

Кафедра залізничних станцій та вузлів

ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЛА ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНИХ І СОРТУВАЛЬНИХ
КОЛІЙ НА ПРИКОРДОННІЙ ТЕХНІЧНІЙ СТАНЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ВЧПВС.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 101-МКТ-Д21
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)



(підпис) **Ярослав ЛИСЕНКО**

Керівник: професор, доктор техн. наук
Олександр ОГАР

Рецензент: доцент, кандидат техн. наук
Ярослав ЗАПАРА

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 69 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 4 рисунки, 8 таблиць, 12 літературних джерел.

Ключові слова: ПРИЙМАЛЬНО-ВІДПРАВНИЙ ПАРК, СОРТУВАЛЬНИЙ ПАРК, ЧИСЛО КОЛІЙ, ТЕХНІЧНА СТАНЦІЯ, ІНТЕРВАЛ ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

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

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання визначення параметрів колійного розвитку прикордонної технічної станції з урахуванням сучасних вимог до організації перевізного процесу. Проаналізовано існуючі методи розрахунку залізничних станцій, їх переваги та обмеження. Проведено розрахунок кількості колій у приймально-відправних парках на основі визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом і розрахункового інтервалу прибуття поїздів. Окрема увага приділена розрахунку кількості колій сортувального парку. Розглянуто специфіку організації митних процедур в умовах функціонування тимчасових зон митного контролю для вагонів міжнародного сполучення. У роботі також наведено методологічні підходи та інструменти моделювання, що забезпечують формалізацію задач проєктування і автоматизованої розробки технологічних процесів функціонування залізничних станцій. Результати дослідження можуть бути використані при модернізації та оптимізації роботи прикордонних технічних станцій.

ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 69 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 4 figures, 8 tables and 12 literature references.

Keywords: ARRIVAL AND DEPARTURE YARD, CLASSIFICATION YARD, NUMBER OF TRACKS, TECHNICAL STATION, TRAIN ARRIVAL INTERVAL, TECHNOLOGICAL PROCESS.

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

The qualification thesis addresses the issue of determining the track layout parameters of a border technical station, taking into account modern requirements for the organization of the transportation process. Existing methods for calculating railway stations are analyzed, along with their advantages and limitations. The number of tracks in receiving and departure yards is calculated based on the weighted average track occupancy time by trains and the estimated train arrival interval. Special attention is given to calculating the required number of classification tracks. The specifics of organizing customs procedures under the conditions of temporary customs control zones for international freight wagons are examined. The work also presents methodological approaches and modeling tools that support the formalization of design tasks and the automated development of technological processes for railway station operations. The research findings can be applied in the modernization and optimization of border technical stations.

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

« 12 » травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Лисенку Ярославу Владиславовичу

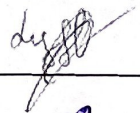
1. Тема проекту «Визначення числа приймально-відправних і сортувальних колій на прикордонній технічній станції»
керівник проекту (роботи) Огар Олександр Миколайович, доктор техн. наук, професор
затверджені розпорядженням факультету УПП від «12» травня 2025 року № 06/25
2. Строк подання студентом закінченої роботи – «09» червня 2025 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи): типовий технологічний процес роботи технічної станції, схема прикордонної технічної станції, схема підходів до прикордонної технічної станції, розміри руху пасажирських і вантажних поїздів.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Методи розрахунку залізничних станцій. Розрахунок числа колій в приймально-відправних парках прикордонної технічної станції. Визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом. Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк прикордонної технічної станції. Визначення числа колій в сортувальному парку прикордонної технічної станції. Методологічні підходи та моделювання для формалізації завдань проектування і автоматизованої розробки технологічних процесів функціонування залізничних станцій.
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 прикордонної технічної станції; потрібні пропускна спроможність, число головних колій і технічне оснащення ліній; принцип визначення числа колій в приймально-відправних парках прикордонної 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 прикордонної технічної станції; висновки. Загалом 10 аркушів.

