

Український державний університет залізничного транспорту

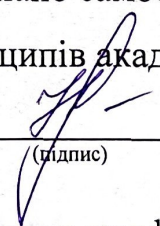
Кафедра залізничних станцій та вузлів

РОЗРАХУНОК ЧИСЛА КОЛІЙ В ПАРКАХ ТЕХНІЧНОЇ СТАНЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

РЧКПТ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 131-ОПУТ-322
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)


_____ Олесья НІКОНЕНКО
(підпис)

Керівник: професор, доктор техн. наук
Олександр ОГАР

Рецензент: доцент, кандидат техн. наук
Антон КОВАЛЬОВ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 68 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 4 рисунки, 8 таблиць, 12 літературних джерел.

Ключові слова: ЧИСЛО КОЛІЙ, ТЕХНІЧНА СТАНЦІЯ, ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНИЙ ПАРК, КОЛІЙНИЙ РОЗВИТОК, ІНТЕРВАЛ ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ, ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ.

Об'єктом дослідження є процес функціонування технічної станції. Метою дослідження є визначення потрібного числа колій в парках технічної станції для заданих умов експлуатації.

У кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження питань, пов'язаних із визначенням параметрів колійного розвитку технічної залізничної станції. Проаналізовано науковий і практичний досвід розрахунку залізничних станцій, розглянуто підходи до визначення оптимальної кількості колій у приймально-відправних та сортувальних парках. В основі розрахунків використано методику визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом та розрахункового інтервалу прибуття. У роботі особливу увагу приділено застосуванню методів імітаційного моделювання для проведення техніко-експлуатаційного аналізу функціонування станцій, що дозволяє об'єктивно оцінити ефективність їх роботи. Окремо розглянуто питання інтеграції компонентів штучного інтелекту в автоматизовані системи проектування залізничних станцій і вузлів, що відкриває нові можливості для оптимізації проектних рішень. Отримані результати можуть бути використані при модернізації існуючих об'єктів інфраструктури та розробці нових проектів залізничних станцій.

ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 68 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 4 figures, 8 tables and 12 literature references.

Keywords: NUMBER OF TRACKS, TECHNICAL STATION, ARRIVAL AND DEPARTURE YARD, STATION TRACKAGE, TRAIN ARRIVAL INTERVAL, TECHNICAL AND OPERATIONAL ANALYSIS.

The object of the study is the operation process of a technical railway station. The aim of the research is to determine the required number of tracks in the station yards under specified operating conditions.

The qualification paper presents a comprehensive study of the issues related to determining the track development parameters of a technical railway station. The scientific and practical experience in calculating railway stations is analyzed, and approaches to determining the optimal number of tracks in arrival-departure and classification yards are examined. The calculations are based on the methodology for determining the weighted average duration of track occupancy by a train and the calculated train arrival interval. Particular attention is paid to the application of simulation modeling methods for conducting a technical and operational analysis of station performance, which allows for an objective assessment of their efficiency. The paper also considers the integration of artificial intelligence components into automated railway station and junction design systems, which opens up new opportunities for optimizing design solutions. The obtained results can be used for the modernization of existing infrastructure facilities and the development of new railway station projects.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра залізничних станцій та вузлів

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (залізничний транспорт)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, доктор техн. наук

Олександр ОГАР
« 19 » травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Ніконенко Олесі Вячеславівні

1. Тема проекту «Розрахунок числа колій в парках технічної станції»
керівник проекту (роботи) Огар Олександр Миколайович, доктор техн. наук, професор
затверджені розпорядженням факультету УПП від «19» травня 2025 року № 07/25
2. Строк подання студентом закінченої роботи – «16» червня 2025 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи): типовий технологічний процес роботи технічної станції, схема технічної станції, схема підходів до технічної станції, розміри руху пасажирських і вантажних поїздів.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Аналіз досвіду розрахунку залізничних станцій. Розрахунок числа колій в приймально-відправних парках технічної станції. Визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом. Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк технічної станції. Визначення числа колій в сортувальному парку технічної станції. Упровадження методів імітаційного моделювання в процедури техніко-експлуатаційного аналізу функціонування залізничних станцій. Використання компонентів штучного інтелекту в автоматизованих системах проектування залізничних станцій і вузлів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): мета і задачі роботи, об'єкт, предмет і методи дослідження, прикладна значущість отриманих результатів; вихідні дані для розрахунку числа колій в парках технічної станції; потрібні пропускна спроможність, число головних колій і технічне оснащення ліній; принцип визначення числа колій в приймально-відправних парках технічної станції; сумарна тривалість заняття колій приймально-відправних парків; процедура визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк; результати

розрахунку потрібного числа колій в парках технічної станції; висновки. Загалом 10 аркушів.

