


**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
Факультет транспорту та будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр**


спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)».
освітня програма «Транспортні технології на залізничному транспорті»

на тему: «Застосування інформаційних технологій для підвищення ефективності управління вагонопотоками на залізничних напрямках»

Виконав: студент групи ОПЗТ-22зм
Костіна О.О.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Семенов С.О.


.....
(підпис)

Завідувач кафедри: проф.Чернецька-Білецька Н.Б.


.....
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ	9
1.1 Огляд інформаційних додатків, які потенційно можна використати для вдосконалення технологій на залізничному транспорті	9
1.2 Короткий аналіз обсягів перевезень вантажів	15
Висновки до 1 розділу	19
2. ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ	20
2.1 Підходи до удосконалення процесу доставки вантажів залізничним транспортом	20
2.2 Формування удосконаленої технології взаємодії залізничного транспорту із клієнтами АТ “Укрзалізниця”	24
2.3 Формалізація технологічного процесу перевезення вантажів у вигляді математичної моделі	33
Висновки до 2 розділу	41
3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЗАЛІЗНИЦЯХ КРАЇНИ	42
3.1 Формування вимог до системи підтримки прийняття рішень диспетчерського персоналу при управлінні вагонопотоками на залізничних напрямках	42
3.2 Удосконалення структури взаємовідносин учасників перевізного процесу та комплексу додаткових задач АСК ВП УЗ-Є	46
Висновки до розділу 3	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	56
ДОДАТОК А	64

1. ОГЛЯД ОСОБЛИВОСТЕЙ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1 Огляд інформаційних додатків, які потенційно можна використати для вдосконалення технологій на залізничному транспорті

Залізничний транспорт є основою транспортної системи країни, що покликаний реалізувати ефективний розвиток ринкових відносин та підприємницької діяльності у внутрішніх і міжнародних залізничних сполученнях й бути конкурентоздатним по відношенню до інших видів транспорту. Організація ефективного виробництва на залізничному транспорті безпосередньо залежить від системи організації вагонопотоків, включаючи одну з найважливіших її складових - маршрутизацію перевезень вантажів. В існуючих економічних умовах гарантією успішної праці залізниць є підвищення результативності транспорту за рахунок зниження експлуатаційних витрат. Для клієнта це означає прискорення доставки вантажів, для сталевих магістралей - економію завдяки покращенню експлуатаційних показників вантажних перевезень, що вельми актуально в умовах дефіциту рухомого складу та тягових ресурсів.

Найбільш значний вплив на витрати, що пов'язані із управлінням вагонопотоками на залізничних напрямках, спричиняє сама технологія організації составів поїздів. Це складний комплексний процес, що потребує чітких дій від усіх учасників перевезення. А саме, прозорого відображення порядку забезпечення порожніми вагонами пунктів навантаження у відповідності із заявками вантажовідправників, підготовки рухомого складу та технології навантаження, своєчасної подачі відповідних локомотивів, формування составу поїзда, оформленню документів, завчасне прогнозування поїзної та вантажної роботи на станціях, де здійснюється навантаження та вивантаження вагонів і прилеглих до них перегонів [1].

Про ефективність організації маршрутних відправок можна говорити у разі оцінки їх з немаршрутним відправленням вантажів. Тому до цього треба

включати лише ті заощадження і втрати, що відрізняються при даних способах організації вагонопотоків. Щоб визначити економічну ефективність маршрутизації, необхідно встановити початковий та кінцевий моменти зіставлення з відправленням у немаршрутних поїздах, які характерні для кожного процесу, що розглядаються. Ефективність маршрутизації можна уявити у вигляді елементів, кожен з яких характеризує вид заощаджень або втрат (скорочення простою вагонів, зменшення обсягів маневрової роботи тощо) і де вони отриманні (на пункті навантаження, на попутних технічних станціях і т. д.). Основною умовою доцільності маршрутизації з місць навантаження є економія вагоно-годин у порівнянні з прямуванням вагонів звичайним порядком, тобто по плану формування для технічних станцій.

Комплексна оцінка ефективності маршрутизації може бути оцінена різними критеріями:

- у грошовому виразі – з використанням витратних ставок вагоно-годин, маневрових локомотиво- і бригадо-годин. При цьому для розрахунку витратної ставки вагоно-годин враховується вартість лише тих вантажів, а також вартість і витрати на ремонт тільки того роду вагонів, які приймають участь у цих перевезеннях;

- у приведених вагоно-годинах, коли всі види витрат і економії за допомогою відповідних економічних еквівалентів приводяться до натурних вагоно-годин;

- у натурних вагоно-годинах, коли враховуються лише витрати й економія часу на простої та переробку вагонів [1-4].

Одним із найбільш потужних інструментів конкурентної боротьби є впровадження на підприємстві сучасної інформаційної системи, за допомогою якої стають можливими використання інноваційних інструментів для обслуговування клієнтів; підвищення ефективності роботи; освоєння нових ніш для ведення бізнесу; аналіз бізнес-процесів підприємства; оптимізація, формалізація, опис бізнес процесів; оформлення проектної

документації; автоматизація бізнес-процесів підприємства; впровадження та супровід програмних продуктів.

Технічні можливості для реалізації різних рішень в галузі побудови інформаційних систем нині надзвичайно широкі і цілком доступні. Все більша кількість виробників підтримують роботу своїх систем на різних платформах і гарантують підключення до систем різних пристроїв. Сьогодні є можливість підключитися до локальної мережі компанії в будь-який момент. Керівник може контролювати роботу підлеглого звідки завгодно в режимі реального часу.

Важливим елементом інформаційної системи сучасного підприємства є ІТ-інфраструктура. Вона є єдиним комплексом програмних, технічних, комунікаційних, інформаційних та організаційно-технологічних засобів забезпечення функціонування підприємства, а також засобів управління ними [60].

Для забезпечення ефективної діяльності сучасні підприємства потребують ІТ-інфраструктуру, що складається з інтегрованого комплексу систем, програм і служб. ІТ-інфраструктура повинна бути цілісною, максимально надійною, грамотно спроектованою, володіти великим запасом міцності, не тільки відповідати поточному стану бізнесу, але й враховувати його розвиток у майбутньому. Саме для «правильного проектування» ІТ-інфраструктури необхідне створення ІТ-стратегії, що є комплексом системних рішень, спрямованих на довгострокове вдосконалення технологічної та технічної складових інформаційної системи підприємства.

Інформаційні технології та системи (ІТ/С) – насамперед інструмент управління. Як і будь-який інший, він служить для координації та контролю ходу бізнес-процесів під час досягнення цілей. Просте володіння цим інструментом, як і будь-яким іншим, не гарантує успіху, але його відсутність на підприємстві, яке націлене на зростання, може призвести до втрати конкурентоспроможності, зменшення частки ринку та низької ефективності.

Коли можна реалізувати практично будь-який запит, ключовим завданням в галузі створення релевантних та ефективних інформаційних систем є чітке уявлення необхідного результату.

Одним з таких запитів на підприємстві є автоматизація управління людськими ресурсами. Умови глобалізації створили попит на програмне забезпечення, яке здатне інтегрувати команду, працювати над спільними завданнями, незважаючи на фізичну відстань між членами команди, а також пришвидшувати пошук та відбір персоналу.

Сучасне програмне забезпечення пропонує корисний інструментарій для вдосконалення процесу рекрутингу, а саме ATS – систему автоматизації підбору персоналу. Різні сервіси мають різний функціонал. Одні спрощують саме процес пошуку, такі як “Friend Work Recruiter” або “Amazing Hiring” [60]. Ці (та інші аналогічні) сервіси здатні не тільки здійснювати глибокий пошук кандидатів на вакансію за заданими параметрами, але й інтегрувати інформацію про кожного спеціаліста з різних ресурсів. Через те, що більшість інтернет-ресурсів з базами резюме вимагають оплату за доступ до контактних даних, такі ATS можуть зекономити не тільки час, але й фінансові ресурси. Щоправда, безкоштовним використання вищезгаданих ресурсів є тільки перші 15 днів, але ціни є порівняно доступними для середнього та малого бізнесу.