6. Дата видачі завдання «12» травня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1 Вступ	15.05.2025 р.	
2 Методи розрахунку залізничних станцій. Розрахунок числа колій в приймально-відправних парках прикордонної технічної станції	19.05.2025 р.	
3 Визначення середньозваженої тривалості заняття колії поїздом	26.05.2025 р.	
4 Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк прикордонної технічної станції	30.05.2025 р.	
5 Визначення числа колій в сортувальному парку прикордонної технічної станції. Виконання митних процедур в умовах створення тимчасових зон митного контролю для вагонів міжнародного сполучення. Методологічні підходи та моделювання для формалізації завдань проектування і автоматизованої розробки технологічних процесів функціонування залізничних станцій	03.06.2025 р.	
6 Висновки	05.06.2025 р.	
7 Оформлення роботи	09.06.2025 р.	

Студент  Ярослав ЛИСЕНКО

Керівник проекту (роботи)  Олександр ОГАР

Зміст

Вступ	7
1 Методи розрахунку залізничних станцій	9
1.1 Досвід дослідження та розрахунку залізничних станцій	9
1.2 Методи розрахунку потрібного числа колій на залізничних станціях	15
2 Розрахунок числа колій в приймально-відправних парках прикордонної 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 прикордонної технічної станції	22
2.4 Принцип визначення числа колій в приймально-відправних парках прикордонної 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

					ВЧПВС.300.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення числа приймально-відправних і сортувальних колій на прикордонній технічній станції Лім. 5 Аркушів 69 УкрДУЗТ		
Розроб.		Лисенко					
Перев.		Огар					
Заст. Дирек.							
Н. контр.		Шаповал					
Затв.		Огар					

4	Визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк прикордонної технічної станції	39
4.1	Розрахунок мінімального інтервалу прибуття	39
4.2	Розрахунок середнього інтервалу прибуття	41
5	Визначення числа колій в сортувальному парку прикордонної технічної станції	45
6	Виконання митних процедур в умовах створення тимчасових зон митного контролю для вагонів міжнародного сполучення	46
6.1	Загальні положення	46
6.2	Форми та порядок проведення митного контролю	48
7	Методологічні підходи та моделювання для формалізації завдань проектування і автоматизованої розробки технологічних процесів функціонування залізничних станцій	50
	Висновки	60
	Список використаних джерел	62
	Додаток А Дані для розрахунку потрібної кількості колій у приймально-відправних парках прикордонної технічної станції	64

Вступ

Залізничні станції, зокрема технічні, мають ключове значення в перевізному процесі, адже від ефективності їхньої роботи залежить загальна результативність функціонування залізничної мережі. Саме тому на залізничному транспорті впроваджується широкий спектр технічних і технологічних рішень. Ці заходи спрямовані на суттєве підвищення продуктивності транспортних операцій та передбачають застосування сучасних технологій за умови оптимізації витрат на їх будівництво й експлуатацію.

Мережеві дільничні станції характеризуються різноманітністю схем, що сформувалися внаслідок історичних обставин їх появи, рівня технічного розвитку, умов експлуатації в період створення, економічного стану регіонів, які вони обслуговують, а також відповідно до завдань, які вони виконують.

Значна частина технічних станцій нині функціонує без відповідних розв'язок на підходах до них, побудована за поперечними схемами, з колійним розвитком, що не відповідає обсягам руху і не дозволяє повною мірою використовувати потенціал тепловозної та електричної тяги в аспекті збільшення ваги поїздів. Крім того, цим станціям притаманні недоліки, як-от відсутність сучасних сортувальних засобів та невдале планування об'єктів вантажного району й локомотивного господарства.

У зв'язку з наведеними та низкою інших чинників значна кількість технічних станцій потребує модернізації схем та колійного розвитку. Основні передумови для перебудови включають: дефіцит або надмірну кількість сортувальних колій та колій для приймання й відправлення поїздів, неефективні конструктивні параметри горловин, відсутність або недосконалість колійних розв'язок на підходах до станцій, нераціональне приєднання під'їзних колій, а також недостатній рівень обладнання вантажно-розвантажувальних фронтів, пунктів технічного огляду та інших елементів.

