

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Навчально-науковий інститут транспорту і будівництва

Кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних
машин

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)
освітньо-кваліфікаційного рівня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

напряму підготовки 27 "Транспорт"
(шифр і назва напряму підготовки)
спеціальності 275 "Транспортні технології (транспортні системи)"
(шифр і назва спеціальності)

на тему **«Дослідження технології обслуговування під'їзних колій
промислових підприємств з метою скорочення експлуатаційних витрат»**

Виконав: студент групи ТС-18зм

Кузьменко С.В.
(прізвище, та ініціали) (підпис)

Керівник к.т.н., проф. Кічка О.І.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедри д.т.н., проф. Горбунов М.І.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТРАНСПОРТУ І БУДІВНИЦТВА

***Кафедра залізничного, автомобільного транспорту
та підйомно-транспортних машин***

Напрямок підготовки: 27 – Транспорт

Спеціальність: 275 – Транспортні технології (транспортні системи)

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Зав.кафедрою проф. Горбунов М.І..

.....2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

1. Студент Кузьменко С. В.

2. Група ТС-18зм

3. Тема роботи: «Дослідження технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств з метою скорочення експлуатаційних витрат»

Затверджена наказом по університету №

4. Термін здачі студентом закінченого проекту 10.01.2020 р.

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (основні питання):

1. Аналіз поточного стану технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств;
2. Теоретичні дослідження технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств;
3. Розрахункові дослідження технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств;
4. Охорона праці в галузі та цивільна безпека.

5. Календарний план виконання проекту

Назва етапу	Термін викон.	Примітка
1. Аналіз поточного стану технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств	29.10.2019 р.	
2. Теоретичні дослідження технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств	15.11.2019 р.	
3. Розрахункові дослідження технології обслуговування під'їзних колій промислових підприємств	1.12.2019 р.	
4. Охорона праці в галузі та цивільна безпека	25.12.2019 р.	
5. Оформлення пояснювальної записки	3.01.2020 р.	
6. Розробка презентації	8.01.2020 р.	

Студент Кузьменко С.В.
(підпис)

Керівник роботи проф. Кічкіна О.І.
(підпис)

Дата видачі завдання 28.10.2019

АНОТАЦІЯ

Актуальність. В науковій роботі проведено аналіз методологічних підходів щодо визначення вагової норми поїздів, на підставі чого були зроблені висновки, що залежності, за якими проводяться поточні розрахунки не враховують великої кількості факторів, які регламентують цінову політику при взаєминах між елементами транспортної системи: Укрзалізниця–Підприємство промислового залізничного транспорту–Клієнт. Визначення оптимальної ваги поїзда при урахуванні вказаних факторів дозволяє передбачати регулярний перерахунок поточної вартості перевізного процесу в залежності від сформованої економічної ситуації і, відповідно, коригувати технологічний процес з урахуванням можливої зміни маси поїздів і часу транспортного обслуговування, що дозволить мінімізувати витрати підприємства.

Об'єктом дослідження є технологічний процес роботи підприємств промислового залізничного транспорту.

Предметом дослідження є визначення закономірностей впливу механічних і економічних показників на роботу підприємств промислового залізничного транспорту при обслуговуванні промислових підприємств у взаємодії із магістральними залізницями.

Мета роботи. Удосконалення технологічного процесу роботи підприємств залізничного транспорту із магістральними залізницями за рахунок зміни вагової норми поїзда у залежності від поточних економічних складових.

Завдання роботи. Визначити оптимальну вагову норму поїзда із відповідною розрахунковою швидкістю руху в залежності від поточних техніко-економічних складових.

Методи дослідження. Аналіз, синтез, абстракція, узагальнення.

Загальна характеристика наукової роботи. Робота містить вступ, чотири розділи, висновки, список літератури, кількість сторінок – 74, кількість таблиць – 5, кількість рисунків – 6, кількість джерел – 36.

Ключові слова. Залізничний транспорт, поїзд, станція, вагова норма, сила тяги, опір, витрати, оптимізація.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	8
1.1. Історичні особливості розвитку експлуатаційної роботи залізниць колії 1520 (1524) мм.....	8
1.2. Аналіз наукових досліджень взаємодії вантажних станцій і колій незагального користування.....	14
1.3. Сучасні вимоги щодо єдиного технологічного процесу роботи станцій примикання і під'їзних колій.....	22
1.4. Процесний підхід обслуговування станцією примикання колій незагального користування.....	28
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	34
2.1. Визначення факторів, які впливають на вартість перевізного процесу	34
2.2. Удосконалення транспортного забезпечення промислових підприємств при використанні вантажних вагонів Укрзалізниці.....	40
2.3. Оптимізація вагової норми поїзда при перевезенні вантажів власними вагонами Укрзалізниці	45
3. РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	54
3.1. Визначення параметрів перевізного процесу при застосуванні існуючої методики розробки ЄТП	55
3.2. Визначення параметрів перевізного процесу при застосуванні удосконаленої методики розробки ЄТП.....	58

4. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА	63
4.1 Основні вимоги і положення охорони праці.....	63
4.2 Небезпечні і шкідливі виробничі чинники.....	65
4.3 Пожежна безпека.....	68
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	71

ВСТУП

Ефективне управління транспортним підприємством на сучасному етапі за умови зміни різних чинників передбачає варіювання підходів до методології забезпечення перевізного процесу. Це певною мірою пояснюється тим, що робота транспортної системи регламентується досить великою кількістю законодавчих актів і нормативних документів, одні з яких, як правило, економічного характеру, змінюються регулярно через кон'юнктури ринку, рівня заробітних плат персоналу, вартості палива, валютного курсу і тому подібних чинників. З іншого боку, методологія забезпечення тягової і перевізної роботи, зокрема на залізничному транспорті, розроблена ще в 70-80 р.р. ХХ сторіччя та залишилась без змін. У зв'язку з цим, можливість врахувати велику кількість факторів як технічного, так і економічного характеру, які впливають на процес перевезення вантажів, представляє велику практичну цінність. Використання сучасних техніко-економічних підходів в умовах жорсткої ринкової конкуренції дозволить транспортному підприємству стати лідером у своїй сфері, отримати більшу кількість замовлень, вийти на нові ринки і т.п.

1. АНАЛІЗ ПОТОЧНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Історичні особливості розвитку експлуатаційної роботи залізниць колії 1520 (1524) мм

Магістральний і промисловий залізничний транспорт тісно пов'язані у своїй роботі по забезпеченню вимог господарства в вантажних перевезеннях. Кожен з них виконує властиві йому функції: початкові і кінцеві операції виконуються, в основному, промисловим транспортом, а перевезення вантажів від пунктів видобутку і виробництва до пунктів переробки і споживання здійснюються магістральними залізницями. Взаємодія в роботі станцій і прилеглих до них залізничних цехів і окремих гілок промислових підприємств знаходить вираз в єдиних технологічних процесах (ЄТП),

Вперше ЄТП були розроблені в 1940 р. між станціями Кальміус і Чумаково Донецької залізниці і пов'язаними з ними вантажно-транспортними управліннями комбінату Донецьквугілля [1]. В період післявоєнної відбудови промисловості і залізниць СРСР єдина технологія мала основним завданням організацію ритмічної, рівномірної роботи підприємств транспорту і промисловості. У цьому відношенні велике значення мав досвід роботи колективів ст. Довжанська Донецької залізниці і під'їзних колій тресту Свердловськвугілля [1], які ввели розклад подачі вагонів під навантаження, посилили вантажну роботу в нічний період, організували попередню, до навантаження, отборку породи і почали ритмічну навантаження протягом доби.

У 1940-45 рр. на основі узагальнення досвіду передових колективів і власних досліджень секцією проблем транспорту Академії наук СРСР під керівництвом академіка В.Н.Образцова були розроблені основні принципи єдиних технологічних процесів роботи станцій і промислових шляхів, що до

них примикають. При цьому передбачалася раціональна система організації роботи магістральних станцій і прилеглих до них шляхів підприємств, що погоджує в одне ціле технологію обробки складів і вагонів на станційних і промислових коліях і забезпечує єдиний ритм в перевізному процесі залізниць і виробничому процесі промислових підприємств.

Значний внесок у розвиток форм і методів взаємодії узгодженої роботи внесли колективи залізничників станції Антрацит Донецької Залізниці вугільного тресту «Боково-Антрацит» у 1947 – 1950 р.р. [1]. Впроваджений ними єдиний технологічний процес передбачав:

- єдине диспетчерське керівництво оперативною роботою станції та вантажно-транспортного управління (ВТУ) вугільного тресту, що дозволяє раціонально використовувати технічні засоби тресту і станції;
- єдину норму використання вагонів на станції і на коліях ВТУ з розчленуванням відповідальності кожного з них за простій вагонів;
- спільне оперативне планування, облік і аналіз експлуатаційної роботи.

В процесі роботи за методом станції Антрацит встановлено, що створення об'єднаних станцій повністю усуває паралелізм в роботі, повторне виконання однорідних операцій на коліях промислових підприємств і станцій примикання, скорочує потребу в технічних засобах і підвищує продуктивність праці.

Гідний внесок у подальшу розробку питань взаємодії в роботі магістральних і промислових залізниць вніс колектив науковців відділення промислового транспорту ЦНДІ МШС СРСР. Видана в 1953 р. робота цього колективу «Вказівки по розробці ЄТП» [2] та перевидана у 1970 р. служить навіть в даний час керівництвом для працівників станцій примикання і залізничних цехів промислових підприємств.

Розглянемо основні етапи розвитку теорії та практики взаємоузгодженої роботи залізничних цехів промислових підприємств і станцій примикання за єдиним технологічним процесом.

Дослідженнями професора Н.Р.Юшенко [3] встановлені наступні три умови, яким повинен задовольняти правильно побудований єдиний технологічний процес.

Перша умова: середній інтервал прибуття між складами або групами вагонів (I_{cp}), які надходять під навантаження, повинен бути рівний період накопичення продукції (T_n) в обсязі, що дорівнює місткості складу або групи вагонів.

$$I_{cp} = T_n \quad (1.1)$$

При недотриманні цієї умови порушується ритм в роботі: при скороченні інтервалу вагони будуть простоювати в очікуванні вантажу, а при його збільшенні вантаж буде затримуватися на складі.

У разі перевищення інтервалу, тобто при $I_{cp} > T_n$ необхідно споруджувати додаткові ємності для зберігання вантажу, а в разі, коли $I_{cp} < T_n$ неминучий простій вагонів в очікуванні продукції.

Друга умова: середня тривалість завантаження складу або групи вагонів (T_{cp}) не повинна бути більше часу, що витрачається на накопичення вантажу на склад або групу вагонів (T_n) при безперервному його надходженні до пункту навантаження.

$$T_{cp} \leq T_n \quad (1.2)$$

При порушенні цієї умови частина вантажу буде щодня залишатися на складі невивезеною.

Третя умова: інтервал між прибуттям складу на станцію примикання і відправлення їм його з цієї станції повинен бути не менш суми часу на обробку складу на шляхах станції примикання і промислового підприємства.

$$I_{по} \leq T_{ETП} \quad (1.3)$$

Таким чином, єдиним технологічним процесом (ЄТП) називається система, що погоджує в єдине ціле технологію роботи магістральних станцій і прилеглих до них промислових шляхів, заснована на узгодженні перевізного процесу залізниць і виробничого процесу промислових підприємств, ЄТП визначає порядок організації роботи залізничного цеху промислового підприємства і станції примикання в їх взаємодії і забезпечує:

- раціональне використання технічних засобів залізничного цеху підприємства і станції примикання;
- висока якість обслуговування промпідприємств; прискорення обороту вагонів на шляхах залізничного цеху і станції примикання;
- виконання державного плану перевезень за кожним родом вантажу. Для розробки ЄТП терміни вживаються в такому дані:
- вантажообіг зовнішній, внутрішньозаводський і перспективи його зростання;
- технічне оснащення залізничного транспорту підприємства і станції примикання;
- технологічні схеми організації навантаження-вивантаження і нормативи часу на виконання операцій;
- технологічні нормативи маневрової роботи.

Тяга поїздів і тягові розрахунки сприяють вирішенню таких найважливіших питань, як вибір типу локомотиву і його основних параметрів, розрахунок ваги рухомого складу, часу ходу поїзда на перегонах і оптимальних режимів водіння поїздів; розрахунок гальм; визначення витрати води, палива, електроенергії; обґрунтування вимог до вагонного і колійного господарства з точки зору зменшення опору руху. Це далеко не повний перелік питань, комплекс яких і складає зміст курсу теорії тяги поїздів і його прикладної частини - тягових розрахунків.

Вирішення усіх цих питань у свою чергу служить підставою для складання графіків руху поїздів і обороту локомотивів; визначення пропускної і провізної спроможності; розрахунків щодо розміщення зупинних пунктів, тягових підстанцій, складів палива, пунктів екіпіровки; розміщенню локомотивного парку і т. д.