Інший тип ATS розрахований більше на процес відбору. Так, “HRP.com” має бібліотеку компетенцій з оціночними питаннями і варіантами відповідей на них (що досить рідко зустрічається серед програм-конкурентів), порівняння кандидатів за заданими критеріями, шаблони листів для кандидатів, прив’язку до календаря (для планування та тайм-менеджменту), аналітичні інструменти. Досить схожим є “Qandidate”, але замість двох перших інструментів існують можливість створення «відсіювачих» питань, на які повинні відповісти всі кандидати, створення орендованої сторінки та інтеграція з “LinkedIn”. Більше того, останній ресурс є безкоштовним. Серед безкоштовних систем автоматизації підбору персоналу можна також

виокремити “aRecruiter”, “Talentsquare”, “Zoho Recruit” (хоча останні дві мають досить обмежений функціонал у безкоштовних версіях) [60]. Ці та багато інших інструментів є доступними для рекрутингу в малому та середньому бізнесі.

Великі можливості нині відкриваються і для навчання персоналу. Це пов'язано з виникненням такого поняття, як E-learning. Більшість ресурсів передбачають безкоштовний доступ до інформації, а отже, й економію ресурсів підприємства. Щоправда, існує бар'єр, а саме необхідність знання іноземної мови, через що нижче будуть наведені ресурси для вивчення іноземних мов.

З'являється нова тенденція на ринку навчальних програм – ігрова форма для засвоєння важкої інформації. Прикладом є існування таких ресурсів, як “Code Avengers” , “Code studio”, “Rails for Zombies”, “Code Combat” (всі три ресурси навчають мовам програмування та є безкоштовними).

Однією з найважливіших управлінських сфер для застосування сучасних інформаційних систем є програмне забезпечення. Так, наприклад, одним з найбільш популярних та безкоштовних ресурсів є “Redmine”, який має такий функціонал: ведення декількох проектів; гнучка система доступу, заснована на ролях; система відслідковування помилок; діаграми Ганта і календар; ведення новин проекту, документів і управління файлами; оповіщення про зміни за допомогою RSS-потоків і електронної пошти; форуми для кожного проекту; облік часових витрат; налаштування довільних полів для інцидентів, часових витрат, проектів і користувачів; створення записів про помилки на основі отриманих листів; багатомовний інтерфейс; підтримка СУБД MySQL, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, SQLite, Oracle [60].

Автоматизація бізнесу не менш важлива для фінансового обліку та аналізу, ведення бухгалтерії, супровідної документації. Використання інформаційних, інноваційних систем у цій сфері здатне значно підвищити конкурентоспроможність підприємства на ринку, а також ідентифікувати і нейтралізувати наявні проблеми.

Слід відзначити, що під час вибору ERP-системи необхідний глибокий аналіз підприємства, адже існує широкий спектр конфігурацій, які забезпечують автоматизацію відповідно галузі, специфіки діяльності, масштабу, пріоритетам та технологіям підприємства. Можливість інтеграції з іншими сервісами та ПЗ забезпечує цілісність та більш високу ефективність управління підприємством.

Новим напрямом розробки сучасного ERP-забезпечення є розробка зручних мобільних додатків, які допомагають в мобільному обліку фінансів та веденні документації. До інформаційних систем цього типу відносяться такі програмні інструменти, як “Mint.com” (забезпечує не тільки фінансовий облік, але й потужну систему безпеки), “Financisto”, “Toshl”. Специфікою “Toshl” є його оформлення: у гумористичному стилі додаток нагадує про перевищення бюджету та надає поради для оптимізації власних витрат. Всі ці три інструменти є безкоштовними. За помірну плату можна скористатися і іншими додатками. Так, перевагами “Money”, що є одним з найпопулярніших у світі серед аналогів, є не тільки ілюстративність руху грошей за рахунок інфографіки, але й можливість супроводу транзакцій чеками та голосовими коментарями. Такий додаток, як “BilliBox”, не потребує механічного занесення інформації, адже достатньо лише фотографій чеків, з яких він «витагує» усю необхідну інформацію.

Цікавими для оптимізації процесу управління фінансами є безкоштовні додатки “DebtControl” та “BillMinder”, які допомагають контролювати кредиторську заборгованість за допомогою системи нагадування та визначення пріоритетності напрямів сплати [60].

Важливим для оптимізації процесу управління є переведення у цифровий простір рутинних адміністративних операцій, зокрема документообігу та нормативно-правового обґрунтування управлінського рішення. Наприклад, додаток “iPlex” є збіркою кодексів та законів України, що доступні навіть без підключення до Інтернету. Даний додаток буде корисним для створення договорів, актів та іншої документації. Він має

можливість безкоштовного запиту у Єдиному державному Реєстрі юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців, за необхідності є функція термінового пошуку реквізитів партнера за юридичною назвою підприємства.

Однією з управлінських проблем, що успішно вирішується за допомогою ІТ-технологій, є віддалений доступ до спільних баз користувачів, що розділені територіально. Для зберігання документів та надання доступу до них уповноваженим особам існують хмарні сховища даних. Найвідомішими з них є “Google Drive” та “Dropbox” [60]. Існування мобільних додатків забезпечує можливість доступу та роботи з документами навіть за непередбачуваних обставин і відсутності доступу до комп’ютеру.

1.2 Короткий аналіз обсягів перевезень вантажів

Відомо, що «Одним з основних видів залізничного сполучення відповідно до обсягів транспортування є внутрішнє, а потім вже експорт» [23] (див. рис. 1.1).

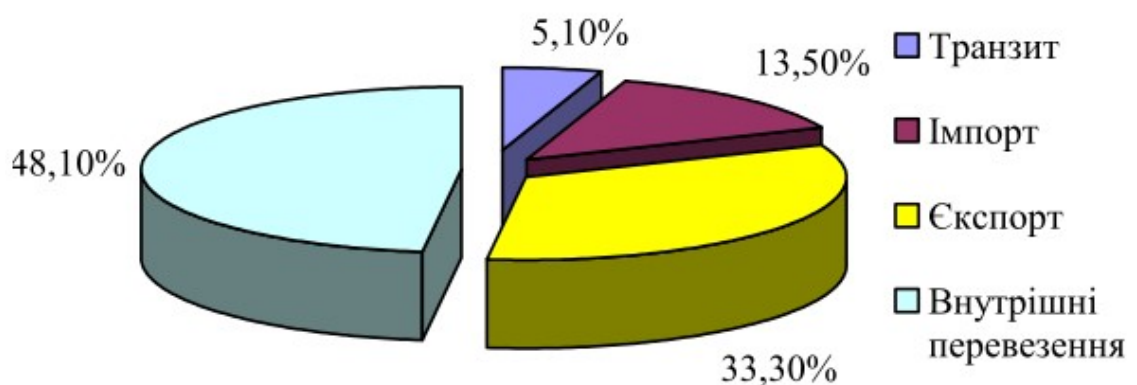


Рис. 1.1 Огляд транспортування вантажів

Якщо брати вантажообіг, то найбільший відсоток займають експортні відправки (див. рис. 1.2).

