


**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**
Навчально - науковий інститут транспорту і будівництва
Кафедра логістичного управління та безпеки руху на транспорті

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи**


освітній ступінь - магістр
спеціальність - 273 – «Залізничний транспорт»
спеціалізація «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ
ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО З ІНШИМИ ВИДАМИ
ТРАНСПОРТУ В ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ»**


Виконав
Здобувач вищої освіти
групи ІБЗТ-19зм


.....
(підпис) Захарова Ю.М.

Керівник:


.....
(підпис) доц. Михайлов Є.В.

Завідувач кафедри:


.....
(підпис) проф. Чернецька-Білецька Н.Б.

Рецензент:


.....
(підпис) (ініціали і прізвище) Вісик Є.В.

Севєродонецьк – 2021

ВСТУП

Актуальність теми

Транспорт - це велика та важлива галузь народного господарства, величезна сфера додатка людської праці, щонайширша область використання новітніх результатів науки і техніки, велетенська динамічна система, де потрібна щонайтісніша взаємодія частин і підрозділів. У цій складній галузі народного господарства взаємодіють в якості підсистем різні види магістрального транспорту, а також міський і промисловий транспорт. Незважаючи на адміністративно-господарську самостійність, усі види транспорту знаходяться у певній залежності один від одного і роблять істотний взаємний вплив на процес і результати своєї роботи. Єдність призначення усіх видів транспорту як підсистем, а так само тісна взаємозалежність між ними дозволяє розглядати їх як єдину транспортну систему держави, функціонування якої обумовлене певними об'єктивними закономірностями.

Транспортний вузол як система представляє собою сукупність транспортних процесів і засобів для їх реалізації в місцях стикування двох або більше видів транспорту. Поняття транспортного вузла включає власне перевізний процес, технічні пристрої і засоби контролю і управління. Вузли грають важливу роль в організації мультимодальних перевезень і вдосконаленні взаємодії різних видів транспорту.

Проблема інтеперабельної взаємодії залежить не лише від планування і організації роботи в транспортних вузлах. При єдності мети для усіх видів транспорту, кожен з них має свою специфіку, що витікає із закономірностей організації руху, рівня і особливостей технічного оснащення, адміністративно-організаційної структури, технологій експлуатації, використовуваних інформаційних систем та ін. Ця специфіка й зумовлює процеси взаємодії разом з історичними і природно-географічними чинниками. Тому при вивченні проблеми інтеперабельної взаємодії різних видів транспорту необхідно розглядати особливості їх взаємодії з урахуванням вказаної специфіки.

Інтероперабельна взаємодія залізничного та інших видів транспорту в транспортних вузлах полягає в злагодженості й узгодженості операцій на різних видах транспорту, що беруть участь у мультимодальному перевізному процесі.

Зважаючи на вищевказане, тема кваліфікаційної випускної роботи магістра, що присвячена питанням підвищення ефективності інтероперабельної взаємодії залізничного та інших видів транспорту в транспортних вузлах, є досить актуальною.

Мета дослідження

Підвищення інтероперабельності взаємодії залізничного та інших видів транспорту в транспортних вузлах.

Об'єкт дослідження

Технології роботи транспортних вузлів.

Предмет дослідження

Технології взаємодії залізничного та автомобільного транспорту на контейнерних терміналах.

Задачі дослідження

- Провести аналіз класифікації транспортних вузлів, їх параметрів та основних характеристик функціонування;
- Розглянути види залізничних вузлів, їх класифікацію, склад та основні принципи проектування;
- Проаналізувати основні принципи технології роботи залізничних вузлів;
- Дослідити шляхи підвищення інтероперабельності процесів взаємодії залізничного з іншими видами транспорту в транспортних вузлах;
- Розробити пропозиції щодо оптимізації взаємодії залізничного та автомобільного транспорту на контейнерних терміналах.

Методи дослідження

У дослідженнях використані порівняльно-аналітичні та математичні методи.

Наукова новизна отриманих результатів

Розроблена методика, яка дозволяє виробляти управлінські рішення, спрямовані на підвищення ефективності роботи контейнерних терміналів при взаємодії залізничного та автомобільного транспорту, а також скоротити капіталовкладення в їх технічний розвиток.

Розроблена модель взаємодії учасників перевізного процесу зможе понизити втрати, пов'язані з надмірним збільшенням норм робочого парку і коефіцієнта порожнього пробігу, а також скоротити терміни доставки вантажу.

Апробація результатів роботи

Результати роботи докладалися на студентських науково-практичних конференціях кафедри ЛУБРТ СНУ ім. В.Даля (2019-2020р.р.) та на Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», 1-2 грудня 2020 р., м. Рубіжне Луганська обл.).

Структура і об'єм роботи

Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 5 розділів, заключення, списку використаних джерел з 44 найменувань на 4 сторінках. Загальний об'єм кваліфікаційної роботи магістра складає 122 стор. Робота включає 27 рисунків та 2 таблиці по тексту.

РОЗДІЛ 1. ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ

1.1 Поняття, склад і класифікація транспортних вузлів

Транспортний вузол як система - це сукупність транспортних процесів і засобів для їх реалізації в місцях стикування двох або більше видів транспорту. Поняття транспортного вузла включає власне перевізний процес, технічні пристрої і засоби контролю і управління. Вузли грають важливу роль в організації мультимодальних перевезень і вдосконаленні взаємодії різних видів транспорту [1, 8, 22].

Основними елементами пунктів взаємодії є залізничні колії, причали, криті склади і майданчики, навантажувально-розвантажувальні комплекси, сортувальні пристрої. Технічне оснащення і технологія роботи транспортних вузлів багато в чому визначає ефективність роботи транспортної системи в цілому.

Окрім безпосередньо перевалки вантажів і пересадки пасажирів з одного виду транспорту на інший, в транспортних вузлах робляться наступні види робіт: організація маршрутів з місць вантаження, обслуговування транзитних потоків, комплексне обслуговування рухомого складу, транспортно-експедиційна і комерційна робота, митне оформлення і зберігання вантажів, обслуговування клієнтури.

До складу транспортного вузла можуть входити:

- залізничний вузол (в окремих випадках - одна станція) - залізничні лінії, споруди і пристрої в межах вузла (рис.1.1);
- автомобільні дороги, обслуговуючі місто (рис.1.2);
- морський або річковий порт - з пристанями, причалами, судноплавними каналами і т. д.;
- мережа промислового транспорту - під'їзні колії і станції, обслуговуючі промислові підприємства;

- міський транспорт - трамвай, тролейбус, метрополітен та ін., а також мережа міських вулиць, по яких здійснюються внутрішньоміські і приміські перевезення вантажів і пасажирів;
- мережа трубопровідного транспорту різного призначення;
- аеропорти.



Рисунок 1.1 - Залізничний транспортний вузол



Рисунок 1.2 - Автомобільний транспортний вузол

Розрізняють облаштування магістрального транспорту - залізничного, автомобільного, водного, трубопровідного і повітряного, обслуговуючого зовнішні перевезення вантажів і пасажирів цього міста, а також прямуючих транзитом, і облаштування внутрішнього транспорту, що служать лише для місцевих міських і приміських перевезень.

Межа транспортного вузла може бути різною для кожного виду транспорту і роду перевезень і визначається пунктом транспортної мережі, за межами якого не розташовуються пристрої і не робляться (у великому об'ємі) операції, пов'язані з виконанням безпосередніх функцій по обслуговуванню міста. Так, межею транспортного вузла по приміському залізничному транспорту є зонна станція - кінцевий пункт інтенсивних приміських перевезень; по вантажному залізничному руху - вхідні сортувальні (дільничні) станції або передвузлові станції (роз'їзди, пости); по річковому транспорту - зовні розташовані портові споруди, причали та ін. пристрою.

Залежно від *господарського профілю міста* можна виділити транспортні вузли, обслуговуючі :

- центри оброблювальної промисловості;
- центри добувної промисловості;
- багатогалузеві центри;
- непромислові і курортні центри.

Так само можна класифікувати транспортні вузли і *по числу взаємодіючих видів транспорту*. Найбільш поширеними є:

- залізнично-автомобільні;
- залізнично-водно-автомобільні;
- водно-автомобільні.

Окрім цих видів транспорту, майже в кожному є міськими, промисловий, а у багатьох випадках і повітряний транспорт.

Крім того, по розташуванню вузлів в транспортній системі вузли бувають *транзитні*, обслуговуючі переважно транзитні потоки вантажів і пасажирів, та вузли *кінцеві*, в яких транзитні операції з транспортними потоками відсутні. Частіше, вузли поєднують в собі дві цих ознаки, оскільки для частини вантажопотоків і пасажиропотоків вузли бувають транзитні, а для іншої частини - кінцеві.

За схемами основних транспортних мереж залежно від геометричних контурів схеми залізничного і водного вузлів і загальною планування міста розрізняють транспортні вузли:

- *тупикові*, такі, що розташовуються в кінцевих пунктах магістралей на березі моря, великої річки, на передгірній ділянці і т. п., де спорудження наскрізних магістралей ускладнене;
- *радіальні*, коли ж. д. і автомагістралі підходять до вузла по напрямку променів-радіусів, що не мають кільцевих з'єднань;
- *витягнуті в довжину (подовжні)*, обслуговуючі міста, розташовані уздовж берегової смуги великої річки, моря, біля підніжжя хребтів і тому подібне, коли підходи і станції залізниці, а також автомагістралі витягуються в довжину на значному протязі;
- *кільцеві*, розміщені в особливо великих містах, де радіальні підходи магістрального транспорту з'єднуються такими, що опоясують їх, однією або декількома кільцевими (окружними) дорогами;
- *напівкільцеві*, такі, що розташовуються у великих містах на березі моря, великої річки або озера (водосховища), де радіальні підходи магістралей зв'язуються лініями напівкільцевого типу.

На певних етапах транспортні вузли одного типу, поступово змінюючись, приймають схему іншого типу. Тупикові вузли нерідко перевлаштуються в наскрізні або витягуються в довжину, радіальні перетворюються в напівкільцеві і кільцеві і т.д. Так, кільцеві (окружні) залізничні вузли виникли в Берлінському, Паризькому і інших найбільших транспортних вузлах світу. У

великих містах доцільно також спорудження кільцевих автомобільних доріг, дозволяючих звільнити вуличні магістралі міста від пропуску транзитних потоків.

Кожен транспортний вузол є індивідуальним, неповторним по своїх конструктивних особливостях, розміщенні пристроїв і співвідношенню різних видів перевізної роботи. Вибір раціонального рішення по його розвитку з урахуванням місцевих умов є дуже складним і ще багато в чому залежить від мистецтва проектувальника. Тому особливо важливе уста-новить певні закономірності, що полегшують знаходження оптимальних рішень.

1.2 Параметри транспортного вузла

Параметрами транспортного вузла є наступні:

1. Число взаємодіючих видів транспорту у вузлі.
2. Кількість однотипних ліній (послідовність технологічних операцій), що реалізуються окремими підсистемами :
 - обслуговування транзитних пасажирських і вантажних потоків;
 - обслуговування пасажирів, що пересідають в межах одного виду транспорту;
 - доставка вантажів від складів (цехів) виробників безпосередньо до складів (цехам) споживачів;
 - ремонт, відстій і контроль технічного стану рухомого складу.
3. Число здійснюваних різними транспортними підсистемами вузла однотипних технологічних ліній :
 - обслуговування пасажирів при пересадці з одного виду транспорту на інший;
 - доставка вантажів з перевалкою між різними видами транспорту, що взаємодіють у вузлі.

До параметрів транспортних потоків, що входять і виходять з вузла, відносяться:

- її абсолютна величина;
- часова (внутрідобова, внутрішньомісячна, сезонна та ін.) і просторова нерівномірність;
- інтенсивність потоків;
- функція розподілу інтервалів між моментами вступу двох транспортних одиниць;
- система пріоритетів вступу і відправлення транспортних засобів;
- регулярність транспортного потоку і тому подібне

У транспортному вузлі забезпечується:

- потрібні пропускна і така, що переробляє здібності транспортних об'єктів і шляхів сполучення по кожному виду транспорту і для вузла в цілому;
- раціональний розподіл об'ємів вантажних і пасажирських перевезень між окремими видами транспорту;
- оптимальне розміщення основних облаштувань різних видів транспорту і раціональна організація передачі між ними вантажів і пасажирів з найменшими витратами засобів і з найбільшими зручностями для пасажирів;
- забезпечення надійного і зручного зв'язку різних видів транспорту з промисловими підприємствами і міськими районами;
- кооперація облаштувань усіх видів транспорту при будівництві і експлуатації;
- організація роботи по поєднаному контактному графіку і єдиному технологічному процесу, заснованим на взаємодії наявних у вузлі видів транспорту.

Розвиток усіх видів облаштувань транспортного вузла взаємозв'язаний і повинен вирішуватися комплексно з урахуванням ефективного використання транспортних засобів, впровадження новітньої техніки і застосування прогресивних методів експлуатації транспортних об'єктів.

Для великих транспортних вузлів розробляють генеральні схеми розвитку на перспективу 20 - 30 років.

Транспортний вузол характеризується наступними *особливостями*:

- організацією безперебійної роботи усіх видів транспорту, яка полягає у своєчасному і повному задоволенні потребно-стей народного господарства і населення в перевезеннях;
- складністю процесів (взаємодія різних видів транспорту, сортування, вантаження і вивантаження вантажів, обслуговування пасажирів), що реалізуються у вузлі;
- можливістю ділення вузла на велике число взаємозв'язаних і взаємодіючих підсистем і елементів, функціонування яких підпорядковане спільній меті (наприклад, взаємозв'язки: транспортний вузол - система розселення, транспортний вузол - довкілля);
- ієрархічною структурою зв'язків окремих підсистем вузла і критеріїв якості функціонування;
- наявністю системи управління, що забезпечує інтенсивне використання технічних пристроїв, пропускну здатності та здійснення перевезень з мінімальними витратами;
- стійкістю до дії коливань транспортних потоків і інших параметрів.

Окрім залізничного вузла, аеропортів, автомобільних доріг з автовокзалами, морського або річкового портів, транспортний вузол включає облаштування промислового транспорту, мережу трубопровідного транспорту і мережі міського масового транспорту.

Система транспортного вузла складається з підсистем і елементів. Підсистема транспортного вузла - частина системи, сукупність елементів, що є, і що відрізняється підлеглистю єдиної мети функціонування усього вузла (наприклад, підсистема залізничного транспорту).

1.3 Основні характеристики функціонування транспортного вузла

Можна виділити три основні групи показників, що характеризують

роботу транспортного вузла : часові характеристики, показники надійності та показники економічної ефективності роботи вузла.

До основних *часових характеристик* функціонування транспортного вузла відносяться:

- середній час знаходження транспортного потоку в транспортному вузлі;
- середній час, що витрачається безпосередньо на обробку транспортного потоку;
- середній час очікування початку обслуговування транспортного потоку.

Для вдосконалення режимів взаємодії різних видів транспорту у вузлі необхідно:

- планувати і погоджувати підхід транспортних одиниць до транспортного вузла;
- скорочувати нерівномірність вступу транспортних потоків;
- удосконалювати взаємодію станцій з під'їзними шляхами;
- розробляти і здійснювати програми довгострокового розвитку технічного оснащення вузла;
- підвищувати рівень механізації й автоматизації основних циклів обробки транспортних засобів.

Якщо говорити про *надійність роботи* транспортного вузла, то експлуатаційна надійність - це здатність вузла або його елемента виконувати функції по обслуговуванню транспортних потоків зі збереженням експлуатаційних показників в заданих межах впродовж необхідного періоду часу. Визначення *експлуатаційної надійності транспортного вузла* (чи його елемента, підсистеми) базується на сукупності наступних понять : відмова (часткова або повна втрата працездатності), середній час безвідмовної роботи, середній час відновлення, вірогідність безвідмовної роботи та ін. Причому ці поняття мають сенс тільки для елементів вузла, по відношенню до яких

застосовне поняття «відмова». Це може бути затримка потягу, що прибуває, у вхідного сигналу у зв'язку із зайнятістю парку прийому, ушкодження горочних пристроїв, погрузочноразгрузочних механізмів, зайнятість причалу та ін.

Універсальною оцінкою роботи транспортного вузла є його *економічна ефективність*, що оцінюється витратами на розробку проектних рішень, їх реалізацію і експлуатацію введених в дію об'єктів.