Основи тягових розрахунків були закладені ще в кінці ХІХ ст. видатними залізничними діячами М.П. Петровим (1836-1920) і О.П. Бородіним (1848-1898), праці яких досі не втратили свого значення. Відмітною особливістю її являється тісна взаємодія теорії з практикою, узагальнення широкого експлуатаційного досвіду залізниць і досвіду передових машиністів, що повністю освоїли ту складну техніку, якою безперервно оснащується залізничний транспорт.

У 1880 р. інженер О.П. Бородін в Київських залізничних майстернях створив стенд для випробувань паровозів. Навантаженням паровозу служило верстатне устаткування майстерень. Недоліком стенду було обмеження по навантаженню - 65-70 кВт при 100 об/хв провідних коліс, що відповідало швидкості руху 30 км/год.

У 1889 р. була видана праця професора Петербурзького технологічного інституту М.П. Петрова «Опір поїздів на залізницях», в якій були теоретично розглянуті складові сил опору руху поїздів і вплив різних чинників на їх величину. У 1892 р. ним були запропоновані розрахункові формули для визначення опору рухові рухомого складу. У 1903-1904 рр. на Путіловському заводі в Петербурзі була побудована каткова випробувальна станція. Кожна провідна вісь локомотива встановлювалася на каток, обод якого мав профіль голівки рейки, спрямовуючі і підтримуючі колісні, опиралися на рейки. Локомотив зчепленням через динамометр приєднувався до масивної стійки. Гальмуванням катків створювалося необхідне постійне навантаження на локомотив.

У 1898 р. інженер Ю.В. Ломоносов почав здійснювати експлуатаційні випробування паровозів у рухомому складі поїздів за дорученням служби тяги Харківсько-Миколаївської залізниці. 1908 р. на усіх залізницях тягово-теплотехнічні випробування паровозів проводилися за запропонованою ним методикою. У 1912 р. при Міністерстві шляхів сполучення була створена «Контора дослідів над типами паровозів», очолювана Ю.В. Ломоносовим. Міністерством шляхів сполучення були затверджені «Правила провадження порівняльних дослідів над типами паровозів», обов'язкові для випробування паровозів на казенних залізницях. На основі проведених випробувань були створені технічні паспорти паровозів майже усіх серій, що працюють на залізницях Росії. У 1917 р. Міністерство шляхів сполучення затвердило «Тимчасові правила про виробництво тягових розрахунків», створені на основі роботи «Контори дослідів». У 1932 р. поблизу станції Бутово було побудовано «Дослідне залізничне кільце» діаметром 1912 м, призначене для випробувань рухомого складу. Усі нові типи локомотивів проходили випробування на кільці з метою визначення їх тягових характеристик, які використовуються: при проектуванні залізниць; при проектуванні рухомого складу; при організації експлуатації локомотивів; при організації руху поїздів.

Основні нормативи, які використовуються при тягових розрахунках, перебувають у тісному взаємозв'язку з мірою інтенсивності використання рухомого складу, яка змінюється з часом і, зокрема, неухильно підвищується завдяки впровадженню досконаліших технічних засобів і передового досвіду роботи. Тому виникає необхідність в періодичному перегляді ПТР. Перші ПТР під назвою «Тимчасові правила про використання тягових розрахунків» були затверджені і видані Міністерством шляхів сполучення ще у 1917 р., потім їх періодично переглядали (останній раз у 1985 і 1987 р.р. у СРСР [3,4] і в 2010 р. [5] в Україні).

1.2. Аналіз наукових досліджень взаємодії вантажних станцій і колій незагального користування

Для раціональної організації вантажних перевезень необхідне рішення трьох основних завдань: організувати місцеву роботу на вантажних станціях, переробку транзитних вагонопотоків на технічних станціях на шляху прямування і просування поїздів від пунктів відправлення до пунктів призначення. В сучасних умовах основна складність в регулюванні просування вагонів на мережі доріг доводиться на вантажні станції. Це пов'язано головним чином з вкрай непрогнозованим і неритмічним характером вантажно-розвантажувальної діяльністю станцій при постійній взаємодії з об'єктами промислового транспорту. В умовах неузгодженого просування вагонів різних власників рухомого складу використання загальної методики розрахунку переробної спроможності пристроїв як для магістрального, так і промислового транспорту не завжди правомірно.

У наукових роботах Ш. Н. Норматова відзначається великий вплив нерівномірності руху вантажних поїздів на перевізний процес в цілому, а також причини її непевного характеру. Розглядаючи роботу сортувальних станцій встановив, що через оперативних змін в графіку руху поїздів час прибуття вантажних поїздів на станції часто не відповідає плановому. Дані закономірності були встановлені із застосуванням теорії ймовірностей і методів математичної статистики, шляхом дослідження характеру поїздоутворення і побудови детерміновано-стохастичного ряду [6].

Одні з досліджень Н. І. Федотова пов'язані з аналізом коливань навантаження і вивантаження вагонів на вантажних пунктах і станціях. Зміни викликаються сезонними особливостями виробництва і споживання вантажів і мають досить стійкі закономірності. Коливання вагонопотоків викликаються великою кількістю різноманітних причин і носять випадковий

характер. Роботу транспортних систем в цілому необхідно розглядати при постійних коливаннях транспортних потоків [7].

А. В. Бикадоров розглянув сортувальну станцію як неподільну багатофазну систему, з урахуванням імовірнісного стану її парків та інших технологічних елементів. На основі аналітичних залежностей запропонував методику, що дозволяє проводити дослідження її поведінки [8]. Такий підхід до аналізу функціонування станції дозволив розглянути вплив колійного розвитку на роботу внутрішньостанційних елементів, як окремо, так і у взаємозв'язку між собою і прилеглими ділянками. Виявлення «вузьких» місць і лімітують елементів разом, дозволило давати оцінку технологічної ефективності пропозицій щодо зміни основних параметрів з метою підвищення переробної спроможності окремих елементів і станції в цілому, підвищення їх експлуатаційної надійності і скорочення простою вагонів [8].

Вперше теоретичні основи взаємодії магістрального і промислового залізничного транспорту були розроблені академіком В. Н. Зразковим, проблеми взаємодії вантажних станцій і промислових підприємств представлені в наукових працях професора Н. Р. Ющенко [9]. Також питання взаємодії залізничних станцій і об'єктів промислового транспорту відображені в працях професорів А. А. Смехова, В. М. Акулінічева, В. В. Повороженко, Н. С. Ускова [10-13]. У працях вчених Г. С. Баландюка, В. І. Балч, Х. М. Лазарева досліджуються питання організації експлуатаційного взаємодії станції примикання і залізничних шляхів незагального користування [14, 15].

У своїй роботі К. П. Шенфельд [16] вказує на те, що при плануванні порядку розподілу порожніх вагонів і прикріплення станцій із зародженням порожнього вагонопотоків до станцій навантаження, основним критерієм має бути мінімальний порожній пробіг. Обґрунтовано це тим, що «залежність швидкості проходження вагонів від відстаней між пунктами відправлення та призначення має нелінійний характер, а також випадковий розкид часу

проходження порожніх вагонів від станцій відправлення до станцій призначення, створює труднощі при оперативному плануванні навантаження, так як час очікуваного прибуття може істотно відхилитися від фактичного». Для більш якісного планування автор пропонує здійснювати його в два етапи: спочатку заадресувати порожні вагони зі станцій вивантаження на станції розпилення, а потім вже на конкретні станції навантаження.

Великі втрати в експлуатаційній та місцевій роботі станцій виникають через неможливість оперативно порівняти плановані розміри перевізної роботи з пропускними здатностями залізниць, таку можливість дає моделювання перевізного процесу. Для того, щоб оцінити можливості сприйняття інформаційних потоків з подальшою їх переробкою пропонується методика, автором якої є В. В. Багінова. В основі методики використання коефіцієнта розбіжності нормативного і фактичного числа рівнів управління в структурі перевезень. Дану методику можна застосовувати для безпосередньої коригування організаційної структури зростаючих інформаційних потоків про просування приватних вагонів на мережі [17].

Виконаний аналіз робіт в області взаємодії промислового і магістрального залізничного транспорту, показав, що питання взаємодії вантажних станцій і шляхів незагального користування вимагають проведення подальших досліджень в частині підвищення якості і надійності обслуговування клієнтів станцій

Науково обґрунтований підхід до вибору оптимальної черговості подач вагонів під вантажні операції пропонувався багатьма науковцями в галузі експлуатації залізниць. Одним з перших, хто розглядав це питання, був Ф. Т. Мамедов [18]. Він встановив правило, за яким спочатку необхідно планувати подачу вагонів саме на такі фронти навантаження-вивантаження, для яких досягається мінімальна кількість локомотиво-хвилин обслуговування.

Професор Ф. П. Кочнев розглядаючи черговість обслуговування вантажних фронтів запропонував, при обслуговуванні вантажних пунктів одним локомотивом, в першу чергу прибирати вагони з тих вантажних пунктів відстань до яких і час їх обслуговування мінімально, таким чином очікування прибирання наступних груп скоротиться [19]. Продовжуючи дослідження в даному напрямку І. Б. Сотникова і Ф. І. Карпелевич в своїх роботах запропонували «обчислювальний алгоритм розрахунку оптимальної черговості подач» [20].

В роботі [21] автори В. Н. Іванченко та Н. Н. Лябах застосували теорію графів для оптимізації станційної маневрової роботи по обслуговуванню шляху незагального користування, так як не було знайдено аналітичне рішення даної задачі, ними був розроблений евристичний алгоритм рішення.

В роботі [22] групою авторів вперше була обґрунтована математично черговість обслуговування фронтів навантаження-вивантаження, де критерієм вибору прийнятій мінімум вагоно-годин на подачу і обробку вагонів. На додаток до перерахованих критеріїв оптимізації В. М. Макаров додав умова: «до моменту прибуття збірної поїзда має бути подано і зібрано максимальну кількість вагонів».

Дослідження з питань обслуговування станцією вантажних фронтів були систематизовані в працях Д. Ю. Левіна [23]. Завдання оптимізації завантаження місць навантаження, пропонується вирішити із застосуванням математичного програмування, використовуючи елементи невизначеності, тому що надходження вагонів на станції й час їх обслуговування мають випадковий характер. Критерієм є мінімум витрат на простій вагонів і вантажно-розвантажувальних механізмів.

При розробці варіантів подачі вагонів на вантажні пункти необхідно враховувати наявні переробні спроможності місць завантаження / розвантаження. У сучасних умовах для оперативного планування розмірів місцевої роботи на ЕОМ необхідно формалізувати процес обслуговування

вантажних фронтів. Один із способів реалізації математичної моделі і побудови на її основі імітаційної моделі поведінки транспортних систем запропонований А. М. Масловим, який «розглядав вантажну роботу станції за фактом прибуття місцевих поїздів без урахування належності вагонів і тих операцій, які мають бути їм після завантаження / розвантаження» [24].

Професор Л. С. Крохин розглядав пріоритетність обслуговування КНК за часом очікування звільнення локомотивів і вартісній оцінці часу перебування заявки в цьому очікуванні [25].

Автором С. Д. Івановим розроблена методика обслуговування місць завантаження / розвантаження підприємств, в якій черговість їх обслуговування визначається найтривалішою вантажною операцією до котрої із подач [26]. У роботі Н. К. Турсунбаевой запропоновано критерій: мінімум простою локомотива в очікуванні робіт, при визначенні послідовності обслуговування вантажних фронтів [27]. В. І. Зверевим виділені наступні критерії визначення оптимальної черговості подачі вагонів під навантаження-вивантаження: «мінімум маневрових локомотиво-годин маневрової роботи, мінімум додаткових вагоно-кілометрів пробігу, мінімум вагоно-годин очікування початку вантажних операцій після прибуття на станцію, мінімум штрафів через порушення термінів доставки вантажів» [28]. Автор встановив, що можна використовувати і інтегральний критерій оптимальності.

Х. Т. Туранов [29] розробив математичну модель раціонального функціонування шляхів незагального користування з ритмічної обробкою і відправкою продукції кінцевим споживачам. Виконано аналітичний розв'язок задачі Коші системи трьох диференціальних рівнянь з початковими умовами руху вагонів на вантажних фронтах.

У роботі С. В. Трофимова [30] описані перспективні способи технології управління пропускнуою спроможністю об'єктів промислового транспорту, способи взаємодії з виробництвом і системою магістрального залізничного

транспорту, а також представлена методика взаєморозрахунків за подачу-прибирання і використання вагонів на шляхах навантаження-розвантаження. У циклах статей В. Е. Парунакян, А. В. Маслак, В. А. Бойко, М. Л. Аксьонов призводять економічну оцінку завантаженості станцій на основі функціонально-вартісного аналізу обслуговування промислових підприємств. Цей метод на відміну від традиційних досліджень технічних і технологічних можливостей станцій переробляти вантажо- і вагонопотоків дозволяє врахувати і оцінити втрати, зумовлені додатковою транспортною роботою і витратами на їх виконання.

