

УДК 656.078.5

ОЦІНКА ЯКОСТІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЗА ДОПОМОГОЮ КОЕФІЦІЄНТА ВІДХИЛЕННЯ ЧАСУ ПРИБУТТЯ ПОТЯГА НА СТАНЦІЮ

Цейко Б.О.

Державний університет інфраструктури та технологій

Розглянуто можливість оцінити якість доставки вантажу за допомогою величини відхилень. Проаналізовано річні дані стосовно відхилення від запланованого графіку руху. Введено поняття «коефіцієнт відхилення» P_{ij} , який характеризує відхилення часу прибуття потягу на станцію від запланованого по відношенню до очікуваного відхилення. Для правильної оцінки всіх факторів та прогнозування можливих витрат запропоновано математичну модель розрахунку відхилення руху потягів на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт від запланованого та залежність даного відхилення від етапу доставки. Оцінка відхилень на всіх етапах транспортування з використанням статистичних методів дозволяє точніше кваліфікувати такий показник, як якість транспортування.

Ключові слова: відхилення, коефіцієнт відхилення, середнє відхилення, загальний коефіцієнт відхилення, потяг.

Постановка проблеми. З метою контролю та прогнозування часу прибуття поїзда на станцію провідними фахівцями та експертами транспортної галузі застосовуються та впроваджуються різноманітні підходи та методи, які дають можливість визначати час затримки, як по кожній станції, так і на полігону вцілому. Такі підходи дозволяють прогнозувати реальний час прослідування потяга, оперативно реагувати на ті чи інші зміни у графіці руху, та вчасно попереджувати затримки потягів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу, концепція інтелектуальної транспортної системи управління процесами доставки вантажу, а також аспекти функціонування та роботи Інтелектуальної системи управління процесом доставки вантажу приведені у працях Г.І. Кириченко [1; 2; 3].

Оцінка якості доставки вантажів за допомогою апарату нечіткого набору колектив авторів наводить у [4].

Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління залізничною транспортною системою розкриває колектив авторів у [5]. Питання інтелектуальних технологій управління висвітлюються у [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. На теперішній час для управління перевезеннями вантажів застосовуються підходи, в яких такий показник, як коефіцієнт відхилення не обчислюється і не враховується. В практичній реалізації це зумовлює те що залізниця здійснюючи перевезення вантажу не отримує інформацію щодо відношення номінальних часових відхилень до реальних. Тому потреби в розрахунках таких коефіцієнтів є актуальними.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є розгляд особливостей обчислення коефіцієнта відхилення часу прибуття потяга на станцію.

Виклад основного матеріалу. Потреба приділяти увагу більш якісному транспортному обслуговуванню зумовлена підняттям рівня конкурентоспроможності транспортних послуг.

Оцінка рівня якості транспортного обслуговування в першу чергу пов'язується з економічністю доставки вантажу. Економічність в свою чергу залежить як від вартості перевезення

(тарифів), так і від її швидкості, надійності, збереження, своєчасності доставки та інших факторів. З розвитком технологій вимоги до якості вантажних перевезень неперервно посилюються. І своєчасність відіграє велику роль при оцінюванні якості перевезення. Вона впливає на швидкість та надійність перевезення, що підвищує конкурентоспроможність клієнтів на ринку та дає змогу зменшити додаткові витрати на зберігання вантажу, втрати при перевезенні, іммобілізацію товарно-матеріальних цінностей із сфери виробництва на час перевезення, можливе пониження ефективності виробництва та ін. [7].

Для правильної оцінки всіх факторів та прогнозування можливих витрат запропоновано математичну модель розрахунку відхилення руху потягів на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт від запланованого та залежність даного відхилення від етапу доставки (станції). Оцінка відхилень на всіх етапах транспортування з використанням статистичних методів [8; 9] дозволяє точніше кваліфікувати такий показник, як якість транспортування [10]. Для наочного зображення форми зв'язку між досліджуваними показниками використано метод регресійного аналізу [8; 10; 11].

Річні дані стосовно кількості потягів (у відсотках), для яких присутнє відхилення від запланованого графіку руху наведено в таблиці 1.

Відхилення прибуття потяга на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт в залежності від етапу з кроком 25% кількості потягів та очікуване відхилення наведено в таблиці 2.