1.4 Основні принципи проектування вузлів

Принцип загальної ефективності. До оцінки загальної ефективності проектного транспортного вузла слід підходити комплексно, зважаючи на складний і різноманітний характер можливих технічних рішень і протікаючих транспортних процесів. Необхідно враховувати не лише так звані прямі ефекти, але і потенційні, непрямі. Наприклад, скорочення тривалості поїздки (непрямий ефект) зменшує психологічний стрес (транспортну втому), сприяє підвищенню продуктивності праці і за своїм значенням більше важливо, ніж скорочення потреби в рухомому складі і ін. (прямий ефект). Невміння оцінювати непрямий ефект веде до неправильних рішень. Наприклад, відсутність затвердженої методики обліку транспортної втоми практично унеможлиблює обґрунтування вибору швидкісного пасажирського транспорту у вузлах.

При оцінці варіантів розвитку транспортних вузлів і оптимізації процесів взаємодії слід враховувати організаційний ефект від зниження експлуатаційних витрат, в результаті вдосконалення організації роботи, підвищення продуктивності праці, соціальний ефект, який проявляється в поліпшенні умов розселення, збільшенні вільного вре-мени за рахунок скорочення тривалості поїздок трудящих. Ефект розвитку - в створенні резерву що переробляє і пропускної здібностей вузла і її ролі в транспортній системі, забезпеченні «ресурсів варіантів» для правильного вирішення проблем розвитку і планування транспортного вузла в процесі подальшого його проектування; ефект технічної прогресивності, що відбиває можливість автоматизації і

типізації схем пристроїв.

Методи оцінки загальної ефективності досить складні і потребують подальшої розробки.

Принцип комплексної оптимізації. У основі цього принципу лежить твердження, що незалежна оптимізація окремих підсистем не забезпечує оптимальності режимів функціонування вузла як системи в цілому. Цей принцип перешкоджає вузьковідомчому підходу до проблеми розвитку вузлів і оптимізації режимів взаємодії, попереджає помилки при рішенні завдань довгострокового прогнозування.

Принцип концентрації - один з головних при створенні планувальної схеми вузла, значною мірою, що визначає його розвиток. Він припускає концентрацію операцій, об'єднання станцій, обслуговуючих промислові підприємства; створення потужних спеціалізованих баз; ліквідацію малодіяльних під'їзних шляхів; концентрацію транспортно-експедиційної роботи у рамках однієї організації і створення об'єднаних транспортних господарств на базі малопотужних і розрізнених транспортних цехів. Концентрація операцій у вузлах дала виключно важливий напрям їх розвитку і стала провідною закономірністю як в мас-штабе мережі шляхів сполучення, так і у внутрішньовузловому і внутрішньостанційному масштабах.

У масштабі мережі сортувальна робота концентрується на обмеженому числі добре оснащених сортувальних станціях, вантажна - на «опорних» вантажних станціях, пасажирська по обробці пасажирських складів - на добре обладнаних технічних станціях.

У внутрішньовузловому масштабі операції концентруються на одній станції, можливо меншому числі сортувальних, вантажних, пасажирських, об'єднаних вантажних станціях і т. д. У середині станцій концентрація виражається в створенні об'єднаних парків прийому і відправлення потягів декількох напрямів, єдиних сортувальних парків і т. д.

Істотного значення на сучасному етапі набуває гранична міра концентрації, оскільки багато станцій зараз працюють з великою напругою.

Вона обмежується можливою пропускною або переробною спроможністю пристроїв, зручностями для населення і пасажирів, наявністю вільних площ для розвитку, умовами планування міста та ін. Нарешті, міра концентрації визначається ефективністю народногосподарських витрат з урахуванням супутніх і зв'язаних робіт.

Принцип децентралізації. Разом з принципом концентрації цей принцип відіграє важливу роль при формуванні структури вузла. Тенденція до децентралізації викликана наступними причинами: зменшенням витрат, пов'язаних з пробігом рухомого складу, скороченням часу пасажирів на пересування і т. п.; неможливістю підвищення концентрації, викликані відсутністю вільних майданчиків, можливостями системи управління; несумісністю різнорідних транспортних потоків і іншими вимогами і обмеженнями.

Враховуючи, що сучасний етап розвитку транспортних вузлів характеризується їх ускладненням і різким зростанням об'ємів роботи, необхідно приділяти особливу увагу вибору раціонального співвідношення між концентрацією та децентралізацією на основі оцінки усієї сукупності чинників ефективності.

Принцип спеціалізації. Створення спеціалізованих станцій, вантажних дворів, баз у вузлі сприяє впровадженню передової техніки, підвищенню рівня механізації і автоматизації транспортних процесів, забезпечує високу продуктивність праці і є передумовою для зниження транспортних витрат. Здійснення принципу спеціалізації тісно пов'язане з концентрацією, оскільки застосування спеціалізованих пристроїв можливе тільки при потужних і стійких транспортних потоках. Тому висока міра концентрації транспортних потоків є необхідною передумовою для спеціалізації.

У найбільших транспортних вузлах створюються спеціалізовані станції по вивантаженню однорідних тарноштучних вантажів. У перспективі треба чекати подальшого розвитку цього процесу, оскільки при цьому скорочуються транспортні витрати, з'являється можливість використати спеціалізований

рухомий склад з усіма його перевагами.

Чітке розмежування операцій, що виконуються у вузлах, найкраще використання і оснащення постійних пристроїв можуть бути досягнуті лише при чіткій спеціалізації пристроїв. Повинна проводитися в життя, звичайно з урахуванням об'єму робіт, спеціалізація пристроїв по видах руху : вантажний і пасажирський; за характером руху: транзитний, місцевий, далекий і приміський пасажирський і т.д. У числі самостійних повинні виділятися спеціальні сортувальні, вантажні, перевантажувальні, перевалочні, пасажирські, технічні, промислові й інші станції. При порівняно малих об'ємах роботи на об'єднаних станціях виділяються спеціалізовані пристрої для прийому і відправлення вантажних потягів, сортування вагонів, а також пасажирські пристрої, вантажні двори і т. д.

Принцип збереження рівноваги і пропорційності розвитку окремих елементів і підсистем вузла. На цьому принципі ґрунтуються комплексні розрахунки транспортного вузла: будь-який його елемент узгоджується з іншими за своїми експлуатаційними показниками і передусім по пропускній і переробній спроможності. Недотримання принципу пропорційності створює «вузькі місця» і диспропорції, пропускна спроможність окремих елементів виявляється недостатньою і гальмує подальше розвиток системи. Наприклад, випереджаючий розвиток нових селитебних і промислових районів в порівнянні з мережею міського пасажирського транспорту створює у ряді міст значні транспортні утруднення.

Принцип відкритого росту елементів і підсистем вузла. Розвиток транспортних вузлів відбувається у взаємодії з розвитком промислових підприємств міста, важливо забезпечувати можливості їх подальшого росту за рахунок створення системи територій, що бронюються. На жаль, цей принцип при розробці генеральних схем транспортних вузлів не завжди враховується, що призводить до ускладнень. Так, часто транспортні споруди виявляються затиснутими селитебними територіями, індивідуальними гаражами та іншими спорудами.

Принцип дальності перспективи. Цей принцип вимагає узгодження рішень проєктованих транспортних вузлів для різних тимчасових рівнів прогнозування. Принцип дальності перспективи припускає координацію провідних тенденцій розвитку вузла з пошуком нових принципів організації перевізного процесу, що відповідають умовам науково-технічної революції.

Принцип конструктивної і технологічної уніфікації. Припускає широке використання методів стандартизації, конструктивної типізації. При цьому скорочується число аналізованих схем, планувальних рішень і терміни їх розробки. Технологічна уніфікація передбачає впровадження єдиних технологічних процесів роботи транспортних вузлів. У результаті технологічної уніфікації виникають передумови для розширення сфери механізації і автоматизації, впровадження потокових методів роботи.

Нарівні із закономірністю концентрації має місце для операцій, головним чином пов'язаних з обслуговуванням пасажирів, і закономірність їх розосередження. Так, зручність обслуговування приміських пасажирів вимагає розосередженого розташування зупинних пунктів в різних районах міста і організації на існуючих або знову споруджуваних внутрішньовузлових ходах примісько-міського руху.

1.5 Спільне використання облаштувань різних видів транспорту

З ростом продуктивних сил суспільства і значною концентрацією населення в містах їх транспортне обслуговування все більш і більш ускладнюється. Якщо в недалекому минулому в зовнішніх зв'язках домінує значення мав, по суті справи, один залізничний транспорт, то в теперішній час в них беруть участь у великих масштабах автомобільний і повітряний транспорт, а в деяких вузлах - і водний, різноманітні види міського і промислового транспорту. Усе це вимагає, з одного боку, вдосконалення управління транспортом, а з іншої - знаходження таких рішень по розвитку і побудові транспортних систем, при яких в найкращому ступені здійснювалася б

взаємодія в роботі, і найефективніше використовувалися засоби, що відпускаються на їх розвиток.

Основними закономірностями взаємодії видів транспорту мають бути: максимальне поєднання розташування транспортних пристроїв одного і різних видів транспорту для скорочення витрат на бідівництво різних допоміжних пристроїв і комунікацій; створення об'єднаних, однакових за призначенням облаштувань різних видів транспорту.

До останніх належать: спорудження поєднаних залізничних, автодорожніх, морських і річкових вокзалів, до складу яких також повинне входити обслуговування пасажирів повітряного транспорту; створення об'єднаних сортувальних загального користування і промислових станцій, загальних вантажних станцій, обслуговуючих групи промислових підприємств.

Істотну економію можна отримати при спільному використанні території для розміщення облаштувань різних видів транспорту. Розглянемо декілька можливих прикладів такого спільного використання.

У ряді випадків напрями і автомобільних залізниць на підходах до транспортних вузлів співпадають. Проте, встановилася практика роздільного розташування цих транспортних магістралей. Кожна з них має відособлене земляне полотно, штучні споруди з огороженними пристроями, захисні смуги лісонасаджень і в зимовий період - тимчасові снігозахисні щити. Економічніше розміщувати ці пристрої поєднаними.

Треба відмітити, що як у залізничного, так і автомобільного транспорту є взаємна потреба. На залізничному транспорті в межах головних ділянок доріг потрібно посиленіший ремонт шляхів і контактного дроту. Проте із-за великого завантаження магістралей виконання цих робіт, а також огляд споруд дуже ускладнені. За наявності ж поряд із залізницею автомобільної дороги, природно, можна було б використати останню для під'їзду до залізниці з «поля». У свою чергу для ремонту автомобільних доріг іноді потрібно підвезення з дальніх районів будівельних дорожніх матеріалів; при близькій відстані від залізниці вартість підвезення здешевилася б.

Виникає проблема винесення трас автомобільних доріг за межі населених пунктів. Дослідження таких трас часто зв'язані з великими труднощами із-за зайнятості землі сільськогосподарськими угіддями і промисловими підприємствами. При поєднанні трас двох вказаних видів транспорту багато труднощів відпадуть. Таким чином, в наявності економія при будівництві, зручність і економія в змісті, загальне скорочення штату і т. д.

У вузлах, розташованих на берегах великих річок, проблема створення переходів є однаково важливою як для залізничного, так і автомобільного транспорту. Практика показує, що спорудження поєднаних мостових переходів обходиться державі приблизно в півтора рази дешевше за будівництво роздільних мостів. Де б не будувався залізничний перехід через великі річки, усюди буде необхідним і автомобільний перехід. Тому, як правило, в цьому випадку слід будувати поєднані залізнично-автомобільні переходи.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1

Транспортний вузол як система представляє собою сукупність транспортних процесів і засобів для їх реалізації в місцях стикування двох або більше видів транспорту. Поняття транспортного вузла включає власне перевізний процес, технічні пристрої і засоби контролю і управління. Вузли грають важливу роль в організації мультимодальних перевезень і вдосконаленні взаємодії різних видів транспорту.

До складу транспортного вузла в загальному випадку можуть входити: залізничний вузол; автомобільні дороги; морський або річковий порт; мережа промислового транспорту; міський транспорт; мережа трубопровідного транспорту різного призначення; аеропорти.

Транспортні вузли класифікують по залежності від господарського профілю міста, по числу взаємодіючих видів транспорту. По розташуванню вузлів в транспортній системі вузли бувають транзитні та кінцеві. За схемами основних транспортних мереж: тупикові, радіальні, витягнуті в довжину (подовжні), кільцеві, напівкільцеві.

Основними параметрами транспортного вузла є: число взаємодіючих видів транспорту у вузлі; кількість однотипних ліній, що реалізуються окремими підсистемами :

До параметрів транспортних потоків, що входять і виходять з вузла, відносяться:

- їх абсолютна величина;
- часова (внутрідобова, внутрішньомісячна, сезонна та ін.) і просторова нерівномірність;
- інтенсивність потоків;
- функція розподілу інтервалів між моментами вступу двох транспортних одиниць;
- система пріоритетів вступу і відправлення транспортних засобів;

- регулярність транспортного потоку і тому подібне

У транспортному вузлі забезпечується:

- потрібні пропускна і переробляюча здібності транспортних об'єктів і шляхів сполучення по кожному виду транспорту і для вузла в цілому;
- раціональний розподіл об'ємів вантажних і пасажирських перевезень між окремими видами транспорту;
- оптимальне розміщення основних облаштувань різних видів транспорту і раціональна організація передачі між ними вантажів і пасажирів з найменшими витратами засобів і з найбільшими зручностями для пасажирів;
- забезпечення надійного і зручного зв'язку різних видів транспорту з промисловими підприємствами і міськими районами;
- кооперація облаштувань усіх видів транспорту при будівництві і експлуатації;
- організація роботи по поєднаному контактному графіку і єдиному технологічному процесу, заснованим на взаємодії наявних у вузлі видів транспорту.

Можна виділити три основні групи показників, що характеризують роботу транспортного вузла : часові характеристики, показники надійності та показники економічної ефективності роботи вузла.

Основними принципами проектування вузлів є принцип: загальної ефективності; комплексної оптимізації; концентрації; децентралізації; спеціалізації; збереження рівноваги і пропорційності розвитку окремих елементів і підсистем вузла; відкритого росту елементів і підсистем вузла; дальності перспективи; конструктивної і технологічної уніфікації.

Основними закономірностями взаємодії видів транспорту в вузлах мають бути: максимальне поєднання розташування транспортних пристроїв одного і різних видів транспорту для скорочення витрат на будівництво різних допоміжних пристроїв і комунікацій; створення об'єднаних, однакових за призначенням облаштувань різних видів транспорту.

РОЗДІЛ 2. ПОНЯТТЯ ПРО ЗАЛІЗНИЧНІ ВУЗЛИ, ЇХ СКЛАД, ФУНКЦІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ

2.1 Поняття про залізничні вузли, їх склад і функції

Залізничний вузол (ЗВ) є комплексом технологічно пов'язаних між собою залізничних станцій, головних, сполучних і обхідних колій, під'їзних колій, постів у пунктах примикання, шляхопровідних розв'язок залізничних ліній між собою та з міськими магістралями і автодорогами, що знаходиться в пункті перетину або примикання не менше трьох залізничних ліній [1, 6, 15, 22]. До складу ЗВ також входять вокзали, депо, тягові підстанції та ін.

До залізничних вузлів також можна віднести комплекси технологічно взаємопов'язаних пасажирських, вантажних і технічних станцій, обслуговуючих великий промисловий центр незалежно від числа примикаючих ліній.

Межами ЗВ являються зовнішні межі роздільних пунктів, що входять в нього. Усі станції вузлів на вітчизняних залізницях входять, як правило, до складу однієї залізниці.

Залізничні вузли не є самостійними виробничо-господарськими підрозділами залізниць. ЗВ є великими транспортними системами, що зумовлюють ритмічну роботу полігонів транспортної мережі, оскільки у вузлах відбувається взаємодія та взаємний вплив залізничних напрямів, що пересікаються. Усі об'єкти залізничного вузла, його системи і підсистеми є багатофункціональними. У вузлах розміщено від п'яти-десяти до декількох десятків вантажних і передвузлових станцій; дві-три, а у великих вузлах і більше пасажирських і сортувальних станцій, декілька локомотивних депо, бази механізованих дистанцій навантажувально-розвантажувальних робіт, колійних машинних станцій і інші об'єкти.