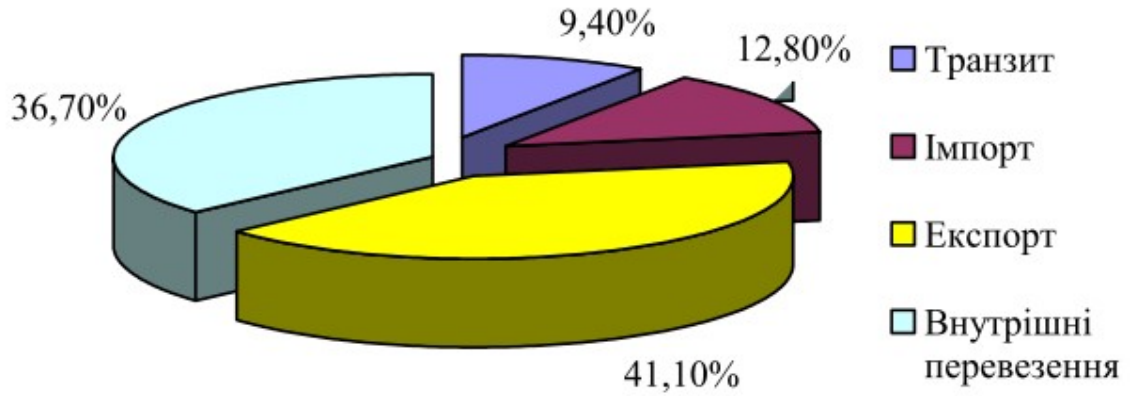


Рис. 1.2 Дані вантажообігу за видами сполучення

З рис. 1.3 видно, що наймасовішими вантажами при експортних відправках є залізрудна сировина та зернові вантажі [2, 7, 8, 27].

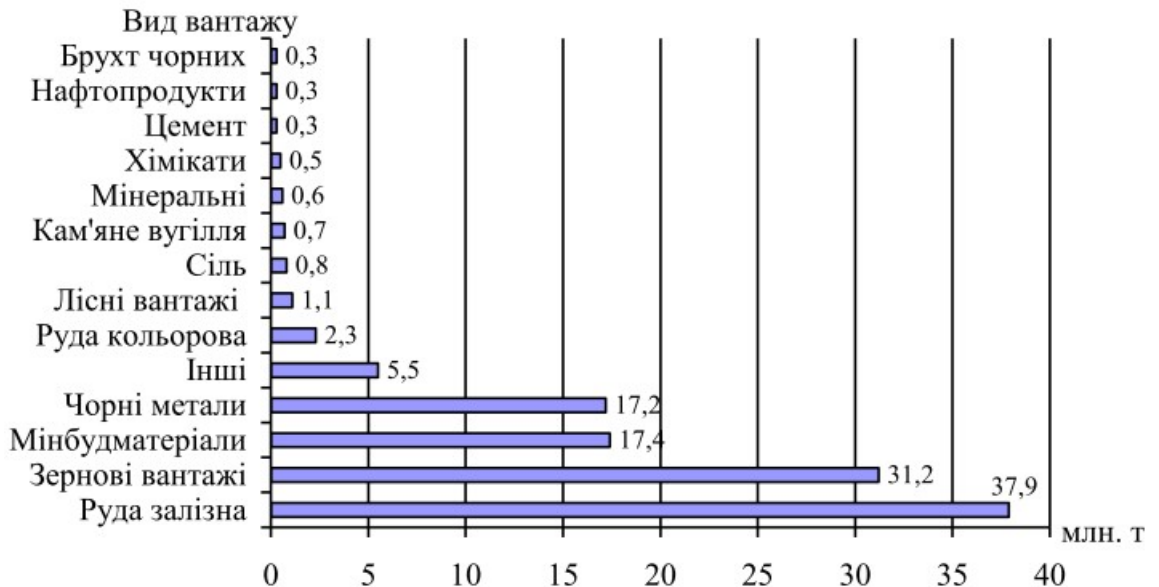


Рис. 1.3 Обсяги перевезення експортних вантажів

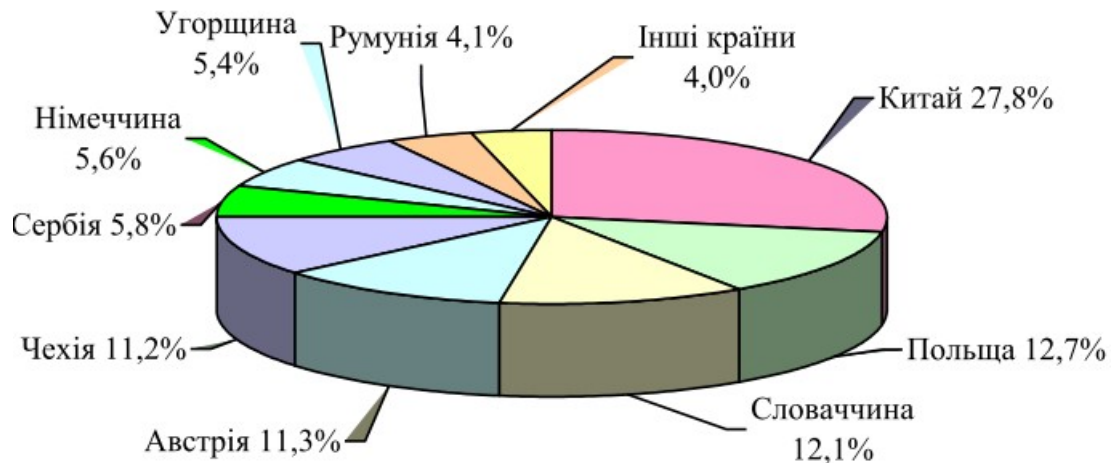


Рис. 1.4 Найбільші країни – імпортери залізної руди

Найбільші країни-імпортери цих наведено на рис. 1.4 та 1.5.

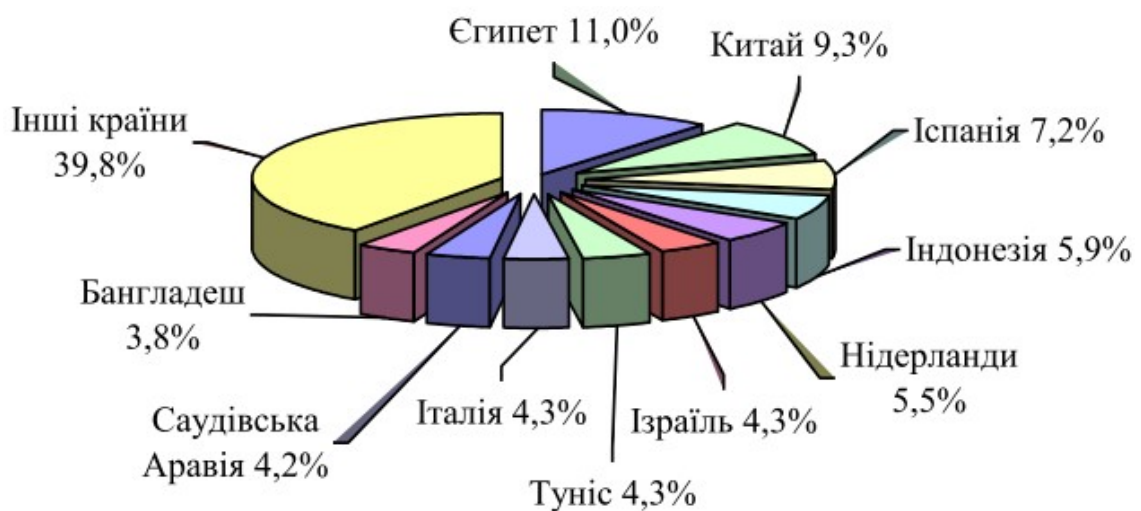


Рис. 1.5 Найбільші країни – імпортери зернових культур

В роботах [2-5] відмічено наступне: «...умови функціонування та експлуатації залізничного транспорту, що склалися на даний час, вимагають максимально достовірних даних для якісного планування перевезення вантажів, а, відповідно, визначення кількості вантажних та тягових ресурсів, завантаженості залізничних напрямків та станцій».

