗИКІН^{3*}

¹Каф. «Безпека життєдіяльності», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (056) 793 19 08, ел. пошта v-gorobets@mail.ru, ORCID 0000-0002-6537-7461

²Каф. «Безпека життєдіяльності», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (066) 082 88 27, ел. пошта fufei@rambler.ru, ORCID 0000-0002-5832-6949

^{3*}Каф. «Безпека життєдіяльності», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, Україна, 49010, тел. +38 (095) 251 53 14, ел. пошта grafmim@rambler.ru, ORCID 0000-0003-2938-7061

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНКИ ПРОФІЛЮ КОЛІ НА ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ ЗАЛІЗНИЦЬ

Мета. Робота спрямована на отримання стійких показників для класифікації профілю колії (об'єднуючих у собі різноманіття окремих його елементів) з метою посилення пропускної спроможності ділянок. **Методика.** Проведено аналіз профілів полігону. Випрямлений профіль кожної ділянки був згрупований за крутизною елементів у межах прирощення 1–2%. Для кожної ділянки визначалась величина розрахункового підйому та середнього підйому в робочій частині профілю. За величиною питомої ваги легких елементів профілю та розрахункових підйомів поздовжні профілі були класифіковані за чотирма типами. Приведені класифікаційні ознаки для цих чотирьох типів профілів із додатковою розбивкою кожного типу на підгрупи, в залежності від величини розрахункового підйому. **Результати.** Дослідниками доведено, що збільшення максимальної швидкості на спусках нівелює величину середнього ухилу та збільшує частку робочої частини профілю. Для перевірки запропонованої класифікації профілів виконано співставлення часу руху вантажних поїздів, розрахованого для реальних ділянок, та за відповідними їм типовими профілями. **Наукова новизна.** Суттєво спрощуючи розрахунки, існуючі способи оцінки профілю колії не дають достатньо повного та точного уявлення про дійсний вплив характеру профілю колії на важливі тягово-експлуатаційні та експлуатаційні вимірники. Умовні схеми недостатньо точно відображують структуру реальних профілів колії, у зв'язку з чим використання їх для конкретних розрахунків може привести до помилкових висновків. Тому більше значення набуває така класифікація поздовжніх профілів залізничної мережі, котра дозволила б на основі простих класифікаційних ознак відносити залізничні лінії до певного класу за поздовжнім профілем і, отже, використовувати стосовно певних ліній тягово-експлуатаційні розрахунки, виконані для типових профілів. **Практична значимість.** Групування усіх досліджених ділянок за величиною середнього підйому на робочій частині профілю та аналіз відповідної даному середньому підйому структури профілю показав, що запропонована величина k є простим, стійким та характерним показником для класифікації профілю ділянки.

Ключові слова: профіль колії; середній підйом; легкі елементи профілю; робоча частина профілю; шкідливі спуски

Вступ

Траса залізничних ліній (план та профіль) істотно впливає на якісні показники роботи, енергетичні показники, експлуатаційні витрати залізниць та на пропускну спроможність ліній [8].

В Україні існує розвинена мережа залізниць, яка забезпечує потреби країни в перевезеннях. За обсягами вантажопотоків в існуючій мережі можна виділити вісім основних напрямків, які про-

ходять через всі залізниці України.

Напрямок 1: Куп'янськ – Основа – Полтава – Знам'янка – Помічна – Одеса-Сортувальна – Ізмаїл;

Напрямок 2: Харків – Лозова – Синельникове;

Напрямок 3: Дебальцеве – Ясинувата – Нижньодніпровськ-Вузол – Знам'янка – Козятин – Клепарів – Ужгород;

Напрямок 4: Маріуполь – Камиш-Зоря – Запоріжжя-Ліве – Тимкове – Кропивницька – Котовськ – Роздільна – Рені;

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

Напрямок 5: Хутор-Михайлівський – Дарниця – Козятин – Жмеринка – Котовськ – Роздільна – Одеса-Застава-І;

Напрямок 6: Знам'янка – Миколаїв – Херсон;

Напрямок 7: Апостолове – Колосівка – Чорноморська – Берегова;

Напрямок 8: Хутор-Михайлівський – Бахмач – Гребінка – ім. Т. Шевченка – Помічна.