Професор П.А. Козлов в своїх наукових роботах велику увагу приділяє системно-динамічному підходу в дослідженні поведінки транспортних об'єктів. Їм розроблена і впроваджена теорія динамічних резервів транспорту, роль яких полягає в забезпеченні ефективної роботи транспортної системи в умовах нерівномірності. Крім цього, професором П. А. Козловим розроблена імітаційна система транспорту (ІСТРА), яка дозволяє не тільки визначити основні технічні та технологічні параметри об'єктів різних видів транспорту, але дати оцінку інвестиційними пропозиціями щодо розвитку транспортної інфраструктури і технології роботи ».

У циклах статей вітчизняних і зарубіжних вчених велика увага приділяється ролі сучасних програмних комплексів, які здатні оцінити алгоритми поведінки реальних транспортних систем. При імітації структура моделі повинна максимально докладно повторювати структуру реального об'єкта, а зв'язки між окремими її складовими є відображенням реальних зв'язків. Побудована модель перевіряється з точки зору коректності її реалізації, калібрується, тобто здійснюється збір даних і проводиться перевірка правильності моделі, тобто її валідація. Важливим етапом роботи з моделлю є комп'ютерний експеримент, в якому при різних значеннях ключових параметрів реєструються вихідні значення досліджуваного процесу. Складні експерименти дозволяють виконати аналіз чутливості

моделі, оцінити ризики керуючих рішень і оптимізувати значення параметрів таким чином, щоб досягти ефективного функціонування моделі, а потім і самого реального об'єкта.

В даний час закордонними дослідниками при вирішенні поставлених автором у дисертаційній роботі завдань широко застосовується реінжиніринг і синтез систем управління нового покоління, зокрема Агентне моделювання, нейронні мережі, генетичні алгоритми, нечітка логіка, агрегативного алгоритми, моделювання активних мультиагентних макросистем і ін. Це дозволило здійснити автоматизацію інтелектуальних функцій, таких як аналіз ситуацій, вибір оптимального рішення.

Багато зарубіжних дослідників розглядали моделі для керування транспортними засобами з детермінованими і стохастичними елементами розподілу досліджуваних величин. Детерміновані підходи припускають, що вхідні параметри (наприклад, попит на транспортні послуги, транспортування і час у дорозі) є точними значеннями. Ці моделі оптимізації використовувалися для раціонального розподілу порожніх транспортних засобів відповідно до зазначених правил розподілу.

Частина таких моделей були розроблені і впроваджені Feeney, Leddo і Warthall, White і Bomberault, Mendiratta і Turnquist, Ratcliffe і ін. Kwon представив модель динамічної маршрутизації і планування перевезень вантажних вагонів на мережі залізничних доріг. Дана модель просторово-часового зображення була використана для подання руху вагонопотоків на можливі напрямки по загальній мережі з урахуванням руху товарів для пріоритетних клієнтів. Була також сформульована задача лінійного непрогнозованого вагонопотоків, і метод генерації стовпців була використаний в якості оптимізації обслуговування вантажних пунктів. Fukasawa запропонував метод визначення оптимального потоку навантажених і порожніх вагонів з метою максимізації прибутку, доходу або перевезеного тоннажу, враховуючи розклад поїздів разом з можливостями

тяги. Lawley представив просторово-часову модель мережеских потоків для планування повторюваних поставок залізничним транспортом оптом від постачальників до клієнтів. Модель використовує різну інформацію, в тому числі споживчий попит, характеристики залізничної мережі, час вантаження і вивантаження, а також потужності станційних пристроїв обробити надходить вагонопоток. Автор моделі ґрунтувався на максимальному рівні завантаження вантажних фронтів при зведенні до мінімуму часу очікування для навантаження і розвантаження основного вантажу. Narisetty представив модель оптимізації призначення різнорідних порожніх вантажних вагонів як найкраще відповідність між робочим парком на станціях і рівнем вантажної роботи. Така модель дозволяла оптимізувати транспортні витрати, а також суворо дотримуватися виконання терміну доставки. Модель реалізована на залізниці Union Pacific і це допомогло компанії досягти значного скорочення витрат на транспортування. Sayarshad і Marler представили розробку аналітичного рішення розміру парку вагонів. В їх інструменті аналізу включені можливості оптимізації використання рухомого складу, оцінки прибутковості від ефективного просування вантажів і перевірки якості наданих послуг клієнтам. Sayarshad пропонує в математичній моделі для оптимізації планування використання однорідного парку залізничних вагонів в галузі мінімізувати суму витрат, пов'язаних з якістю обслуговування, і максимізувати прибуток, розраховану як різницю між доходами і сукупними витратами за користування вагонами.

Таким чином, для вирішення питань, пов'язаних з підвищенням якості обслуговування клієнтів на об'єктах загального та незагального користування, пропонувалися відповідні заходи на основі моделювання поведінки транспортних систем. У тих умовах, коли просування знеособленого вагонного парку на мережі залізниць нерідко супроводжується непродуктивним заняттям шляхів станцій, ускладнюючи виконання експлуатаційної роботи, для оцінки надійності станцій переробляти

відповідний обсяг вантажного руху, необхідне узгодження кількості заявок на перевезення вантажів в суворій відповідності з технічними та технологічними можливостями станцій. Якщо імітаційна модель роботи станції включає в себе граничні значення параметрів вантажопереробки в цілях просування вагонів різних власників і забезпечення таких умов роботи, при яких станція здатна здійснювати обслуговування КНК, відповідно до договірних зобов'язань, то для реального прототипу вантажної станції можливо передбачити заходи щодо підвищення якості та ефективності її роботи. Для цього пропонується розглянути поведінку транспортної системи «Вантажна станція - КНК» з позиції не тільки раціонального розподілу вагонів на мережі доріг, але і ритмічного і якісного обслуговування КНК, економічної ефективності для власників рухомого складу і станцій, чії шляхи займають дані вагони.

1.3. Сучасні вимоги щодо єдиного технологічного процесу роботи станцій примикання і під'їзних колій

Для обслуговування великих вантажовідправників і вантажоодержувачів до залізничних колій примикають під'їзні шляхи - залізничні колії не загального користування. Між залізницею і власником під'їзної колії укладається договір, що визначає обслуговування і експлуатацію під'їзної колії та порядок подачі і прибирання вагонів.

За угодою між залізницею і власником під'їзної колії, що обслуговується власним локомотивом, може розроблятися єдиний технологічний процес (ЄТП) роботи під'їзної колії і станції примикання. ЄТП містить: технічну та експлуатаційну характеристику шляхів, засобів механізації, пристроїв та споруд на під'їзній колії і станції примикання; розміри вантажних і вагонних потоків, розраховані виходячи з фактично виконаних за минулий рік та планових на майбутній рік з урахуванням їх максимальних значень; порядок

організації маневрової роботи і розрахунок часу на виконання технологічних операцій; порядок спільного використання технічних засобів під'їзної колії і відповідних засобів станції примикання; порядок обробки поїздів на станції примикання і під'їзній колії, подачі і прибирання вагонів, а також прийому і здачі вагонів в технічному і комерційному відношенні; графіки обробки вагонів, передавальних і інших поїздів; графіки технологічних перевезень; добовий план-графік роботи станції і під'їзної колії; технологічний час на виконання вантажних операцій; розрахунок термінів обороту (часу знаходження) вагонів на під'їзній колії; порядок оперативного планування, керівництва та організації вантажної і комерційної роботи на станції і під'їзній колії. Порядок розробки, коригування, затвердження ЄТП, а також оформлення розбіжностей встановлюється за погодженням між залізницею і організацією - власником під'їзної колії. ЄТП може складатися знову або коригуватися у разі зміни технології основного виробництва або закінчення терміну договору про експлуатацію під'їзної колії.

Технологічну взаємодію багато років успішно базується на єдиних технологічних процесах роботи під'їзних колій та станцій примикання. Разом з тим нові умови транспортного ринку висувають і нові вимоги до технологічного взаємодії вантажовласників і залізниць. Зокрема, це відноситься до організації доставки вантажів постійного звернення по твердим «ниткам» графіка руху, що дозволило б скоротити страхові запаси одержуваних вантажів в результаті зниження невизначеності їх прибуття. Це, в свою чергу, призводить до появи нових принципів побудови графіка руху поїздів, які повинні забезпечувати:

- спеціалізацію «ниток» для пропуску поїздів різних категорій;
- можливість прокладки «ниток» з замовленими користувачем
- точками відправлення і прибуття вантажів.

У зв'язку з прийняттям цільової моделі ринку залізничних перевезень виникає й інша проблема. В умовах, коли власник вантажу перевозить свою

продукцію або сировину у власних вагонах або у власних поїзних формуваннях з використанням власних локомотивів, виникає абсолютно нова задача: розробка комплексної технології просування вантажів і порожніх вагонів по всьому полігону їх звернення, наприклад для комплексу операцій, пов'язаних з доставкою продукції металургійних комбінатів в порти і поверненням звідти порожніх вагонів або з доставкою на ці підприємства залізничної сировини з гірничо-збагачувальних комбінатів.

Найважливішим елементом логістичної системи є інформаційна взаємодія із суміжниками і власниками вантажу. Кожна з взаємодіючих сторін потребує інформації, що надходить від партнера, для забезпечення можливості прогнозування і планування майбутньої роботи.

Створення на залізничному транспорті конкурентного середовища і відсутність у перевізника парку вантажних вагонів повинні знайти відображення в ЄТП. Відсутність парку вантажних вагонів у перевізника не знижує роль нормативів технологічного терміну обороту вагонів і норм навантаження і розвантаження вантажів з вагонів на залізничній колії незагального користування.

Включення в ЄТП технологічних норм обороту для власного і орендованого рухомого складу дасть можливість оцінювати його використання на залізничних шляхах незагального користування, виявляти втрати і визначати шляхи їх усунення. Для цього крім нормативів доцільно, щоб облік вагонів власного парку на підприємстві містив розподіл на робочий парк вагонів, резерв і несправні вагонів.

Найважливішим елементом логістичної системи є інформаційна взаємодія із суміжниками і власниками вантажу. Кожна з взаємодіючих сторін потребує інформації, що надходить від партнера, для забезпечення можливості прогнозування і планування майбутньої роботи.

Створення на залізничному транспорті конкурентного середовища і відсутність у перевізника парку вантажних вагонів повинні знайти

відображення в ЄТП. Відсутність парку вантажних вагонів у перевізника не знижує роль нормативів технологічного терміну обороту вагонів і норм навантаження і розвантаження вантажів з вагонів на залізничній колії незагального користування.

Включення в ЄТП технологічних норм обороту для власного і орендованого рухомого складу дасть можливість оцінювати його використання на залізничних шляхах незагального користування, виявляти втрати і визначати шляхи їх усунення. Для цього крім нормативів доцільно, щоб облік вагонів власного парку підприємства містив розподіл на робочий парк вагонів, резерв і несправні вагони.

Існуючі нормативи використання інвентарного парку вагонів не завжди застосовні до власних вагонах. Якщо інвентарний парк вагонів закінчував свої функції для власника (користувача) залізничної колії незагального користування після закінчення вантажних операцій, то власний вагонний парк виконує і інші функції. Тому доцільно включити в ЄТП індивідуально розраховані нормативи операцій, що виконуються на залізничній колії незагального користування (зокрема, забезпечення високій надійності відправлення за встановленими «ниткам» графіка в логістичних перевізних системах).

Такі нормативи слід розраховувати для всіх вагонів, які виходять на інфраструктуру УЗ. З інструменту для обчислення штрафів за простій або використання вагонів ці нормативи повинні бути перетворені в інструмент планування і управління:

- для нормування наявності вагонів на залізничних шляхах загального і не загального користування;
- нормування роботи вагонних парків операторів;
- регулювання підведення навантажених вагонів і забезпечення навантаження порожніми вагонами.

В сучасних умовах роботи по ЄТП виникли нові завдання:

- впровадження високоефективних систем управління вантажопотоками на основі сучасних логістичних рішень;
- забезпечення надійності виконання прийнятих перевізниками заявок на перевезення вантажів;
- поліпшення використання рухомого складу всіх видів власності.

Залізничний транспорт в останні роки перебував в умовах істотного зростання попиту на послуги при підвищенні конкурентного тиску інших видів транспорту і внутрішньої конкуренції, який супроводжувався зростанням ефективності діяльності і низькими темпами розвитку інфраструктурних потужностей та оновлення основних фондів.

В даний час послуги з надання вагонів під перевезення виконують більше 2000 власників. Значне число власників вагонів, низька концентрація ринку, недосконалість принципів управління невеликими парками погіршують показники ефективності використання рухомого складу в цілому і збільшують навантаження на інфраструктуру, що знижує можливості залізничного транспорту в задоволенні попиту економіки на перевезення, створює додаткові складності в організації експлуатаційної роботи мережі залізниць .