6. Дата видачі завдання «19» травня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

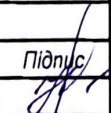
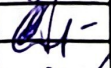
Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1 Вступ	22.05.2025 р.	
2 Аналіз досвіду розрахунку залізничних станцій. Розрахунок числа колій в приймально-відправних парках технічної станції	26.05.2025 р.	
3 Визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом	02.06.2025 р.	
4 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк технічної станції	06.06.2025 р.	
5 Визначення числа колій в сортувальному парку технічної станції. Упровадження методів імітаційного моделювання в процедури техніко-експлуатаційного аналізу функціонування залізничних станцій. Використання компонентів штучного інтелекту в автоматизованих системах проектування залізничних станцій і вузлів	10.06.2025 р.	
6 Висновки	12.06.2025 р.	
7 Оформлення роботи	16.06.2025 р.	

Студент  Олесья НІКОНЕНКО

Керівник проекту (роботи)  Олександр ОГАР

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз досвіду розрахунку залізничних станцій	9
1.1 Аналіз досвіду дослідження та розрахунку роздільних пунктів	9
1.2 Аналіз наукових підходів до розрахунку потрібного числа колій на залізничних станціях	15
2 Розрахунок числа колій в приймально-відправних парках технічної станції	19
2.1 Вихідні дані	19
2.2 Визначення потрібної пропускної спроможності і числа головних колій ліній, що примикають	19
2.3 Розробка спеціалізації приймально-відправних парків технічної станції	22
2.4 Принцип визначення числа колій в приймально-відправних парках технічної станції	24
3 Визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом	26
3.1 Загальний принцип розрахунку	26
3.2 Визначення тривалості технологічних операцій	27
3.3 Визначення тривалості очікування виводу поїзда з приймально-відправного парку	31

					РЧКПТ.300.00.00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок числа колій в парках технічної станції	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Ніконенко				i	5	68	
Перев.		Огар				УкрДУЗТ			
Заст. Дирек.									
Н. контр.		Шаловал							
Затв.		Огар							

4	Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк технічної станції	39
4.1	Розрахунок мінімального інтервалу прибуття	39
4.2	Розрахунок середнього інтервалу прибуття	41
5	Визначення числа колій в сортувальному парку технічної станції	45
6	Упровадження методів імітаційного моделювання в процедури техніко-експлуатаційного аналізу функціонування залізничних станцій	46
7	Використання компонентів штучного інтелекту в автоматизованих системах проектування залізничних станцій і вузлів	52
	Висновки	59
	Список використаних джерел	61
	Додаток А Дані для розрахунку потрібної кількості колій у приймально-відправних парках технічної станції	63

Вступ

Залізничні станції, зокрема технічні, є ключовими елементами перевізного процесу, і від ефективності їх функціонування залежить загальна результативність роботи залізничної мережі. Саме тому на залізницях впроваджується широкий спектр технічних і технологічних рішень, що сприяють суттєвому зростанню продуктивності транспортних операцій та зумовлюють необхідність упровадження сучасних технологій за оптимальних витрат на будівництво й експлуатацію. Дільничні станції мережі характеризуються різноманітністю схем, що зумовлено історичними обставинами їх створення, рівнем розвитку техніки та особливостями експлуатації в період будівництва, рівнем економічного розвитку обслуговуваних територій, а також специфікою та масштабами покладених на них функцій.

Значна частина нині діючих технічних станцій зведена без належних розв'язок на підходах, за схемами поперечного типу, з колійним розвитком, що не відповідає необхідним обсягам руху та не забезпечує повного використання потенціалу тепловозної й електричної тяги з точки зору збільшення маси поїздів. Для таких станцій також характерні відсутність сучасного сортувального обладнання та неефективне розташування елементів вантажного району й локомотивного господарства.