Динаміка збільшення маси вантажних поїздів спостерігалася більше століття розвитку залізниць України незалежно від приналежності територій країни до різних країн Європи. Від 500 до 3 500 т – таке збільшення середньої маси поїздів відбулося за останні 100 років. Зрозуміло, що збільшення маси відбувалося із розвитком тягового рухомого складу, потужність якого поступово збільшувалась. Відповідно збільшувалося і осьове навантаження вагонів, що досягло обмеження в 250 кН/вісь.

На величину механічної роботи локомотива, отже, і на енергетичні витрати впливають багато факторів, серед яких технічне оснащення, умови роботи залізниці, параметри плану і поздовжнього профілю. Максимальні розрахункові підйоми на головних напрямках залізниць складають:

Одеська залізниця – 9,8 %;

Львівська залізниця – 28 %;

Південно-Західна залізниця – 9,1 %;

Південна залізниця – 11,2 %;

Придніпровська залізниця – 16 %;

Донецька – 18 %.

Питання оцінки траси лінії отримали самостійну теоретичну розробку одночасно з розвитком залізничного транспорту. У розвиток досліджень щодо методів оцінки важкості поздовжнього профілю колії при порівнянні варіантів підвищення провізної та пропускної спроможності зробили великий внесок такі вчені та практики: Блохін Є. П., Козлов В. Є., Васильєв І. І., Максимович Б. М., Тихомиров І. Г., Макароцькін А. М., Дьяков Ю. В., Батурін О. П., Фельдман Е. Д., Акулінічев В. М., Сотніков Є. О., Сотніков І. Є., Кочнев Ф. П., Образцова В. М., Савенко А. С., Архангельський Е. В., Самсонкін В. М., Г. Поттгофф та інші. [1–16]

Як основні вимірники ступеня важкості профілю передбачалися: віртуальний коефіцієнт та віртуальна довжина ділянки, еквівалентний підйом та еквівалентний опір, коефіцієнт пло-

щовості при даному розрахунковому ухилі, і, нарешті, умовні профілі, які характеризують тип місцевості (рівнинний, середній, горбистий, гірський), і відмінні набором таких елементів профілі різноманітної крутизни та протяжності, як розрахункові підйоми і спуски, ухили крутизною 0,5 і_р, площадки та 2 %-ні спуски та підйоми в одному випадку, керівні підйоми та елементи профілю, які проходять «під струмом» та на холостому ході локомотива, в іншому випадку та ін.

Аналіз закордонного та вітчизняного досвіду виявив, що ці способи оцінки профілю колії не дають достатньо повного та точного уявлення про дійсний вплив характеру профілю колії на важливі тягово-експлуатаційні та експлуатаційні вимірники.

Мета

Отримання стійких показників для класифікації профілю колії (об'єднуючих в собі різноманіття окремих його елементів) з метою посилення пропускної спроможності ділянок.

Методика

Було виконано аналіз профілів полігону мережі в обох напрямках. Спрямлений профіль кожної ділянки був згрупований по крутизні елементів в межах прирощення 1–2 %. Для кожної ділянки визначалась величина розрахункового підйому та середнього підйому на робочій частині профілю, тобто на той частині ділянки, яку локомотив проходить з розрахунковими та частковими навантаженнями (під струмом).

Під час визначення розрахункового підйому враховувалось взаємне розташування елементів профілю, можливість подолання великих підйомів за рахунок кінетичної енергії поїзда, накопиченої на попередніх елементах профілю, або за рахунок короткочасного перевантаження локомотива, а також додаткове підвищення коефіцієнта зчеплення завдяки застосуванню піску.