Усі ці елементи знаходяться в постійному (регулярному) взаємозв'язку функціонально, по транспортному потоку. Тому вузли є технологічно взаємозв'язаною єдиною системою.

Відповідно до об'єму і характеру виконуваної роботи ЗВ можуть мати наступні пристрої:

- сортувальні і вантажні станції, сполучні колії між цими станціями і підходи до них для забезпечення вантажного руху і виконання сортувальної та вантажної роботи у вузлі;
- пасажирські й технічні пасажирські станції, пересадкові станції в пунктах злиття або перетину залізниці з метрополітенем, зупинні пасажирські пункти й інші пристрої для виконання пасажирських перевезень;
- пристрої локомотивного та вагонного господарства;
- мости, тунелі, шляхопровідні розв'язки і переїзди на перетинах залізничних колій з річками, каналами, автомагістралями та іншими залізничними коліями для забезпечення безпеки руху і підвищення пропускної спроможності вузла.

ЗВ у великих населених пунктах зазвичай є складовою частиною транспортного вузла. Під *транспортним вузлом* розуміють комплекс пристроїв суміжних видів транспорту - морського, залізничного, автомобільного, річкового та ін. (у тому числі двох видів магістрального), що працюють у тісній взаємодії за єдиною технологією, забезпечують транзитні та внутрішньовузлові перевезення вантажів і пасажирів.

У транспортному вузлі відбувається масова пересадка пасажирів і передача вантажів з одного виду транспорту на інший. Стиковими пунктами залізничного та інших видів транспорту являються пасажирські й вантажні станції. У вузлах організуються пропуск пасажирських і вантажних потягів, розформування і формування складів, обслуговування під'їзних колій промислових підприємств і виконання операцій по вантаженню, вивантаженню та перевалці вантажів. Усі ці види робіт розподіляються по окремих станціях і під'їзних коліях.

До основних функцій, що виконуються залізничними вузлами,

відносяться [1, 8, 25]:

- пропуск і обробка пасажирських потягів, посадка і висадка пасажирів, організація їх обслуговування на вокзалах;
- формування, обробка, розформування пасажирських і приміських потягів, переробка багажу і пошти;
- пропуск і обробка транзитних вантажних потягів, зміна локомотивів і локомотивних бригад;
- переробка вантажного транзитного вагонопотоку;
- формування, обробка, розформування місцевих потягів;
- вантаження, вивантаження вантажів, прийом їх від вантажовідправників і видача вантажоодержувачам, зберігання вантажів, виконання комерційних операцій з поїздами, вагонами, вантажами і документами.

Таким чином, пропуск, обробка та переробка пасажирських, вантажних, місцевих поїздо- і вантажопотоків, пасажиропотоків, виконання початкових і кінцевих операцій транспортного процесу є головними виробничими процесами, що виконуються в залізничних вузлах. Величини поїздо-, вагоно- і вантажопотоків є навантаженнями на системи, підсистеми і їх колійні потужності в залізничних вузлах. Колійні та переробні потужності станцій, депо, вантажних фронтів, складів, засобів механізації мають бути збалансовані пропорційно навантаженням - об'ємам транспортних потоків з урахуванням специфіки їх переробки з тим, щоб в розвитку об'єктів вузла не виникали диспропорції, нерегламентовані технологічними процесами затримки потягів, вагонів і вантажів.

2.2 Види залізничних вузлів і їх класифікація

Класифікуються ЗВ за різними ознаками [6, 22, 25]:

- *Відповідно до розміщення основних елементів*

розрізняють наступні типи ЗВ:

- *вузол з однією станцією* (рис. 2.1) - при невеликому числі ліній, що сходяться, в т. ч. при примиканні нової лінії до існуючої. У вузлах цього типу усі підходи примикають до однієї об'єднаної станції, обслуговуючої вантажний і пасажирський рух.

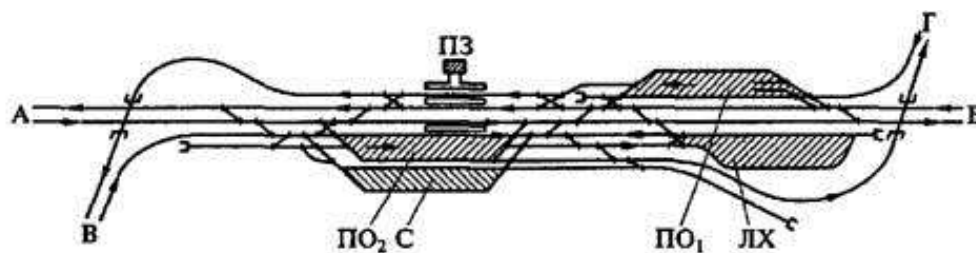


Рисунок 2.1 - Схема залізничного вузла з однією станцією:

ПЗ - пасажирська будівля; ПО1, ПО2 – приймально-відправні парки непарних і парних потягів; С - сортувальний парк; ЛХ - локомотивне господарство; А-Г - підходи до вузла

- *хрестоподібний вузол* (рис. 2.2) - при перетині існуючої залізничної лінії під кутом, близьким до прямого, з новою лінією зі значним прямим транзитним поїздопотокіом і, як правило, при невеликому об'ємі переробки, що не вимагає споруди у вузлі сортувальної станції.

Вузол хрестоподібного типу характерний для перетину двох залізничних ліній (одно- або двоколійних) з невеликою взаємною кореспонденцією вагонопотоків. На кожній лінії споруджують окремі дільничні станції, а в деяких випадках на одній лінії - сортувальну, а на іншій - дільничну. У місці перетину ліній влаштовують шляхопровідну розв'язку.

Пасажирські потяги, що проходять з однієї лінії на іншу, можуть мати зупинки на основній та допоміжній станціях, транзитні вантажні потяги проходять по своїх лініях.

Сортувальна робота по переробці вузлових потоків, розформуванню і формуванню дільничних і збірних потягів зосереджується на основній станції головного напрямку.

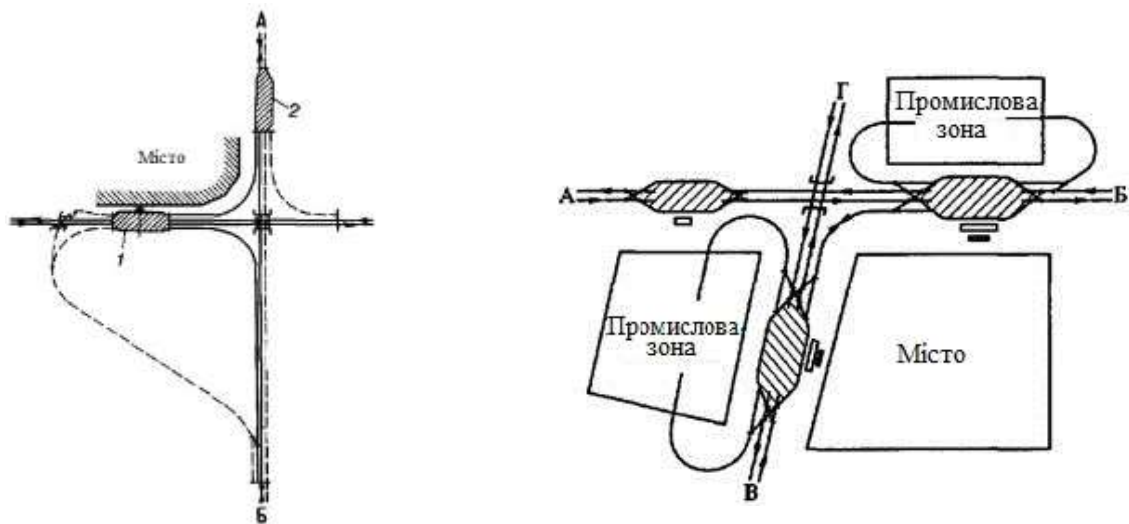


Рисунок 2.2 - Схеми вузлів хрестоподібного типу:

1 – основна станція вузла; 2 - станція для обслуговування транзитних потягів нової лінії (АБ); А-Г - позначення підходів до вузла

Пристрої для виконання вантажних операцій і примикання під'їзних колій можуть розміщуватися на одній або обох станціях. Недоліком вузлів хрестоподібного типу є перепробіги і подвійна переробка кутових вагонопотоків.

- *Вузол трикутного типу* (рис. 2.3) утворюється в пунктах з підходами трьох залізничних ліній, що мають значну взаємну кореспонденцію вантажних і пасажирських потоків. Призначення окремих станцій вузла залежить від розташування міста і його промислової зони. На рис. 2.3, а: 1 - основна станція вузла; 2 - станція для обслуговування транзитних потягів, на рис. 2.3, б - станція 1 - пасажирська, станція 2 дільнична і станція 3 - вантажна.

- *вузол з паралельним розташуванням основних станцій* (рис. 2.4) - при необхідності роздільної споруди, наприклад пасажирської та сортувальної станцій, коли за умовами рельєфу місцевості, плану і профілю підходів станційний майданчик обмежений по довжині, а розташування міста і промислових районів дозволяє розміщувати станції паралельно.

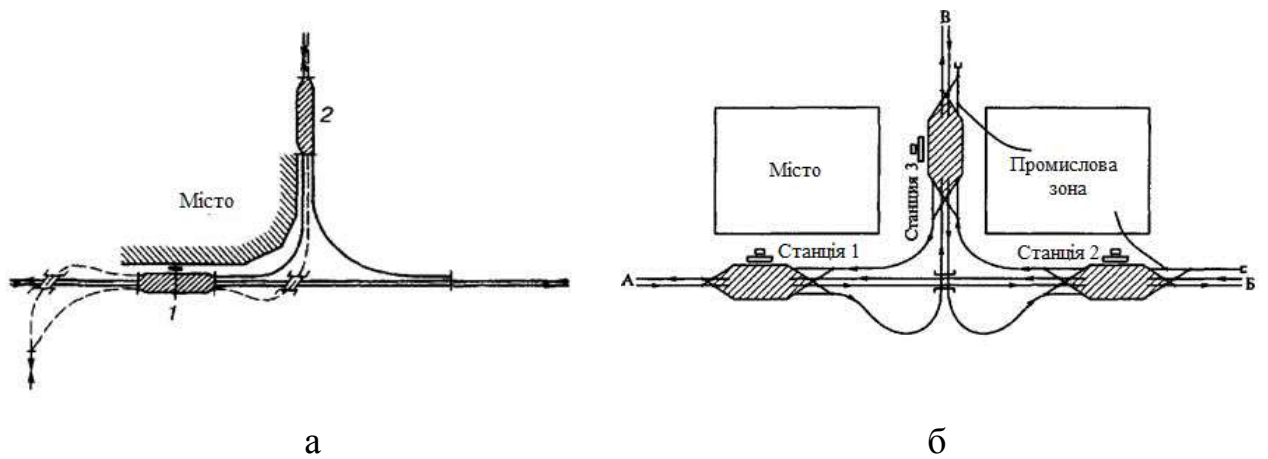


Рисунок 2.3 - Схеми вузла трикутного типу:

а) 1 - основна станція вузла, 2 - станція для обслуговування транзитних потягів, б) 1 - пасажирська станція, 2 - дільнична станція, 3 - вантажна станція.

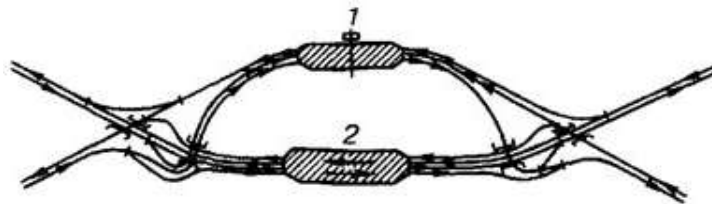


Рисунок 2.4 - Схема вузла з паралельним розташуванням основних станцій :

1 – пасажирська станція; 2 - станція для обслуговування вантажного руху

- *вузол з послідовним розташуванням основних станцій* (рис. 2.5) - коли за умовами рельєфу місцевості (наприклад, долина річки), розташування населеного пункту, промислового району і розв'язок підходів є станційний майданчик для розміщення станцій послідовно.

- *радіальний вузол* (рис. 2.6) - при необхідності розміщення станцій вузла на підходах до його центральної частини, загальної для усіх залізничних ліній, що сходяться.

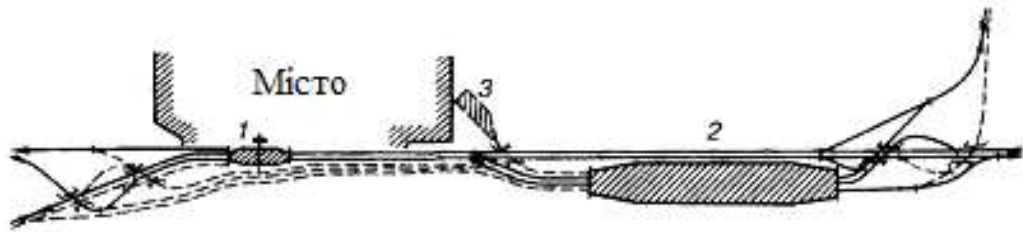


Рисунок 2.5 - Схема вузла з послідовним розташуванням основних станцій :

1 – пасажирська станція; 2 - сортувальна станція; 3 - вантажна станція

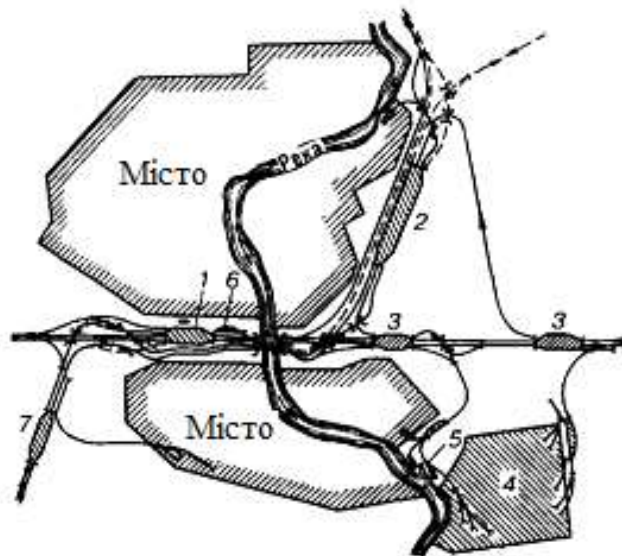


Рисунок 2.6 - Схема вузла радіального типу :

1 – пасажирська станція; 2 - сортувальна станція; 3 - вантажні станції; 4 - промисловий район; 5 - річковий порт; 6 - пасажирська технічна станція; 7 - передвузловий роз'їзд

- *вузол тупикового типу* (рис. 2.7) - коли у вузлі сходиться більше п'яти залізничних напрямів;
- *напівкільцевий вузол* (рис. 2.8) - за наявності з одного боку обслуговуваного міста природної перешкоди (море, озеро і т.п.) для спорудження вузла кільцевого типу;

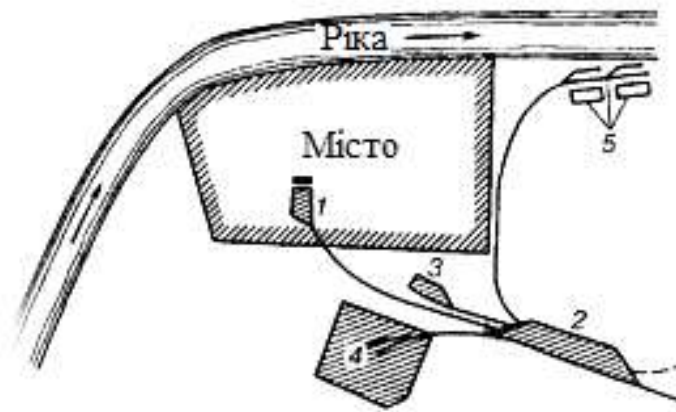


Рисунок 2.7 - Схема вузла тупикового типу :

1 – пасажирська станція; 2 - сортувальна станція;
3 – вантажні станції; 4 - промисловий район; 5 - річковий порт

