

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

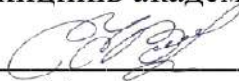
УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ
ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

УВМПЗ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 212-ОПУТ-323
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)


_____ Станіслав ЧАБАН
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Григорій СІКОНЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Антон КОВАЛЬОВ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 13 слайдів презентації, 89 аркуша пояснювальної записки формату А4, що включає 12 рисунків, 4 таблиці, 26 літературних джерел.

Ключові слова: оптимізація взаємодії, промислові станції, масові вантажі, кільцеві маршрути, динамічне узгодження.

Об'єктом дослідження є організація взаємодії магістральних та промислових залізничних станцій.

Метою дослідження є оптимізація планування та оперативного управління залізничними перевезеннями масових вантажів при взаємодії магістральних та промислових залізничних станцій на основі побудови системи автоматизованого управління.

У кваліфікаційній роботі для розробки оптимального оперативного плану роботи магістральних і промислових станцій запропоновано використовувати метод динамічного узгодження. Запропоновано логічну структуру автоматизованої системи управління диспетчерськими перевезеннями, розроблену на основі аналізу світового досвіду. Центральним елементом цієї системи є модель процесу перевезення вантажів у межах визначеного полігону.

Для побудови підсистеми оптимального планування використано потокову модель «Динамічна транспортна задача з затримками». Головною відмінністю цієї моделі від класичної є врахування перевізного процесу в часовому вимірі. Технологія обслуговування місць завантаження та розвантаження встановлює обмеження на кількість локомотиво-составів, що можуть бути подані зі станції.

Визначено, що доцільно реалізовувати запропоновані моделі у вигляді функціональних задач АСК ВП УЗ та АСК РП як систему підтримки прийняття рішень оперативно-керуючому персоналу.

ANNOTATION.

This qualification work includes 13 presentation slides, 89 pages of A4 explanatory note, including 12 figures, 4 tables, 26 references.

Keywords: interaction optimization, industrial stations, bulk cargo, ring routes, dynamic coordination.

The object of study is the organization of interaction between mainline and industrial railway stations.

The purpose of the study is to optimize the planning and operational management of rail transportation of bulk cargo in the interaction of mainline and industrial railway stations based on the construction of an automated control system.

In the qualification work, it is proposed to use the method of dynamic coordination to develop an optimal operational plan for the operation of main and industrial stations. The logical structure of the automated control system for dispatch transportation, developed on the basis of the analysis of world experience, is proposed. The central element of this system is a model of the process of cargo transportation within a certain area.

To build the optimal planning subsystem, we used the flow model "Dynamic transportation problem with delays". The main difference between this model and the classical one is that it takes into account the transportation process in the time dimension. The technology for servicing loading and unloading points sets limits on the number of locomotive trains that can be delivered from the station.

It has been determined that it is advisable to implement the proposed models in the form of functional tasks of the ACS of the UZ VP and ACS of the RT as a decision support system for operational and management personnel.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

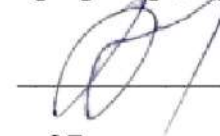
Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук



Т.В.Буцько

« 27 » грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Чабана Станіслава Сергійовича

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення взаємодії магістральних та промислових залізничних станцій»

керівник Сіконенко Григорій Михайлович, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 30 вересня 2024 року №12/14

2 Строк подання студентом роботи 30 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Техніко-експлуатаційна характеристика виробничого підрозділу П, технологія оперативного планування у роботи у виробничих підрозділах, обсяги роботи за останні 5 років, показники використання парку вагонів та локомотивів, схема станції примикання (ст. 3), економічні показники.



4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз теорії і практики управління залізничними перевезеннями масових вантажів. 2 Принципи побудови системи для оптимізації управління підведенням масових вантажів. 3 Підсистема оптимального планування. 4 Підсистема оперативного прогнозування. 5 Технологія автоматизованого управління рухом поїздів на підприємстві П. 6 Визначення економічної доцільності автоматизованого розрахунку управління рухом поїздів підприємства П. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Мета та задачі дослідження. 2 Схема станції 3. 3 Генерація розмноженої в часі транспортної мережі 4 Елементи обороту локомотиво – составів 5 Довірчий інтервал прогнозу 6 Взаємодія комплексних систем магістрального транспорту та підприємства П 7 Розрахунок сукупного приросту економічного

ефекту від впровадження системи оперативного розвезення місцевого вантажу по дільниці 8 Висновки.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Балака Є.І., доцент, канд. економ. наук		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН



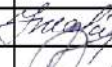

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ	07.10.2024	виконано
1 Аналіз теорії і практики управління залізничними перевезеннями масових вантажів	19.10.2024	виконано
2 Принципи побудови системи для оптимізації управління підведенням масових вантажів	01.11.2024	виконано
3 Підсистема оптимального планування	15.11.2024	виконано
4 Підсистема оперативного прогнозування	30.11.2024	виконано
5 Технологія автоматизованого управління рухом поїздів на підприємстві П	12.12.2024	виконано
6 Визначення економічної доцільності автоматизованого розрахунку управління рухом поїздів на підприємстві П	20.12.2024	виконано
Висновки	28.12.2024	виконано
Оформлення роботи	30.12.2024	виконано

Студент  Станіслав Чабан

Керівник  Григорій СІКОНЕНКО

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз теорії і практики управління залізничними перевезеннями масових вантажів	10
1.1 Розвиток принципів організації процесу перевезень масових вантажів	10
1.2 Організація управління залізничних перевезень масових вантажів	18
2 Принципи побудови системи для оптимізації управління підведенням масових вантажів	25
2.1 Стратегія розвитку ПГЗК	25
2.2 Принципова схема керуючої системи	26
2.3 Характеристика об'єкта управління	30
2.4 Математична модель об'єкта управління	36
3 Оптимізація планування маршрутизації перевезень	39
3.1 Вихідні положення	39
3.2 Побудова транспортної мережі	39
3.3 Структура обмежень	41
3.4 Структура цільової функції	45
3.5 Відображення в потокової моделі взаємодії виробництва і транспорту	46
3.6 Відображення в потоковій моделі різних аспектів роботи транспорту	50
3.7 Метод рішення задачі оптимального планування	55
4 Організація роботи підсистеми оперативного прогнозування	58

					УВМПЗ.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення взаємодії магістральних та промислових залізничних станцій	Літ.	Арк.	Акрюшів
Розроб.	Чабан			27.12		i		89
Перевір.	Сіконенко			27.12			6	
Н. Контр.	Малахова			27.12		УкрДУЗТ		
Затв.	Бутько			27.12				

4.1 Вихідні положення	58
4.2 Оцінка точності прогнозу	58
5 Технологія автоматизованого управління рухом поїздів на ПГЗК	65
5.1 Порядок роботи з системою АСУ РП	65
5.2 Можливі результати експлуатації автоматизованої системи управління	71
6 Визначення економічної доцільності автоматизованого розрахунку управління рухом поїздів ПГЗК	76
Висновки	85
Список використаних джерел	87

					УВМПЗ.300.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. Сучасні вимоги до якості транспортного обслуговування економіки не можуть бути реалізовані без розробки і впровадження спеціальних технологій і систем автоматизованого управління, покликаних оптимізувати параметри взаємодії власників залізничної інфраструктури загального і не загального користування, перевізників і операторів рухомого складу, вантажоутворювального середовища.

Перехід від існуючих АСУ, які є, по суті, інформаційними системами, до керуючих систем, заснованих на математичних моделях, дозволить зробити технологічні форми управління більш гнучкими. Тільки тоді технологія перевізного процесу залізничним транспортом як загального, так і незагального користування зможе забезпечити динамічні, ринкові економічні зв'язки надійними і ефективними транспортними зв'язками [2].

Характерною особливістю залізничних перевезень масових вантажів є те, що велика частина таких перевезень породжується великими підприємствами, такими як гірничо - збагачувальні і металургійні комбінати, підприємства індустрії. Причому, як правило, ці перевезення здійснюються залізничним транспортом як промисловим, так і загального призначення. Такі потужні потоки вимагають ефективного управління, що знижує існуючі втрати як в самому виробництві, так і на стику виробництва і транспорту.

Зазначені вимоги покладені в основу розробленої в цій роботі системи автоматизованого управління підведенням масових вантажів у виробничому циклі гірничо-збагачувального комбінату. Теоретичною основою дослідження послужили праці докторів технічних наук А.А. Аветікян, В.М. Акулінічева, В.І.Апатцева, К.А. Бернгарда, Т.В. Бутько, Н.Є. Борового, А.Ф. Бородіна, В.А. Буянова, М.І. Данька, П.С. Грунтова, Ю.В. Дьякова, Н.Д. Іловайського, В.З. Климанова, І.Т. Козлова, П.А. Козлова, В.І. Некрашевича, В.Т. Осипова, А.Т.Осьмініна, В.І. Панкратова, А.П. Петрова, А . М . Пешкова, Е.А. Сотникова, І.Б. Сотникова, Е.М. Тишкіна, Л.П. Тулупова, В.А. Шарова, М.І. Шмулевич, та інших дослідників.