Величина середнього підйому є геометричною характеристикою робочої частини профілю ділянки та визначається для кожного напрямку окремо за формулою [10]:

$$i_{cp} = \frac{\sum i_n \gamma_n - \sum i_{cn} \gamma_{cn}}{1 - \sum \gamma_{cu}} = \frac{\sum i_n \gamma_n - \sum i_{cn} \gamma_{cn}}{a_p}, \quad (1)$$

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

де i_n – підйоми, %; $i_{сн}$ – спуски нешкідливі, %; γ_n – частина елементів профілю з підйомами; $\gamma_{сн}$ – частина елементів профілю зі спусками нешкідливими; $\gamma_{сш}$ – частина елементів профілю зі спусками шкідливими; a_p – частка робочої частини профілю.

Максимальні ухили шкідливих спусків, по яких поїзд може прямувати з найбільшою сталою швидкістю при холостому ході локомотива (коли сила тяги дорівнює нулю), залежать від величини допустимої максимальної швидкості руху та визначаються за формулою [10]:

$$i_x = \omega_x = \frac{\omega'_x P + \omega''_o Q}{P + Q}, \quad (2)$$

де ω'_x – питомий опір руху локомотива на холостому ході при максимальній швидкості в $кг/т$; ω''_o – основний питомий опір руху вагонів при максимальній швидкості, $кг/т$; P – вага локомотива, $т$; Q – вага складу, $т$.

Для сучасних умов величина i_x коливається в невеликих межах і практично може бути прийнята рівною 3,3 % [2]. Для інших категорій поїздів (пасажирських, порожніх) величина i_x буде іншою.

За величиною показника κ , тобто питомої ваги легких елементів профілю, та розрахункових підйомів i_p поздовжні профілі класифіковані на 4 типи (табл. 1).

Таблиця 1

Table 1

Класифікація профілів

Profile classification

Тип профілю	Величина розрахункового підйому, %	Значення показника κ , %
I	4 – 7	> 60
II	5 – 9	40 – 60
III	7 – 10	30 – 40
IV	9 – 12	< 30

На рис. 1–4 наведено групування елементів за типами профілю у відсотках до загальної довжини ділянки, наведені класифікаційні ознаки

для цих чотирьох типів профілів з додатковою розбивкою кожного типу на підгрупи залежно від величини розрахункового підйому. Кожному розрахунковому підйому відповідає визначена структура профілю. Необхідно відмітити, що протяжність елементів профілю з найбільшими та близькими до них підйомами складає для кожного типу профілю від 20 до 30 % загальної довжини ділянки.