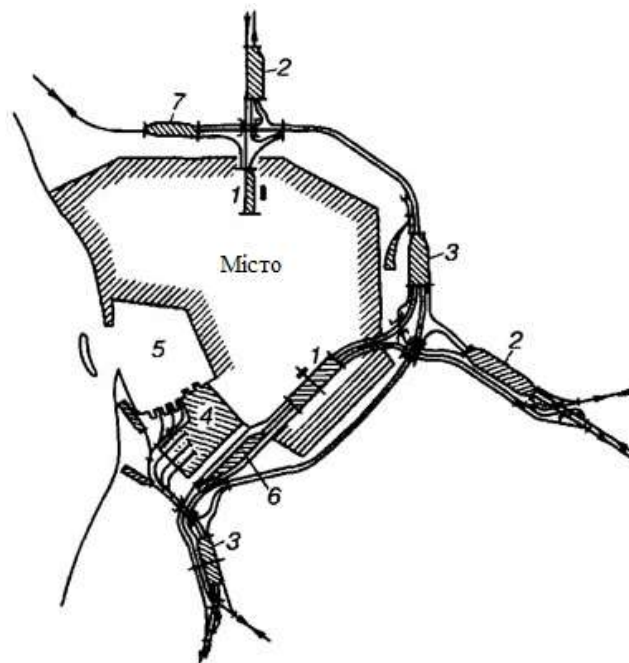


Рисунок 2.8 - Схема вузла напівкільцевого типу :

1 – пасажирська станція; 2 - сортувальна станція; 3 - вантажні станції;
4 – промисловий район; 5 - річковий порт; 6 - пасажирська технічна станція;
7 – передвузловий роз'їзд

- вузол кільцевого типу (рис. 2.9, 2.10) - у разі охоплення вузлом усієї або частини території населеного пункту і його промислових районів по периметру;

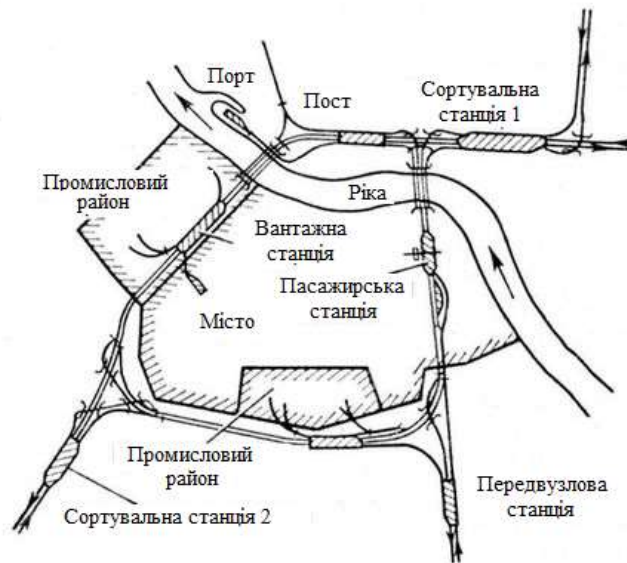


Рисунок 2.9 - Схема вузла кільцевого типу

У вузлах кільцевого типу для забезпечення безпеки руху і потрібної пропускної спроможності часто споруджуються *залізничні діаметри* - внутрішньовузлові діаметральні з'єднання примикаючих залізничних ліній (рис. 2.10). Разом з кільцем діаметр утворює найбільш досконалу форму вузла. Можуть споруджуватися один або два залізничні діаметри. Значна частина залізничного діаметру розташовується на віадуках, шляхопроводах, в тунелях і на насипах з підірними стінками, оскільки зазвичай перетинає територію міста. На ньому є, як правило, декілька зупинних пунктів для приміських потягів і залізничних станцій, обслуговуючих далеке і місцеве сполучення, а також приміський пасажирський рух. Зупинні пункти на залізничному діаметрі влаштовують у місцях перетинів із міськими магістралями і лініями метрополітену. Число пасажирських станцій, на яких зупиняються далекі пасажирські потяги, щоб не уповільнювати пропуск потягів у межах міста, має бути не більше 2-3. На рис. 2.10 показаний двоколіїний залізничний діаметр,

який сполучає лінії А (південний захід) і В, Ж (північний захід) з лініями Б, Г (схід), Е (північний схід) і Д (південь) і призначений в першу чергу для обслуговування приміського і місцевого руху, а також для пропуску транзитних пасажирських потягів.

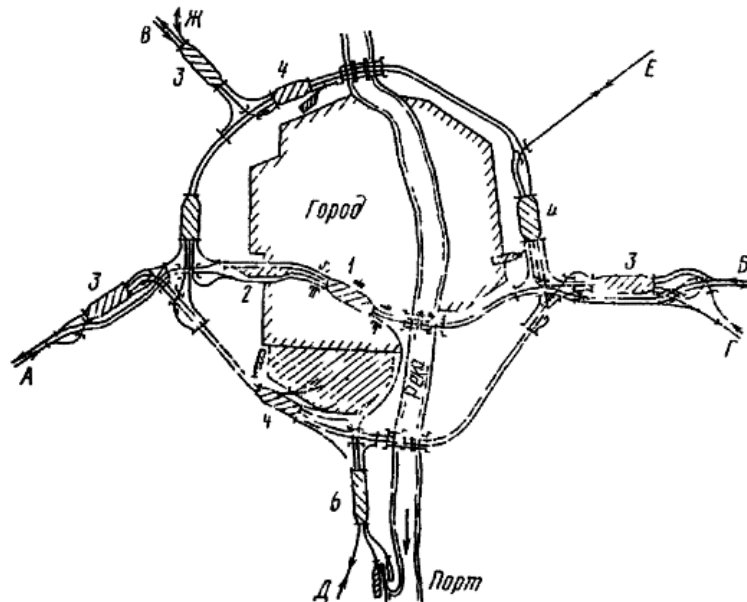


Рисунок 2.10 - Схема вузла кільцевого типу з діаметром

1 - пасажирська станція; 2 - технічна пасажирська станція; 3 - сортувальна станція; 4 - вантажна станція; 5 - передпортова станція; 6 - промисловий район

Організація руху приміських потягів по залізничному діаметру здійснюється по маятниковому графіку, при якому потяги з однієї лінії, що примикає до вузла, слідує на іншу. По кінцях залізничного діаметру за межами міста зазвичай розміщують пасажирські технічні станції, об'єднані для декількох напрямів. При раціональному використанні залізничного діаметру відпадає необхідність зберігати в місті для далекого пасажирського руху тупикові пасажирські станції з невеликим числом потягів.

- *комбінований вузол* (рис. 2.11) - коли в одному ЗВ поєднуються два або більше вказаних вище типів вузлів (наприклад, із послідовним розташуванням основних станцій і трикутний або хрестоподібний і кільцевий і

т.д.).

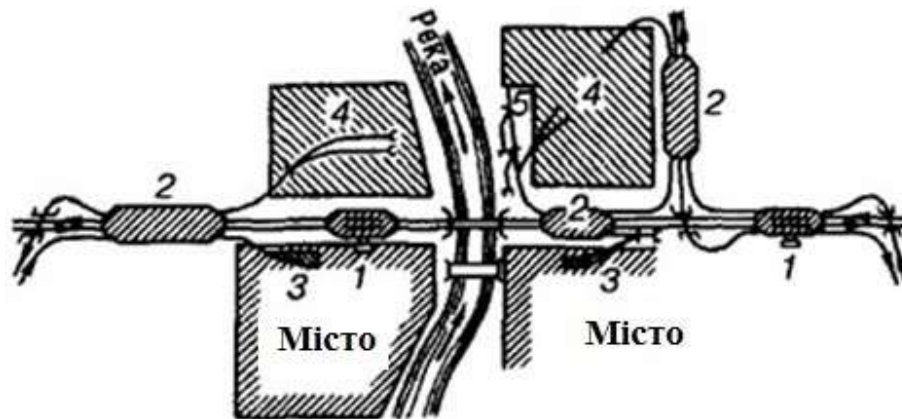


Рисунок 2.11 - Схема вузла комбінованого типу:

1 – пасажирська станція; 2 - сортувальна станція;
3 – вантажні станції; 4 - промисловий район; 5 - річковий порт

У загальному випадку конфігурація ЗВ залежить від числа ліній, що сходяться в ньому, характеру, напрямку та потужності пасажирських і вантажних потоків, його ролі в мережі залізниць, значення населеного пункту і розміщення його житлових і промислових районів, розташування інших видів транспорту, топографічних і геологічних особливостей місцевості, наявності великих водних перешкод і так далі.

➤ По характеру експлуатаційної роботи і значенню на мережі розрізняють ЗВ (рис. 2.12) :

- *транзитні* - як правило, розташовані в пунктах перетину магістральних залізничних ліній, де немає великих центрів, і що виконують переважно операції з транзитними вантажними і пасажирськими поїздами;
- *місцеві* - обслуговують промислові центри і пункти перевалки вантажів із залізниць на морський і річковий транспорт і назад. У більшості своїй вони знаходяться в кінцевих пунктах ліній.

Основна їх робота - вантаження і вивантаження, розформування потягів, розвезення вагонів усередині вузла по станціях призначення, збір, формування і відправлення завантажених і порожніх вагонів;

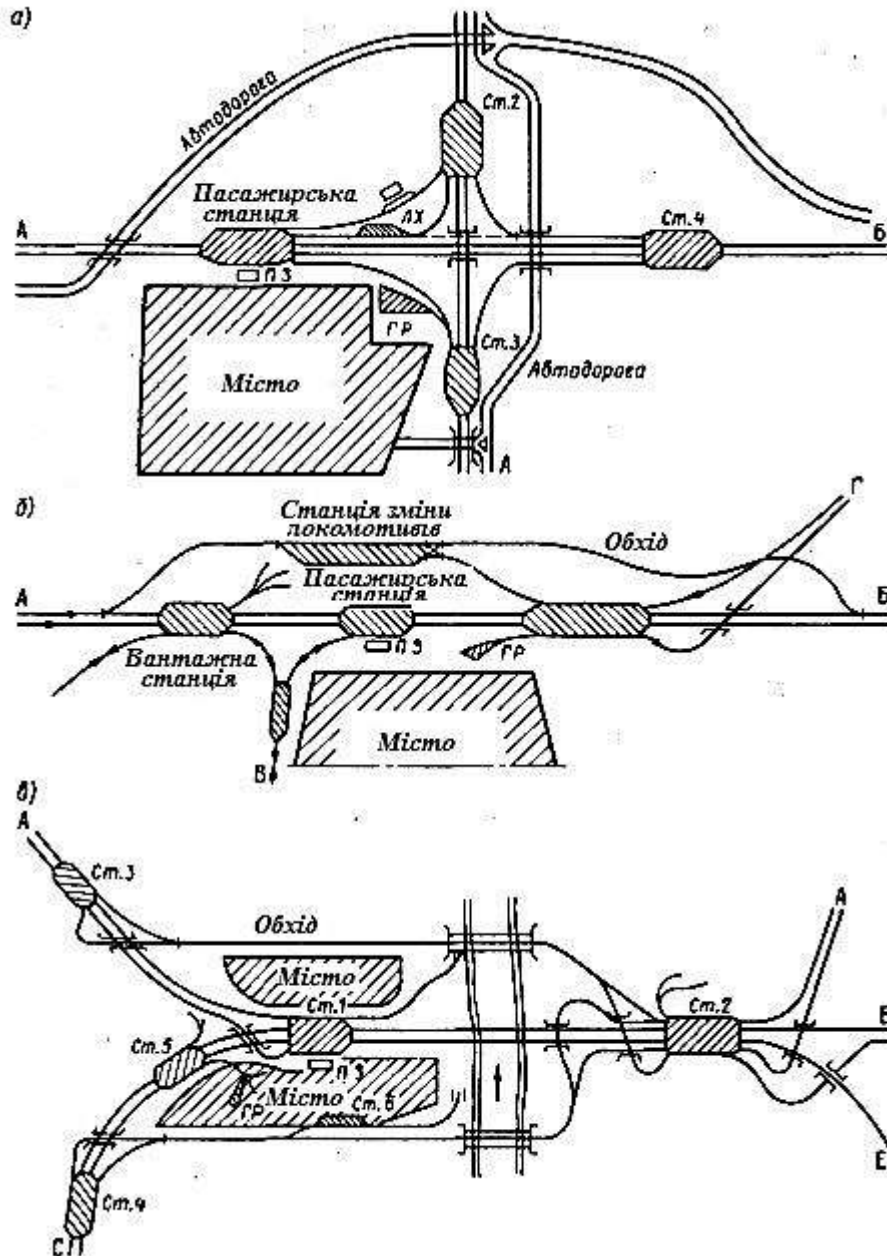


Рисунок 2.12 - Приклади схем вузлів з різною структурою транспортних потоків: а - з переважно транзитними поїздопотоками;
 б - з великим об'ємом транзитної та місцевої роботи;
 в - з переважним об'ємом місцевої роботи

- *транзитно-місцеві* - призначені для переробки і пропуску транзитних потягів і вантажних вагонопотоків, обслуговування пасажиропотоків, переробки вантажів. Вони розташовуються у великих містах і промислових центрах.
- *портові* - обслуговуючі порт, місто і промислові підприємства;
- *промислові* - обслуговуючі великі промислові райони;
- *вузли найбільших міст* - виконують усе або частина функцій перерахованих вузлів.

➤ *За об'ємом роботи* залізничні вузли підрозділяють на:

- *великі*, такі, що мають дві і більше сортувальні станції, декілька спеціалізованих вантажних і окремі пасажирські станції;
- *середні*, які включають одну сортувальну, декілька вантажних і одну пасажирську станцію;
- *малі*, які включають одну дільничну станцію, поєднану з пасажирською, і одну або декілька вантажних станцій.

Межа між цими градаціями строго не встановлена, і у рамках однієї і тієї ж класифікаційної групи є велика різноманітність об'єму і характеру роботи вузла [3, 22].

➤ *По організаційній структурі управління* розрізняють вузли:

- *дорожнього рівня управління* - є складовою частиною двох або більше дирекцій залізничних перевезень;
- *рівня управління дирекції* - входять до складу однієї дирекції залізничних перевезень;
- *станційного рівня управління* - складаються з групи станцій, об'єднаних під єдиним керівництвом.

Окрім вищевикладеного, ЗВ розрізняються *по числу підходів, числу і спеціалізації станцій, що входять до їх складу, наявності обходів і іншим ознакам.*

Загальнотранспортні вузли можуть бути в основному класифіковані так само, як і залізничні вузли.

2.3 Вимоги до розміщення основних пристроїв у залізничних вузлах

Вимоги до розміщення основних пристроїв у ЗВ наступні [6, 8, 22]:

2.3.1 Пасажирські станції

Проектують, як правило, одну об'єднану пасажирську станцію для усіх напрямів із забезпеченням прямування через неї транзитних пасажирських потягів без зміни голови потягу. При відповідному обґрунтуванні допускається проектувати дві або декілька станцій. Операції з вагонами безпересадочного сполучення, транзитним багажем і поштою доцільно зосереджувати на одній з наскрізних пасажирських станцій, що має зручні з'єднання з усіма лініями, що сходяться у вузлі.

2.3.2 Пасажирські технічні станції або станції з технічним парком для обробки пасажирських складів

Нову споруджувану пасажирську технічну станцію розміщують із урахуванням вимог планування міст, найменших пробігів пасажирських складів і локомотивів і потокового прямування основної частини складів, що прибираються на пасажирську технічну станцію і подаються з неї. Як правило, у вузлі має бути одна станція технічної обробки пасажирських складів. У вузлах, де кінцеві потяги прибувають на декілька пасажирських станцій, слід розглядати варіанти концентрації обробки складів на одній технічній пасажирській станції або на невеликому числі станцій.

2.3.3 Пасажирські зупинні пункти

а) в місті

Розміщують поблизу житлових і промислових районів, місць масового відпочинку і масового відвідування населенням

б) на підходах до вузлів поза межами міста

Проектують на відстанях не менше 2 км; менші відстані допускаються в окремих випадках при обґрунтуванні.

2.3.4 Пристрої для обслуговування вантажних транзитних потягів

а) що прослідують через вузол без зміни складу

Розміщують на сортувальних станціях або на інших станціях вузла з достатнім колійним розвитком і технічним оснащенням. При техніко-економічному обґрунтуванні вибору станції враховують необхідні капітальні вкладення, час знаходження потягів у вузлі, пробіг потягів і локомотивів, штат працівників, зайнятих обробкою потягів, завантаження сполучних колій, станцій і перетинів, дотримання встановленої тривалості безперервної роботи бригад, відсутність кутових заїздів для транзитних потягів й інші умови, а у великих вузлах - спеціалізацію станцій.