Метою цього дослідження є розробка і реалізація засад планування та оперативного управління залізничними перевезеннями масових вантажів, що здійснюються при виробництві залізорудної сировини на базі побудови систем автоматизованого управління, заснованих на оптимізаційної моделі. Дана мета потребує вирішення наступних задач:

- аналіз теорії і практики управління залізничними перевезеннями вантажів;
- визначення принципів побудови систем для оптимізації управління підведенням масових вантажів;
- доопрацювання моделі взаємодії виробництва і транспорту;
- економічний розрахунок запропонованих технологічних рішень.

Об'єкт дослідження – планування та оперативне управління залізничними перевезеннями масових вантажів на гірничо – збагачувальному комплексі.

Предмет дослідження – полігон формування та обертання кільцевих маршрутів.

Публікації. За темою роботи опубліковані тези доповіді на студентській науково – технічній конференції [1].

Висновки

1 У цьому дослідженні удосконалена побудова системи автоматизованого управління підведенням масових вантажів у виробничому циклі на прикладі гірничо-збагачувального комбінату.

Структура системи управління роботою залізничного транспорту повинна передбачати наявність інформаційної та плануючої частин. Для функціонування першої створюється база нормативно-довідкової інформації, що відображає всі статично і динамічні складові полігону. Методика розрахунку планів роботи кільцевих маршрутів, що включає оптимізаційну модель, адаптується до специфіки завдання.

2 Принцип роботи плануючої складової системи зводиться до вирішення динамічної транспортної задачі із затримками (ДТЗЗ), в якій враховується динаміка виробництва і споживання, динаміка запасів і наявність вантажів на шляху прямування. У роботі пропонується використовувати метод динамічного узгодження в якості апарату для побудови моделі управління кільцевими маршрутами, які виконують перевезення масових вантажів на заданому полігоні.

3 Повна функціональна схема автоматизованої системи управління рухом поїздів повинна містити в собі наступні функціональні елементи: підсистеми ведення нормативно – довідкової інформації (НДІ), оперативного прогнозу, оптимального планування, моніторингу та аналітичну підсистему, які на підставі даних про топологію полігону і технологічні операції, які виконуються на даному полігоні, видають план роботи з локомотиво - складами.

4 На основі даних моделі процесів доставки, а також відомостей про заявлені до перевезення обсяги вантажів і тимчасових обмежень на виконання технологічних операцій, що управляє системою в інтерактивному режимі здійснюється цикл планування доставки вантажів на заданому полігоні. Основне завдання цього циклу - відповідно до заданої цільової функції побудувати оптимальний план.

5 Поряд з циклом планування керуючою системою виконується цикл моніторингу процесів доставки вантажів на заданому полігоні. Для цього в

безперервному режимі проводиться реєстрація та подальший аналіз тимчасових відхилень у фактичному виконанні процесів доставки від запланованого і позаштатних ситуацій, що виникли через різного роду порушення процесів доставки. Крім того, керуючою системою здійснюється прогнозування подальшого ходу виконання процесів перевезення вантажів.

Реалізація аналітичної компоненти заснована на побудові спеціалізованого інформаційного сховища, що містить історію технологічних операцій, і що дозволяє обчислювати статистичні оцінки часів виконання технологічних операцій. Дані оцінки необхідні для подальшого прогнозування і оптимізації.

6 На основі зазначених результатів розроблена автоматизована система управління рухом поїздів (АСУ РП). Її застосування дозволяє підвищити якість транспортного обслуговування виробничого циклу видобутку, усереднення за якісними характеристиками і розстановки по пунктах вивантаження залізорудної сировини, покращить використання рухомого складу, підвищити експлуатаційну надійність роботи полігону обертання кільцевих маршрутів.