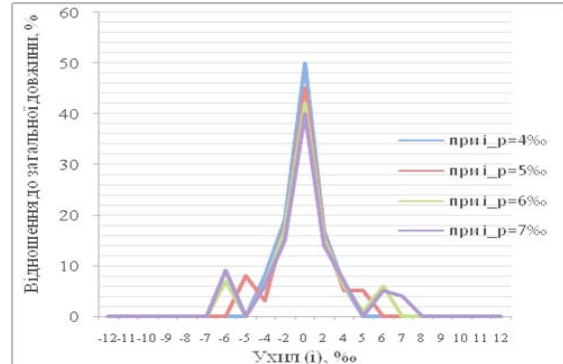


Рис. 1. Класифікаційні ознаки I типу профілю

Fig. 1. Classification features of the I profile type

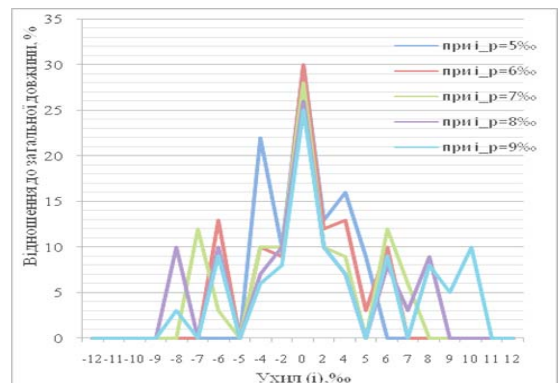


Рис. 2. Класифікаційні ознаки II типу профілю

Fig. 2. Classification features of the II profile type

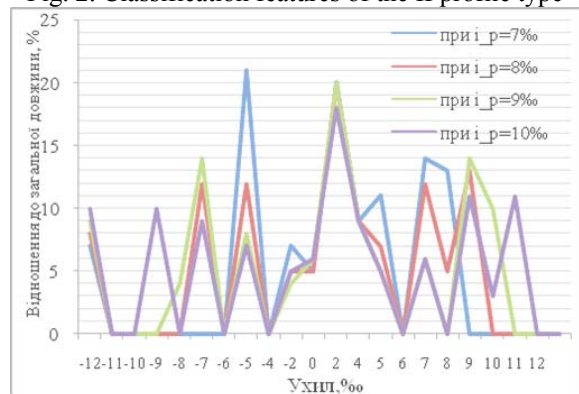


Рис. 3. Класифікаційні ознаки III типу профілю

Fig. 3. Classification features of the III profile type

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

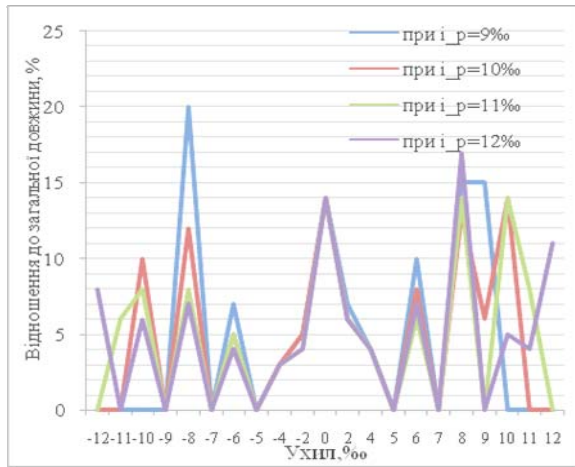


Рис. 4. Класифікаційні ознаки IV типу профілю

Fig. 4. Classification features of the IV profile type

Для віднесення тої чи іншої ділянки до певного типу профілю достатньо підрахувати протяжність елементів профілю з ухилами в межах від -3 до $+3$ % та визначити показник κ , тобто протяжність цих елементів профілю у відсотках до загальної довжини. За величиною коефіцієнта κ легко визначити тип профілю, а потім за величиною розрахункового підйому встановити розрахункову структуру поздовжнього профілю.

Щоб оцінити прийнятну класифікацію поздовжнього профілю залізничних ліній, для кожного типу профілю визначені відповідні сучасним вимогам (при $v_{\max} = 160$ км/год) [3, 5] такі показники: частка протяжності робочої частини профілю a_p , середній підйом i_{cp} на робочій та окремо $i_{cp,n}$ на неробочій частині профілю. Частка протяжності робочої частини типового профілю a_p при відомій величині розрахункового підйому визначається як відношення суми довжин усіх підйомів, площадок та спусків нешкідливих до загальної довжини ділянки.

Величина середнього підйому i_{cp} на робочій частині профілю визначена за формулою (1).

Величина середнього ухилу (спуску) $i_{cp,n}$ неробочої частини профілю на ділянці визначається за формулою [10]:

$$i_{cp,n} = \frac{\sum i_{cui} \gamma_{cui}}{\sum \gamma_{cui}} = \frac{\sum i_{cui} \gamma_{cui}}{1 - a_p}. \quad (3)$$

Значення i_{cp} , κ , a_p , $i_{cp,n}$ для типових профілів наведені в табл. 2.

doi 10.15802/stp2015/42165

Таблиця 2

Table 2

Вплив найбільшої швидкості руху на зменшення абсолютних значень i_{cp} та збільшення a_p

The impact of greatest speed on a decrease of the absolute values i_{cp} and the increase a_p

Тип профіля	i_p в %	$v_{\max} = 120$ км/год		$v_{\max} = 140$ км/год		$v_{\max} = 160$ км/год	
		i_{cp} в %	a_p	i_{cp} в %	a_p	i_{cp} в %	a_p
I	5	-0,1	1	-0,1	1	-0,1	1
II	7	1,05	0,88	0	1	0	1
III	9	1,34	0,82	0	0,9	-0,4	1
IV	11	1,83	0,75	0	0,9	0	1