б) що прослідують через вузол зі зміною складу (з переломом ваги, обміном груп і тому подібне).

Проектують, як правило, на основній сортувальній станції вузла.

2.3.5 Сортувальні станції

а) в усіх вузлах, окрім обслуговуючих найбільші та великі міста

Як правило, сортувальна робота має бути зосереджена на одній станції. Збільшення числа сортувальних станцій у вузлі допускається при техніко-економічному обґрунтуванні. У обґрунтованих випадках слід передбачати об'єднання на одній станції переробки вагонів і формування потягів на загальну мережу залізниць із сортуванням вагонів по призначеннях для окремих підприємств, цехів, баз і тому подібне. При розміщенні сортувальної станції

враховують потоковість пропуску транзитних і місцевих вагонів, що переробляються, їх пробіг, повторну переробку вагонів як у вузлі, так і на станціях, що взаємодіють з ним (тилових), а також завантаження ділянок і станцій вузла.

б) у вузлах, обслуговуючих найбільші міста або промислові райони

Число і розміщення сортувальних станцій має бути обґрунтоване техніко-економічними розрахунками відповідно до розмірів і напрямку транзитних, що переробляються, і місцевих вагонопотоків, а також схемою вузла і місцевими умовами та з урахуванням роботи тилових сортувальних станцій; при цьому слід забезпечувати концентрацію сортувальної роботи на меншому числі добре оснащених станцій. Як правило, необхідно проектувати не більше двох сортувальних станцій у вузлі. При проектуванні двох сортувальних станцій рекомендується розміщувати їх по кінцях вузла між пунктами злиття підходів і основними районами виконання місцевої роботи. У особливо великих вузлах, що займають велику територію і мають значне число вантажних станцій і під'їзних колій, допускається проектувати більше двох сортувальних станцій.

в) у вузлах, що розвиваються по кільцевій, кільцевій з діаметром або напівкільцевій схемам

Як правило, слід розміщувати на підходах до окружної дороги або на окружній дорозі.

2.3.6 Пристрої локомотивного і вагонного господарства

Розміщують відповідно до технологічного процесу роботи вузла і примикаючих ліній із урахуванням забезпечення найменших простоїв і пробігів потягів і локомотивів (у тому числі в передавальному русі) і концентрації пристроїв

а) деповські пристрої

Локомотивні деповські пристрої, як правило, повинні концентруватися в одному пункті вузла, а в особливо великих вузлах - в можливо меншому числі пунктів; вагонне і локомотивне депо рекомендується розташовувати на одній і

тій же станції вузла з урахуванням їх найбільшої кооперації; деповські пристрої слід розташовувати з урахуванням рози вітрів, рельєфу місцевості та забезпечення зручного зв'язку виробничих об'єктів із житловим селищем, що виключає необхідність переходу працюючих через залізничні колії в одному рівні.

б) екіпірувальні пристрої для локомотивів вантажних потягів

Як правило, слід проектувати на сортувальних станціях вузла, на станціях, обслуговуючих транзитні потяги, а при необхідності також і на великих вантажних станціях, що систематично формують і розформовують маршрутні потяги.

в) екіпірувальні пристрої для локомотивів пасажирських потягів

Як правило, необхідно передбачати на пасажирських технічних станціях або в технічних парках.

2.3.7 Вантажні станції та вантажні двори

Число, розміщення і спеціалізацію встановлюють на підставі техніко-економічних розрахунків; при цьому враховують схему вузла, планування міської території, пробіг вагонів і автомобілів, витрати по механізації навантажувально-вивантажувальних робіт і доцільність їх концентрації, зміст штату і пристроїв, завантаження головних колій і вуличних магістралей, розташування промислових підприємств і складів, що не обслуговуються під'їзними коліями, та ін. Вантажні двори загального користування, а також складські бази, призначені для передачі вантажів із залізничного транспорту на автомобільний, можна проектувати на вантажних, сортувальних й інших станціях вузла.

а) вантажні двори для переробки тарних вантажів і контейнерів

Як правило, розміщують в ув'язці з розташуванням комунально-складських зон міста.

б) вантажні станції (двори), спеціалізовані для переробки масових і навалювальних вантажів

Слід розміщувати поблизу місць розташування промислових підприємств і баз - основних одержувачів цих вантажів - за межами селитебної території міста.

в) спеціальні пункти для вантаження і вивантаження рідкого палива, вогнебезпечних вантажів, а також вантажів, що мають їдкі запахи

Мають бути ізольовані від міста відповідно до вимог пожежної безпеки і санітарних правил, *що особливо порошать*, а також із урахуванням напряму пануючих вітрів, при цьому в проектах мають бути передбачені заходи по скороченню шкідливих викидів в атмосферу.

2.3.8 Спеціальні пристрої та споруди

У великих ЗВ для пропуску транзитних вантажних потягів і кутових вагонопотоків без заходу на завантажені станції вузла споруджуються спеціальні залізничні колії - *обходи залізничного вузла* [6, 25]. Обхід служить також для пропуску транзитних пасажирських потягів. При спорудженні обходу максимально використовуються існуючі залізничні лінії з усіма їх пристроями, враховується експлуатаційна робота напрямів, що примикають до вузла, і ув'язуються основні елементи цих напрямів із елементами обходу. Передбачається використання обходу ЗВ для обслуговування міст-супутників і примикання під'їзних колій великих промислових підприємств. У пунктах відхилення обходу ЗВ від основного напряму споруджуються розв'язки залізничних ліній (у одному рівні або в різних).

Поблизу до ЗВ зазвичай також споруджуються *передвузлові станції*, які призначаються для розподілу потягів між станціями вузла і лініями, що примикають до нього, як правило, без кутових заїздів з найменшим числом ворожих перетинів. Від передвузлової станції може починатися обхід ЗВ. У разі підходу нової залізничної лінії до вузла, примикання її може бути здійснене до

передвузлової станції.

Для одночасного прийому потягів з різних ліній у парки і на станції вузла і для відправлення потягів в різні напрями влаштовуються *розв'язки залізничних ліній у вузлі* - сполучні колії і спеціальні пристрої між лініями, що сходяться, і станціями, що ліквідовують ворожі перетини маршрутів пересування рухомого складу [25].

Залежно від потрібної пропускної спроможності, умов безпеки руху з урахуванням профілю і плану підходів до перетину, вимог до забезпечення незалежності руху по окремих напрямках для потягів різного призначення, рельєфу місцевості й економічних чинників, розв'язки залізничних ліній здійснюються в різних рівнях за допомогою *шляхопровідних розв'язок* (рис. 2.13) або в одному рівні за допомогою *шлюзу* (рис. 2.14). Тип розв'язки вибирається техніко-економічним порівнянням потрібних будівельних витрат і експлуатаційних витрат.

Розрізняють наступні види шляхопровідних розв'язок:

- по напрямках руху (рис. 2.13, а) - споруджувані в місцях перетину або примикання залізничних ліній без спеціалізації колій для вантажного і пасажирського руху;
- по лініях (рис. 2.13, б) - споруджувані на перетині одноколійної лінії з двоколійною або двох однопутних ліній при незначній кореспонденції поїздопотоків між ними або за наявності на лініях що пересікаються різних видів тяги;
- по роду руху (рис. 2.13, в) - споруджувані при необхідності виділення на самостійні головні колії на прилеглих до вузла підходах окремих категорій потягів, наприклад вантажних, пасажирських далеких, приміських.

Якщо будівництво розв'язки залізничних ліній у різних рівнях не виправдовується техніко-економічними розрахунками, то може споруджуватися розв'язка в одному рівні - шлюз. Розрізняють шлюзи двох

типів: простий (рис. 2.14, а), який полегшує перетин двох головних колій, оскільки роз'єднує їх і дозволяє перетинати у різний час; повний (рис. 2.14, б) - з дублюючими головними коліями для основного напрямку, пропускна спроможність якого не повинна знижуватися (на рисунку - напрям руху від А до Б). Безпека руху з використанням шлюзів забезпечується відповідними пристроями СЦБ і запобіжними тупіками. Застосування шлюзів найбільш доцільне для пропуску локомотивів і маневрових складів.

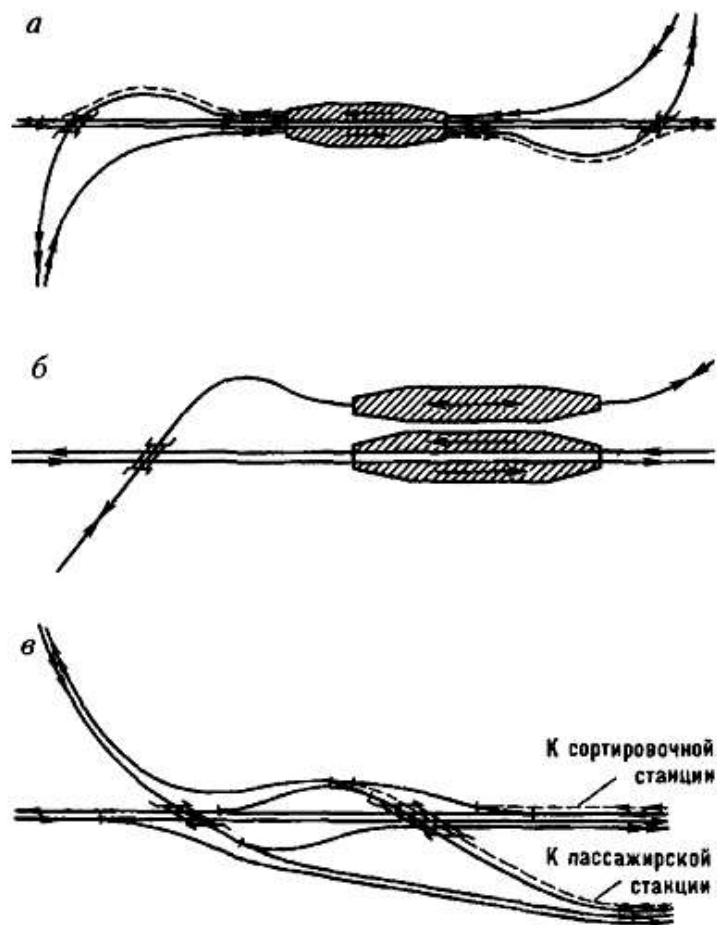


Рисунок 2.13 - Шляхопровідні розв'язки :
 а - по напрямках руху; б - по залізничних лініях;
 в - по роду руху

У деяких типах вузлів для забезпечення безпеки руху і потрібної

пропускної спроможності часто споруджуються залізничні діаметри - внутрішньовузлові діаметральні з'єднання примикаючих залізничних ліній.

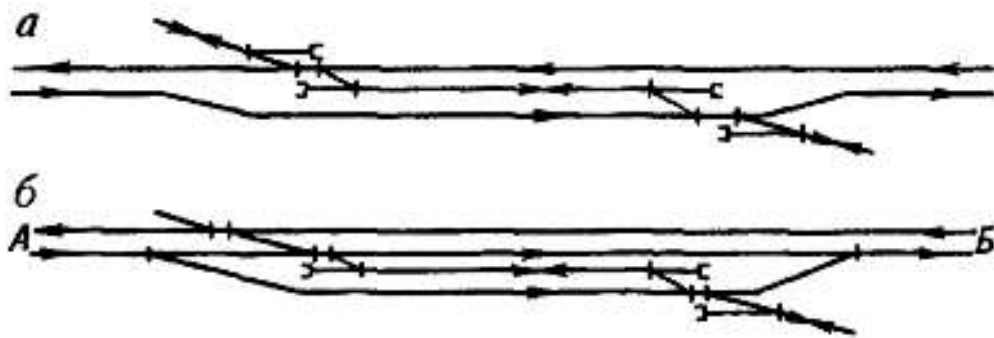


Рисунок 2.14 - Шлюзи:

а - простий; б - повний (для напрямку руху від пункту А до пункту Б)

У вузлах, які обслуговують великі міста з інтенсивним приміським і внутрішньоміським пасажирським рухом також споруджується *глибоке введення* - спеціальний примісько-міський залізничний діаметр (підземного або наземного типу). Він проектується в ув'язці з плануванням міста і загальною схемою розвитку міського транспорту. Глибоке введення, що має станції в місцях перетинів з лініями метрополітену, обслуговує пасажирів спільно з метрополітенем, що забезпечує надійний зв'язок приміських ділянок із міськими районами і зручне безпересадочне сполучення як для пасажирів з передмість, так і для жителів міста при поїздках їх у передмістя. Устрій глибокого введення дозволяє зменшити концентрацію пасажирів на головних вокзалах і їх привокзальних площах. Підземні глибокі введення є, наприклад, в транспортних вузлах Нью-Йорка, Парижу, Берліна, Брюсселю, Варшави [1].

У ЗВ також повинні передбачатися застосування *диспетчерської централізації* і можливість включення в *автоматизовану систему управління залізничним транспортом* (АСУЗТ). Однорідні пристрої різних служб залізниці, промисловості, населених пунктів, а також інших видів транспорту

по можливості об'єднуються для кооперованого використання.

Внутрішньовузлова робота з місцевим вагонопотоком і технологічні процеси станцій управляються вузловими і станційними системами. Робота з транзитним потоком потягів, забезпечення їх локомотивами є предметом диспетчерського управління дирекцій або управлінь залізниць (при створенні дорожніх автоматизованих центрів управління експлуатаційною роботою).

2.4 Основні принципи проектування залізничних вузлів

При проектуванні нових ЗВ, а також при плануванні їх подальшого розвитку необхідно брати до уваги ряд наступних основних принципів [6, 8, 22, 25].

2.4.1 Принцип загальної ефективності

До оцінки загальної ефективності проектного ЗВ слід підходити комплексно, зважаючи на складний і різноманітний характер можливих технічних рішень і протікаючих транспортних процесів. Необхідно враховувати не лише так звані прямі ефекти, але і потенційні, непрямі. Наприклад, скорочення тривалості поїздки (непрямий ефект) зменшує психологічний стрес (транспортну втому), сприяє підвищенню продуктивності праці й за своїм значенням може бути важливішим, ніж скорочення потреби в рухомому складі та ін. (прямий ефект).

При розробці схем транспортного вузла і оптимізації режимів взаємодії різних видів транспорту часто не враховуються непрямі ефекти, що може привести до неправильних рішень. При оцінці варіантів розвитку ЗВ і оптимізації процесів взаємодії у вузлі слід враховувати:

- організаційний ефект від зниження експлуатаційних витрат в результаті вдосконалення організації роботи, підвищення продуктивності праці і т.п.;

- соціальний ефект, який проявляється в поліпшенні умов розселення, збільшенні вільного часу за рахунок скорочення тривалості поїздок трудящих та ін.;
- ефект розвитку, що полягає в створенні резерву переробляючої та пропускної здібностей вузла і його ролі в транспортній системі, забезпеченні «ресурсів варіантів» для правильного вирішення проблем розвитку і планування транспортного вузла в процесі наступного його проектування;
- ефект технічної прогресивності, що відбиває можливості автоматизації і типізації схем і пристроїв.

Методи оцінки загальної ефективності досить складні і потребують подальшої розробки.

2.4.2 Принцип комплексної оптимізації

У основі цього принципу покладений той факт, що незалежна оптимізація окремих підсистем не забезпечує оптимальності режимів функціонування вузла як системи в цілому. Цей принцип перешкоджає вузьковідомчому підходу до проблеми розвитку вузлів і оптимізації режимів взаємодії, попереджає помилки при рішенні завдань довгострокового прогнозування.

2.4.3 Принцип концентрації

Він є одним з головних при створенні планувальної схеми вузла, що значною мірою визначає його розвиток. Він припускає концентрацію операцій, об'єднання станцій, обслуговуючих промислові підприємства; створення потужних спеціалізованих баз; ліквідацію малодіяльних під'їзних колій; концентрацію транспортно-експедиційної роботи у рамках однієї організації і створення об'єднаних транспортних господарств на базі малопотужних і

розрізнених транспортних цехів.

Розрізняють наступні форми транспортного обслуговування :

- об'єднані транспортні комбінати, що виконують перевезення вантажів автомобільним і залізничним транспортом;
- об'єднані транспортні підприємства, на яких зосереджені усі навантажувально-розвантажувальні механізми, пристрої по ремонту і поточному утриманню колій і рухомого складу, і які виконують роботу по обслуговуванню під'їзних колій і вантажних станцій;
- часткове об'єднання деяких однорідних функцій по обслуговуванню підприємств і їх обслуговування автотранспортом.