Здійснено детальний аналіз планових та фактичних обсягів перевезення зернових вантажів та залізорудної сировини, який представлено на рис. (рис. 1.6 та рис. 1.7. Детальніше обсяг перевезень зернових вантажів наведений у додатку А.

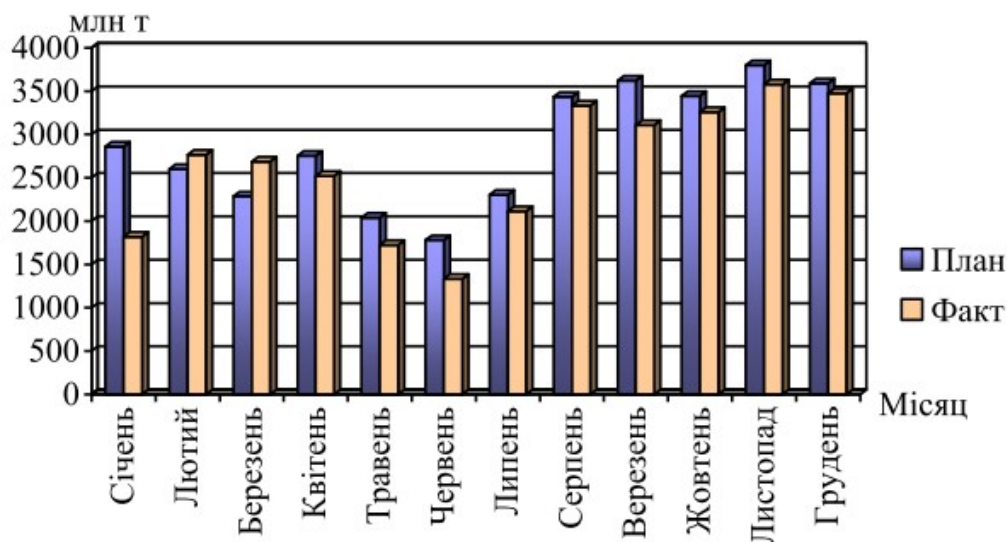


Рис. 1.6 Планові та фактичні обсяги перевезення зернових вантажів

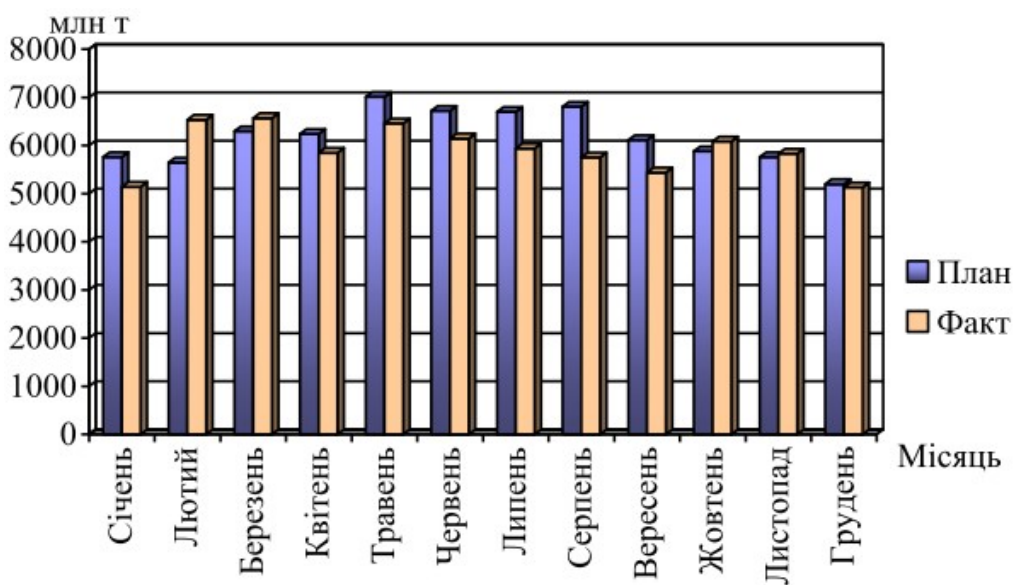


Рис. 1.7 Планові та фактичні обсяги перевезення залізорудної сировини

Висновки до 1 розділу

Для прогнозу вантажоперевезень можна застосувати експоненціальне згладжування часових рядів для побудови короткострокових прогнозів. Головною перевагою прогновної моделі, заснованої на експоненціальних середніх, є те, що вона здатна послідовно адаптуватися до нового рівня процесу без значного реагування на випадкові відхилення. Прогноз показав подальше зниження обсягів перевезення вантажів.

Проведені дослідження показали, що найбільш стабільними та наймасовішими є експортні перевезення, які слідують в напрямку порту або західного кордону України. Такі напрямки є найбільш завантаженими, на яких найчастіше виникають труднощі із пропуском поїздів. Наймасовішими вантажами при експортних відправках є залізорудна сировина та зернові вантажі. Тому доцільно досліджувати особливості організації вагонопотоків саме на прикладі перевезення експортних вантажів.

Для вирішення поставленої задачі необхідним є виявлення та вивчення параметрів, що впливають на якість перевізного процесу. Аналіз наукових робіт та дослідження планових і фактичних показників роботи залізничного транспорту довели, що існує значна розбіжність між цими показниками. Це свідчить про необхідність більш достовірного підходу до прогнозування.

2. ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ВАГОНОПОТОКАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

2.1 Підходи до удосконалення процесу доставки вантажів залізничним транспортом

Цінність маршрутизації в остаточному підсумку полягає не в кількості маршрутів або вагонів у маршруті, а в одержанні від неї максимальної вигоди. При однакових обсягах маршрутизації можуть бути отримані різні результати. Це залежить від якості плану маршрутизації й технології організації маршрутів, а також від характеру їх виконання. Тому універсальний та основний показник маршрутизації - її ефективність, яка виражається економією грошових коштів або приведених вагоно-годин, тобто коли сума загальних грошових надходжень за цими показниками більша ніж витрати [1, 47].

Освоєння заданих або прогнозних обсягів вантажних перевезень може бути досягнуто за рахунок збалансованого розвитку транспортної мережі й побудови оптимальної схеми вагонопотоків при умові обмеженості капіталовкладень і поповнення робочого парку вагонів. Комплексне вирішення задачі перерозподілу сортувальної роботи та оптимальної організації вагонопотоків мають велике значення для підвищення ефективності використання технічних засобів транспорту.

В дослідженнях складних виробничих систем, у тому числі і вантажних станцій, частіше стали застосовуватися методи моделювання, які відкидають можливість у багаточисельних допущеннях. Методи моделювання дають можливість отримати оцінку показників якості організації обслуговування для будь-яких періодів часу, у той же час аналітичний метод слухний лише для моментів, коли процес обслуговування постійно визначений у часі.

Найголовнішою задачею в галузі перевезень залізничним транспортом є раціональна технологія управління вагонопотоками на залізничних

напрямах, яка може бути досягнута шляхом удосконалення технології роботи станцій та дільниць, що зорієнтовані на підвищення ефективності використання рухомих одиниць за рахунок прискореного просування вагонопотоків. В останні роки до порядку здійснення вагонопотоків все частіше висувають вимогу забезпечення їх економічності. Для скорочення витрат на перевезення необхідно розглядати нові напрямки вагонопотоків, скорочувати кількість переробок на сортувальних станціях за рахунок формування поїздів більш далекого призначення, що дасть можливість значно скоротити експлуатаційні витрати, покращити якісні показники роботи станцій та регіональних філій в цілому, впливати на простій вагонів на станціях, на тривалість доставки вантажів, прискорити просування вагонів, а також збільшити кількість відправницьких та технічних маршрутів.