Результати

Збільшення максимальної швидкості на спусках зменшує величину середнього ухилу та збільшує частку робочої частини профілю. Вплив найбільшої швидкості руху на зменшення абсолютних значень i_{cp} та збільшення a_p видно із табл. 2, де для окремих типів профілів наведені отримані в результаті розрахунків величини $i_{cp} = f(v_{\max})$ при різних розрахункових підйомах i_p . Групування усіх ділянок за величиною середнього підйому на робочій частині профілю (через одну тисячну) та аналіз відповідної даному середньому підйому структури профілю виявив, що кожній групі середнього підйому відповідає визначена питома вага легких елементів профілю з ухилами від -3 до $+3$ %, тобто величина κ , що є простим, стійким і характерним показником для класифікації профілю ділянки.

Для перевірки запропонованої класифікації профілів виконано зіставлення часу руху вантажних поїздів, обчисленого для реальних ділянок і за відповідними типовими профілями.

Наукова новизна та практична значимість

Вплив поздовжнього профілю колії на умови експлуатації та економічні результати роботи залізничної лінії визначається зазвичай на

© В. Л. Горобець, С. І. Музикіна, М. І. Музикін, 2015

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

основі детальних тягово-експлуатаційних розрахунків. Однак під час вирішення питань вибору способів збільшення пропускної спроможності великих полігонів мережі виконання детальних тягово-експлуатаційних розрахунків для кожної конкретної лінії є досить трудомістким завданням і в обмежені терміни практично не здійсненне. Тому є така класифікація поздовжніх профілів залізничної мережі, яка дозволила б на основі простих класифікаційних ознак відносити залізничні лінії до певного класу за поздовжнім профілем і, отже, використовувати стосовно певних ліній тягово-експлуатаційні розрахунки, виконані для типових профілів.

Висновки

Суттєво спрощуючи розрахунки, способи оцінки профілю колії не дають достатньо повного та точного уявлення про дійсний вплив характеру профілю на важливі тягово-експлуатаційні та експлуатаційні вимірники. Значення віртуального коефіцієнта, віртуальної довжини ділянки, еквівалентного підйому і тому подібних показників, які використовують як постійні характеристики профілю ділянки, в дійсності є величинами змінними, значною мірою залежать від типу та режиму роботи локомотива, категорії, ваги та швидкості руху поїздів, максимально допустимої швидкості руху по спусках і т.ін. Умовні схеми недостатньо точно відображають структуру реальних профілів колії, в зв'язку з чим використання їх у конкретних розрахунках може призвести до неправильних висновків.