Одним із ключових елементів інфраструктури технічної станції виступає її колійний розвиток. Це пояснюється тим, що проектна кількість колій у парках станцій істотно впливає не лише на початкові витрати на їх спорудження, але й на подальшу надійність та ефективність функціонування станції протягом усього

періоду її експлуатації. Таким чином, визначення необхідного числа приймально-відправних і сортувальних колій на технічних станціях є актуальною науково-прикладною задачею.

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

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- виконати огляд методів розрахунку залізничних станцій;
- розрахувати потрібну пропускну спроможність, число головних колій ліній, що примикають, та розробити спеціалізацію приймально-відправних парків прикордонної 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 прикордонної технічної станції і розрахувати число колій в цих парках;
- визначити число колій в сортувальному парку прикордонної технічної станції.

Об'єкт дослідження – процес функціонування прикордонної технічної станції.

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

Методи дослідження. Для розрахунку числа колій в приймально-відправних парках прикордонної 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 прикордонної технічної станції забезпечать надійне і ефективне її функціонування в заданих умовах експлуатації.

Висновки

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання щодо визначення числа приймально-відправних і сортувальних колій на прикордонній технічній 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. У роботі здійснено аналіз підходів до розрахунку залізничних станцій, при цьому підкреслено, що транспортні системи відзначаються складністю як у структурі, так і в технологічних процесах. На їхню продуктивність істотно впливають керуючі дії та взаємодія випадкових процесів, що ускладнює точні розрахунки.

Перші історичні методи оцінювання ефективності транспортних систем мали аналітичний характер (стохастичні або детерміновані), однак виявилися недостатніми для адекватного відображення впливу складної структури, технологій та систем керування. Частковим розв'язанням стали графічні методи, хоча вони втрачали можливість обліку випадкових процесів та спричиняли додаткові труднощі. Це й зумовило появу імітаційного моделювання.

Дослідження методів розрахунку залізничних станцій показало, що лише імітаційне моделювання, яке враховує складну структуру станцій, здатне задовольнити всі вимоги до методів розрахунку та забезпечити адекватне відображення реального функціонування об'єкта.

2. Розраховано потрібну пропускну спроможність, число головних колій ліній, що примикають, та розроблено спеціалізацію приймально-відправних парків прикордонної технічної станції. Потрібна пропускну спроможність лінії А-О склала 119 пар поїздів, лінії Б-О – 130 пар поїздів, лінії С-О – 40 пар поїздів і лінії Д-О – 36 пар 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 прикордонною технічною станцією О склала 159 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 напрямів 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 29,2 хв., транзитними поїздами зі зміною локомотива і кутовими поїздами – 49,4 хв., дільничними поїздами – 34,4 хв., збірними поїздами – 41,2 хв. і поїздами свого формування – 51,4 хв..

Тривалість очікування відправлення на лінію О-П склала 26,8 хв., лінію О-Б – 19,7 хв. і лінію О-Д – 36,9 хв.. Тривалість очікування розформування склала 14,8 хв.. Середньозважена тривалість заняття колій ПВ-1 склала 60,9 хв., ПВ-2 – 63 хв..

4. Визначено розрахункові інтервали прибуття поїздів в приймально-відправні парки прикордонної технічної станції і розраховано число колій в цих парках. Розрахунковий інтервал для лінії П-О склав 8,4 хв., лінії Б-О – 10,5 хв. і лінії Д-О – 32,8 хв.. Розрахунковий інтервал виставки у приймально-відправний парк составів поїздів свого формування склав 40,3 хв..

Отримані результати розрахунків дозволили визначити потрібне число колій в приймально-відправних парках станції. У парку ПВ-1 зазначене число колій повинно складати 10, парку ПВ-2 – 7.

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

10 Кашеева 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 Кашесва 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 Кашесва 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.