Список використаних джерел

- 1 Чабан С.С. Удосконалення взаємодії магістральних та промислових залізничних станцій. *Збірник матеріалів доп. 84 студентській наук.-техн. конф. УкрДУЗТ. (7–12 грудня 2024 р.)*. Харків : УкрДУЗТ, 2024. С. 103.
- 2 Woroniuk S., Marinov M., Zunder T., Mortimer P. Time series analysis of rail freight services by the private sector in Europe. *Transport Policy*. 2013. Vol. 25, P. 81-93.
- 3 Deineko E., Thaller C., Liedtke G. Assessing Long-Term Impacts of Automation on Freight Transport and Logistics Networks: Large-Scale LRP Integrated in Microscopic Transport Simulation. *Transportation Research Procedia*. 2022. Vol. 62, P. 624-631.
- 4 Інтелектуальні системи автоматизації : монографія / Аврунін О. Г. та ін. Кременчук : Видавництво «НОВАБУК», 2021. 322 с.
- 5 Дикань В.Л., Данько І., Кондратюк М.В. Удосконалення організаційної структури залізничного комплексу України в сучасних умовах: монографія. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 190 с.
- 6 Qi Y.X., Harrod S., Psaraftis H.N., Lang M. Transport service selection and routing with carbon emissions and inventory costs consideration in the context of the Belt and Road Initiative. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2022. Vol. 159, Article 102630. DOI:10.1016/j.tre.2022.102630
- 7 Ломотько Д. В., Балака Є. І., Резуненко М. Є. Визначення оптимальної кількості вагонів у маршрутних поїздах. *Залізничний транспорт України*. 2019. № 4. С. 4-12.
- 8 О कोरोков А. М. Удосконалення управління транспортними вантажними комплексами в транспортних вузлах: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Дніпропетровський нац. ун-т зал. тран-ту. Дніпропетровськ, 2013. 163 с.
- 9 Al-Mousa M., Sipilä H., Fröidh O. Railway capacity utilization and service quality of freight trains with increased top speed in mixed traffic. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2024. Vol. 24, Article 101242.
- 10 Бараш Ю.С. Управління залізничним транспортом країни : монографія. Дніпро : НУЗТ, 2006. 252 с.
- 11 Данько М.І., Дикань В.Л., Якименко Н.В. Забезпечення конкурентоспроможності промислових підприємств України в умовах

- міжнародних транспортних коридорів : монографія. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 170 с.
- 12 Мельникова Н.В., Янченко Н.В. Показники оцінки прямого і зворотного матеріальних потоків промислового підприємства. *Проблеми і перспективи розвитку підприємництва*. 2018. С. 98–112. DOI: <https://doi.org/10.30977/PPV.2226-8820.2018.20.0.98>
- 13 Стеценко, І.В. Моделювання систем: навч. посіб. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т, Черкаси : ЧДТУ, 2010. 399 с.
- 14 Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. Системологія на транспорті. Книга 1. Основи теорії систем і управління, Київ.: Знання України, 2005. 343 с.
- 15 Крикавський Є.В. Логістика для економістів: підручник. Львів: видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2004. 448 с.
- 16 Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. Х.: ХНАМГ, 2010. 345 с.
- 17 Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров та ін. Суми : СДУ, 2017. 212 с.
- 18 Офіційний сайт Полтавського гірничо - збагачувального комбінату веб-сайт. URL: <http://www.ferrexpo.ua/>. – (Дата звернення 09.09.2024).
- 19 Таньков К.Ч. Виробнича логістика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – Х.: ВД "ІНЖЕК", 2004. 352 с.
- 20 Kozachenko, D. Resource-saving technologies of railway transportation of grain freights for export. *Archives of Transport*, 2018. Vol. 45, Issue 1. P. 53-64.
- 21 Мельниченко О.І. Розробка методів, моделей і алгоритмів організації і управління процесами перевезень вантажів у транспортному комплексі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеню канд. техн. наук: спец. 05.13.22. Київ: УТУ, 2000. 18 с.
- 22 Cadarso L., Marín Á., Espinosa-Aranda J. L., García-Ródenas R. Train Scheduling in High Speed Railways: Considering Competitive Effects. *Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol.162. P. 51 – 60.
- 23 Ehrgott, M. Multicriteria Optimization. *Springer*. 2005. [ISBN 3-540-21398-8](https://doi.org/10.1007/978-3-540-21398-8). P. 220-281.

24 [Canca D.](#), [Zarzo A.](#), [Algaba E.](#), [Barrena E.](#) Confrontation of Different Objectives in the determination of train scheduling. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2011. [Vol. 20](#). P. 302-312.

25 Vansteenwegen P., Oudheusden D. Developing railway timetables which guarantee a better service. *European Journal of Operational Research*. 2006. Vol.173. P. 337-350.

26 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навчальний посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.