Подальшу роботу з уточнення класифікації профілю доцільно вести в напрямку обліку впливу послідовного розташування елементів профілю конкретних ділянок на швидкісні та енергетичні показники.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Бондаренко, И. А. К вопросу о повышении качественной оценки работоспособности железнодорожного пути / И. А. Бондаренко // *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 18. – С. 46–50.
- Быков, Ю. А. Прогнозирование улучшения показателей технической эффективности железнодорожного направления / Ю. А. Быков // *Проектирование железн. дорог в сложных природ. условиях : межвуз. сб. науч. тр. / ДВГАПС*. – Хабаровск, 1994. – С. 43–50.
- Годяев, А. И. Оценка потенциально реализуемой пропускной способности железнодорожного участка / А. И. Годяев // *Вестн. ВНИИЖТа*. – 2004. – № 6. – С. 29–32.
- Иоаннисян, А. И. Улучшение трассы существующих железных дорог / А. И. Иоаннисян. – Москва : Транспорт, 1972. – 176 с.
- Козлов, И. Т. Пропускная способность транспортных систем / И. Т. Козлов – Москва : Транспорт, 1985. – 216 с.
- Копыленко, В. А. Техничко-экономическая модель задачи оптимального переустройства эксплуатируемой линии для повышения скорости поездов / В. А. Копыленко // *Развитие методов и норм проектирования железн. дорог в условиях интенсификации работы ж.-д. трансп. : сб. науч. тр. / МИИТ*. – Москва, 1986. – Вып. 771. – С. 50–66.
- Мишин, В. В. Вопросы системного анализа железнодорожного пути / В. В. Мишин // *Вестн. ВНИИЖТа*. – 2000. – № 6. – С. 12–17.
- Музикіна, Г. І. Визначення заходів, необхідних для підвищення провізної спроможності залізниць України / Г. І. Музикіна, Т. В. Болвановська, О. О. Мазуренко // *Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 26. – С. 23–27.
- Поттгофф, Г. Учение о транспортных потоках / Г. Поттгофф. – Москва : Транспорт, 1975. – 344 с.
- Чернышов, М. А. Практические методы расчета пути / М. А. Чернышов. – Москва : Транспорт, 1967. – 236 с.
- Atkin, R. H. Mathematical structure in human affairs : monograph / R. H. Atkin. – London : Heinemann, 1974. – 212 p.
- Goverde, R. Railway line capacity consumption of different railway signalling systems under scheduled and disturbed conditions / R. Goverde, F. Corman, A. D'Ariano // *J. of Rail Transport Planning & Management. Robust Rescheduling and Capacity Use*. – 2013. – Vol. 3, № 3. – P. 78–94. doi:10.1016/j.jrtpm.2013.12.001
- Heydar, M. Mixed integer programming for minimizing the period of a cyclic railway timetable for a single track with two train types / M. Heydar, M. Petering, D. Bergmann // *Computers & Industrial Engineering*. – 2013. – Vol. 66, № 1. – P. 171–185. doi: 10.1016/j.cie.2013.06.003
- Kontaxi, E. Railway Capacity Handbook: A Systematic Approach to Methodologies / E. Kontaxi, S. Riccia // *Procedia – Social and*

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

- Behavioral Sciences. Transport Research Arena. – 2012. – Vol. 48. – P. 2689–2696. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.1238.
15. Magnanti, T. L. Network Design and Transportation Planning: Models and Algorithms / T. L. Magnanti, R. T. Wong // Transportation Science. – 1984. – Vol. 18, № 1. – P. 3–55. doi: 10.1287/trsc.18.1.1.
16. Thoma, L. City-Logistik: Konzeption-Organisation-Implementierung / L. Thoma. – Weisbaden : Deutscher Universitäts, 1995. – 247 p. doi: 10.1007/978-3-322.

В. Л. ГОРОБЕЦ¹, С. И. МУЗЫКИНА², М. И. МУЗЫКИН^{3*}

¹Каф. «Безопасность жизнедеятельности», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (056) 793 19 08, эл. почта v-gorobets@mail.ru, ORCID 0000-0002-6537-7461

²Каф. «Безопасность жизнедеятельности», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (066) 082 88 27, эл. почта fufei@rambler.ru, ORCID 0000-0002-5832-6949

^{3*}Каф. «Безопасность жизнедеятельности», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепропетровск, Украина, 49010, тел. +38 (095) 251 53 14, эл. почта grafmim@rambler.ru, ORCID 0000-0003-2938-7061

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПРОФИЛЯ ПУТИ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Цель. Работа направлена на получение устойчивых показателей для классификации профиля пути (объединяющих в себе все многообразие отдельных его элементов) с целью усиления пропускной способности участков. **Методика.** Был проведен анализ профилей полигона. Выпрямленный профиль каждого участка был сгруппирован по крутизне элементов в пределах приращения 1–2 %. Для каждого участка определялась величина расчетного подъема и среднего подъема на рабочей части профиля. По величине удельного веса легких элементов профиля и расчетных подъемов продольные профили были классифицированы по четырем типам. Приведены классификационные признаки для этих четырех типов профилей с дополнительной разбивкой каждого типа на подгруппы, в зависимости от величины расчетного подъема.