З ростом кількості приватних вагонів було виявлено такі негативні фактори:

- неможливість для власника інфраструктури переміщати вагони приватних власників в разі, якщо вони ускладнюють процес перевезення вантажів на мережі;
- відсутність єдиної системи управління приватним рухомим складом, що викликає його неузгоджений з вантажовідправником підведення і збільшує завантаження мережі;

- зростання наднормативних простоїв вагонів і зниження швидкості їх обороту, втрата універсальності вагонів, в тому числі з-за диференціації тарифів на пробіг порожніх вагонів;

- зниження технологічної ефективності роботи мережі залізниць за рахунок відсутності координації вагонопотоків.

На період до 2020 р. на ринку залізничних транспортних послуг будуть представлені наступні суб'єкти: власник інфраструктури залізничного транспорту загального користування; вантажовідправник; вантажоодержувач; перевізник; власник залізничного рухомого складу; оператор залізничного рухомого складу; експедитор. Однак лише перевізник здатний інтегрувати використання послуг інфраструктури і безпосередньо взаємодіяти з її власником.

Накопичений досвід реформування залізничного транспорту підтверджує, що фрагментація парку вантажних вагонів при їх експлуатації веде до скорочення продуктивності вантажного вагона, збільшення порожнього пробігу і зростання загального парку вагонів. Це свідчить про те, що:

- ефективне використання парку вагонів можливо тільки при досить великому масштабі (частці ринку) одного або декількох учасників ринку;

- життєздатними є дві основні моделі операторського бізнесу - сфокусованого гравця, що спеціалізується на маршрутних відправленнях для обмеженого числа клієнтів, і мережевого інтегратора, що пропонує всі типи відправок для широкої клієнтської бази.

Обслуговування дрібних і середніх клієнтів-вантажовідправників вимагає роботи в масштабах всієї мережі, в зв'язку з чим для обслуговування існуючих вантажопотоків необхідно збереження загальномережевого операторів, які забезпечать здійснення значної кількості вагонних відправок при збереженні прийнятних показників ефективності парку вантажних вагонів.

Перевізники приймають до перевезення вантажі у власних вагонах вантажовідправників або в вагонах операторів. Оператори забезпечують задоволення потреб держави у вантажних вагонах для військових і спеціальних перевезень. Оператори несуть відповідальність за забезпечення справного технічного стану вантажних вагонів, дотримання правил безпеки руху, а також взаємодіють з загальномережним перевізником на підставі договору, укладення якого є обов'язковим. Договором визначається технологія взаємодії оператора і перевізника, в тому числі:

- полігони курсування та станції приписки вагонів;
- планування вантажних і порожніх рейсів;
- порядок оплати порожнього пробігу, а також розрахунків за заняття інфраструктури, включно із застосуванням прогресивної шкали при оплаті за простій вагонів на місцях загального користування;
- технологія переміщення порожнього вагонопотоків з використанням опорних станцій накопичення або станцій розпилення по жорстким маршрутами курсування;
- право перевізника в разі простою порожніх вагонів більше визначеного договором часу проводити звільнення станційних колій переміщенням вагонів на передбачену договором станцію відстою або станцію приписки.

1.4. Процесний підхід обслуговування станцією примикання колій незагального користування

У ринкових умовах, де постійними є зміни, що відбуваються нелінійно, а наростаючі по експоненті, існує гостра необхідність в нових інструментах і методах управління, здатних допомогти підприємствам стати більш ефективними [31].

Одним з основних недоліків існуючої системи управління УЗ є наявність недостатньо формалізованих технологічних процесів, що породжує

прийняття неузгоджених і взаємовиключних рішень. У зв'язку з цим одним з принципів щодо усунення неузгодженості оперативного і стратегічного управління і планування виступає впровадження системи управління якістю. Вона має на увазі на рівні взаємодії станцій і обслуговуваних ними колій незагального користування (КНК) облік ретельного аналізу інформації і всебічної оцінки впливу прийнятих рішень окремими підрозділами УЗ.

Для підприємств залізничного транспорту в умовах переходу на комерціалізацію основної господарської і перевізної діяльності УЗ а разом з цим і появою значної кількості учасників транспортного ринку в особі операторів рухомого складу, що доповнюють і в більшою мірою ускладнюють процес обслуговування клієнтів, потрібні нові підходи до застосування відомих технічних і організаційних заходів щодо вдосконалення технології вантажопереробки і просуванню вагонного парку. Для цього потрібно ідентифікувати важливі і основоположні параметри всіх процесів, що відбуваються для подальшого результативного і ефективного управління всією транспортною системою. На рисунку 1.1 представлена спрощена схема керування транспортним процесом на станції.

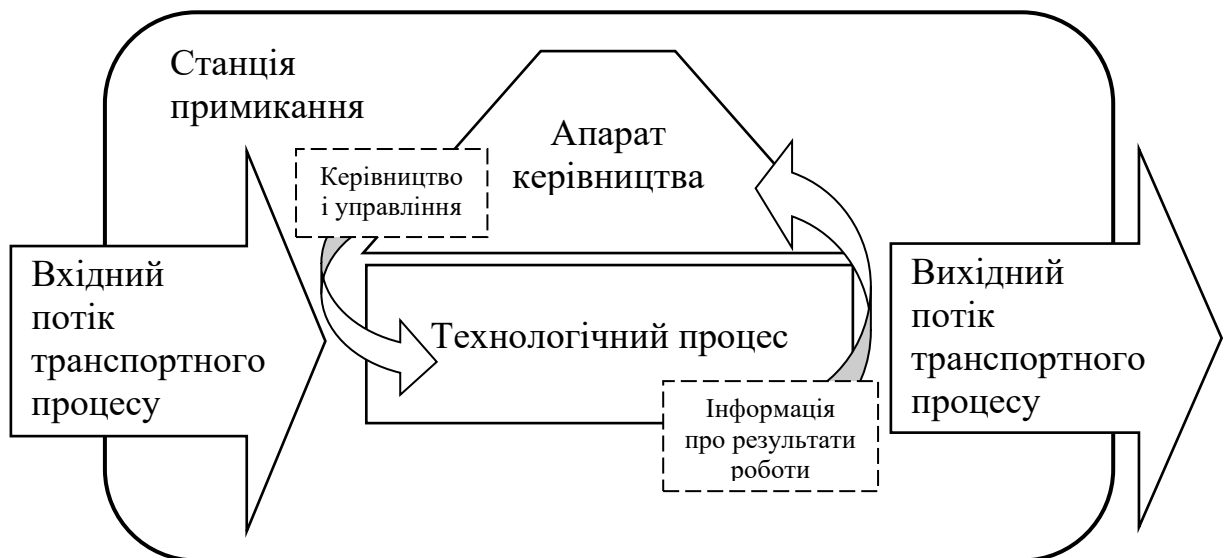


Рисунок 1.1 – Схема управління транспортним процесом на залізничній станції

Взаємодія УЗ як власника залізничної інфраструктури і перевізника з власниками залізничних колій незагального користування проводиться відповідно до договірних нормам, встановленим договорами на експлуатацію залізничної колії незагального користування, на подачу та забирання вагонів, укладеними в установленому порядку, а також при вагонообігу шляху незагального користування понад 200 вагонів на добу – Єдиним технологічним процесом роботи залізничних колій незагального користування і станцій примикання (ЄТП).

При розробці ЄТП необхідно враховувати раціональну організацію взаємодії залізничної колії незагального користування і станції примикання:

- рівномірність роботи вантажної станції та шляхи незагального користування з урахуванням технології взаємодії;
- координацію підведення і обробки вагонів з термінами на виконання операцій, графіком руху поїздів і контактним графіком виробничого процесу КНК;
- безперервність технологічних процесів і потоковість виконання операцій на станції примикання і залізничній колії незагального користування;
- раціональний розподіл роботи між станцією примикання і КНК по збірці груп вагонів, організації технічних і комерційних операцій з метою оптимального використання інфраструктури і зменшення дублювання операцій;
- спільне добове планування роботи станцій і обслуговуваних ними шляхів незагального користування.

Для організації злагодженої роботи залізничної колії незагального користування і станції примикання ЄТП передбачає:

- скоординоване оперативне планування;
- взаємну інформацію про майбутню подачі вагонів, підготовці вантажу до навантаженні і навантаженні-вивантаженні вагонів, наявних на КНК;

- порядок обміну інформацією для планування, обліку і документального оформлення технічних і комерційних операцій перевізного процесу;

- забезпечення завантаження готової продукції порожніми вагонами з мінімізацією непродуктивних простоїв з урахуванням їх приналежності і технічного стану;

- своєчасне вивезення готових поїздів, сформованих на КНК і на станціях примикання.

Для відображення характерних технологічних операцій, що виконуються в пов'язати процес функціонування вантажної станції і КНК, найбільш часто використовують мережеві моделі. З їх допомогою досить точно встановлюється послідовність і логічність тих чи інших процесів, дозволяючи згодом визначити взаємозв'язок між основними показниками якості обслуговування клієнтів залізничного транспорту. Як правило, такі моделі – це графічне зображення послідовних і паралельно виконуваних технологічних операцій.

Мережевий графік взаємодії вантажної станції і КНК представлений на рисунку 1.2.

При побудові моделі були прийняті наступні допущення:

- вантажна станція обслуговує один КНК;
- подачі-прибирання вагонів здійснюється маневровими локомотивами на місця навантаження-розвантаження при відповідній незайнятості тягового рухомого складу і своєчасності вантажних операцій;

- виконання операцій по ЄТП може викликати непродуктивні простої, пов'язані з зайнятістю локомотивів і засобів механізації та раскредітованіє перевізних документів;

- не враховуються особливості колійного розвитку станції, з через що не розглядається ворожість маршрутів пересування;

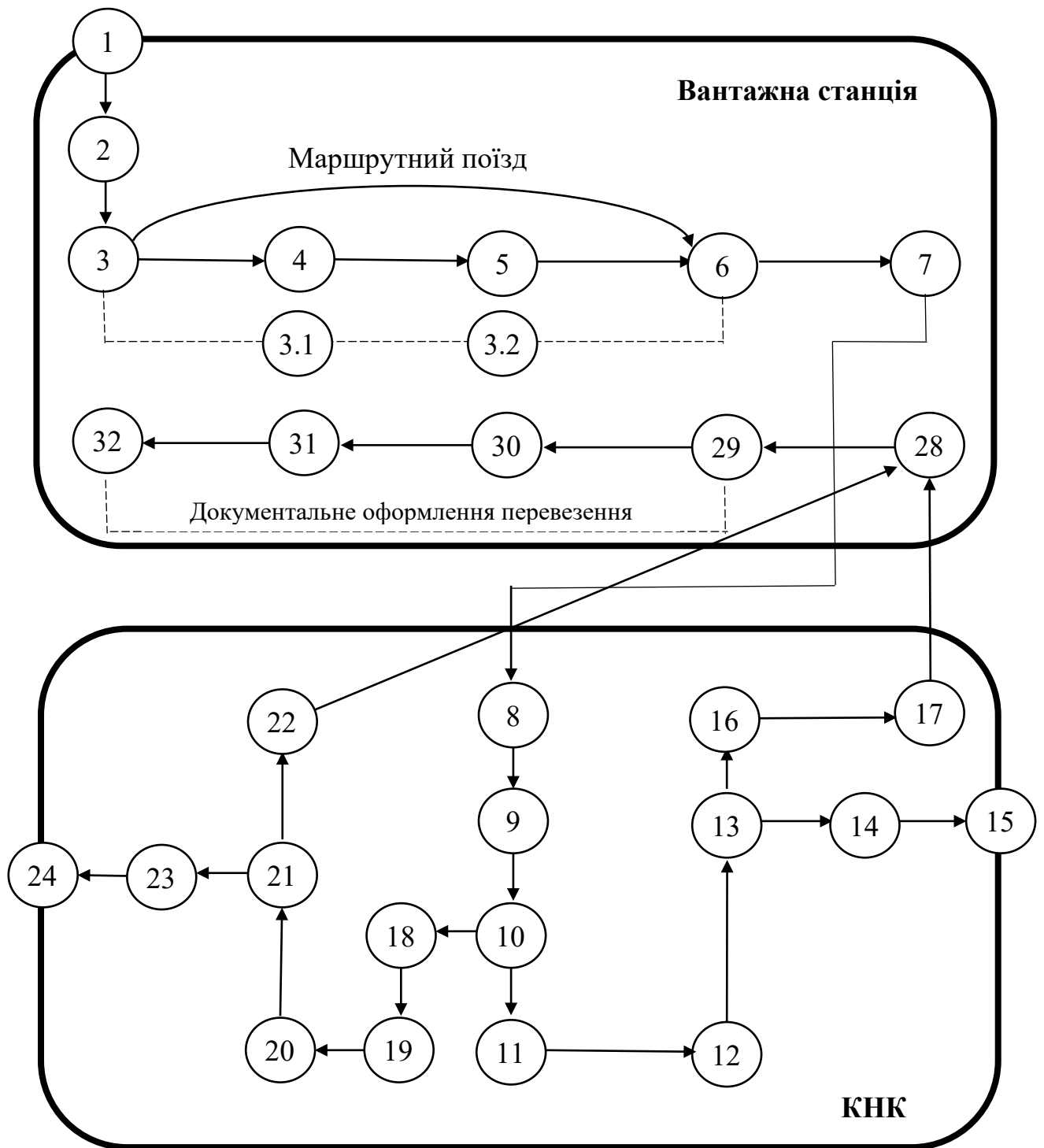


Рисунок 1.2 – Мережевий графік обслуговування КНК вантажною станцією

- в транспортній системі забезпечується обслуговування автотранспорту. При розробці моделі технологічні терміни обороту вагонів на коліях незагального користування включали в себе наступні операції:

- розформування поданої групи вагонів і підгрупування по місцях завантаження / розвантаження;

- подача вагонів на вантажні фронти і розстановка по місцях завантаження / розвантаження;

- підготовчі операції;

- навантаження / вивантаження;

- у разі здвоєних операцій, перестановка до місця завантаження / розвантаження;

- прибирання вагонів з вантажних фронтів;

- простої вагонів, пов'язані з очікуванням локомотива, накопиченням, оформленням документів та ін .;

- формування;

- приведення в транспортний стан;

- приймальні операції.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

2.1. Визначення факторів, які впливають на вартість перевізного процесу

На поточний період в Україні у своїй більшості зберігається наступна схема взаємодії в транспортній системі (рис.2.1) Укрзалізниця (УЗ) - Підприємство промислового залізничного транспорту (ППЗТ) - Промислове підприємство (Клієнт), яка була впроваджена ще за часів СРСР:

- ППЗТ здійснює перевезення вантажу та вагонів між Укрзалізницею та Клієнтом;
- Клієнт здійснює навантаження (розвантаження) вагонів;
- Клієнт забезпечує відшкодування витрат за використання вагонів Укрзалізниці (фінансовий потік А) і витрат за перевезення вантажу (фінансовий потік Б).

Обслуговування промислового підприємства обов'язково спирається на ЄТП, який визначає об'єм перевезень, потрібну кількість вагонів, локомотивів, вантажних фронтів, засобів механізації при вантажних операціях, часу обслуговування підприємства та ін.

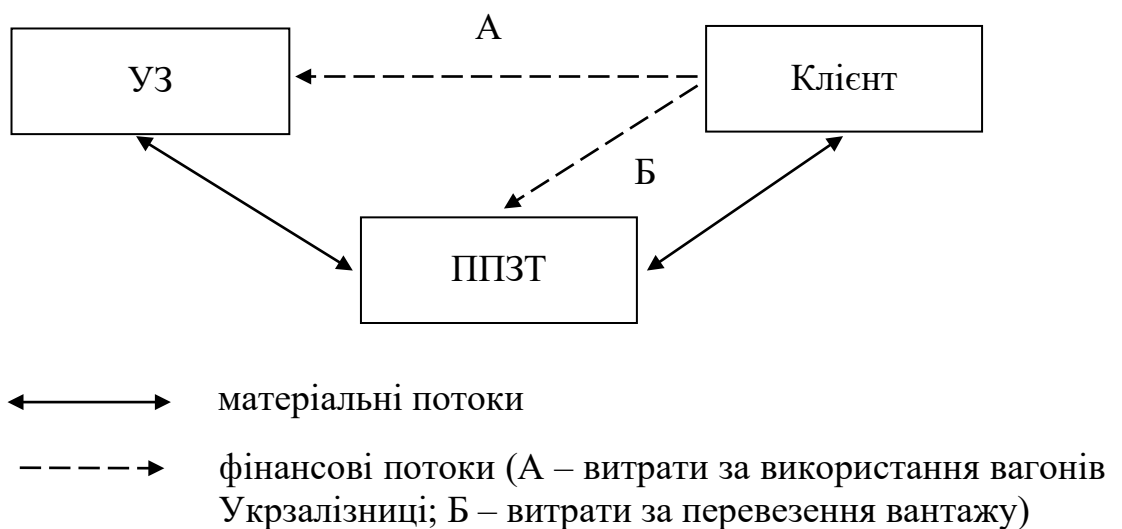


Рисунок 2.1 – Поточна схема взаємодії Укрзалізниця-ППЗТ-Клієнт

Крім цього, між ППЗТ та Клієнтом укладається договір, в якому зазначаються зони відповідальності щодо технічних та економічних аспектів транспортного обслуговування.

Така схема взаємодії була економічно придатною в минулі роки, коли Міністерство шляхів сполучення СРСР встановлювало нормовані терміни використання вагонів для кожного промислового підприємства з фіксованою ставкою оплати за вказаний термін.

На теперішній час Укрзалізниця змінила підхід щодо використання власних вантажних вагонів. З 1995 р. була встановлена лінійна шкала вартості використання вагонів в залежності від часу (рис.2.2). З 2009 року по теперішній час ставка оплати за користування вантажними вагонами Укрзалізниці [32-34] є кусочно-лінійною, що може стимулювати вантажовідправників, вантажоодержувачів і транспортні підприємства мінімізувати час користування вагонами.

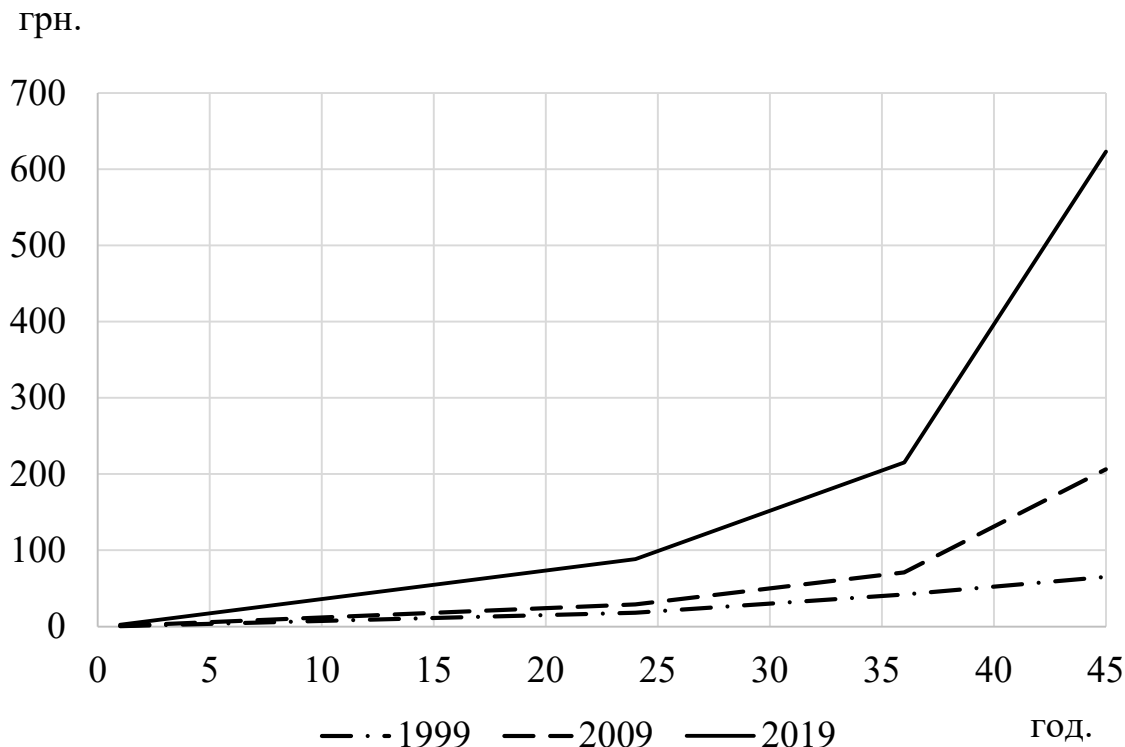


Рисунок 2.2 – Ставки плати за користування вагонами Укрзалізниці

Якщо розглянути можливість отримання прибутку від продукції промислового підприємства (Клієнта), то аналітично цю залежність можливо представити наступним чином:

$$\Pi_{\kappa} = D_{\kappa} - C_{\kappa} - TB_{\kappa}, \text{ грн.} \quad (2.1)$$

де D_{κ} - дохід від реалізації продукції, грн.; C_{κ} - собівартість продукції, грн.; TB_{κ} - транспортні витрати при перевезенні продукції, грн.

Транспортні витрати Клієнта на перевезення вантажу підприємством промислового залізничного транспорту можуть бути визначені наступним чином:

$$TB_{\kappa} = C_{\text{ваг}} \frac{m^{\text{в}}}{m_{\text{ваг}}^{\text{н}}} + C_{\text{пнзм}}^{m-\text{км}} L_{\text{пнзм}} m^{\text{в}} + (C_{\text{уз}}^{\text{ваг}} + C_{\text{уз}}^{\text{інф}}) L_{\text{уз}} m^{\text{в}}, \text{ грн.} \quad (2.2)$$

де $C_{\text{ваг}}$ – вартість використання власних вагонів УЗ, грн.; $C_{\text{пнзм}}^{m-\text{км}}$ - тариф перевезення 1 т-км вантажу по коліям ППЗТ, грн/(т·км); $L_{\text{пнзм}}$ - відстань перевезення вантажу по коліям ППЗТ, км; $C_{\text{уз}}^{\text{ваг}}$ - вагонна складова тарифу за перевезення вантажів по УЗ, грн/(т·км); $C_{\text{уз}}^{\text{інф}}$ - інфраструктурна складова тарифу за перевезення вантажів по УЗ, грн/(т·км); $L_{\text{уз}}$ - відстань перевезення вантажу по УЗ, км.

З урахуванням того, що ставка оплати за користування вагонів УЗ є кусочно-лінійною функцією (див. рис. 2.2), вартість використання вагонів УЗ можлива визначити наступним чином:

$$C_{\text{ваг}} = at_{\Sigma}^{\text{в}} + b, \text{ грн.}, \quad (2.3)$$

де a , b – коефіцієнти, лінійного рівняння, які визначаються для відповідних проміжків часу користування вагонів у відповідності до [35] за результатами апроксимації наступним чином:

$$\begin{cases} a = 3,026; b = -4,046 & \text{при } 0 < t_{\Sigma}^e \leq 24 \text{ год;} \\ a = 8,057; b = -126,15 & \text{при } 26 < t_{\Sigma}^e \leq 36 \text{ год;} \\ a = 34,818; b = -1098,4 & \text{при } 37 < t_{\Sigma}^e \leq 45 \text{ год;} \end{cases} \quad (2.4)$$

Дохід ППЗТ і УЗ при перевезенні вантажу промислового підприємства, відповідно, складається наступним чином:

$$D_{пзт} = C^{m-км} m^6 L, \text{ грн.} \quad (2.5)$$

$$D_{уз} = (at_{\Sigma}^e + b) \frac{m^6}{m_{ваг}^n} + (C_{уз}^{ваг} + C_{уз}^{інф}) L_{уз} m^6, \text{ грн.} \quad (2.6)$$

Аналіз залежностей (2.2 - 2.6) показує, що на даний час промислове підприємство (Клієнт), яке сплачує всі транспортні витрати при перевезенні вантажу, є заручником перевізників, якими є ППЗТ і Укрзалізниця.

При перевезенні вантажу по коліям незагального користування, прибуток ППЗТ залежить лише від об'єму перевезень, а час знаходження вагонів УЗ на його коліях на формування прибутку ППЗТ ні яким чином не впливає.

Прибуток УЗ частково залежить від часу знаходження власних вагонів на коліях незагального користування, але вплив на ППЗТ щодо прискорення обороту вагонів практично неможливий.

Таким чином, існуюча схема взаємодій УЗ – ППЗТ – Клієнт практично унеможлиблює прогресивні зміни в технології обслуговування промислових підприємств і приводить до їх суттєвих збитків та, в кінцевому рахунку, до збільшення вартості продукції для споживача.

З метою об'єктивного уявлення формування вартості перевізного процесу необхідно розглянути складові вартості із залежності (2.2) і (2.3). Відповідно до даних ТОВ «Об'єднане господарство залізничного транспорту (м. Сєверодонецьк) на 2018 р. поелементний розподіл витрат при розрахунковій вартості 1 тонно-кілометра представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Розподіл елементів витрат (у відсотках) при розрахунку вартості 1 тоно-кілометру перевезення вантажу

№ з/п	Елементи витрат	Значення, %
1.	Матеріали і запчастини	10,58
2.	Паливо	40,63
3.	Електроенергія	3,05
4.	Виробничі витрати	10,99
5.	Заробітна платня (з нарахуваннями)	22,85
6.	Амортизація	6,74
7.	Інші витрати	5,16

Виходячи з представлених даних, впливовими факторами з найбільшими ваговими коефіцієнтами слід вважати заробітну плату (з нарахуваннями), дизельне паливо, матеріали і запчастини.