Через низку чинників багато технічних станцій потребують модернізації схем і колійного розвитку. Основними підставами для перебудови є: дефіцит або надмірність сортувальних та приймально-відправних колій; неефективні конструктивні параметри горловин; недосконалі або відсутні розв'язки колій на підходах до станцій; необґрунтоване приєднання під'їзних колій; недостатній рівень оснащення вантажно-розвантажувальних фронтів і пунктів технічного огляду тощо.

Колійний розвиток є ключовим елементом інфраструктури технічних станцій, оскільки кількість колій у парках станцій визначає не лише обсяг одноразових витрат на будівництво, а й істотно впливає на рівень надійності та

ефективності їх функціонування протягом усього життєвого циклу. Таким чином, розрахунок необхідного числа колій в парках технічної станції є актуальною науково-прикладною задачею.

Метою даної роботи є визначення потрібного числа колій в парках технічної станції для заданих умов експлуатації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати досвід розрахунку залізничних станцій;
- розрахувати потрібну пропускну спроможність, число головних колій ліній, що примикають, та розробити спеціалізацію приймально-відправних парків технічної станції;
- розрахувати тривалості технологічних операцій, тривалості очікування виводу поїздів з приймально-відправних парків та середньозважені тривалості заняття колій зазначених парків;
- визначити розрахункові інтервали прибуття поїздів в приймально-відправні парки технічної станції і розрахувати число колій в цих парках;
- визначити число колій в сортувальному парку технічної станції.

Об'єкт дослідження – процес функціонування технічної станції.

Предмет дослідження – конструктивно-технологічні параметри приймально-відправних і сортувального парків технічної станції.

Методи дослідження. Для розрахунку числа колій в приймально-відправних парках технічної станції використано аналітичний метод розрахунку, що базується на урахуванні середньозваженої тривалості заняття колії поїздом у приймально-відправному парку і розрахункового інтервалу прибуття поїздів у цей парк. Для розрахунку тривалості очікування виводу поїздів з приймально-відправних парків використано методи теорії масового обслуговування.

Прикладна значущість отриманих результатів. Отримані результати розрахунку потрібного колійного розвитку технічної станції забезпечать надійне і ефективно її функціонування в заданих умовах експлуатації.

Висновки

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання щодо розрахунку числа колій в парках технічної станції для заданих умов експлуатації. Використаний підхід до розрахунку конструктивних параметрів залізничних станцій забезпечить надійне і ефективне функціонування діючих і нових об'єктів протягом життєвого циклу. При цьому:

1. Розглянуто методи обчислення параметрів залізничних станцій і встановлено, що транспортні системи характеризуються складністю як у структурі, так і в технологічних процесах. На їхню продуктивність істотно впливають випадкові фактори та системи керування, що ускладнює точність розрахунків.

Перші підходи до аналізу транспортних систем мали аналітичну природу (детерміновану чи стохастичну), але виявилися недостатніми для адекватного врахування впливу складних структур, технологій і методів управління на ефективність функціонування. Графічні методи лише частково компенсували ці обмеження, водночас не враховуючи взаємодію випадкових процесів і створюючи нові складнощі. У зв'язку з цим виникла потреба у використанні імітаційного моделювання.

Дослідження методів обчислення параметрів залізничних станцій і оцінка сфер їх застосування показали, що лише імітаційне моделювання здатне повною мірою врахувати всі вимоги до методики розрахунку складних за структурою станцій і достовірно відобразити особливості функціонування реального об'єкта.

2. Розраховано потрібну пропускну спроможність, число головних колій ліній, що примикають, та розроблено спеціалізацію приймально-відправних парків технічної станції. Потрібна пропускну спроможність лінії А-О склала 104 пари поїздів, лінії Б-О – 110 пар поїздів, лінії С-О – 32 пари поїздів і лінії Д-О – 32 пари поїздів. На підставі виконаних розрахунків обґрунтовано, що лінії А-О і Б-О слід проектувати двоколійними, С-О і Д-О – одноколійними.

Потрібна пропускна спроможність перегону між передвузловою станцією П і технічною станцією О склала 137 пар поїздів. Отриманий результат свідчить про те, що двоколіїний міст забезпечить пропуск заданого поїздопотoku.

