

Кафедра залізничних станцій та вузлів

РОЗРАХУНОК КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ ПРИКОРДОННОЇ ТЕХНІЧНОЇ СТАНЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

РКРПТ.300.00.00.000 ПЗ

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


(підпис)

Олексій МОМОТ

Керівник: професор, доктор техн. наук

Олександр ОГАР

Рецензент: професор, доктор техн. наук

Андрій ПРОХОРЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 71 аркуш пояснювальної записки формату А4, що включає 4 рисунки, 8 таблиць, 12 літературних джерел.

Ключові слова: КОЛІЙНИЙ РОЗВИТОК, ТЕХНІЧНА СТАНЦІЯ, ПАРК СТАНЦІЇ, ІНТЕРВАЛ ПРИБУТТЯ ПОЇЗДІВ, ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ІНФРАСТРУКТУРА.

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

У кваліфікаційній роботі здійснено комплексне дослідження питань організації роботи прикордонної технічної станції з акцентом на обґрунтування параметрів її колійного розвитку. Проаналізовано наукові підходи до розрахунку залізничних станцій, зокрема методи визначення числа колій у приймально-відправних і сортувальних парках. Розрахунки виконано з урахуванням середньозваженої тривалості заняття колії поїздом та розрахункового інтервалу прибуття. Окремо розглянуто питання організації митних процедур у тимчасових зонах контролю для вагонів міжнародного сполучення. Запропоновано систему динамічних показників для оцінки технічного забезпечення інфраструктури станцій. Досліджено еволюцію структурних схем залізничних станцій, а також представлено методологію змістовно-сутнісного підходу до їх аналізу. Отримані результати можуть бути використані для модернізації прикордонних технічних станцій та підвищення ефективності перевізного процесу.

ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 71 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 4 figures, 8 tables and 12 literature references.

Keywords: STATION TRACKAGE, TECHNICAL STATION, STATION YARD, TRAIN ARRIVAL INTERVAL, TECHNICAL PROVISION, INFRASTRUCTURE.

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

The qualification work presents a comprehensive study on the organization of operations at a border technical station, with an emphasis on substantiating the parameters of its track layout. Scientific approaches to the calculation of railway stations are analyzed, particularly methods for determining the number of tracks in receiving-departure and classification yards. Calculations are performed considering the weighted average track occupation time by trains and the estimated arrival interval. Special attention is given to the organization of customs procedures in temporary control zones for wagons in international traffic. A system of dynamic indicators for assessing the technical infrastructure of railway stations is proposed. The evolution of structural schemes of railway stations is examined, and a conceptual-content methodology for their analysis is presented. The results obtained can be used to modernize border technical stations and improve the efficiency of the transportation process.

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

Момоту Олексію Єгоровичу

1. Тема проекту «Розрахунок колійного розвитку прикордонної технічної 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):
Аналіз наукових підходів до 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. Здійснення митних формальностей в умовах організації тимчасових зон митного контролю для вагонів, що курсують у міжнародному сполученні. Система динамічних показників, що характеризує рівень технічного забезпечення інфраструктури залізничних станцій. Еволюція структурних схем залізничних станцій та засади змістовно-сутнісного методу їх аналізу.
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

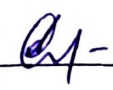
ліній; принцип визначення числа колій в приймально-відправних парках прикордонної технічної станції; сумарна тривалість заняття колій приймально-відправних парків; процедура визначення розрахункового інтервалу прибуття поїздів в приймально-відправний парк; результати розрахунку потрібного числа колій 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 Аналіз наукових підходів до 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. Здійснення митних формальностей в умовах організації тимчасових зон митного контролю для вагонів, що курсують у міжнародному сполученні. Система динамічних показників, що характеризує рівень технічного забезпечення інфраструктури залізничних станцій. Еволюція структурних схем залізничних станцій та засади змістовно-сутнісного методу їх аналізу	03.06.2025 р.	
6 Висновки	05.06.2025 р.	
7 Оформлення роботи	09.06.2025 р.	

Студент  Олексій МОМОТ

Керівник проекту (роботи)  Олександр ОГАР

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз наукових підходів до розрахунку залізничних станцій	9
1.1 Аналіз підходів до дослідження та розрахунку роздільних пунктів	9
1.2 Аналіз методів розрахунку колійного розвитку 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

					РКРПТ.300.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Момот			Розрахунок колійного розвитку прикордонної технічної станції	Лім.	Аркуш	Архувів
Перев.		Огар				i	5	71
Заст. Дирек.						УкрДУЗТ		
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	Здійснення митних формальностей в умовах організації тимчасових зон митного контролю для вагонів, що курсують у міжнародному сполученні	46
7	Система динамічних показників, що характеризує рівень технічного забезпечення інфраструктури залізничних станцій	50
7.1	Фактори, що визначають пропускну спроможність залізничної станції	52
7.2	Визначення параметрів для формування динамічної системи показників технічного забезпечення інфраструктури залізничної станції	54
7.3	Приклад формування динамічної системи показників для оцінки технічного забезпечення інфраструктури залізничної станції	55
8	Еволюція структурних схем залізничних станцій та засади змістовно-сутнісного методу їх аналізу	58
	Висновки	62
	Список використаних джерел	64
	Додаток А Дані для розрахунку потрібної кількості колій у приймально-відправних парках технічної станції	66