З огляду на той факт, що в даний час практично повсюдно на підприємствах промислового транспорту заробітна плата персоналу нараховується відповідно до розміру посадового окладу і не залежить від обсягу перевізної роботи підприємства, то найбільш значущими факторами є дизельне паливо та матеріали і запчастини.

Розроблення ЄТП проводиться за методиками, які були розроблені ще за часів СРСР, а методологія виробництва тягових розрахунків при розробці ЄТП ґрунтується на максимізації продуктивності локомотива [3,4], яка визначається наступним чином:

$$W_n = \sum QL/M, \text{ т-км} \quad (2.7)$$

де Q - маса вагонів поїздів брутто, т; L - відстань пробігу поїздів, км; M –парк локомотивів, що знаходиться в експлуатації, шт.

На підставі даної залежності масу составу визначають за допомогою класичної формули [3]:

$$Q = \frac{F_{кр} - P(w_0' + w_i + w_r)}{w_0'' + w_i + w_r}, \quad (Т) \quad (2.8)$$

де $F_{кр}$ - дотична сила тягі локомотива на розрахунковому режимі при русі з розрахунковою швидкістю V_p , Н; P - маса локомотива, т; w_0', w_0'' - основний питомий опір руху локомотива і вагонів в складі поїзда, Н/т; w_i - питомий опір від ухилу, Н/т; w_r - питомий опір від кривизни ділянки, Н/т.

Якщо перейти до розгляду окремого поїзда з локомотивною тягою при сталому русі на різних ділянках колії перегону, дотична сила тяги локомотива F_∂ і, відповідно, сила опору руху поїзда F_o будуть рівні [3]:

$$F_\partial = F_o = (Q + P)(w_0 + ig), \quad Н \quad (2.9)$$

де P - маса локомотива, т; w_0 - основний питомий опір руху поїзда, Н/т; i - ухил ділянки шляху, ‰.

Якщо виділити з (2.9) масу складу вагонів та помноживши ліву і праву частину виразу на швидкість руху V [км/год], отримаємо:

$$QV = \frac{F_\partial V}{(w_0 + ig)} - PV, \quad (2.10)$$

Враховуючи, що $N_n = 3,6F_k V$ та $V = L/t$, а також переходячи до питомої продуктивності локомотива, отримаємо:

$$\frac{W_n}{t} = \frac{QL}{t} = \frac{N_n}{3,6(w_0 + ig)} - PV, \quad (2.11)$$

де N_n - потужність локомотива, Вт.

Аналіз залежності (2.11) дозволяє зробити наступні висновки:

- збільшення продуктивності локомотива при його постійної потужності стає можливим за рахунок зменшення швидкості руху V , з огляду на те, що зменшуються PV та w_0 , а $N_n / [3,6(w_0 + ig)]$ збільшується;

- при постійній потужності локомотива N_l зменшення швидкості руху V тягне за собою збільшення сили тяги F_o з огляду на те, що $F_o = N_l / (3,6V)$;

- збільшення дотичній сили тяги локомотива на підставі (2.9) дозволяє забезпечити збільшення вагової норми поїзда для заданих умов руху.

- залежності (2.7 – 2.11) розглядають процес перевезень лише з позицій теоретичної механіки та не враховують великої кількості факторів, які регламентують сучасні економічні аспекти взаємодії підприємств.

Аналіз показує, що загальноприйнята схема співпраці в системі УЗ-ППЗТ-Клієнт є застарілою і унеможлиблює оптимізацію перевізного процесу. Відповідно до цього необхідний перегляд поточних підходів щодо транспортного обслуговування підприємствами залізничного транспорту.

2.2. Удосконалення транспортного забезпечення промислових підприємств при використанні вантажних вагонів Укрзалізниці

Як було показано раніше, витрати, які залежать від перевезення вантажів залізничним транспортом від промислового підприємства до магістральних колій УЗ або в зворотному напрямі при використанні вантажних вагонів Укрзалізниці (див. рис. 2.1) пов'язані із тарифом на перевезення 1 т-км вантажу і вартості використання вагонів УЗ в залежності від часу експлуатації. На теперішній час всі витрати покриваються за рахунок вантажовідправника (вантажоотримувача). В даній ситуації підприємство промислового залізничного транспорту не зацікавлено в інтенсифікації перевізного процесу, посилаючись на застарілі ЄТП, які було розроблено за часів СРСР, та в яких не враховано як сучасні аспекти економічних взаємовідносин, так і сучасна нормативна база.

Якщо при перевезенні вантажу між Клієнтом і УЗ перерозподілити фінансову відповідальність між Клієнтом і ППЗТ за користування вантажних

вагонів УЗ, тоді виникає взаємна зацікавленість двох сторін щодо прискорення обороту вагонів УЗ (рис.2.3).

Така ситуація може виникнути, коли за користування вантажних вагонів УЗ будуть зобов'язані відшкодовувати платню як Клієнт так і ППЗТ, пропорційно часу за перевезення вагонів і їх подаванням (прибиранням) до місць навантаження (відповідальність ППЗТ) та часом навантаження вагонів (відповідальність Клієнта).

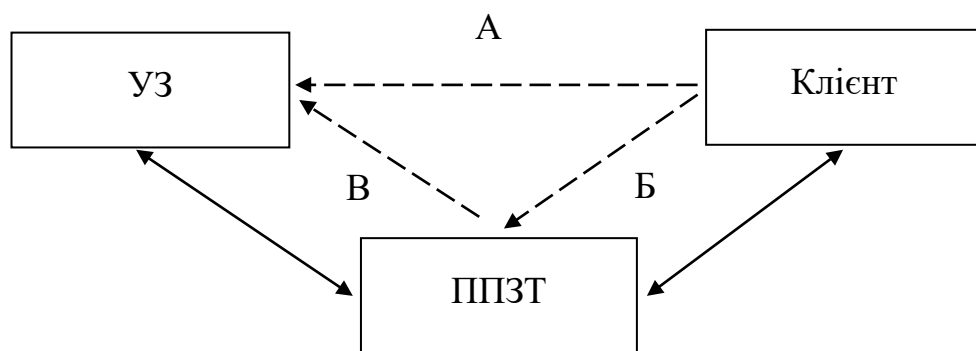
Якщо загальний час використання вагонів Укрзалізниці визначити як:

$$t_{\Sigma}^6 = t_{\Sigma}^{nzm} + t_{\Sigma}^K, \text{ год.}, \quad (2.12)$$

де t_{Σ}^{nzm} - час використання вагонів УЗ ППЗТ; t_{Σ}^K - час використання вагонів УЗ Клієнтом,

то ставка плати за використання вагонів для вказаної транспортної системи визначиться наступним чином:

$$C_{nzm}^6 = (at_{\Sigma}^6 + b) \frac{t_{\Sigma}^{nzm}}{t_{\Sigma}^6}, \text{ грн.}, \quad (2.13)$$



←→ матеріальні потоки

-----> фінансові потоки

А – витрати за використання вагонів Укрзалізниці (відповідальність Клієнта);

Б – витрати за перевезення вантажу ППЗТ;

В - витрати за використання вагонів Укрзалізниці (відповідальність ППЗТ)

Рисунок 2.3 – Удосконалена схема взаємодії Укрзалізниця-ППЗТ-Клієнт

$$C_{\kappa}^{\epsilon} = (at_{\Sigma}^{\epsilon} + b) \frac{t_{\Sigma}^{\kappa}}{t_{\Sigma}^{\epsilon}}, \text{ грн,} \quad (2.14)$$

де $C_{\text{пнзм}}^{\epsilon}$ - ставка плати за використання вагонів УЗ для ППЗТ; C_{κ}^{ϵ} - ставка плати за використання вагонів УЗ для Клієнта.

Якщо розглянути можливість отримання прибутку від продукції промислового підприємства (Клієнта), то аналітично цю залежність можливо представити наступним чином:

$$P_{\kappa} = D_{\kappa} - C_{\kappa} - TB_{\kappa}, \text{ грн.} \quad (2.15)$$

де D_{κ} - дохід від реалізації продукції, грн.; C_{κ} - собівартість продукції, грн.; TB_{κ} - транспортні витрати при перевезенні продукції, грн.

Детальний розгляд транспортної складової витрат Клієнта дозволяє визначити її наступним чином у відповідності до [35]:

$$TB_{\kappa} = (at_{\Sigma}^{\epsilon} + b) \frac{t_{\Sigma}^{\kappa}}{t_{\Sigma}^{\epsilon}} \frac{m^{\epsilon}}{m_{\text{ваг}}^{\text{н}}} + C_{\text{пнзм}}^{m-\text{км}} L_{\text{пнзм}} m^{\epsilon} + (C_{\text{уз}}^{\text{ваг}} + C_{\text{уз}}^{\text{інф}}) L_{\text{уз}} m^{\epsilon}, \text{ грн} \quad (2.16)$$

де m^{ϵ} - маса вантажу, що перевозиться, т; $m_{\text{ваг}}^{\text{н}}$ - маса вагону нетто, т; $C_{\text{пнзм}}^{m-\text{км}}$ - тариф перевезення 1 т-км вантажу по коліям ППЗТ, грн/(т·км); $L_{\text{пнзм}}$ - відстань перевезення вантажу по коліям ППЗТ, км; $C_{\text{уз}}^{\text{ваг}}$ - вагонна складова тарифу за перевезення вантажів по УЗ, грн/(т·км); $C_{\text{уз}}^{\text{інф}}$ - інфраструктурна складова тарифу за перевезення вантажів по УЗ, грн/(т·км); $L_{\text{уз}}$ - відстань перевезення вантажу по УЗ, км.

Як можна бачити з залежності (2.16) Промислове підприємство (Клієнт) може вплинути на зменшення тарифної складової витрат TB_{κ} лише зменшенням часу навантаження (розвантаження) вагонів t_{Σ}^{κ} , тим самим мінімізуючи загальний час використання вагонів УЗ при їх знаходженні на коліях незагального користування і, відповідно до (2.14), ставки плати за використання вагонів УЗ для Клієнта C_{κ}^{ϵ} .

Дослідження щодо мінімізації часу навантаження (розвантаження) не є метою даної роботи, тому залишимо цю складову як константу. З огляду на це, зменшення тарифної складової витрат Клієнта та, відповідно, максимізація прибутку за рахунок процесу перевезень стає неможливим. У даному випадку Клієнт повністю залежить від тарифів ППЗТ та УЗ на перевезення вантажів та використання вагонів.

Така ж ситуація складається і при класичній схемі в системі взаємодії УЗ-ППЗТ-Клієнт, яка використовується на теперішній час (див. рис.2.1).

Тож розглянемо, які наслідки тягне за собою удосконалення схеми взаємодії УЗ-ППЗТ-Клієнт (див. рис.3.2) з погляду на діяльність ППЗТ.

Дохід підприємства промислового транспорту згідно до представленої схеми (див. рис.3.2) визначається наступним чином:

$$D_{nnzm} = C_{nnzm}^{m-km} L_{nnzm} m^g - (at_{\Sigma}^g + b) \frac{t_{\Sigma}^{nnzm}}{t_{\Sigma}^g} \frac{m^g}{m_{ваг}^n}, \text{ грн.} \quad (2.17)$$

У відповідності до залежності (2.17) з'являються наступні важелі максимізації прибутку ППЗТ при перевезенні вантажів: збільшення тарифу на перевезення 1 т-км вантажу, збільшення маси вантажу, що перевозиться, та зменшення часу використання вагонів УЗ на колях незагального користування.

На погляд автора, з вірогідністю 100% ППЗТ збільшить тариф на перевезення 1 т-км вантажу, щоб компенсувати витрати, які пов'язані із відшкодуванням виплат щодо використання власних вагонів УЗ. Проте не зважаючи на цей факт, прибуток ППЗТ все одно залишається пов'язаний із часом знаходження вагонів УЗ на колях незагального користування, що мотивує ППЗТ прискорювати оборот вагонів УЗ.

В сучасних умовах проведення господарської діяльності є прецеденти, коли великі компанії поглинають як промислові підприємства так і підприємства промислового залізничного транспорту. Така ситуація склалася з підприємствами Виробниче об'єднання «Свердловськвугілля», Вантажно-

транспорті підприємство «Свердловськвантажтранс», Виробниче об'єднання «Ровеньківугілля», Вантажно-транспорті підприємство «Ровеньківантажтранс», які у 2011 р. були взяті у концесію на 49 років ТОВ «ДТЕК» на основі яких було створено ТОВ «ДТЕК Свердловськантрацит» та ТОВ «ДТЕК Ровенькіантрацит». В цьому випадку, процес управління внутрішніми підрозділами, такими як шахти, збагачувальні фабрики, вантажно-транспорті управління, здійснюється безпосередньо менеджментом головної структури (товариство з обмеженою відповідальністю, акціонерне товариство, тощо) і також забезпечує координацію роботи всіх підрозділів із Укрзалізницею (рис.2.4).