У конкретних умовах вибір форми об'єднаних транспортних господарств здійснюється на основі техніко-економічних розрахунків.

2.4.4 Принцип децентралізації

Разом із принципом концентрації цей принцип відіграє важливу роль при формуванні структури вузла. Тенденція до децентралізації викликана наступними причинами: зменшенням витрат, пов'язаних з пробігом рухомого складу, скороченням часу пасажирів на пересування і т.п.; неможливістю підвищення концентрації, викликані відсутністю вільних майданчиків, можливостями системи управління; несумісністю різнорідних транспортних потоків та іншими вимогами і обмеженнями.

Враховуючи, що сучасний етап розвитку транспортних вузлів характеризується їх ускладненням і різким зростанням об'ємів роботи, необхідно приділяти особливу увагу вибору раціонального співвідношення між концентрацією і децентралізацією на основі оцінки усієї сукупності чинників ефективності.

2.4.5 Принцип спеціалізації

Створення спеціалізованих станцій, вантажних дворів, баз у ЗВ сприяє впровадженню передової техніки, підвищенню рівня механізації й автоматизації транспортних процесів, забезпечує високу продуктивність праці та є передумовою для зниження транспортних витрат. Здійснення принципу спеціалізації тісно пов'язане з концентрацією, оскільки застосування спеціалізованих пристроїв можливе тільки при потужних і стійких транспортних потоках. Тому висока міра концентрації транспортних потоків є необхідною передумовою для спеціалізації.

У найбільших ЗВ створюються спеціалізовані станції по вивантаженню однорідних тарно-штучних вантажів. У перспективі слід чекати подальшого розвитку цього процесу, оскільки при цьому скорочуються транспортні витрати і з'являється можливість використовувати спеціалізований рухомий склад з усіма його перевагами.

2.4.6 Принцип збереження рівноваги і пропорційності розвитку окремих елементів і підсистем вузла

На цьому принципі ґрунтуються комплексні розрахунки транспортного вузла: будь-який його елемент узгоджується з іншими за своїми експлуатаційними показниками і передусім по пропускній і переробній спроможності. Недотримання принципу пропорційності створює «вузькі місця» і диспропорції, пропускна спроможність окремих елементів виявляється недостатньою і гальмує подальший розвиток системи. Наприклад, випереджаючий розвиток нових селітебних і промислових районів у порівнянні з мережею міського пасажирського транспорту створює у ряді міст значні транспортні утруднення.

2.4.7 Принцип відкритого росту елементів і підсистем вузла

Оскільки розвиток транспортних вузлів відбувається у взаємодії з розвитком промислових підприємств міста і його селітебної території, важливо забезпечувати можливості їх подальшого росту за рахунок створення системи територій, що бронюються. На шкода, цей принцип при розробці генеральних схем транспортних вузлів не завжди враховується, що призводить до ускладнень. Так, часто транспортні споруди виявляються затиснутими житловою забудовою, індивідуальними гаражами та іншими спорудами.

2.4.8 Принцип дальності перспективи

Цей принцип вимагає узгодження рішень проєктованих ЗВ для різних рівнів прогнозування. Принцип дальності перспективи припускає координацію провідних тенденцій розвитку вузла з пошуком нових принципів організації перевізного процесу, що відповідають умовам науково-технічної революції.

2.4.9 Принцип конструктивної і технологічної уніфікації

Цей принцип припускає широке використання методів стандартизації і конструктивної типізації. При цьому скорочується число аналізованих схем, планувальних рішень і терміни їх розробки. Технологічна уніфікація передбачає впровадження єдиних технологічних процесів роботи ЗВ. В результаті технологічної уніфікації виникають передумови для розширення сфери механізації й автоматизації, впровадження потокових методів роботи.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2

Залізничний вузол (ЗВ) є комплексом технологічно пов'язаних між собою залізничних станцій, головних, сполучних і обхідних колій, під'їзних колій, постів у пунктах примикання, шляхопровідних розв'язок залізничних ліній між собою та з міськими магістралями і автодорогами, що знаходиться в пункті перетину або примикання не менше трьох залізничних ліній. До складу ЗВ також входять вокзали, депо, тягові підстанції та ін. До залізничних вузлів також можна віднести комплекси технологічно взаємопов'язаних пасажирських, вантажних і технічних станцій, обслуговуючих великий промисловий центр незалежно від числа примикаючих ліній.

Відповідно до об'єму і характеру виконуваної роботи ЗВ можуть мати наступні пристрої: сортувальні і вантажні станції, сполучні колії між цими станціями і підходи до них для забезпечення вантажного руху і виконання сортувальної та вантажної роботи у вузлі; пасажирські й технічні пасажирські станції, пересадкові станції, зупинні пасажирські пункти й інші пристрої для виконання пасажирських перевезень; пристрої локомотивного та вагонного господарства; мости, тунелі, шляхопровідні розв'язки і переїзди на перетинах залізничних колій з річками, каналами, автомагістралями та іншими залізничними коліями для забезпечення безпеки руху і підвищення пропускної спроможності вузла.

ЗВ є великими транспортними системами, що зумовлюють ритмічну роботу полігонів транспортної мережі, оскільки у вузлах відбувається взаємодія та взаємний вплив залізничних напрямів, що пересікаються. У великих населених пунктах ЗВ зазвичай є складовою частиною транспортного вузла, де відбувається масова пересадка пасажирів і передача вантажів з одного виду транспорту на інший. Стиковими пунктами залізничного та інших видів транспорту являються пасажирські й вантажні станції.

До основних функцій, що виконуються залізничними вузлами, відносяться: пропуск і обробка пасажирських потягів, посадка і висадка

пасажирів, організація їх обслуговування на вокзалах; формування, обробка, розформування пасажирських і приміських потягів, переробка багажу і пошти; пропуск і обробка транзитних вантажних потягів, зміна локомотивів і локомотивних бригад; переробка вантажного транзитного вагонопотоку; формування, обробка, розформування місцевих потягів; вантаження, вивантаження вантажів, прийом їх від вантажовідправників і видача вантажоодержувачам, зберігання вантажів, виконання комерційних операцій з поїздами, вагонами, вантажами і документами.

Класифікуються ЗВ за різними ознаками: Відповідно до розміщення основних елементів; по характеру експлуатаційної роботи; за об'ємом роботи; по організаційній структурі управління.

Проаналізовано існуючі вимоги до розміщення основних пристроїв у ЗВ.

При проектуванні нових ЗВ, а також при плануванні їх подальшого розвитку необхідно брати до уваги такі ж основні принципи, що і до загальнотранспортних вузлів.

РОЗДІЛ 4. ПІДВИЩЕННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО З ІНШИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ В ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛАХ

4.1 Основні характеристики процесів інтероперабельної взаємодії залізничного та інших видів транспорту

Для вдосконалення процесів інтероперабельної взаємодії різних видів транспорту в транспортних вузлах велике значення має правильне розуміння їхньої сутності. Всі процеси цієї взаємодії розділяються на *детерміновані*, *стохастичні* та *їхні комбінації*.

Процес, у якому визначальні величини змінюються за цілком певними закономірностями, а результат транспортного процесу є заздалегідь відомим або залежить від дій людини, називається *детермінованим*. Наприклад, прибуття пасажирських поїздів на станцію, рух поїздів метрополітену, рух за графіком та ін.

Процес, у якому зміна визначальних величин відбувається випадково, а умови, у яких він протікає, можуть містити елемент невизначеності (тобто невідомо заздалегідь), називається *стохастичним*. Найбільш простим при вивченні стохастичних процесів є випадок, коли характер зміни визначальних змінних заданий функцією розподілу, отриманою на основі обробки статистичних даних. Наприклад, процеси прибуття вантажних поїздів на сортувальну станцію: їхня довжина, вага, час ходу та інше описуються функцією нормального розподілу.

Більшість процесів досліджується при імовірісно-визначеному характері вихідної інформації, використовуючи імовірісно-статистичний підхід. Останнім часом він широко застосовується при визначенні технічного оснащення пунктів взаємодії (розрахунок числа причалів, перевантажувальних механізмів та ін.), плануванні роботи станцій, депо й інших елементів, у статистичному моделюванні режимів роботи транспортного вузла (підсистем

або елементів).

У складних випадках отримати закон розподілу визначальних змінних параметрів неможливо із-за відсутності відповідних даних для побудови ряду, який має статистичну стійкість.

Транспортні процеси у вузлах можуть класифікуватися залежно від швидкостей протікання на процеси [8, 22]: *повільного протікання, середньої швидкості та швидкого протікання.*

До *процесів швидкого протікання* відносяться такі, оптимізація яких може здійснюватися за допомогою системи оперативного планування та керування (наприклад, для міського пасажирського транспорту - вихід певної кількості тролейбусів і автобусів).

Процеси середньої швидкості включають два часових горизонти:

1. річний та сезонний - для планів роботи транспортного вузла на рік або сезон;
2. місячний та тижневий.

Процеси, що протікають повільно, мають три часових горизонти:

1. *прогнозування розвитку транспортних вузлів на майбутнє (20-30 років).* Цей горизонт найважливіший і разом з тим самий невизначений. Прогнозування транспортних процесів на такий часовий горизонт вимагає урахування в першу чергу соціальних факторів, тому що перспективний розвиток транспортних вузлів неможливий без урахування характеру розвитку міст, розміщення населення й промисловості;
2. *планування на строк 5...15 років;*
3. *планування й проектування, що передбачають розвиток транспортного вузла на 2...5 років;*

Оптимізація процесів, що протікають повільно, здійснюється за допомогою системи довгострокового прогнозування та планування, яка містить:

- розробку методів переходу від сучасних закономірностей протікання транспортних процесів до перспективних з урахуванням впливу науково-

технічного прогресу;

- шляхи подальшого розвитку структури транспортних вузлів, що включають розширення сфери застосування різних видів швидкісного пасажирського транспорту, встановлення раціональних меж використання різних видів транспорту у вузлах різної складності, розробку перспективних технологій роботи і нових конструктивних рішень, оптимізацію розміщення і розвитку пристроїв та ін.;
- розробку централізованих систем управління (автоматизованих) транспортними вузлами.

4.2 Параметри, які визначають характер транспортних процесів у транспортних вузлах

Для визначення впливу способів взаємодії різних видів транспорту на режими функціонування ТВ, що забезпечують максимальну ефективність та найкращі кількісні результати, необхідно встановити загальні параметри вузла.

Із аналізу загальної схеми ТВ випливає, що для опису процесів взаємодії можна встановити три групи параметрів [8, 22]:

1. *Параметри транспортного вузла, до яких відносяться:*
 - число взаємодіючих видів транспорту у вузлі;
 - число типових технологічних ланцюгів, які складають окремі підсистеми: технологічні ланцюги для обслуговуванню вантажних потоків; для доставки вантажів від складу (цеху) виробників безпосередньо до складів (цехів) споживачів; для доставки вантажів з перевалкою між різними видами транспорту, які взаємодіють у вузлі; технологічні ланцюги по ремонту, відстою і контролю технічного стану рухомого складу та ін.
2. *Параметри елементів:*
 - переробна і пропускна здатність;
 - потужність його шляхового розвитку.
3. *Параметри вхідних та вихідних транспортних потоків, які при*

розрахунках вузлів необхідно виділити в окрему групу. До основних параметрів транспортних потоків відносяться: часова нерівномірність (викликається внутрішньодобовими, сезонними та іншими коливаннями об'ємів виробництва); просторова нерівномірність; інтенсивність потоків; функція розподілу інтервалів між моментами надходження двох транспортних одиниць; система пріоритетів; регулярність транспортного потоку та ін.

У транспортному вузлі повинне забезпечуватися:

- потрібна пропускна та переробна здатності транспортних об'єктів і шляхів сполучення по кожному виду транспорту і для вузла в цілому;
- раціональний розподіл обсягів вантажних і пасажирських перевезень між окремими видами транспорту;
- оптимальне розміщення основних пристроїв різних видів транспорту і раціональна організація передачі між ними вантажів і пасажирів із найменшими витратами коштів і з найбільшими зручностями для пасажирів;
- забезпечення надійного та зручного зв'язку різних видів транспорту з промисловими підприємствами та міськими районами;
- організація роботи за суміщеним контактним графіком і єдиним технологічним процесом, заснованим на взаємодії наявних у вузлі видів транспорту.

4.3 Часові характеристики роботи транспортного вузла

Часові характеристики роботи транспортного вузла характеризують раціональність використання його елементів за часом та тривалістю обслуговування транспортних потоків i -ї категорії. До них відносяться:

t_{Π}^i - середній час перебування потоку i -ї категорії в транспортному вузлі (підсистемі, елементі);

$t_{\text{ТЕХ}}^i$ - середній час, який витрачається безпосередньо на обробку потоку i -ї категорії;

$t_{OЧ}^i$ - середній час очікування початку обробки.

$$t_{\Pi}^i = t_{ТЕХ}^i + t_{OЧ}^i.$$

Важливим показником є *коефіцієнт затримки обслуговування потоку*, який вказує, у скільки разів час перебування одиниці потоку i -ї категорії в транспортному вузлі більше часу обслуговування:

$$k_3^i = \frac{t_{\Pi}^i}{t_{ТЕХ}^i} \quad (4.1)$$

Коефіцієнт затримки обслуговування місцевого потоку у вузлі визначається за формулою:

$$k_3^M = 1 + \frac{\sum t_{OЧ}}{\sum t_{ТЕХ}}, \quad (4.2)$$

де $\sum t_{OЧ}$ - загальна тривалість міжопераційних простоїв при обробці місцевого потоку; $\sum t_{ТЕХ}$ - середній час безпосереднього обслуговування.

Зниження коефіцієнту затримки обслуговування вантажного потоку в результаті вдосконалення режимів взаємодії - одна з найважливіших задач, розв'язання якої дозволить значно скоротити оборот вагону. Для вдосконалення режимів взаємодії різних видів транспорту у вузлі необхідно:

- планувати і погоджувати підхід транспортних одиниць до транспортного вузла;
- скорочувати нерівномірність надходження транспортних потоків;
- удосконалювати взаємодію станцій з під'їзними коліями;
- розробляти і здійснювати програми довгострокового розвитку технічного оснащення вузла;

- підвищувати рівень механізації й автоматизації основних циклів обробки транспортних засобів.

4.4 Експлуатаційна надійність транспортного вузла

На сучасному етапі розвитку ТВ особливе значення набувають проблеми експлуатаційної надійності транспортного вузла (підсистеми, елемента). Низька надійність веде до великих матеріальних втрат [1, 8, 22].

В сучасній теорії надійності прийнято розрізняти *якісну* та *кількісну* сторони:

- *якісна сторона експлуатаційної надійності* - здатність транспортного вузла (підсистеми, елемента) виконувати функції по обслуговуванню транспортних потоків із збереженням експлуатаційних показників в заданих межах на протязі потрібного проміжку часу;

- *кількісна сторона* - здатність транспортного вузла (підсистеми, елемента) зберігати кількісні показники надійності, які вимірюють ступінь прояву здатності та залежать від конкретного виду виконаних транспортним вузлом функцій і особливостей його експлуатації.

Визначення експлуатаційної надійності транспортного вузла (підсистеми, елемента) базується на сукупності наступних понять: *відмова* - часткова або повна втрата роботоздатності елементом, підсистемою, вузлом; *середній час безвідмовної роботи*; *середній час відновлення*; *ймовірність безвідмовної роботи* та ін.

В якості показника надійності транспортного вузла (підсистеми, а в окремих випадках і елемента) доцільно використовувати *коефіцієнт зниження ефективності функціонування вузла (підсистеми і елемента)*:

$$k_E = \frac{E}{E_0} \quad \text{при} (k_E \geq 1) \quad , \quad (4.3)$$

де E - витрати на функціонування вузла (підсистеми); E_o - витрати на функціонування вузла (підсистеми) при ймовірності безвідмовної роботи.

При малому значенні k_E відмови елементів слабо впливають на ефективність вузла. Тому, засоби підвищення їх надійності можуть виявитись недоцільними, так як не виправдовують капітальних витрат. При великому значенні k_E реконструктивні засоби необхідні, особливо у відношенні елементів, відмови яких надають найбільший вплив на ефективність вузла або підсистеми.