Введемо коефіцієнт відхилення P_{ij} , який характеризує відхилення часу прибуття потягу на станцію від запланованого по відношенню до очікуваного відхилення за формулою:

$$P_{ij} = \frac{\Delta_{ij}}{\Delta}, \quad (1)$$

де i – номер станції, а j – номер кроку (0%, 25%, 50%, 75%, 100%);

Δ_{ij} – відхилення часу прибуття потягу на відповідну станцію;

Δ – середнє відхилення часу.

Чим ближче P_{ij} до 0, тим ближче реальний графік руху до запланованого, якщо коефіцієнт коливається між 0 та 1, то відхилення є, але не перевищують очікуваних значень. Коли коефіцієнт більше за 1, графік руху помітно порушений.

Таблиця 1

**Відхилення прибуття потягів на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт
в залежності від етапу з кроком 25% кількості потягів.**

№ з/п	Станція	$\Delta_{сер}$	0%	25%	50%	75%	100%
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Кривий Ріг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Кривий Ріг-Західний	0,48	-0,07	0,10	0,15	0,27	40,65
3	Мусіївка	0,53	-0,20	0,12	0,17	0,32	40,70
4	Гейківка	0,58	0,00	0,13	0,21	0,36	40,73
5	Гейківка	0,58	0,00	0,13	0,21	0,36	40,73
6	Висунь	0,78	-0,03	0,15	0,29	0,55	41,22
7	Тимкове	3,37	-0,22	0,79	1,81	4,00	44,71
8	Червоне Озеро	3,36	-0,05	0,90	2,10	4,17	24,57
9	Бобринець	4,01	0,25	1,57	2,68	4,73	25,69
10	Кропивницька	6,46	-0,57	2,50	4,16	7,86	63,73
11	Олійникове	6,67	-0,05	2,70	4,33	8,38	50,18
12	Кавуни	7,49	0,22	3,12	4,74	8,77	50,77
13	Южноукраїнська	7,25	0,23	3,13	4,75	9,37	50,77
14	Трикратне	7,40	0,81	3,36	4,85	9,45	50,78
15	Олександрівка	7,35	0,65	3,34	4,86	9,19	50,78
16	Вознесенськ	7,63	0,86	3,56	5,03	8,97	64,78
17	Мартинівська	7,90	1,02	3,90	5,37	9,94	51,45
18	Веселинове	8,04	1,01	3,92	5,42	10,15	51,46
19	Колосівка	16,85	0,10	3,52	6,40	14,20	237,77
20	Березівка	18,63	0,08	3,84	6,83	14,59	237,85
21	Раухівка	18,87	0,15	3,90	7,13	14,83	237,93
22	Сербка	19,03	0,25	4,04	7,34	14,95	238,03
23	Буялик	19,29	0,05	3,91	7,17	14,87	237,86
24	Чорноморська	18,69	0,10	4,02	7,14	15,04	237,90
25	Кулиндрове	21,66	0,20	4,84	8,39	18,52	237,95
26	Одеса-Східна	26,91	1,10	6,39	11,78	27,78	310,22
27	Одеса-Сортувальна	26,41	1,35	7,53	14,12	27,87	310,47
28	Одеса-Порт	45,08	7,05	22,61	33,13	49,91	337,88

Джерело: [12]

Тут $\Delta_{сер}$ – середнє відхилення для кожної станції, обчислене за річною інформацією з кроком у 25%. Знайдемо очікуване відхилення $\Delta_{оч}$ для кожної станції як середнє відхилення Δ для 25%, 50% та 75% потягів, округлене до цілих [11].

Таблиця 2

**Відхилення прибуття потяг на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт
в залежності від етапу з кроком 25% кількості потягів та очікуване відхилення**

№ з/п	Станція	Δ	$\Delta_{оч}$
1	2	3	4
1	Кривий Ріг	0,00	0
2	Кривий Ріг-Західний	0,17	0
3	Мусіївка	0,20	0
4	Гейківка	0,23	0
5	Висунь	0,33	0
6	Тимкове	2,20	2
7	Червоне Озеро	2,39	2
8	Бобринець	2,99	3
9	Кропивницька	4,84	5
10	Олійникове	5,14	5
11	Кавуни	5,54	6
12	Южноукраїнська	5,75	6
13	Трикратне	5,89	6
14	Олександрівка	5,80	6
15	Вознесенськ	5,85	6
16	Мартинівська	6,40	6
17	Веселинове	6,50	6
18	Колосівка	8,04	8
19	Березівка	8,42	8
20	Раухівка	8,62	9
21	Сербка	8,78	9
22	Буялик	8,65	9
23	Чорноморська	8,74	9
24	Кулиндрове	10,58	11
25	Одеса-Східна	15,31	15
26	Одеса-Сортувальна	16,51	17
27	Одеса-Порт	35,22	35

Джерело: розроблено автором за даними [12]

Таблиця 3

Коефіцієнти відхилення прибуття потягів на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт.