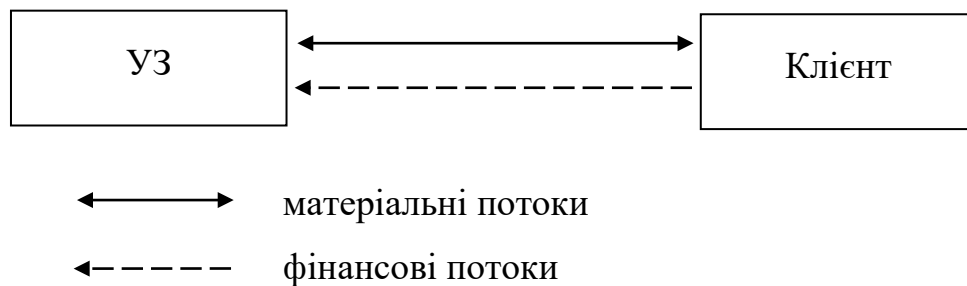


Рисунок 2.4 – Схема взаємодії Укрзалізниця-Клієнт

У цьому випадку схема взаємодії дещо спрощується завдяки зменшенню ланцюгів транспортної системи, але принципи максимізації прибутку залишаються тими же, які викладені раніше у відповідності до схеми, яка представлена на рис.2.2. і аналітично в залежності (2.15). За цією залежністю транспортні витрати Клієнта за схемою взаємодії УЗ - Клієнт можливо представити наступним чином:

$$TB_K = (at_{\Sigma}^e + b) \frac{m^e}{m_{ваг}^n} + C_K^{m-км} L_K m^e + (C_{уз}^{ваг} + C_{уз}^{інф}) L_{уз} m^e, \text{ грн} \quad (2.18)$$

Аналіз (2.18) показує, що мінімізація транспортних витрат стає можливим при зменшенні часу використання вагонів УЗ на коліях Клієнта і вартості перевезення 1 т-км вантажу. Це стає можливим або завдяки

використанню управлінських рішень підприємства або фінансовою мотивацією структурних підрозділів. В цілому даний аспект в роботі не є суттєвим, а головним важелем для підприємства є збільшення прибутку, що в кінцевому випадку неминуче приведе до реорганізації застарілих форм технологічного процесу транспортного обслуговування промислових підприємств.

2.3. Оптимізація вагової норми поїзда при перевезенні вантажів власними вагонами Укрзалізниці

Забезпечення прискорення обороту вагонів Укрзалізниці, якими забезпечують перевезення вантажів від промислового підприємства до станції примикання Укрзалізниці, стає можливим при детальному розгляді всього технологічного ланцюга процесу перевезень і визначенні можливостей щодо зменшення часу знаходження вагонів УЗ при максимізації прибутку ППЗТ.

Загальний час знаходження вагонів на коліях ППЗТ можна визначити з часу перевезень, часу маневрових, приймально-здавальних, технологічних і навантажувальних операцій. Аналітичні залежності, які описують саме ці операції представимо нижче.

Приймально-здавальні і технологічні операції на станційних коліях:

$$t_{cm} = (t_{nз}^6 n_{ваг} + t_{mex}) n_{cm}, \text{ год.} \quad (2.19)$$

де $t_{nз}^6$ - час, що витрачається на приймально-здавальні операції по станції для 1 вагона, год; $n_{ваг}$ - кількість вагонів в складі поїзда, шт.; t_{mex} - час, пов'язаний з технологічними операціями по станції (приготування маршруту, відкриття світлофора і т.п.), год; n_{cm} - кількість станцій, за якими проходить поїзд, шт.

Навантаження вагонів:

$$t_{нав} = t_{нав}^{\epsilon} n_{ваг}, \text{ год.} \quad (2.20)$$

де $t_{нав}^{\epsilon}$ - середній час навантаження вагону, ч.

Маневрова робота на промисловій станції:

$$t_{ман} = t_{ман}^{\epsilon} n_{ваг} n_{ст}, \text{ год.} \quad (2.21)$$

де $t_{ман}^{\epsilon}$ - середній час маневрової роботи для складу, год.

Рух по перегону:

$$t_{пер} = L \left(\bar{v}_{под}^{-1} + \bar{v}_{вив}^{-1} \right), \text{ год} \quad (2.22)$$

де $\bar{v}_{под}$ - середня швидкість руху поїзда при подачі вагонів до промислової станції, км/год; $\bar{v}_{вив}$ - середня швидкість руху поїзда при вивезенні вагонів з промислової станції, км/год; L - довжина ділянки шляху між станцією примикання залізниці і промисловою станцією, км.

Сумарний час, за яким вагони знаходяться на під'їзних шляхах ППЗТ, визначається як:

$$t_{\Sigma}^{\epsilon} = \left(t_{пз}^{\epsilon} n_{ст} + t_{нав}^{\epsilon} + t_{ман}^{\epsilon} n_{ст} \right) n_{ваг} + t_{тех} n_{ст} + L \left(\bar{v}_{под}^{-1} + \bar{v}_{вив}^{-1} \right), \text{ год.} \quad (2.23)$$

Час знаходження вагонів у відповідальності ППЗТ:

$$t_{\Sigma}^{nnzm} = \left(t_{пз}^{\epsilon} + t_{ман}^{\epsilon} \right) n_{ваг} n_{ст} + t_{тех} n_{ст} + L \left(\bar{v}_{под}^{-1} + \bar{v}_{вив}^{-1} \right), \text{ год.} \quad (2.24)$$

Операції щодо маневрової роботи, приймально-здавальні, технологічні, як показує практичний досвід, суттєво змінити практично неможливо, тому і час на їх виконання залишимо без змін. Але час на подавання вагонів до промислового підприємства чи їх вивезення змінити можливо.

Якщо витрати ППЗТ за користування вагонів УЗ будуть перевищувати витрати, які пов'язані із перевезенням вантажу, то є доцільним зменшити кількість вагонів у складі поїзда. Це призведе до зменшення часу на формування поїзда і збільшить швидкість руху поїзда по перегону, що, відповідно, також призведе до зменшення часу на перевезення вантажу.

Раніше було зазначено, швидкість руху поїзда $v=f(Q)$ або $v=f(m^{\epsilon})$, тому є

необхідним визначити дану аналітичну залежність. На підставі [3], можна записати, що сила опору руху поїзда складе:

$$F_o = P(w'_0 + i_e g) + Q(w''_0 + i_e g), \quad (2.25)$$

де w'_0, w''_0 - основний питомий опір руху локомотива і вагона, Н/т;
 i_e – еквівалентний ухил ділянки перегону, ‰.

Якщо представити основний питомий опір руху локомотива і вагона в наступному вигляді

$$w'_0 = a' + b'v + c'v^2; \quad w''_0 = a'' + b''v + c''v^2,$$

то залежність (2.25) після перетворень отримає наступний вигляд:

$$F_o = (Pc' + Qc'')v^2 + (Pb' + Qb'')v + P(a' + i_e g) + Q(a'' + i_e g). \quad (2.26)$$

В загальному випадку, функція дотичній сили тяги (табл. 2.2) описується наступним виразом:

$$F_o = k/v, \quad (2.27)$$

де k – коефіцієнт, який визначається на підставі тягової характеристики локомотива.

Таблиця 2.2 – Апроксимуючі функції дотичної сили тяги тепловозів промислового транспорту

№ п/п	Тепловоз	Апроксимуюча функція	Достовірність апроксимації, R ²
1.	ЧМЭЗ	$F_o = 3337714 \cdot v^{-1,0713}$	0,9945
2.	ТЭМ2	$F_o = 2546781 \cdot v^{-1,0498}$	0,9917
3.	ТЭМ7	$F_o = 3702535 \cdot v^{-1,0161}$	0,9902
4.	ТГМ6А	$F_o = 1523011 \cdot v^{-0,895}$	0,9925
5.	ТГМ8Э	$F_k = 1063225 \cdot v^{-0,9202}$	0,9939

Спільне рішення (2.26) і (2.27) дозволяє отримати наступне рівняння:

$$(Pc' + Qc'')v^3 + (Pb' + Qb'')v^2 + [P(a' + i_e g) + Q(a'' + i_e g)]v - k = 0 \quad (2.28)$$

Рішення кубічного рівняння (2.28) щодо швидкості v за допомогою рівнянь Кардано або Вієта призводить до громіздких залежностей, що не дозволяє в подальшому провести аналіз цільової функції (2.17) на екстремум. У зв'язку з цим розкладемо ліву частину рівняння (2.28) в ряд Тейлора, обмежившись першими двома членами ряду, проводячи лінеаризацію кривої в околиці точки швидкості тривалого режиму тепловоза v_p :

$$[P(a' + i_e g) + Q(a'' + i_e g)](v - v_p) - k = 0. \quad (2.29)$$

Рішенням (2.29) є наступна залежність:

$$v = v_p + \frac{k}{P(a' + i_e g) + Q(a'' + i_e g)} \quad \text{або} \quad v = v_p + \frac{k}{P(a' + i_e g) + n_{\text{ваг}} m_{\text{ваг}}^{\text{бр}} (a'' + i_e g)},$$

де $m_{\text{ваг}}^{\text{бр}}$ - маса вагона брутто, т.

Якщо прийняти, що $A' = P(a' + i_e g)$ та $A'' = m_{\text{ваг}}^{\text{бр}} (a'' + i_e g)$, то

$$v = \frac{v_p (A' + n_{\text{ваг}} A'') + k}{A' + n_{\text{ваг}} A''}. \quad (2.30)$$

Слід зазначити, в своїй більшості промислові підприємства розташовуються на різних відмітках висот щодо станції примикання залізниці. Відповідно до цього, одна з середніх швидкостей руху поїзда або при подачі $\bar{v}_{\text{нод}}$, або при вивезенні $\bar{v}_{\text{виє}}$ вагонів (при русі з верхньої позначки на нижню) буде визначатися технічним станом шляху, обмеженнями швидкості руху і т.п., що в залежностях (2.23, 2.24) не буде пов'язана з масою поїзда. Для даної роботи приймемо, що середня швидкість руху поїзда при подачі вагонів $\bar{v}_{\text{нод}}$ є константою, а змінною буде середня швидкість руху поїзда при вивезенні вагонів $\bar{v}_{\text{виє}}$, що є дійсним для більшості підприємств вугільнодобувного регіону.

Представимо залежності (2.23, 2.24) у наступному вигляді:

$$t_{\Sigma}^{\epsilon} = K_1 n_{\text{ваз}} + K_2 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \left(\bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + \bar{v}_{\text{вув}}^{-1} \right), \text{ГОД.} \quad (2.31)$$

$$t_{\Sigma}^{\text{нзм}} = K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \left(\bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + \bar{v}_{\text{вув}}^{-1} \right), \text{ГОД.,} \quad (2.32)$$

де $K_1 = (t_{\text{нс}}^{\epsilon} + t_{\text{ман}}^{\epsilon}) n_{\text{см}}$, $K_2 = t_{\text{нав}}^{\epsilon}$, $K_3 = t_{\text{мех}} n_{\text{см}}$ - незмінні коефіцієнти рівнянь.