Для цього, перш за все, треба змінити курс дій в оперативному управлінні перевезень на залізницях України, а це означає, що треба знаходити шляхи оптимізації експлуатаційної роботи: впроваджувати комплекс технічних засобів і сучасних інформаційних технологій, удосконалювати автоматизовану систему управління вантажними перевезеннями. Для знаходження оптимального варіанту організації вагонопотоків не достатньо використовувати тільки розрахункові методи для складання плану формування поїздів, що встановлюють лише найбільш ефективні форми об'єднання струменів при незмінних значеннях нормативів. Вдосконалення системи оперативного керування перевезеннями повинно бути спрямовано на прискорення обігу вагонів, збільшення продуктивності роботи локомотивів і локомотивних бригад, зменшення експлуатаційних витрат [5, 48].

Організація перевезень вантажів ґрунтується на концентрації вантажопотоків на залізничних напрямках, раціональному використанні технічних засобів вантажовідправників, вантажоодержувачів та залізниці. Важливе значення для прискорення вантажопотоку має взаємодія

залізничників з клієнтами, а також між відправниками і одержувачами вантажу. Адже переробна та пропускна здатності залізничної інфраструктури обмежені. Від спроможності вивантажувальних ресурсів та відповідальності адресата відправки залежить і те, наскільки вчасно та чи в повному обсязі здійсниться вивантаження без затримки вагона.

На даному етапі існують протиріччя між інтересами регіональних філій залізниці, вантажовідправниками та операторами-власниками вантажних вагонів. Наприклад, якщо АТ “Укрзалізниця” у цілому вигідно формувати відправницькі маршрути і з технологічної, і з економічної точки зору, то регіональна філія відправлення маршруту недоотримує доходи, так як на основі договорів про перевезення вантажів між регіональною філією та вантажовідправниками передбачається зменшення провізних платежів при формуванні відправницького маршруту у порівнянні з тарифом при вагонних відправках, а механізму перерозподілу між залізницями експлуатаційних витрат та економії, що виникає на шляху прямування із-за скорочення переробки вагонів на технічних станціях, нема. А також експлуатаційні показники станції відправлення знижуються у зв’язку зі збільшенням простою вагонів у порівнянні з нормативним показником при формуванні відправницьких маршрутів. На станції навантаження зростають витрати часу на простій під вантажними операціями (на накопичення складу поїзда), а ефективність від пропуску маршрутного вагонопотоку, що виникає за рахунок підвищення транзитності, досягається в цілому по всій мережі та транзитних регіональних філіях. Звідси і прагнення станцій відправлення маршрутів оформити перевізні документи на вантажі, що слідує маршрутами, як на вагонні відправки.

Тому необхідним постає завдання пошуку компромісу з технологічної та комерційної точки зору зацікавленості АТ “Укрзалізниця” та вантажовідправників так, щоб з однієї сторони регіональні філії раціонально використовували пропускну, провізну та переробну спроможність

інфраструктури, а з іншої - стимулювали вантажовідправників на формування відправницьких маршрутів.

Весь процес доставки вантажів від пункту А до пункту В може бути зображений як набір (множина) фаз, через які проходить вантаж. Дану множину можна зобразити у вигляді виразу

$$\Omega_{AB} = \{W_1, W_2, \dots, W_P\} \quad (2.1)$$

p – назва i -ої фази процесу доставки вантажу, $i = 1, P$.

Кожна фаза процесу доставки вантажу характеризується відповідними витратами. Тоді, витрати на організацію та просування вагонопотоку від зародження до погашення маршруту на залізничних напрямках приймають вигляд

$$\sum_{i=1}^P C(m) = C_{нав}(m) + C_{нак}(m) + C_{мл.ф}(m) + C_{відпр}(m) + C_{ПКІ}(m) + C_{прос}(m) + C_{простр}(m) + C_{вохор}(m) + C_{розф}(m) + C_{вив}(m) \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

$C_{нав}$ – витрати на виконання вантажних операцій в пункті навантаження, грн;

$C_{нак}$ – витрати на накопичення вагонів до состава поїзда при формуванні маршрутної відправки, грн;

$C_{мл.ф}$ – витрати на роботу маневрових локомотивів при формуванні поїзда, грн;

$C_{відпр}$ – витрати на підготовку поїзда по відправленню, грн;

$C_{ПКІ}$ – витрати на початково-кінцеві та інформаційні операції, грн;

$C_{прос}$ – витрати на просування вагонопотоку, грн;

$C_{простр}$ – витрати, що виникають у зв'язку із простроченням терміну доставки вантажів, грн;

$C_{вохор}$ – витрати, що пов'язані із супроводженням поїзда воєнізованою охороною, грн;

$C_{розф}$ – витрати на розформування состава поїзда, які включають також витрати на роботу маневрових локомотивів при розформуванні поїзда, грн;

$C_{вив}$ – витрати на виконання вантажних операцій в пункті вивантаження, грн.

Кожна із складових формули (2.2) залежить від величини транспортної партії вантажної відправки m , т. При деякому значенні $m = m_{opt}$ витрати мінімальні C_{min} . Це значення партії відправки є оптимальним. Але витрати на організацію, просування та погашення вагонопотоку прямо пропорційні кількості вантажу, що перевозиться, і мінімальне значення функціонала $C(m)$ буде досягтися при m , що прагне до одиниці. Тому цільову функцію доцільно оптимізувати мінімізуючи сукупні витрати, що приходяться на одиницю вантажу, що перевозиться (зокрема на один вагон) [3].

Для підвищення рівня функціонування галузі необхідно проводити велику організаційну роботу: детально вивчати пункти відправки з метою виявлення можливості завантаження повного складу поїзда на одній станції відправлення; укрупнювати, наскільки це можливо, наряди на відправку вантажів, щоб максимально концентрувати вантажопотоки за напрямками перевезення; досліджувати резерви пунктів призначення у запобігання довготривалих затримок вагонів під вивантаженням; підвищувати якість використання вагонів, своєчасно забезпечувати вантажні пункти порожніми вагонами, повністю задовольняти заявки відправників на перевезення вантажів [15].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Данько М.І., Богомазова Г.Є. Комплексна оцінка доцільності організації маршрутних перевезень. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. 2009. Вип. 102. С. 31–39.
2. Бауліна Г.С., Богомазова Г.Є. Дослідження доцільності використання логістичної технології “прикордонний сухий порт” в умовах прикордонної перевантажувальної станції. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. 2011. Вип. 124. С. 142–147.
3. Богомазова Г.Є. Удосконалення методів визначення ефективності маршрутизації перевезень з урахуванням сучасних вимог. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. 2013. Вип. 137. С. 105–110.
4. Лаврухін О.В., Блиндюк В.С., Богомазова Г.Є., Киман А.М., Тофан М.О., Розумович Р.Б. Удосконалення технології оперативного планування вантажної роботи при взаємодії власників рухомого складу із залізницею України. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. 2015. Вип. 156. С. 12–17.
5. Богомазова Г.Є. Проблема вибору раціонального варіанту організації вагонопотоків. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2011. Вип. 1/3 (49). С. 33–35. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.99185.
6. Bold moves needed to secure modal share. Materials company McKinsey. Railway Gezette Internetalional. London, 2014. № 9. P. 74-80.
7. Директива Ради 91/440/ЄЕС від 29 липня 1991 р. про розвиток залізниць Співтовариства. / Рада європейських співтовариств. Офіційний вісник ЄС. 1991. L 237, 24 серпня 1991 р. С. 25–28.
8. Про затвердження та введення в дію Інструктивних вказівок з організації вагонопотоків на залізницях України: Наказ Укрзалізниці