Імовірність безвідмовної роботи ТВ (підсистеми, елементу) за час t

$$P(t) = \frac{N_o - N_3}{N_o}, \quad (4.4)$$

де N_o - загальне число транспортних одиниць, які обслуговуються за час t ; N_3 - середня кількість затриманих транспортних одиниць.

Імовірність відмови за той самий час

$$g(t) = 1 - P(t). \quad (4.5)$$

Експлуатаційна надійність аналізується в основному за допомогою статистичних методів, основу яких складає обробка експериментальних даних, які отримуємо в процесі експлуатації вузла.

Суть статистичних методів оцінки показників надійності полягає в тому, що на підставі початкових статистичних даних, згідно спеціально розроблених способів, можна оцінити дійсні значення цих показників із заданою точністю і довірчою імовірністю α . Вибір величини довірчої імовірності залежить від мети дослідження, проте у більшості практичних розрахунків імовірність 0,95 або 0,90 є достатньою.

Межі довірчого інтервалу обчислюються по формулам:

$$\omega_H = \frac{\omega}{r_1}, \quad \omega_B = \frac{\omega}{r_2}, \quad (4.6)$$

де ω_H, ω_B - відповідно нижня і верхня межі довірчого інтервалу; ω - параметр потоку відмов; r_1, r_2 - коефіцієнти межі довірчого інтервалу, що визначаються по табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Вихідні дані для розрахунків

Загальна кількість періодів безвідмовної роботи, $n_{БВ}$	$\alpha = 0,99$		$\alpha = 0,95$		$\alpha = 0,90$	
	r_1	r_2	r_1	r_2	r_1	r_2
1	100,0	0,15	19,5	0,21	9,50	0,26
2	13,5	0,24	5,63	0,32	3,77	0,38
3	6,88	0,30	3,66	0,39	2,73	0,45
4	4,85	0,35	2,93	0,44	2,29	0,50
5	3,91	0,38	2,54	0,48	2,05	0,54
6	3,36	0,41	2,29	0,51	1,90	0,57
8	2,75	0,46	2,01	0,55	1,72	0,62
10	2,42	0,50	1,83	0,59	1,61	0,65
15	2,01	0,56	1,62	0,65	1,46	0,70
20	1,84	0,60	1,51	0,69	1,37	0,74
25	1,68	0,64	1,44	0,72	1,33	0,76
30	1,60	0,66	1,39	0,74	1,29	0,78
40	1,50	0,70	1,32	0,77	1,24	0,84
50	1,43	0,73	1,28	0,79	1,21	0,83
60	1,38	0,75	1,25	0,81	1,19	0,84
80	1,32	0,78	1,21	0,83	1,16	0,86
100	1,28	0,80	1,19	0,85	1,14	0,88
150	1,22	0,83	1,15	0,87	1,12	0,90
200	1,19	0,85	1,13	0,89	1,10	0,91
250	1,17	0,86	1,11	0,90	1,09	0,92
<u>300</u>	1,15	0,88	1,10	0,91	<u>1,08</u>	<u>0,93</u>
400	1,13	0,89	1,09	0,92	1,07	0,94
500	1,11	0,90	1,08	0,93	1,06	0,94
600	1,15	0,91	1,07	0,94	1,05	0,95
800	1,00	0,92	1,06	0,94	1,05	0,96
1000	1,08	0,93	1,05	0,95	1,04	0,96

Універсальною оцінкою роботи транспортного вузла є його економічна ефективність, що оцінюється витратами на розробку проектних рішень, їх реалізацію та експлуатацію введених в дію об'єктів.

4.5 Підвищення інтероперабельності процесів взаємодії залізничного та інших видів транспорту в транспортних вузлах

4.5.1 Оптимальний розподіл пропускної здатності в одноканальних пунктах взаємодії різних видів транспорту

На практиці технічна продуктивність навантажувально-розвантажувальних механізмів пунктів взаємодії обмежена. Тому необхідно визначити оптимальний розподіл парків машин [17, 20, 27]. Таким розподілом буде рішення, при якому є мінімальними:

1) середня тривалість знаходження транспортних потоків в місцях взаємодії

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{\lambda} T_i, \quad (4.7)$$

2) втрати від затримок транспортних потоків

$$E = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{\lambda} E_i \quad (4.8)$$

Це відбувається за умови, що сумарна переробна здатність каналів у пунктах взаємодії задовольняє умові

$$N = \sum_{i=1}^n N_i, \text{ діб.} \quad (4.9)$$

В останніх формулах n - кількість каналів в системі масового

обслуговування; λ_i - середня кількість транспортних одиниць, що поступають в i -й канал за одиницю часу; λ - загальне число транспортних одиниць, які поступають в канали взаємодії; T_i - середній час знаходження транспортної одиниці в i -му каналі взаємодії; E_i - середня вартість затримки рухомого складу по i -му каналу взаємодії; N - переробна (пропускна) здатність пункту взаємодії; N_i - переробна здатність i -го каналу.

Розглянемо процес пошуку оптимального рішення, вважаючи, що в i -й канал поступає потік, який відповідає закону Пуассона, з середнім λ_i а середній час виконання вантажних операцій розподілений по показовому закону з

середнім значенням $\frac{1}{\mu_i}$, де μ_i - середнє число транспортних одиниць в черзі на обслуговування в i -му пункті взаємодії. Всі канали взаємодії (рис. 4.1) не

залежать один від одного, а
$$N = \sum_{i=1}^n N_i$$
.

На основі аналізу даних складових часу перебування транспортної одиниці в i -му каналі взаємодії у теорії масового обслуговування знайдено оптимальне значення потужності i - го каналу у вигляді рівняння (4.10):

$$N_i^{opt} = \frac{\lambda_i}{\mu_i} + \frac{(N - \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{\mu_i}) \sqrt{\frac{\lambda_i}{\mu_i}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{\lambda_i}{\mu_i}}} \quad (4.10)$$

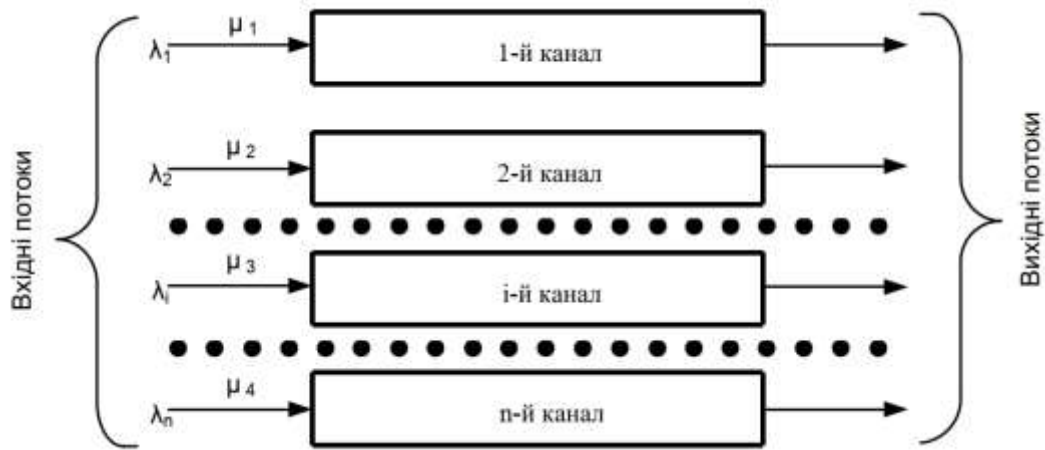


Рисунок 4.1 - Схема системи масового обслуговування

4.5.2 Обґрунтування раціональної черговості обробки транспортних засобів

Через нерівномірне прибуття в пункти взаємодії транспортних засобів утворюються черги на обслуговування, внаслідок чого виникає необхідність вибору черговості їх обробки, яка забезпечує *мінімальні витрати від простою транспортних одиниць* [27], тобто

$$E = \sum_{i=1}^k C_i t_{оч}^i \Rightarrow \min , \quad (4.11)$$

де C_i - експлуатаційні витрати, зв'язані із затримкою i -го транспортного засобу на одиницю часу; $t_{оч}^i$ - час очікування обслуговування i -м транспортним засобом.

Число варіантів черговості обробки n транспортних засобів, що очікують обслуговування, дорівнює $n(!)$. При черзі з п'яти транспортних одиниць може бути 120, а з шести - 720 варіантів.

Загальні витрати за період $T = t_1 + t_2 + \dots + t_n$ дорівнюють сумі часткових витрат $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$, які визначаються добутком C_i на час від моменту

початку обслуговування першої транспортної одиниці t_0 до моменту завершення робіт по обслуговуванню i -го транспортного засобу, тобто

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n = C_1 t_1 + C_2 (t_1 + t_2) + C_3 (t_1 + t_2 + t_3) + \dots + C_n (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n), \quad (4.12)$$

де t_i - середній час обслуговування i -го транспортного засобу.

Оптимальним буде варіант, коли для транспортних засобів, що послідовно обробляються, виконується умова:

$$K_1 \geq K_{i+1} \geq K_{i+2} \geq \dots \geq K_n,$$

де $K_i = \frac{C_i}{t_i}$, $K_{i+1} = \frac{C_{i+1}}{t_{i+1}}$, ..., $K_n = \frac{C_n}{t_n}$ - коефіцієнти питомих експлуатаційних витрат.

З останнього виразу бачимо, що з економічної точки зору при виборі черговості вантаження-розвантаження перевага повинна бути за транспортом, у якого коефіцієнт питомих експлуатаційних витрат має максимальне значення.

Розглянута методика вибору оптимальної черговості обробки транспортних засобів справедлива для статичного і динамічного режимів (в останньому випадку структура черги, її довжина постійно змінюються). Якщо коефіцієнт K_i у транспортної одиниці, що прибуває, вище, ніж у інших, що знаходяться в черзі, вона приймається на обслуговування, а в інших випадках ставиться в чергу (відповідно до K_i). Тобто оптимальна черговість обробки встановлюється за правилом: на обслуговування у міру звільнення каналу подається транспортний засіб, для якого K_i має максимальне значення.

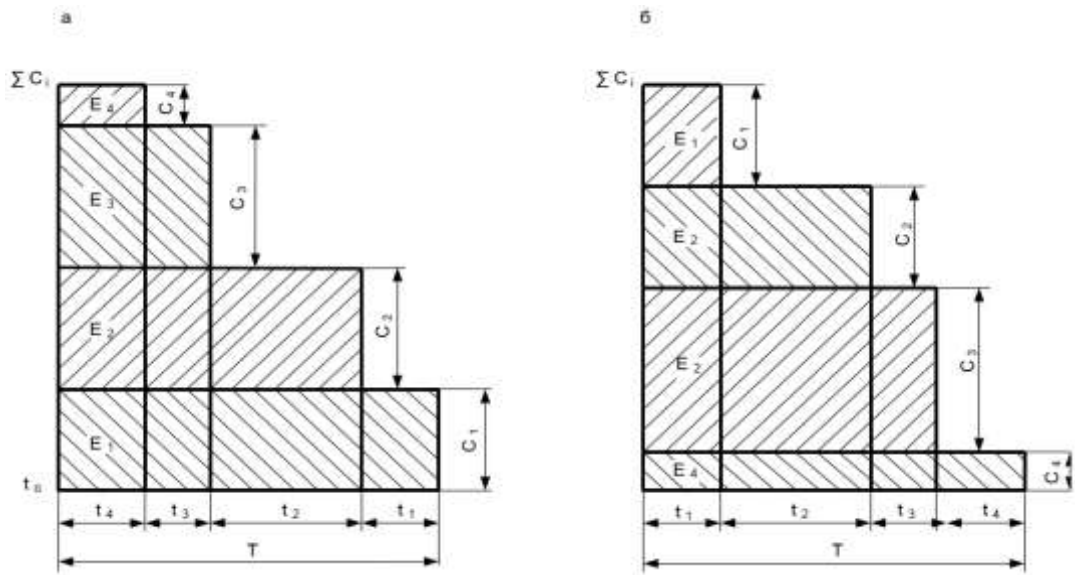


Рисунок 4.2 - Діаграми витрат залежно від черговості обробки транспортних засобів: а – черговість обробки 4-3-2-1; б - 1-2-3-4.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІУ 4

Для вдосконалення процесів інтероперабельної взаємодії різних видів транспорту в транспортних вузлах велике значення має правильне розуміння їхньої сутності.

Всі процеси цієї взаємодії розділяються на детерміновані, стохастичні та їхні комбінації. Транспортні процеси у вузлах можуть класифікуватися залежно від швидкостей протікання на процеси: повільного протікання, середньої швидкості та швидкого протікання.

Для опису процесів взаємодії треба встановити три групи параметрів:

1. Параметри транспортного вузла: число взаємодіючих видів транспорту у вузлі; число типових технологічних ланцюгів, які складають окремі підсистеми;

2. Параметри елементів: переробна і пропускна здатність; потужність його шляхового розвитку.

3. Параметри вхідних та вихідних транспортних потоків.

У транспортному вузлі повинні забезпечуватися: потрібна пропускна та переробна здатності транспортних об'єктів і шляхів сполучення по кожному виду транспорту і для вузла в цілому; раціональний розподіл обсягів вантажних і пасажирських перевезень між окремими видами транспорту; оптимальне розміщення основних пристроїв різних видів транспорту і раціональна організація передачі між ними вантажів і пасажирів із найменшими витратами коштів і з найбільшими зручностями для пасажирів; забезпечення надійного та зручного зв'язку різних видів транспорту з промисловими підприємствами та міськими районами; організація роботи за суміщеним контактним графіком і єдиним технологічним процесом, заснованим на взаємодії наявних у вузлі видів транспорту.

На практиці технічна продуктивність навантажувально-розвантажувальних механізмів пунктів взаємодії обмежена. Тому необхідно визначити оптимальний розподіл парків машин. Таким розподілом буде

рішення, при якому є мінімальними: середня тривалість знаходження транспортних потоків в місцях взаємодії.

Через нерівномірне прибуття в пункти взаємодії транспортних засобів утворюються черги на обслуговування, внаслідок чого виникає необхідність вибору черговості їх обробки, яка забезпечує мінімальні витрати від простою транспортних одиниць.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Транспортний вузол як система представляє собою сукупність транспортних процесів і засобів для їх реалізації в місцях стикування двох або більше видів транспорту. Поняття транспортного вузла включає власне перевізний процес, технічні пристрої і засоби контролю і управління. Вузли грають важливу роль в організації мультимодальних перевезень і вдосконаленні взаємодії різних видів транспорту.

До складу транспортного вузла в загальному випадку можуть входити: залізничний вузол; автомобільні дороги; морський або річковий порт; мережа промислового транспорту; міський транспорт; мережа трубопровідного транспорту різного призначення; аеропорти.

Транспортні вузли класифікують по залежності від господарського профілю міста, по числу взаємодіючих видів транспорту. По розташуванню вузлів в транспортній системі вузли бувають транзитні та кінцеві. За схемами основних транспортних мереж: тупикові, радіальні, витягнуті в довжину (подовжні), кільцеві, напівкільцеві.

Основними параметрами транспортного вузла є: число взаємодіючих видів транспорту у вузлі; кількість однотипних ліній, що реалізуються окремими підсистемами.

Можна виділити три основні групи показників, що характеризують роботу транспортного вузла : часові характеристики, показники надійності та показники економічної ефективності роботи вузла.

Основними принципами проектування вузлів є принцип: загальної ефективності; комплексної оптимізації; концентрації; децентралізації; спеціалізації; збереження рівноваги і пропорціональності розвитку окремих елементів і підсистем вузла; відкритого росту елементів і підсистем вузла; дальності перспективи; конструктивної і технологічної уніфікації.

Основними закономірностями взаємодії видів транспорту в узлах мають бути: максимальне поєднання розташування транспортних пристроїв одного і

різних видів транспорту для скорочення витрат на бідівництво різних допоміжних пристроїв і комунікацій; створення об'єднаних, однакових за призначенням облаштувань різних видів транспорту.

Залізничний вузол (ЗВ) є комплексом технологічно пов'язаних між собою залізничних станцій, головних, сполучних і обхідних колій, під'їзних колій, постів у пунктах примикання, шляхопровідних розв'язок залізничних ліній між собою та з міськими магістралями і автодорогами, що знаходиться в пункті перетину або примикання не менше трьох залізничних ліній. До складу ЗВ також входять вокзали, депо, тягові підстанції та ін. До залізничних вузлів також можна віднести комплекси технологічно взаємопов'язаних пасажирських, вантажних і технічних станцій, обслуговуючих великий промисловий центр незалежно від числа примикаючих ліній.