Результаты. Исследователями доказано, что увеличение максимальной скорости на спусках нивелирует величину среднего уклона и увеличивает долю рабочей части профиля. Для проверки предложенной классификации профилей выполнено сопоставление времени движения грузовых поездов, подсчитанного для реальных участков, и по соответствующим им типичным профилям. **Научная новизна.** Существенно упрощая расчеты, существующие способы оценки профиля пути не дают достаточно полного и точного представления о действительном влиянии характера профиля пути на важные тягово-эксплуатационные и эксплуатационные измерители. Условные схемы недостаточно точно отражают структуру реальных профилей пути, в связи с чем использование их для конкретных расчетов может привести к ошибочным выводам. Поэтому большое значение приобретает такая классификация продольных профилей железнодорожной сети, которая позволила бы на основе простых классификационных признаков относить железнодорожные линии к определенному классу по продольному профилю и, следовательно, использовать в отношении некоторых линий тягово-эксплуатационные расчеты, выполненные для типичных профилей. **Практическая значимость.** Группировка всех исследованных участков по величине среднего подъема на рабочей части профиля и анализ соответствующей данному среднему подъему структуры профиля показал, что предложенная величина k является простым, устойчивым и характерным показателем для классификации профиля участка.

Ключевые слова: профиль пути; средний подъем; легкие элементы профиля; рабочая часть профиля; вредные спуски

V. L. GOROBETS¹, S. I. MUZYKINA², M. I. MUZYKIN^{3*}

¹Dep. «Life Activity Safety», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (056) 793 19 08, e-mail v-gorobets@mail.ru, ORCID 0000-0002-6537-7461

²Dep. «Life Activity Safety», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryana, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (066) 082 88 27, e-mail fufeii@rambler.ru, ORCID 0000-0002-5832-6949

^{3*}Dep. «Life Activity Safety», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryana, Lazaryan St., 2, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010, tel. +38 (095) 251 53 14, e-mail grafmim@rambler.ru, ORCID 0000-0003-2938-7061

STUDY OF OPERATIONAL PARAMETERS OF TRACK PROFILE ESTIMATION ON THE BANDWIDTH OF THE RAILWAYS

Purpose. Obtaining suitable indicators for profile track classification (combining a diversity of its individual elements) to enhance the bandwidth of plots. **Methodology.** Analysis was done with polygon profiles. Rectified profile of each plot was grouped by the steepness of the elements within the increment of 1-2 %. For each plot was determined magnitude of the estimated rise and medium-sized rise on the working part of the profile. Longitudinal profiles were classified into four types by the magnitude of the proportion of light elements profile and estimated rises. Classification criteria are given for these four types of profiles with additional breakdown of each type into subgroups depending on the magnitude of the estimated rise. **Findings.** Researches proved that the maximum speed increasing on falls reduces the magnitude of the average fall and increases the proportion of the working profile. To test the proposed classification of profiles juxtaposition of freight trains time motion, calculated for real plots and by the corresponding typical profiles was carried out. **Originality.** Simplifying the calculations significantly, prevailing methods for assess profile track do not provide the full and accurate representation of the actual character impact of profile track at important tractional-operational and operational indicators. Conventional schemes do not accurately reflect the actual structure of track profiles, and therefore the use of them for concrete calculations can lead to wrong conclusions. Therefore, this classification of longitudinal profiles of the railway network becomes more important, which allow refer railway lines to a particular class upon longitudinal profile on the base of simple classifications marks and therefore use the tractional-operational calculations made for typical profiles in respect of certain lines. **Practical value.** Grouping of all explored plots by magnitude of average rise in the working part of the profile and analysis of the profile structure that is relevant to average rise, revealed that the proposed value of k is a simple, stable and specific indicator for the classification of the profile plot.

Keywords: profile track; average rise; light elements profile; working part profile; detrimental falls