- від 29 грудня 2004 р. № 1028 – ЦЗ/ Державна адміністрація залізничного транспорту України. К.: ТОВ «Швидкий рух», 2005. 100 с.
9. Козаченко Д., Верлан А., Санницький Н. Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень. Українська залізниця. 2016. № 9 (39). С. 46–50.
 10. DB NETZE // Deutsche Bahn AG. URL: <https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/betrieb/netzleitzentrale-1393396>. (дата звернення 23.10.2023).
 11. SNCF Réseau // SNCF. URL: <https://www.sncf.com/en/network-expertise/rail-network/sncf-reseau/network-access>. (дата звернення 23.10.2023).
 12. Марценюк Л.В. Огляд досвіду реформування провідних залізниць світу. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2013. Вип. 1 (43). С. 63–81.
 13. Лимар Н.М. Зарубіжний досвід реформування залізничного транспорту. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2012. № 37. С.148–152.
 14. Данько М. І., Ломотько Д.В., Запара В.М., Кулешов В.В. Формування вимог до технології взаємодії залізничних адміністрацій і власників рухомого складу. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2011. Вип. 124. С. 5–11.
 15. Кулешов В. В. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами різних форм власності з метою оптимізації пропускної спроможності залізничних транспортних систем. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2011. Вип. 124. С. 83–90.

16. Бутько Т. В., Шандер О.Е. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній. Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. Вип. 2/3 (68). С. 55–58.
17. Мироненко В. К., Кацман М. Д., Мацюк В. І. Підвищення ефективності бойового застосування підрозділів ліквідації наслідків надзвичайної ситуації при залізничних перевезеннях небезпечних вантажів з урахуванням економічного аспекту. Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2015. №2(42). С. 168 – 172.
18. Кацман М. Д., Мироненко В. К., Мацюк В. І. Практичне застосування мережецентричних методів для управління реагуванням на залізничні надзвичайні ситуації. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. 2016. № 2(47). С. 196–199.
19. Прохорченко А. В. Формування методів управління розподілом пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах недискримінаційного доступу: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01. Харків, 2015. 412 с.
20. Єгоров О.І. Процедура ідентифікації поїздів з використанням інформації АСК ВП УЗ Е. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2015. № 6. С. 61–66.
21. Кириченко Г.І. Інтелектуальна система управління процесом доставки вантажу. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2015. № 5. С. 3–6.
22. Кириченко А.І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу. Проблеми транспорту. 2012. С. 17–27.
23. Naumov V., Nagornyi Iev., Litvinova Y. Model of multimodal transport node functioning. Archives of Transport. 2015. Vol. 36, iss.4. P. 43–54.

24. Lomotko D.V., Alyoshinsky E.S., Zambrybor G.G. Methodological Aspect of the Logistics Technologies Formation in Reforming Processes on the Railways. *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 14. P. 2762–2766.
25. Нагорний Є.В., Огороков А.М., Переста Г.І. Дослідження розвитку системи транспортного обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах. *Вісник дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна*. 2011. № 38. С. 58–62.
26. Котенко А.М. Управління вантажною і комерційною роботою на залізничному транспорті: підручник. Харків, 2005. Ч. 1. 388 с.
27. Альошинський Є.С., Огар О.М., Пестременко-Скрипка О.С. Підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту України у системі міжнародних перевезень. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2017. Вип. 170. С. 78–84.
28. Myronenko V., Samsonkin V., Rudkovskyi S. Mathematical Model of Rationale for Reserve Fleet of Vehicles with Uneven Demand for Transportation. *American Journal of Engineering Research (AJER)*. 2017. Vol. 5, iss.5. P.238–244.
29. Rakhmangulov A., Kolga A., Osintsev N., Stolpovskikh I., Sladkowski A. Mathematical model of optimal empty rail car distribution at railway transport nodes. *Transport Problems*. 2014. Vol. 9. Issue 3. P. 125–132.
30. Fourie C.J., Zhuwaki N.T. A modelling framework for railway infrastructure reliability analysis. *South African Journal of Industrial Engineering*. 2017. Dec. Vol 28(4). P. 150–160.

31. Aly M. H. F., Hemedda H., El-sayed M. A. Computer applications in railway operation. Alexandria Engineering Journal. 2016. № 55. P. 1573–1580.
32. Calado M., Barros J., Nobre E., Prata B. A mixed integer programming approach for freight railcar distribution. Production. 2017. № 27. DOI: 10.1590/0103-6513.203815.
33. Butko T., Prokhorov V., Chekhunov D. Devising a method for the automated calculation of train formation plan by employing genetic algorithms. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 1. Iss. 3 (85). P. 55–61.
34. Камінська Н.І. Адаптивні методи у соціально-економічному прогнозуванні. Форум молодих економістів-кібернетиків «Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід»: VII Міжнар. наук.-метод. конф. (Тернопіль, 21–22 жовтня 2016 р.). Тернопіль, 2016. С. 83–84.
35. Mazengia, D.H. Forecasting spot electricity market prices using time series models: thesis for the degree of master of science in electric power engineering. Gothenburg, Chalmers University of Technology, 2008. 89 p.
36. Копитко В.І., Дацків Ю.О. Прогнозування обсягів вантажних перевезень залізниць в регіонах. Збірник науково-технічних праць "Науковий вісник НЛТУ України". 2011. Вип. 21.10. С. 139–144.
37. Gheyas I., Smith L. A neural network approach to time – series forecasting. Proceedings of the World Congress on Engineering. 2009. Vol. II, July 1-3. P. 1292–1296.
38. Wang Y., Sun H., Zhu J., Zhu B. Optimization model and algorithm design for airline fleet planning in a multi-airline competitive environment. Mathematical Problems in Engineering. 2015. Vol. 2015. P. 1–13.

39. Najaf P., Famili S. Application of an intelligent fuzzy regression algorithm in road freight transportation modelling. *Promet – Traffic&Transportation*. 2013. Vol. 25, No. 4. P. 311–322.
40. Morariu N., Iancu E., Vlad S. A neural network model for time – series forecasting. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. 2009. No. 4. P. 213–223.
41. Pradhan R., Kumar R. Forecasting exchange rate in india: an application of artificial neural network model. *Journal of Mathematics Research*. 2010. Vol. 2, No. 4. P. 111–117.
42. Panchenko S., Lavrukhin O., Shapatina O. Creating a qualimetric criterion for the generalized level of vehicle. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 1, Issue 3 (85). P. 39–45.
43. Xie Mei-Quan, Li Xia-Miao, Zhou Wen-Liang, Fu Yan-Bing. Forecasting the short – term passenger flow on high-speed railway with neural networks. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2014. Vol. 2014. P. 1–8.
44. Tortum A., Yayla N., Gokdag M. The modelling of mode choices of intercity freight transportation with the artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system. *Expert Systems with Applications: An International Journal*. 2009. Vol. 36, Issue 3, April. P. 6199–6217.
45. Нагорний Є.В., Наумов В.С., Черепаха О.С. Нейромережева модель прогнозування параметрів вантажопотоку у містах. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2015. № 2 (219). С. 126–130.
46. Malada H. R., Ivakhnenko A. G. *Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling*. Florida, 1994. 368 p.
47. Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи вантажної станції. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2011. 191 с.