Вступ

Залізничні станції, особливо технічного призначення, відіграють вирішальну роль у перевізному процесі, оскільки ефективність їхньої діяльності безпосередньо впливає на загальну ефективність функціонування залізничної мережі. З огляду на це, на залізничному транспорті реалізується широкий набір технічних і технологічних заходів, спрямованих на істотне підвищення продуктивності транспортних операцій із одночасним впровадженням інноваційних технологій за умов оптимізації витрат на будівництво та експлуатацію.

Технічні станції, інтегровані в загальну мережу, відзначаються різноманітністю схем, що склалися під впливом історичних факторів, рівня технічного оснащення, особливостей експлуатації в момент їх створення, а також економічного розвитку обслуговуваних регіонів і завдань, які на них покладені.

Багато сучасних технічних станцій функціонують без необхідних інфраструктурних розв'язок на підходах, з поперечною схемою, яка не відповідає реальним обсягам руху та не забезпечує повноцінне використання можливостей тепловозної й електричної тяги щодо збільшення ваги поїздів. Крім того, для таких станцій характерні недоліки: відсутність сучасних сортувальних пристроїв і нераціональне розташування об'єктів вантажного сектора та локомотивного господарства. З огляду на зазначені, а також інші чинники, значна частина технічних станцій потребує оновлення схем і колійного розвитку. Серед основних причин для перебудови можна виокремити: нестачу або надлишок сортувальних колій і колій для прийому та відправлення поїздів; нераціональні конструктивні характеристики горловин; відсутність або недосконалість колійних розв'язок на підходах до станцій; неефективне підключення під'їзних колій; обмежене технічне оснащення вантажно-розвантажувальних ділянок, пунктів технічного контролю та інших інфраструктурних компонентів.

Ключовим елементом інфраструктури технічної станції є її колійний розвиток. Це зумовлено тим, що проєктна кількість колій у парках має істотний вплив не лише на капітальні витрати на етапі будівництва, але й на довготривалу

надійність і ефективність експлуатації станції впродовж усього життєвого циклу. Таким чином, розрахунок колійного розвитку технічної станції 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:

- проаналізувати наукові підходи до 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.

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 розрахунку колійного розвитку прикордонної 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. У дослідженні проаналізовано різні підходи до обчислення параметрів залізничних станцій, акцентуючи увагу на складності транспортних систем як за структурою, так і за технологічними процесами. Їхня продуктивність суттєво залежить від керуючих впливів і взаємодії випадкових факторів, що ускладнює проведення точних розрахунків.

Початкові історичні методи оцінювання ефективності транспортних систем мали аналітичну основу (стохастичну або детерміновану), однак виявилися недостатніми для повного врахування складних структур, технологічних особливостей і керуючих механізмів. Частково ці недоліки компенсували графічні методи, але вони не дозволяли враховувати вплив випадкових чинників і створювали нові труднощі. Це й стало передумовою до впровадження імітаційного моделювання.

Проведений аналіз методів розрахунку залізничних станцій підтвердив, що лише імітаційне моделювання, здатне відтворити складну внутрішню організацію станцій, відповідає сучасним вимогам до розрахункових методів і дозволяє адекватно моделювати реальні процеси функціонування.

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 складала 113 пар поїздів, лінії Б-О – 122 пари поїздів, лінії С-О – 38 пар поїздів і лінії Д-О – 35 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 вузловою дільничною станцією О склала 151 пару 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 29,0 хв., транзитними поїздами зі зміною локомотива і кутовими поїздами – 49,2 хв., дільничними поїздами – 31,5 хв., збірними поїздами – 38,2 хв. і поїздами свого формування – 48,4 хв..

Тривалість очікування відправлення на лінію О-П склала 20,3 хв., лінію О-Б – 15,7 хв. і лінію О-Д – 30,3 хв.. Тривалість очікування розформування склала 8,7 хв.. Середньозважена тривалість заняття колій ПВ-1 склала 54,4 хв., ПВ-2 – 56,4 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 8,8 хв., лінії Б-О – 11,1 хв. і лінії Д-О – 34,0 хв.. Розрахунковий інтервал виставки у приймально-відправний парк составів поїздів свого формування склав 42,3 хв..

Отримані результати розрахунків дозволили визначити потрібне число колій в приймально-відправних парках станції. У парку ПВ-1 зазначене число колій повинно складати 9, 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 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 Кашеева 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 Кашеева 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.