№ з/п	Станція	P_{i1}	P_{i2}	P_{i3}	P_{i4}	P_{i5}	k_i
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Кривий Ріг	–	–	–	–	–	–
2	Кривий Ріг-Західний	-0,40	0,57	0,87	1,56	234,52	47,42
3	Мусіївка	-0,99	0,57	0,84	1,59	201,82	40,77
4	Гейківка	0,00	0,56	0,90	1,54	174,56	35,51
5	Висунь	-0,09	0,45	0,88	1,67	124,91	25,56
6	Тимкове	-0,10	0,36	0,82	1,82	20,32	4,64
7	Червоне Озеро	-0,02	0,37	0,88	1,75	10,28	2,65
8	Бобринець	0,08	0,52	0,90	1,58	8,58	2,33
9	Кропивницька	-0,12	0,52	0,86	1,62	13,18	3,21
10	Олійникове	-0,01	0,53	0,84	1,63	9,77	2,55
11	Кавуни	0,04	0,56	0,85	1,58	9,16	2,44
12	Южноукраїнська	0,04	0,54	0,83	1,63	8,83	2,37
13	Трикратне	0,14	0,57	0,82	1,61	8,63	2,35
14	Олександрівка	0,11	0,58	0,84	1,59	8,76	2,37
15	Вознесенськ	0,15	0,61	0,86	1,53	11,07	2,84
16	Мартинівська	0,16	0,61	0,84	1,55	8,03	2,24
17	Веселинове	0,16	0,60	0,83	1,56	7,92	2,22
18	Колосівка	0,01	0,44	0,80	1,77	29,58	6,52
19	Березівка	0,01	0,46	0,81	1,73	28,26	6,25
29	Раухівка	0,02	0,45	0,83	1,72	27,60	6,12
21	Сербка	0,03	0,46	0,84	1,70	27,13	6,03
22	Буялик	0,01	0,45	0,83	1,72	27,50	6,10
23	Чорноморська	0,01	0,46	0,82	1,72	27,24	6,05
24	Кулиндрове	0,02	0,46	0,79	1,75	22,48	5,10
25	Одеса-Східна	0,07	0,42	0,77	1,81	20,26	4,67
26	Одеса-Сортувальна	0,08	0,46	0,86	1,69	18,81	4,38
27	Одеса-Порт	0,20	0,64	0,94	1,42	9,59	2,56
	k_j	-0,02	0,51	0,84	1,65	42,26	
	k_j	-0,02	0,51	0,84	1,65	42,26	

Джерело: розроблено автором за даними [12]

Оскільки відхилення накопичуються, то коефіцієнт збільшується як із збільшенням кількості станцій, так і із збільшенням кількості потягів [11].

Знайдемо коефіцієнти k_i та k_j , які характеризують рівень відхилення для кожної станції та для кожного кроку (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) за формулами:

$$k_i = \sum_{j=1}^5 \frac{P_{ij}}{5}; \quad (2)$$

$$k_j = \sum_{i=2}^{27} \frac{P_{ij}}{26}. \quad (3)$$

Занесемо отримані дані в таблицю.

Коефіцієнти відхилення прибуття потягів на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт. наведено в таблиці 3.

Обчислимо значення загального коефіцієнта відхилення по рядках та стовпчиках (відповіді мають співпасти) за формулами [9]:

$$k = \sum_{i=1}^{27} \frac{k_{ij}}{27} = \sum_{j=1}^5 \frac{k_{ij}}{5}. \quad (4)$$

$$k = \sum_{j=1}^5 \frac{k_j}{5} = \frac{-0,02 + 0,51 + 0,84 + 1,65 + 42,26}{5} = 9,05$$

$$k = \sum_{i=1}^{27} \frac{k_i}{27} = \frac{47,42 + 40,77 + \dots + 4,38 + 2,56}{27} = 9,05$$

Графічне зображення даних коефіцієнтів відхилення P_{ij} відображено на наступному рисунку:

Як бачимо, коефіцієнти відхилення збільшуються з збільшенням кількості потягів, тобто для 0% потягів коефіцієнти коливаються біля 0, для 25% – біля 0,5, а для 75% вже перевищують 1,5.