48. Ranieri L., Digiesi S., Silvestri B., Roccotelli M. A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision. Sustainability. 2018. 10. 782. DOI: 10.3390/su10030782.
49. Bernacki D., Lis C. Statistical estimation and prediction of Annual Average Daily Traffic (AADT) on the first/last mile road sections in the Port of Szczecin. Ekonomiczne Problemy Usług. 2017. № 3 (128). P. 67–80.
50. Практичні рекомендації з технолого-економічного управління експлуатаційною роботою залізниць. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України. Головне управління перевезень, 2006. 54 с.
51. Merkle M., Marinescu D., Merkle M. Lebesgue-Stieltjes integral and Young's inequality. Applicable Analysis and Discrete Mathematics. 2014. № 8(1). P. 60–72.
52. Levy R. Probabilistic Models in the Study of Language. November 6, 2012. 264 p.
53. Draper N., Smith H. Applied regression analysis: third edition. New York, 1998. 736 p.
54. Rose C., Smith M. D. The Multivariate Normal Distribution. Mathematica Journal. 1996. № 6. P. 32–37.
55. Про затвердження Статуту залізниць України: Постанова Кабінету Міністрів України від 6 квітня 1998 р. № 457 / Кабінет Міністрів України. Офіційний вісник України. 1998. № 14. С. 150. Ст. 548. Код акта 5167/1998.
56. Укрзалізниця продовжує роботу над створенням сучасних центрів управління рухом поїздів // Урядовий портал: єдиний веб – портал органів виконавчої влади України. URL: http://old.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/article?art_id=246210051&cat_id=248446167 (дата звернення 10.10.2023).
57. Про затвердження Методики розрахунку тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом: Наказ Міністерства

інфраструктури України від 20.06.2013 р. № 418 / Міністерство інфраструктури України. Офіційний вісник України. 19.07.2013. № 52. С. 212. Ст. 1906. Код акта 67824/2013.

58. Пшінько О.М., Бараш Ю.С., Марценюк Л.В. Управління вантажними вагонами компаній – операторів в умовах реформування залізничного транспорту України: монографія. Дніпропетровськ: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2015. 147 с.
59. Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.
60. Байкарова О. Інформаційні технології – засіб оптимізації діяльності підприємств / О. Байкарова, Л. Тарасюк // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2013. – № 11. – С. 177–182.

ДОДАТОК А

Аналіз часового ряду виконані за допомогою програмного продукту STATISTICA [111, 112]. Виробником програми є фірма StatSoft Inc. (США).

Перед початком реалізації моделі прогнозування було проведено статистичний аналіз часового ряду. Прогнозування проводилось на основі статистичних даних обсягів перевезення зерна та продуктів перемолу з 2002 р. по 2016 р. (рис. А.1).

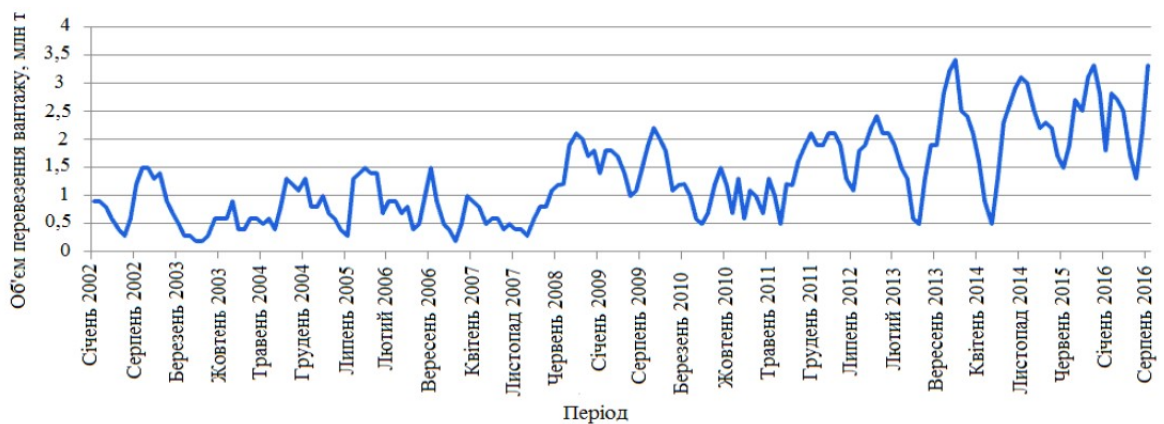


Рис. А.1 Обсяги перевезення зерна та продуктів перемолу

А.2 Аналіз наукових досліджень в сфері перевезення вантажів залізницями різних держав

План формування поїздів, що встановлює рід та призначення груп вагонів у поїздах та розподіляє сортувальну роботу між станціями, є основним для організації вагонопотоків. Методи складання плану формування поїздів постійно розвиваються та вдосконалюються. На основі застосування математичних методів та розвитку комп'ютеризації з'являються нові дослідження в області організації вагонопотоків, але всі методи розрахунку можна розділити на два основних: метод абсолютного розрахунку та метод аналітичних співставлень.

Над питанням удосконалення управління вагонопотоками працювало багато відомих вчених таких, як: В.М. Акулінічев, Є.В. Архангельський, К.А. Бернгард, В.К. Буянова, І.І. Васильєв, П.С. Грунтов [12, 47-52] та інші. Однак аналіз показує певну схожість між безліччю запропонованих методів.

Існуюча практика організації перевезень вантажів характеризується великою різноманітністю форм і підходів до цього питання. Проблема раціональної організації вагонопотоків масових вантажів для прискорення просування рухомого складу була достатньо добре вивчена Н.Є. Боровим [53] та А.А. Аветикяном [54]. У роботах інших вчених [13, 55, 56] ефективність маршрутизації розглядається не в цілому комплексі, а тільки на конкретних етапах (на шляху прямування поїзда або на станціях навантаження і вивантаження маршруту).

Значний вплив на розвиток технології управління вагонопотоками та оптимізації параметрів роботи транспортних засобів, було зроблено в роботах вчених та практиків таких, як: В.М. Акулінічев, Є.С. Альошинський, В.І. Бобровський, Т.В. Бутько, В.К. Губенко, М.І. Данько, І.В. Жуковицький, Г.І. Кириченко, Д.М. Козаченко, А.М. Котенко, О.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, В.І. Мацюк, В.К. Міроненко, Є.В. Нагорний, О.М. Огар, С.В. Панченко, В.В. Повороженко, А.В. Прохорченко, В.М. Самсонкін, А.О. Сміхов та ін..

Задача продуктивного використання вагонів, що не належать українським компаніям, а також власних або орендованих вагонів, останнім часом стала однією з основних в експлуатаційній діяльності залізниць України. Цьому питанню присвячено ряд робіт. Так в дослідженнях [14, 57-59] упор робиться на розвиток інформаційних технологій з організації перевезень парком вагонів операторських компаній, розглядаються підходи до автоматизованого обліку стану технічних засобів і прогнозування попиту на вантажні перевезення, розробляється організаційно-технологічна модель

управління парком вантажних вагонів різних форм власності з урахуванням пріоритетного обслуговування вантажовідправників, вантажоодержувачів. В роботі [14] розбирається оптимальна за вартістю задача регулювання порожніх вагонопотоків з урахуванням поділу вагонів на “свої” і “чужі”, при цьому, не беруться до уваги експлуатаційні витрати інфраструктури та вартість перевезення навантаженого вагонопотоку. В [15] автори пропонують вагони операторських компаній відправляти за постійно визначеним маршрутом, але такий підхід може стати не раціональним в умовах нестачі транспортних ресурсів.