REFERENCES

1. Bondarenko I.A. K voprosu o povyshenii kachestvennoy otsenki rabotosposobnosti zheleznodorozhnogo puti [The improvement of the rolling stock design for containers transportation]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2007, issue 18, pp. 46-50.
2. Bykov Yu.A. Prognozirovaniye uluchsheniya pokazateley tekhnicheskoy effektivnosti zheleznodorozhnogo napravleniya [Forecasting of technical efficiency improvement of railway direction]. *Proyektirovaniye zheleznykh dorog v slozhnykh prirodnykh usloviyakh: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Design of Railways in difficult environmental conditions: interuniversity collection of scientific papers]. Khabarovsk, DVGAPS Publ., 1994, pp. 43-50.
3. Godyayev A.I. Otsenka potentsialno realizuyemoy propusknoy sposobnosti zhelezno-dorozhnogo uchastka [Assessment of potentially realizable bandwidth of rail-road area]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Bulletin of All-Russian Research Institute of Railway Transport], 2004, no. 6, pp. 29-32.
4. Ioannisyanyan A.I. *Uluchsheniye trassy sushchestvuyushchikh zheleznykh dorog* [Improving of existing railways]. Moscow, Transport Publ., 1972. 176 p.
5. Kozlov I.T. *Propusknaya sposobnost transportnykh sistem* [Bandwidth of transport systems]. Moscow, Transport Publ., 1985. 216 p.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

6. Kopylenko V.A. Tekhniko-ekonomicheskaya model zadachi optimalnogo pereustroystva ekspluatiruemoi linii dlya povysheniya skorosti poyezdov [Techno and economic model of optimal conversion of operated line to increase train speed]. *Sbornik nauchnykh trudov «Razvitiye metodov i norm proyektirovaniya zheleznykh dorog v usloviyakh intensifikatsii raboty zhelezno-dorozhnogo transporta»* [Proc. «The development of methods and design standards of the Railways in the conditions of intensification of work of railway transport»]. Moscow, 1986, issue 771, pp. 50–66.
7. Mishin V.V. Voprosy sistemnogo analiza zheleznodorozhnogo puti [Issues of systemic analysis of railway track]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zheleznodorozhnogo transporta* [Bulletin of All-Russian Research Institute of Railway Transport], 2000, no. 6, pp. 12–17.
8. Muzykina H.I., Bolvanovska T.V., Mazurenko O.O. Vyznachennia zakhodiv, neobkhidnykh dlia pidvyshchennia proviznoi spromozhnosti zaliznyts Ukrainy [Identifying actions needed to improve the carrying capacity of the Railways of Ukraine]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2003, issue 26, pp. 23–27.
9. Pottgoff G. *Ucheniye o transportnykh potokakh* [The doctrine of transport streams]. Moscow, Transport Publ., 1975. 344 p.
10. Chernyshov M.A. *Prakticheskiye metody rascheta puti* [Practical methods of the path calculating]. Moscow, Transport Publ., 1967. 236 p.
11. Atkin R.H. *Mathematical structure in human affairs*. London, Heinemann Publ., 1974. 212 p.
12. Goverde R., Corman F., D'Ariano A. Railway line capacity consumption of different railway signalling systems under scheduled and disturbed conditions. *Journal of Rail Transport Planning & Management. Robust Rescheduling and Capacity Use*, 2013, vol. 3, no. 3, pp. 78–94. doi: 10.1016/j.jrtpm.2013.12.001.
13. Heydar M., Petering M., Bergmann D. Mixed integer programming for minimizing the period of a cyclic railway timetable for a single track with two train types. *Computers & Industrial Engineering*, 2013, vol. 66, no. 1, pp. 171–185. doi: 10.1016/j.cie.2013.06.003.
14. Kontaxi E., Riccia S. Railway Capacity Handbook: A Systematic Approach to Methodologies. *Procedia – Social and Behavioral Sciences. Transport Research Arena*, 2012, vol. 48, pp. 2689–2696. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.1238.
15. Magnanti T.L., Wong R.T. Network Design and Transportation Planning: Models and Algorithms. *Transportation Science*, 1984, vol. 18, no. 1, pp. 3–55. doi: 10.1287/trsc.18.1.1.
16. Thoma L. *City-Logistik: Konzeption-Organisation-Implementierung*. Weisbaden, Deutscher Universitats Publ., 1995. 247 p. doi: 10.1007/978-3-322-99450-9.

Стаття рекомендована до друку д.т.н., проф. Т. В. Бутько (Україна);
д.т.н., проф. Є. С. Альошинським (Україна)

Надійшла до редколегії 20.01.2015

Прийнята до друку 26.03.2015