Парк ПВ-1 спеціалізовано для приймання усіх вантажних поїздів з напрямків А та С, приймання поїздів у розформування з напрямків Б та Д, виставки із сортувального парку составів свого формування для відправлення на всі напрямки. Парк ПВ-2 спеціалізовано для приймання транзитних поїздів із напрямків Б і Д.

3. Розраховано тривалості технологічних операцій, тривалості очікування виводу поїздів з приймально-відправних парків та середньозважені тривалості заняття колій зазначених парків. Тривалість виконання технологічних операцій з транзитними поїздами без зміни локомотива склала 28,8 хв., транзитними поїздами зі зміною локомотива і кутовими поїздами – 49,0 хв., дільничними поїздами – 31,2 хв., збірними поїздами – 38,0 хв. і поїздами свого формування – 48,1 хв..

Тривалість очікування відправлення на лінію О-П склала 23,5 хв., лінію О-Б – 26,1 хв. і лінію О-Д – 20,5 хв.. Тривалість очікування розформування склала 6,0 хв.. Середньозважена тривалість заняття колій ПВ-1 склала 57,8 хв., ПВ-2 – 57,8 хв..

4. Визначено розрахункові інтервали прибуття поїздів в приймально-відправні парки технічної станції і розраховано число колій в цих парках. Розрахунковий інтервал для лінії П-О склав 9,9 хв., лінії Б-О – 12,2 хв. і лінії Д-О – 41,0 хв.. Розрахунковий інтервал виставки у приймально-відправний парк составів поїздів свого формування склав 46,4 хв..

Отримані результати розрахунків дозволили визначити потрібне число колій в приймально-відправних парках станції. У парку ПВ-1 зазначене число колій повинно складати 8, парку ПВ-2 – 6.

5. Визначено число колій в сортувальному парку. В залежності від числа призначень за планом формування і потужності вагонопотоку число колій у зазначеному парку повинно складати 14.

Список використаних джерел

1 Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. *Офіційний вісник України*. 2018. № 52. С. 533. Ст. 1848.

2 Залізничні станції та вузли: навч. посібник / І. В. Берестов та ін.; за ред. І. В. Берестова. Харків: Райдер, 2012. 464 с.

3 Прокопенко Т. О. Теорія систем і системний аналіз : навч. посібник [Електронний ресурс]. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси : ЧДТУ, 2019. 139 с.

4 Четчуєв М. В., Єфименко Ю. І. Обґрунтування раціональної етапності розвитку горловини залізничних станцій. *Наука та техніка транспорту*. 2012. №3. С. 29-36.

5 Горбова О. В. Удосконалення методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи залізничних станцій : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / Горбова Олександра Вікторівна. Дніпро, 2016. 24 с.

6 Bobrovskiy V., Kozachenko D., Vernigora, R. Functional simulation of railway stations on the basis of finite-state automata. *Transport Problems*. 2014, 9(3), pp. 57-65.

7 Kaakai F., Hayat S., El Moudni A. Simulation of railway stations based on hybrid petri nets. *IFAC Proceedings Volumes*. Volume 39, Issue 5, 2006, pp. 50-55.

8 Kaakai F., Hayat S., El Moudni A. A hybrid Petri nets-based simulation model for evaluating the design of railway transit stations. *Simulation Modelling Practice and Theory*. Volume 15, Issue 8, September 2007, pp. 935-969.

9 Кашеєва Н.В., Осокін О.В., Колокольников В.С. Автоматизована побудова імітаційних моделей. *Транспорт: наука, техніка та управління*. 2014. №5. С. 50-53.

10 Кашеєва Н.В., Тимухіна О.М. Підвищення функціональних та адаптивних властивостей залізничних станцій : монографія. LAP LAMBERT Akademik Publishing GmbH&Co.KG, Germany, 2013. 222 p.

11 Кашеєва Н.В., Тимухіна О.М., М'ягков А.В. Залежність показників роботи транспортної системи від властивостей технологічних ліній. *Транспорт: наука, техніка та управління*. 2013. №11. С. 36-38.

12 Кашеєва Н.В., Четверіков В.А., Окулов Н.Є. Дослідження заводських сортувальних станцій за допомогою імітаційного моделювання. *Транспорт: наука, техніка та управління*. 2014. №3. С. 58-62.