Роботи [16, 17] присвячені оперативному плануванню роботи станцій в умовах невизначеності та постійній мінливості, а також раціональній технології розподілу рухомого складу на залізничному полігоні. При цьому, в цих роботах не було враховано технологію роботи вагонів приватних та іноземних. Надійному функціонуванню залізничних напрямків та ділянок приділена значна увага авторів Міроненка В.К. та Мацюка В.І. в статтях [18-21]. Критерієм ефективності функціонування залізничного транспорту в роботі [22] вважається точність виконання графіку руху поїздів в умовах недискримінаційного доступу до залізничної інфраструктури. Удосконаленню методів автоматизованої ідентифікації рухомих одиниць для підвищення контролю руху поїздів та надання повної інформативності про перевезення присвячено роботи [23-26]. Інтелектуальній системі управління процесом доставки вантажу за допомогою інформаційних технологій при взаємодії системи моніторингу всього процесу перевезення та підтримки прийняття рішення присвячені роботи Кириченко Г.І. [27-29].

Теоретичною і методологічною основами дослідження стали наукові праці вчених в галузі раціонального використання інфраструктури та управління об'єктами транспорту [30-33]. Для підвищення ефективності функціонування транспортних вузлів з урахуванням принципів управління логістикою автори [34] стверджують про необхідність оптимізувати структуру і потужність виробничих ресурсів транспортних вузлів, розробити

такий метод розрахунку спільних графіків, який враховує стохастичний характер параметрів матеріальних та інформаційних потоків.

Автори праці [35] зазначають, що сучасні умови повинні формалізувати функціонування великої динамічної залізничної системи з позиції системного підходу, яка спрямована на загальносистемний оптимізаційний (синергетичний) ефект і враховує комплекс інтересів всіх учасників у транспортному процесі. Одним з головних обмежень для цієї системи є забезпечення скорочення витрат на ресурси (рухомий склад, кількість вантажу на маршруті до споживача, персоналу тощо) для засвоєння заданих обсягів перевезень. Також питанню вдосконалення транспортного обслуговування вантажовласників та підвищенню якості перевезення вантажів присвячені дослідження [36, 37].

З реформуванням залізничного транспорту необхідно переглянути концепцію положень перевізного процесу й відповідно виробити чіткі орієнтири на підвищення якості послуг. Необхідність підвищення конкурентоспроможності залізниць, покращення якості послуг, збільшення ефективності роботи залізничного транспорту, зниження простою на прикордонних передавальних станціях автори статті [38] вирішують за допомогою впровадження в роботу залізничного транспорту системи аналізу та управління ризиками.

Математична модель, що запропонована в [39] для визначення резервного парку транспортних засобів з урахуванням нерівномірного попиту на перевезення відображає величину втраченого прибутку від транспортування вантажу через нестачу транспортних засобів з технологічними, експлуатаційними та економічними параметрами рухомого складу. Описана модель і підхід до її застосування можуть бути використані без фундаментальних змін для обґрунтування експлуатаційного резерву контейнерів, вагонів і тягового рухомого складу. В праці [40] розроблено теоретичні залежності розрахунку кількості вагонів в залежності від

показників, що визначають ступінь ефективності вагонного парку з урахуванням коефіцієнта експлуатаційної готовності та залишкового ресурсу вагона з урахуванням прогнозованих варіантів розвитку подій. В роботі [41] запропоновано евристичний підхід до безперервного процесу перевезення вантажів, що мінімізує затримки судів у транзитних портах, забезпечує регулярну подачу судів, дозволяє визначити найкраще поєднання кількості технічних засобів при плануванні роботи портів. Такий підхід може бути застосований для своєчасного підведення вагонів до порту та їх якнайшвидшій переробці.

В статті [42] розглядається постановка й алгоритм реалізації математичної моделі розподілу порожніх вагонів під навантаження в залізничному транспортному вузлі. Така модель враховує вимоги власників вагонів при їх використанні та рівень завантаженості залізничних станцій вузла в оперативному режимі. Запропонована технологія визначає можливість включення груп порожніх вагонів до складу передавальних або вивізних поїздів при ув'язці поїздів, що обертаються за контактним графіком.

Основною метою роботи [43] є досягнення високої продуктивності залізничної інфраструктури при найменших витратах. Автори пропонують багатокритеріальний підхід до моделювання залізничних систем, заснований на теорії надійності, враховуючи функціональні та експлуатаційні властивості інфраструктури. Такий метод можна застосувати для визначення рівня впливу на роботу галузі при відмові об'єктів залізничного транспорту, а саме відсутності відповідного вантажного або тягового рухомого складу.

Автори в публікації [44] представили імітаційну модель роботи, яка досліджує, оптимізує та оцінює продуктивність залізничної мережі при зміні процесів в інфраструктурі, рухомих одиницях та управлінні рухом. Цей процес моделювання призводить до покращення системи експлуатації залізничної лінії за рахунок впровадження інноваційних комп'ютерних

технологій, що дозволяють слідкувати за роботою підсистем залізниці у реальному режимі часу.

Змішане цілочисельне програмування для вирішення проблеми розподілу вантажних вагонів за напрямками висвічується в [45]. Метою цього дослідження є розробка математичної моделі, яка може запропонувати оптимальний план роботи залізничної мережі.

У праці [46] застосовується метод генетичного алгоритму, який дозволяє вирішувати задачу розрахунку плану формування поїздів для всього полігону залізниць України на основі попередніх даних про обсяги перевезень вантажів. Такий спосіб забезпечує можливість урахування обмежень по пропускній і переробній спроможності об'єктів залізничної інфраструктури.

Аналіз показав, що переважно наукові дослідження спрямовані на удосконалення певної ланки перевізного процесу. В роботах ігноруються ризики, що можуть виникати у процесі переміщення вагонів і, тим самим, зменшувати пропускну здатність мережі. При цьому, недостатньо вивчений повний цикл просування вагонопотоку. Тому, в даній роботі розглядається повний цикл роботи вантажного вагона в ув'язці із роботою станцій відправлення та призначення: підведення порожнього вагонопотоку до вантажовідправника, навантаження вагонів, транспортування вантажу, вивантаження та повернення порожнього рухомого складу на станцію дислокації. При цьому враховуються затримки, що можуть виникнути при переміщенні вагонів та простій вагонів при відсутності тягового рухомого складу. Для формалізації загальної ситуації при можливих перешкодах транспортування вантажу пропонується враховувати досвід роботи як залізничної, так й автомобільної та морської транспортної галузі, а також використовувати вищенаведені дослідження.

За оцінками вчених систематиків прогностики вже налічується понад ста методів прогнозування. На поточний момент розроблено безліч моделей прогнозування часових рядів. У зв'язку з чим, виникає завдання вибору

методу прогнозування, який дасть адекватний прогноз обсягів перевезення вантажів залізницею України. Завдання прогнозування часового ряду обсягів перевезення вирішується на основі створення моделі прогнозування. Моделлю прогнозування часового ряду, тобто майбутніх обсягів перевезення вантажів, є функціональне уявлення, що адекватно описує часовий ряд. Від вибору методу аналізу часових рядів істотно залежить швидкість розрахунків і точність отриманих прогнозів.

Основними моделям та методами прогнозування є:

- прогнозна екстраполяція;
- адаптивні методи прогнозування;
- інтуїтивні або експертні методи прогнозування;
- кореляційний та регресійний аналізи;
- моделі стаціонарних та нестаціонарних часових рядів та їх ідентифікація (AR, MA, ARMA, ARIMA);
- методи групового обліку прогнозування;
- теорія розпізнавання образів;
- прогнозування з використанням нейронних мереж, штучного інтелекту та генетичних алгоритмів.

Представлений перелік методів та їх груп не є вичерпним. Нижні рівні класифікації відкриті для внесення нових елементів, які можуть з'явитися в процесі подальшого розвитку інструментарію прогностики. Деякі не названі тут методи, що не представлені в даному переліку, є або їх різновидами, або подальша їх конкретизація.