ЗВ є великими транспортними системами, що зумовлюють ритмічну роботу полігонів транспортної мережі, оскільки у вузлах відбувається взаємодія та взаємний вплив залізничних напрямів, що пересікаються. У великих населених пунктах ЗВ зазвичай є складовою частиною транспортного вузла, де відбувається масова пересадка пасажирів і передача вантажів з одного виду транспорту на інший. Стиковими пунктами залізничного та інших видів транспорту являються пасажирські й вантажні станції.

Проаналізовано існуючі вимоги до розміщення основних пристроїв у ЗВ.

При проектуванні нових ЗВ, а також при плануванні їх подальшого розвитку необхідно брати до уваги такі ж основні принципи, що і до загальнотранспортних вузлів.

Пасажирські та вантажні перевезення у будь-якому залізничному вузлі необхідно освоювати з мінімальною витратою засобів. Найбільш раціональна система роботи усіх підрозділів вузла визначається технологічним процесом вузла, що розробляється на основі планових вагонопотоків і прогресивних норм.

ЗВ зазвичай є складовою частиною загальнотранспортного вузла. При розробці технологічного процесу транспортного вузла треба враховувати також

технологічну, інформаційну та економічну взаємодію об'єктів усіх видів транспорту, наявних у вузлі. У ряді вузлів використовується комплексний технологічний процес роботи, згідно з яким забезпечується взаємодія і погоджена робота сортувальних і вантажних станцій, локомотивних і вагонних депо, дистанцій шляху, сигналізації і зв'язку та інших підприємств, пов'язаних з рухом потягів.

Технологічним процесом також може встановлюватися форма організації вантажної роботи, порядок взаємодії з автомобільним транспортом по централізованому вивезенню і завезенню вантажів і контейнерів, порядок безперервного планування цієї роботи, режим роботи автомобілів, прикріплення автоколон по станціях, а також коротко регламентується робота основних вантажних станцій, питання взаємодії станцій і під'їзних колій, засновані на застосуванні єдиних технологічних процесів (ЕТП) з підприємствами-власниками під'їзних колій і з ППЗТ, а також взаємодія на основі ЕТП морського і річкового порту із залізничними станціями.

Технологічний процес роботи залізничного вузла повинен визначати об'єми роботи станцій вузла, їх взаємодію не лише по транзитному руху, але і місцевим вагонопотокам на основі графіку передавального руху, міру концентрації (деконцентрації) сортувальної роботи у вузлі, спеціалізацію вантажних станцій вузла для переробки однорідних видів вантажу, систему управління вузлом як єдиною технологічною системою, єдині показники роботи вузла і госпрозрахункові стосунки з підрозділами інших рівнів управління.

Залізничні вузли складаються з цілого ряду елементів, що мають різне функціональне призначення. Ці елементи взаємодіють один з одним і чинять відомий вплив на конструкції елементів системи. В деяких випадках є дуже тісні зв'язки, в інших вони проявляються слабо. Тому необхідно визначитися з критеріями оптимальності вибору при порівнянні варіантів складної транспортної системи, якою являється вузол в цілому, або при знаходженні приватного оптимуму по окремих підсистемах з подальшою ув'язкою їх в

загальну оптимальну транспортну систему.

Для вдосконалення процесів інтегрованої взаємодії різних видів транспорту в транспортних вузлах велике значення має правильне розуміння їхньої сутності. Всі процеси цієї взаємодії розділяються на детерміновані, стохастичні та їхні комбінації. Транспортні процеси у вузлах можуть класифікуватися залежно від швидкостей протікання на процеси: повільного протікання, середньої швидкості та швидкого протікання.

Для опису процесів взаємодії треба встановити три групи параметрів:

1. Параметри транспортного вузла: число взаємодіючих видів транспорту у вузлі; число типових технологічних ланцюгів, які складають окремі підсистеми;

4. Параметри елементів: переробна і пропускна здатність; потужність його шляхового розвитку.

5. Параметри вхідних та вихідних транспортних потоків.

У транспортному вузлі повинні забезпечуватися: потрібна пропускна та переробна здатності транспортних об'єктів і шляхів сполучення по кожному виду транспорту і для вузла в цілому; раціональний розподіл обсягів вантажних і пасажирських перевезень між окремими видами транспорту; оптимальне розміщення основних пристроїв різних видів транспорту і раціональна організація передачі між ними вантажів і пасажирів із найменшими витратами коштів і з найбільш зручностями для пасажирів; забезпечення надійного та зручного зв'язку різних видів транспорту з промисловими підприємствами та міськими районами; організація роботи за суміщеним контактним графіком і єдиним технологічним процесом, заснованим на взаємодії наявних у вузлі видів транспорту.

На практиці технічна продуктивність навантажувально-розвантажувальних механізмів пунктів взаємодії обмежена. Тому необхідно визначити оптимальний розподіл парків машин. Таким розподілом буде рішення, при якому є мінімальними: середня тривалість знаходження транспортних потоків в місцях взаємодії.

Через нерівномірне прибуття в пункти взаємодії транспортних засобів утворюються черги на обслуговування, внаслідок чого виникає необхідність вибору черговості їх обробки, яка забезпечує мінімальні витрати від простою транспортних одиниць.

Нині світовою тенденцією вдосконалення транспортних технологій є розвиток інтермодальних транспортних систем. Рух вантажів укрупненими вантажними одиницями, в контейнерах, полегшує інтеграційні процеси транспортних систем і спрощує взаємодію автомобільного і залізничного транспорту, тим самим прискорюючи і здешевлюючи процес транспортування.

Одним з резервів зниження витрат в області контейнерних перевезень є оптимізація взаємодії автомобільного і залізничного транспорту в транспортних вузлах.

Розглянута робота контейнерного терміналу, на якому взаємодіє залізничний і автомобільний види транспорту, як системи масового обслуговування.

При визначенні параметрів навантажувально-розвантажувальних комплексів, як правило, використовуються витратні критерії оптимізації. Проте, аналіз наукових робіт показує, що часто не повною мірою враховуються особливості формування витрат на виконання навантажувально-розвантажувальних операцій і втрати власників транспортних засобів у зв'язку з простоем під даними операціями або очікуванням їх виконання, а саме втрати операторів залізничного і автомобільного рухомого складу у зв'язку з простоем транспортних засобів в очікуванні виконання навантажувально-розвантажувальних операцій. В цьому випадку власником інфраструктури стягується плата за кожен контейнер за кожну годину простою на шляхах загального користування.

Проведений аналіз досліджень з проблеми ефективності використання технічних засобів на контейнерних терміналах дозволив встановити, що практично усі дослідження в області оптимізації витрат були зроблені без урахування вагових характеристик контейнерів, що перероблялися. Додатковий

час, що витрачається на розконсолідацію вантажу, а також можливість доставки легковагих контейнерів парами одним транспортним засобом, впливає на час переробки вхідного потоку заявок в систему. Крім того, не повністю враховувалися витрати, пов'язані з простоем рухомого складу обох видів транспорту, що не давало основи для визначення оптимальної переробної здатності контейнерного пункту.

Розроблена методика, яка дозволяє виробляти управлінські рішення, спрямовані на підвищення ефективності контейнерних терміналів, а також скоротити капіталовкладення в їх технічний розвиток.

Так, в ході порівняння варіантів для прийнятих початкових даних встановлено, що найменші сумарні витрати при заданій середній кількості контейнерів, що прибувають, досягаються при $n = 2$ од.

Збільшення числа використовуваних навантажувально-розвантажувальних засобів дозволяє понизити втрати у зв'язку з простоями транспортних засобів, але виникають втрати у зв'язку з вимушеним простоем НРМ, що призводить до росту сумарних витрат на вантажні операції.

Розроблена модель взаємодії учасників перевізного процесу зможе понизити втрати, пов'язані з надмірним збільшенням норм робочого парку і коефіцієнта порожнього пробігу, а також скоротити терміни доставки вантажу. З точки зору власника інфраструктури і перевізника, це дозволить ефективно використати наявні пропускні здібності залізничної мережі і планувати їх розвиток. Операторам рухомого складу модель дасть можливість оптимізувати витрати і доходи. Для вантажлівідправників це спричинить зниження витрат на перевезення, скорочення термінів доставки вантажів і підвищення якості транспортного обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акулиничев В.М. и др. Железнодорожные станции и узлы./ Под ред. Акулиничева В.М. Учебник для вузов - М.: Транспорт, 1992.
2. Аникин, Б.А. Коммерческая логистика: учебник / Б. А. Аникин, А. П. Тяпухин. – М.: Проспект, 2017. – 426 с.
3. Аникин Б.А., Т.А. Родкина. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики: учебник. - М.: Проспект, 2013. - 344 с.
4. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення. - К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. - 408 с.
5. Бородин А.Ф., Биленко Г.М., Олейник О.А., Бородина Е.В. Технология работы сортировочных станций: Учеб.пос./Под ред. А.Ф.Бородина-М.: РГОТУПС, 2001.-192с.
6. Дерibas А.Т., Повороженко В.В., Смехов А.А. Организация грузовой и коммерческой работы на железнодорожном транспорте. - М.: Транспорт, 1980. - 327 с.
7. Довганюк С.С., Зеркалов Д.В. Залізничні станції України. У трьох книгах. Книга друга: Організація роботи. Навчальний посібник / За редакцією Д. В. Зеркалова. - К.: Основа, 2009. - 253 с.
8. Железнодорожные станции и узлы / В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный, И.Е. Савченко; под ред. В.А. Акулиничева. Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. - М.: Транспорт, 1992. - 480 с.
9. Заглядимов Д.П., Петров А.П., Сергеев Е.С., Буянов В.А. Организация движения на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1985.
10. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України (ЦД-0058). Затв. наказом Міністерства транспорту та зв'язку України 31.08.2005 № 507.
11. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України (ЦД-0052). Затв. наказом УЗ 15.12.2004 № 969-ЦЗ.
12. Кочнев Ф.П., Сотников И.Б. Управление эксплуатационной работой

железных дорог: Учеб. пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1990. - 424 с.

13. Кудрявцев В.А., Ковалев В.И., Кузнецов А.П. и др. Основы эксплуатационной работы железных дорог: Учеб.пособие. - М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 352 с.

14. Кузнецов В.Г., Пищик Ф.П. Техническое нормирование маневровой работы. Белорусский гос.ун-т транспорта. - Гомель, 2001.- 83с.

15. Кузнецов А. Л. Методология технологического проектирования современных контейнерных терминалов / А. Л. Кузнецов. - СПб.: Изд-во «Феникс», 2008. - 132 с.

16. Литвинов А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов. – Харків : ХНУМГ ім.О.М.Бекетова, 2018. – 141 с.

17. Мамонтов, И.Ю. Организация функционирования технического комплекса контейнерного терминала на основе оптимизации парка перегрузочных средств / И.Ю. Мамонтов. - М., 2013.

18. Миротин, Л.Б. Системный анализ в логистике [Текст] / Л.Б. Миротин, И.Э. Ташбаев. – Москва: Экзамен, 2004. – 479 с.

19. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвал. Розпорядж. Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. N 430-р.

20. Оптимизация взаимодействия автомобильного и железнодорожного транспорта в контейнерных терминалах / В. Д. Шепелев, Л.А. Зверев, З.В. Альметова, О.В. Гераскина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». - 2018. - Т. 12, № 2. - С. 185-192.

21. Островский, А.М. Взаимодействие операторских компаний с промышленными предприятиями и железной дорогой / А.М. Островский, М.Г. Дружинина, А.А. Кузьмина // Железнодорожный транспорт. - 2011. - № 2. - С. 61-63.

22. Правдин Н.В. и др. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты)./Под ред. Правдина Н.В. – М.: Транспорт, 1984.

23. Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України. Затв. Наказом Міністерства транспорту та

зв'язку України від 27.12.2006 р. N 1196.

24. Правила технічної експлуатації залізниць України (ЦРБ-004), Затв. наказом Міністерства транспорту України 20.12.1996 №411, зареєстровані у Міністерстві юстиції України за № 50/1854, зі змінами і доповненнями.

25. Проектирование железнодорожных станций и узлов. Справочное и методическое руководство/ Под ред. А.М.Козлова и К.Г.Гусевой. - М.: Транспорт, 1981. – 463 с.

26. Проектирование участковых станций. Учебное пособие / Под ред. Е.Э. Червотенко. - Хабаровск, 2011.

27. Садовская, О.Л. Совершенствование оперативного планирования и управления грузовым автомобильным транспортом и погрузочно-разгрузочными работами на контейнерных пунктах: дис канд. техн. наук: 08.00.05 / Садовская Ольга Леонидовна. - М., 1984. - 153 с.

28. Статут залізниць України. Затв. Пост. КМУ від 6.04.1998р., № 457.

29. Тулупов А.П. Автоматизированные системы управления перевозочными процессами на железных дорогах. М.: Транспорт, 1997.

30. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов. Грунтов П.С., Дьяков Ю.В., Макарович А.М. и др. /Под ред. Грунтова П.С.-М.: Транспорт, 1994. - 543 с.

31. Bish, E.K. A Multiple-Crane-Constrained Scheduling Problem in a Container Terminal / E.K. Bish // European Journal of Operational Research. - 2003. - V. 144, Iss. 1. - P. 83-107.

32. Bontekoning, Y.M. Is a new applied transportation research field emerging? - A review of intermodal rail-truck freight transport literature / Y.M. Bontekoning, C. Macharis, J.J. Trip // Transportation Research. Part A: Policy and Practice. - 2004. - V. 38, Iss. 1. - P. 1- 34.

33. Caris, A. Planning Problems in Intermodal Freight Transport: Accomplishments and Prospects / A. Caris, C. Macharis, G.K. Janssens. - Belgium: Transportation Planning and Technology, 2008.

34. Crainic, T.D. Intermodal Transportation / T.D. Crainic, K.H. Kim //

Transportation. - 2005. - V. 14. - P. 467-537.

35. Integrated Decision Support Tool for Intermodal Freight Transport / E. Pekin, A. Caris, T. Crepin, C. Macharis, B. Jourquin, G. Janssens // Nectar Cluster Meeting on Freight Transport and Intermodality. - 2008.- [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/1942/8352>.

36. Hassall, K. Freight Exposure and How to Measure it / K. Hassall // Proceedings of the TRANSLU'08. - Bucharest, Romania, 2008.

37. Hopp, W. Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management / W. Hopp, M. Spearman. - 2nd ed. - McGraw-Hill, Boston, 2001.

38. Islam, D.M.Z. Barriers to and enablers for European rail freight transport for integrated door-to-door logistics service. Part 1: barriers to multimodal rail freight transport / D.M.Z. Islam // Transport Problems.- 2014.- V.9, Iss.3. - P.43-56.

39. Kim, K.H. Evaluation of the Number of Rehandles in Container Yards / K.H. Kim // Computers & Industrial Engineering.-1997.- V.32, Iss.4.- P.701-711.

40. Kim, K.H. Dynamic Space Allocation for Temporary Storage / K.H. Kim, K.T. Park // International Journal of Systems Science. - 2003. - V. 34, Iss. 1. - P. 11-20.

41. Kim, K.H. A Dispatching Method for Automated Guided Vehicles to Minimize Delay of Containership Operations / K.H. Kim and J.W. Bae // International Journal of Management Science. - 1999. - V. 5, Iss. 1. - P. 1-25.

42. Marinov, M. Rail and Multimodal Freight: A Problem-Oriented Survey (Part II-1) / M. Marinov // Transport Problems. - 2009. - V. 4, no. 2. - P. 73-83.

43. Taleb-Ibrahimi, M. Storage Space vs Handling Work in Container Terminals / M. Taleb-Ibrahimi, B. Castilho, C.F. Daganzo // Transportation Research. Part B: Methodology. - 1993. - V. 27, Iss. 1. - P. 13-32.

44. Tsamboulas, D. Assessment of a Transport Policy Potential for Intermodal Mode Shift on a European Scale / D. Tsamboulas, H. Vrenken and A. Lekka // Transportation Research. Part A: Policy and Practice. - 2007. - V. 41, Iss. 8. - P. 715-733.