Висновки і пропозиції. Спираючись на результати аналізу відхилення часу прибуття потягів на станцію в залежності від прогону, можна зазначити, що простежується сильний і прямий взаємозв'язок між запізненням потягів у годинах та номером станції (тобто відстанню). Результат залишається справедливим для довільної кількості потягів (було розглянуто 0%, 25%, 50%, 75% та 100%). Дослідження також показало, що зібрані за 2017 рік по напрямленню Кривий Ріг – Одеса Порт статистичні дані з високою надійністю описуються квадратичним рівнянням парної регресії. На основі даної математичної моделі можна передбачити приблизну величину запізнення потягів для залізничної лінії з більшою кількістю станцій, якщо основні характеристики вантажоперевезення залишаться без суттєвих змін (наприклад, значного поліпшення або погіршення технічних характеристик залізничної інфраструктури).

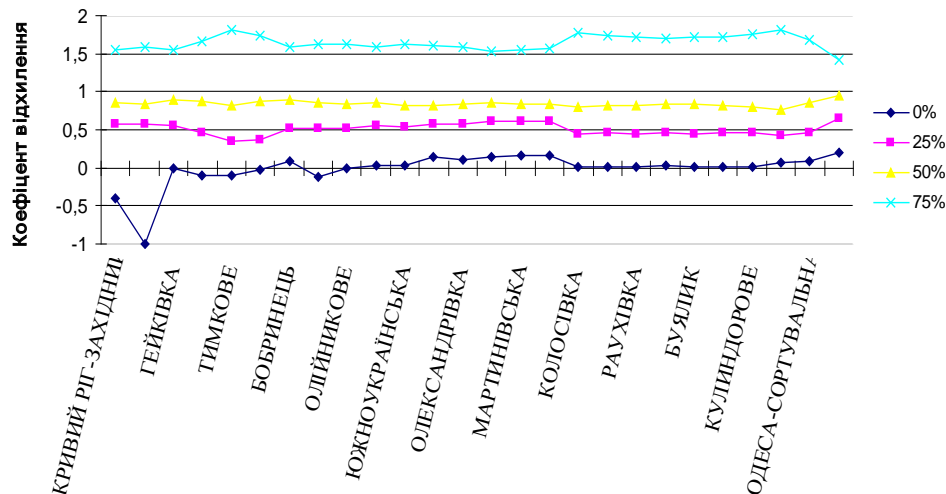


Рис. 1. Коефіцієнти відхилення прибуття потягів на станції лінії Кривий Ріг – Одеса Порт

Джерело: розроблено автором за даними [12]

Список літератури:

- Кириченко Г.І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу // Проблеми транспорту. – 2012. – Вип. 9. – С. 17-27.
- Кириченко Г.І. Концепція інтелектуальної транспортної системи управління процесами доставки вантажу // Залізничний транспорт України. – 2013. – Вип. 1. – С. 37-40.
- Кириченко Г.І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2015. – Вип. 5(114). – С. 3-6.
- Kyrychenko Hanna, Statyvka Yurii, Strelko Oleh, Berdnychenko Yulia, Nesterenko Halyna, Assessment of cargo delivery quality using fuzzy set apparatus, Vol 7. No 4.3 (2018): Special Issue 3. – Mode of access: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.3.19800>.
- Данько М.І., Бутько Т.В., Ломотько Д.В., Козак В.В. Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління залізничною транспортною системою: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 5-9.
- Усков А.А., Кузьмін А.В. Інтелектуальні технології управління. Искусственные нейронные сети и нечёткая логика. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – С. 143: ил.
- Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов. – 10-е издание, стереотипное. – Москва: Высшая школа, 2004. – 479 с.
- Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеевой. – 4-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Финансы и Статистика, 2002. – 480 с.
- Общая теория статистики: Учебник / Под ред. Р.А. Шмойловой. – 3-е издание, переработанное. – Москва: Финансы и Статистика, 2002. – 560 с.
- Мармоза А.Т. Теория статистики: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – 2-е видання, перероблене та доповнене. – Київ: Центр учбової літератури, 2013. – 590 с.
- Титов Б.А. Транспортная логистика [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Б.А. Титов; Минобрнауки России, Самара, гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (3,15 Мбайт). – Самара, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
- Матеріали семінару-наради на тему: «Удосконалення технічного нормування показників експлуатаційної роботи в умовах перерозподілу повноважень структурних вертикалей ПАТ «Укрзалізниця» 05-06 червня 2018 року.
- Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1 / Редкол.: С.В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр «Академія», 2000. – 864 с.
- Pyza Dariusz Multi-Criteria Evaluation of Transportation Systems in Supply Chains [Electronic resource] / Dariusz Pyza // Archives of Transport. – 2011. – Volume 23. Issue 1. – P. 47-65. – Mode of access: <http://www.degruyter.com/view/j/aotr.2011.23.issue-1/v10174-011-0004-y/v10174-011-0004-y.xml?format=INT>.
- Lewis Richard A semantic approach to railway data integration and decision support [Electronic resource] // Ph.D. thesis, University of Birmingham, 2012. – 300 p. – Mode of access: <http://etheses.bham.ac.uk/5959/1/Lewis15PhD.pdf>.
- Pepevnik Anton Information system in the function of railway traffic management [Electronic resource] / Anton Pepevnik, Martina Belšak // Transport Problems. – 2011. – Volume 6. Issue 1. – P. 37-42. – Mode of access: http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2011/zeszyt1/2011t6z1_05.pdf.
- Dawson Patrick Mark Bryant Computer technology and the redefinition of supervision: a study of the effects of computerisation on railway freight supervisors [Electronic resource] // University of Southampton, Department of Sociology and Social Administration, Doctoral Thesis, 1985. – 310 p. – Mode of access: <http://eprints.soton.ac.uk/374877/1.hasCoversheetVersion/86058809.pdf>.
- Lewis Richard A semantic approach to railway data integration and decision support [Electronic resource] // Ph.D. thesis, University of Birmingham, 2012. – 300 p. – Mode of access: <http://etheses.bham.ac.uk/5959/1/Lewis15PhD.pdf>.
- Antonowicz Mirosław Regulation and Logistics in Rail Freight Transport [Electronic resource] / Mirosław Antonowicz // Archives of Transport. – 2011. – Volume 23. Issue 3. – P. 275-284. – Mode of access: <http://www.degruyter.com/view/j/aotr.2011.23.issue-3/v10174-011-0018-5/v10174-011-0018-5.xml?format=INT>.
- Marin Marinov, Tom Zunder, Remco Arnoldus. A standardised language code for rail freight operations [Electronic resource] / Cees van der Moelen // Transport Problems. – 2012. – Volume 7. Issue 2. – P. 141-148. – Mode of access: http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2012/zeszyt2/2012t7z2_15.pdf.

Цейко Б.А.

Государственный университет инфраструктуры и технологий

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДОСТАВКИ ГРУЗОВ С ПОМОЩЬЮ КОЭФФИЦИЕНТА ОТКЛОНЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ ПОЕЗДА НА СТАНЦИЮ

Аннотация

Рассмотрена возможность оценить качество доставки груза с помощью величины отклонений. Проанализированы годовые данные о отклонения от запланированного графика движения. Введено понятие «коэффициент отклонения», характеризующий отклонение времени прибытия поезда на станцию от запланированного по отношению к ожидаемому отклонения. Для правильной оценки всех факторов и прогнозирования возможных расходов предложена математическая модель расчета отклонения движения поездов на станции линии Кривой Рог – Одесса Порт запланированного и зависимость данного отклонения от этапа доставки. Оценка отклонений на всех этапах транспортировки с использованием статистических методов позволяет более точно квалифицировать такой показатель, как качество транспортировки.

Ключевые слова: отклонение, коэффициент отклонения, среднее отклонение, общий коэффициент отклонения, поезд.

Tseyko B.A.

State University of Infrastructure and Technology

ASSESSMENT OF THE QUANTITY OF DELIVERY OF CARGOES BY THE BENEFIT OF THE COEFFICIENT OF REMOVING THE TIME OF ACCESS TO THE STATION

Summary

The opportunity to evaluate the quality of cargo delivery by means of the magnitude of deviations is considered. The annual data concerning the deviation from the scheduled traffic flow are analyzed. The concept of "deviation coefficient" was introduced, which characterizes the rejection of the arrival time of the train at the station from the planned in relation to the expected deviation. For a proper estimation of all factors and forecasting of possible costs, a mathematical model for calculating the traction movement deviation at the Kryvyi Rih - Odesa Port Line station from the planned and the dependence of this deviation from the delivery stage is proposed. The estimation of deviations at all stages of transportation using statistical methods allows precisely to qualify such indicator as the quality of transportation.

Keywords: deviation, deviation coefficient, mean deviation, total deviation coefficient, train.