На підставі (2.17, 2.31, 2.32) отримаємо залежність щодо прибутку ППЗТ при перевезенні вантажу:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{нзм}} = & C_{\text{нзм}}^{m-\kappa M} L m_{\text{ваз}}^H n_{\text{ваз}} - a \left[K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \left(\bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + \frac{A' + n_{\text{ваз}} A''}{v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k} \right) \right] n_{\text{ваз}} - \\ & - b \frac{K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \left(\bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + \frac{A' + n_{\text{ваз}} A''}{v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k} \right)}{K_1 n_{\text{ваз}} + K_2 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \left(\bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + \frac{A' + n_{\text{ваз}} A''}{v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k} \right)} n_{\text{ваз}} \end{aligned}$$

Спростимо отриманий вираз:

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{нзм}} = & C_{\text{нзм}}^{m-\kappa M} L m_{\text{ваз}}^H n_{\text{ваз}} - a \left(K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + \frac{L}{\bar{v}_{\text{нод}}} \right) n_{\text{ваз}} - a \left(\frac{L (A' + n_{\text{ваз}} A'')}{v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k} \right) n_{\text{ваз}} \\ & - b \frac{(K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k] + A' + n_{\text{ваз}} A''}{(K_1 n_{\text{ваз}} + K_2 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k] + A' + n_{\text{ваз}} A''} n_{\text{ваз}} \end{aligned} \quad (2.33)$$

Залежність (2.33) представимо у наступному вигляді:

$$\Pi_{\text{нзм}} = \Pi_1 - \Pi_2 - \Pi_3 - \frac{\Pi_4}{\Pi_5}, \quad (2.34)$$

$$\text{де } \Pi_1 = C_{\text{нзм}}^{m-\kappa M} L m_{\text{ваз}}^H n_{\text{ваз}}, \quad \Pi_2 = a \left(K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + \frac{L}{\bar{v}_{\text{нод}}} \right) n_{\text{ваз}},$$

$$\Pi_3 = a \left(\frac{L (A' + n_{\text{ваз}} A'')}{v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k} \right) n_{\text{ваз}},$$

$$\Pi_4 = b \left\{ (K_1 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k] + A' + n_{\text{ваз}} A'' \right\} n_{\text{ваз}},$$

$$\Pi_5 = (K_1 n_{\text{ваз}} + K_2 n_{\text{ваз}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p (A' + n_{\text{ваз}} A'') + k] + A' + n_{\text{ваз}} A''.$$

На підставі отриманої залежності (2.34) дослідимо її на екстремум для чого отримаємо першу похідну щодо прибутку ППЗТ в залежності від кількості вагонів поїзда:

$$\frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_{\text{ннзм}}) = \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_1) - \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_2) - \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_3) - \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left(\frac{\Pi_4}{\Pi_5}\right). \quad (2.35)$$

Отримаємо похідні щодо складових виразу (2.35):

$$\frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_1) = \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left(C_{\text{ннзм}}^{m-\text{км}} L m_{\text{ваг}}^H n_{\text{ваг}}\right) = C_{\text{ннзм}}^{m-\text{км}} L m_{\text{ваг}}^H; \quad (2.36)$$

$$\frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_2) = \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left[a\left(K_1 n_{\text{ваг}} + K_3 + \frac{L}{\bar{v}_{\text{нод}}}\right)n_{\text{ваг}}\right] = 2aK_1 n_{\text{ваг}} + K_3 + \frac{L}{\bar{v}_{\text{нод}}}; \quad (2.37)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_3) &= \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left(a \frac{L(A' + n_{\text{ваг}} A'')}{v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k} n_{\text{ваг}}\right) = a \left(\frac{L(A' + n_{\text{ваг}} A'')}{v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k}\right) + \\ &+ A'' \frac{(v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k) - L v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'')}{(v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k)^2}; \end{aligned} \quad (2.38)$$

Оскільки остання складова у виразі (2.35) є дробовою, виразимо її наступним чином

$$\frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left(\frac{\Pi_4}{\Pi_5}\right) = \frac{\Pi_5 \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_4) - \Pi_4 \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_5)}{(\Pi_5)^2}, \quad (2.39)$$

та отримаємо похідні для складових залежності (2.39):

$$\begin{aligned} \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_4) &= \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left\langle b \left\{ \begin{array}{l} (K_1 n_{\text{ваг}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k] \\ + A' + n_{\text{ваг}} A'' \end{array} \right\} n_{\text{ваг}} \right\rangle = \\ &= b \left\{ (K_1 n_{\text{ваг}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k] + A' + n_{\text{ваг}} A'' \right\} + \\ &+ A'' + K_1 [v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k] + A'' v_p(K_1 n_{\text{ваг}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}); \end{aligned} \quad (2.40)$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}(\Pi_5) &= \frac{d}{dn_{\text{ваг}}}\left\{ \begin{array}{l} (K_1 n_{\text{ваг}} + K_2 n_{\text{ваг}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) [v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k] + \\ + A' + n_{\text{ваг}} A'' \end{array} \right\} = \\ &= (K_1 + K_2) [v_p(A' + n_{\text{ваг}} A'') + k] + A'' v_p(K_1 n_{\text{ваг}} + K_2 n_{\text{ваг}} + K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) + A''. \end{aligned} \quad (2.41)$$

Проведемо заміни в коефіцієнтах отриманих похідних (2.36 – 2.41)

наступним чином:

$$\frac{d}{dn_{\text{газ}}}(\Pi_1) = M_{11}, \quad (2.42)$$

де $M_{11} = C_{\text{нзм}}^{m-\text{км}} L m_{\text{газ}}^H$.

$$\frac{d}{dn_{\text{газ}}}(\Pi_2) = M_{21} n_{\text{газ}} + M_{22}, \quad (2.43)$$

де $M_{21} = 2aK_1$; $M_{22} = K_3 + \frac{L}{\bar{v}_{\text{нод}}}$.

$$\frac{d}{dn_{\text{газ}}}(\Pi_3) = \frac{M_{31} n_{\text{газ}} + M_{32}}{(M_{33} n_{\text{газ}} + M_{34})^2}, \quad (2.44)$$

де $M_{31} = v_p A''^2 (1-L)$; $M_{32} = A'' [v_p A' (1-L) + k]$; $M_{33} = v_p A''$; $M_{34} = v_p A' + k$.

$$\frac{d}{dn_{\text{газ}}}(\Pi_4) = M_{41} n_{\text{газ}}^2 + M_{42} n_{\text{газ}} + M_{43}, \quad (2.45)$$

де $M_{41} = bK_1 v_p A''$; $M_{42} = b(K_1 v_p A' + K_1 k + K_3 v_p A'' + L v_p A'' \bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + A'') + 2K_1 v_p A''$;

$M_{43} = bk(K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) + bA' + A'' + K_1 v_p A' + K_1 k + K_3 v_p A'' + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}$.

$$\frac{d}{dn_{\text{газ}}}(\Pi_5) = M_{51} n_{\text{газ}} + M_{52}, \quad (2.46)$$

де $M_{51} = 2(K_1 + K_2) A'' v_p$; $M_{52} = (K_1 + K_2)(A' v_p + k) + A'' v_p (K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1}) + A''$.

Представимо аналогічним чином вирази щодо Π_4 і Π_5 із рівняння (2.34)

$$\Pi_4 = (N_{41} n_{\text{газ}}^2 + N_{42} n_{\text{газ}} + N_{43}) n_{\text{газ}}, \quad (2.47)$$

де $N_{41} = bK_1 v_p A''$; $N_{42} = b[K_1 v_p A' + K_1 k v_p + (K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1} v_p A'' + A'')]$;

$N_{43} = (K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1})(v_p A' + k)$.

$$\Pi_5 = N_{51} n_{\text{газ}}^2 + N_{52} n_{\text{газ}} + N_{53}, \quad (2.48)$$

де $N_{51} = (K_1 + K_2) v_p A''$; $N_{52} = (K_1 + K_2)(v_p A' + k) + (K_3 + L \bar{v}_{\text{нод}}^{-1} + 1) A''$;

$$N_{53} = (K_3 + L\bar{v}_{nod}^{-1})(v_p A' + k).$$

На підставі (2.39) і (2.45 – 2.48) отримаємо залежність похідної щодо дробового виразу:

$$\frac{d}{dn_{ваг}} \left(\frac{\Pi_4}{\Pi_5} \right) = \frac{M_{41}n_{ваг}^2 + M_{42}n_{ваг} + M_{43}}{N_{51}n_{ваг}^2 + N_{52}n_{ваг} + N_{53}} - \frac{(N_{41}n_{ваг}^2 + N_{42}n_{ваг} + N_{43})(M_{51}n_{ваг} + M_{52})}{(N_{51}n_{ваг}^2 + N_{52}n_{ваг} + N_{53})^2} n_{ваг}. \quad (2.49)$$

Таким чином, на підставі (2.35) остаточно маємо:

$$\frac{d}{dn_{ваг}} (\Pi_{нзм}) = M_{11} - (M_{21}n_{ваг} + M_{22}) - \frac{M_{31}n_{ваг} + M_{32}}{(M_{33}n_{ваг} + M_{34})^2} - \frac{M_{41}n_{ваг}^2 + M_{42}n_{ваг} + M_{43}}{N_{51}n_{ваг}^2 + N_{52}n_{ваг} + N_{53}} + \frac{(N_{41}n_{ваг}^2 + N_{42}n_{ваг} + N_{43})(M_{51}n_{ваг} + M_{52})}{(N_{51}n_{ваг}^2 + N_{52}n_{ваг} + N_{53})^2} n_{ваг}. \quad (2.50)$$

Для отримання екстремальних значень прибутку ППЗТ відносно кількості вагонів у складі поїзда потрібно вирішити наступне рівняння:

$$M_{11} - (M_{21}n_{ваг} + M_{22}) - \frac{M_{31}n_{ваг} + M_{32}}{(M_{33}n_{ваг} + M_{34})^2} - \frac{M_{41}n_{ваг}^2 + M_{42}n_{ваг} + M_{43}}{N_{51}n_{ваг}^2 + N_{52}n_{ваг} + N_{53}} + \frac{(N_{41}n_{ваг}^2 + N_{42}n_{ваг} + N_{43})(M_{51}n_{ваг} + M_{52})}{(N_{51}n_{ваг}^2 + N_{52}n_{ваг} + N_{53})^2} n_{ваг} = 0 \quad (2.51)$$

У зв'язку із суттєвою нелінійністю отриманої залежності, аналітичне вирішення (2.51) відносно кількості вагонів $n_{ваг}$ є недоцільним і більш ефективним стає варіант чисельного вирішення даної залежності за умови, що максимальна допустима кількість вагонів є позитивною величиною і не перевищує значення кількості вагонів, яка може бути отримана за класичними методиками Правил тягових розрахунків [3].

Отримана залежність щодо оптимальної кількості вагонів і, відповідно, ваги поїзда дозволяє здійснювати оперативне управління підприємством промислового залізничного транспорту та передбачати регулярний

перерахунок поточної вартості перевізного процесу в залежності від сформованої економічної ситуації і, відповідно, коригувати технологічний процес з урахуванням можливої зміни маси поїздів і часу транспортного обслуговування.

3. РОЗРАХУНКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПІДЇЗНИХ КОЛІЙ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянемо ситуацію обслуговування вуглезбагачувальної фабрики, яка забезпечує відвантаження 3 млн. тон вугілля на рік. Фабрика обслуговується ППЗТ та використовує для перевезення вугілля вантажні вагони Укрзалізниці. За технологічним процесом до промислової станції доставляють порожні вагони, де їх навантажують і відправляють до станції примикання.

Станція примикання УЗ має довжину приймально-відправних колій 1250 м. Промислова станція на збагачувальній фабриці має довжину приймально-відправних колій 850 м. Відстань між станцією примикання і промисловою станцією складає 30 км, тип колії – ланцюговий. Уклон колії між станціями складає 7⁰/₀₀, причому станція примикання є вищою відносно промислової станції.

Обслуговування збагачувальної фабрики здійснюється тепловозом ТЕМ-2, перевезення вугілля забезпечується чоторивісними напіввагонами, загальні характеристики яких приведені в таблицях 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1. Технічні характеристики тепловоза ТЕМ-2

Службова маса, P	120 т
Навантаження від колісної пари на рейки, q_0	196,2 кН (20 тс)
Конструкційна швидкість, v_k	100 км/ч
Потужність дизеля, N_d	882,6 кВт
Сила тяги розрахункового режиму, $F_{кр}$	200,12 кН
Швидкість розрахункового режиму, v_p	11,1 км/ч
Сила тяги при рушанні, $F_{ктр}$	347,27 кН
Довжина по осям автосцепів, L_l	16970 мм

Таблиця 3.2. Технічні характеристики чотирьохвісного напіввагону, модель 12-100

Вантажопід'ємність, т	69
Маса вагону (тара), т	22
Навантаження від осі колісної пари на рейки, кН (тс)	215,6 (22)
Швидкість конструкційна, км/ч	120
Довжина по осям автозчепів, мм	13920

3.1. Визначення параметрів перевізного процесу при застосуванні існуючої методики розробки ЄТП

Проведемо розрахунок вагової норми поїзда за методикою правил тягових розрахунків [5].

Основний питомий опір для тепловозів на ланцюговим шляху при швидкості розрахункового режиму $v_p=11,1$ км/год:

$$w_0' = (1,9 + 0,01v + 0,0003v^2)g = (1,9 + 0,01 \cdot 11,1 + 0,0003 \cdot 11,1^2) \cdot 9,81 = 20,09 \text{ Н/т.}$$

Основний питомий опір для навантажених чотирьохвісних напіввагонів на роликівих підшипниках на ланцюговому шляху при швидкості розрахункового режиму $v_p=11,1$ км/год:

$$w_0'' = \left(0,7 + \frac{3 + 0,1v + 0,0025v^2}{q_0} \right) g = \left(0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 11,1 + 0,0025 \cdot 11,1^2}{22} \right) \cdot 9,81 = 8,84 \text{ Н/т.}$$

Додатковий питомий опір руху від ухилу:

$$w_i = ig = 7 \cdot 9,81 = 68,67 \text{ Н/т.}$$

Таким чином, вага поїзда:

$$Q = \frac{F_{кр} - P(w_0' + w_i)}{w_0'' + w_i} = \frac{200120 - 120(20,09 + 68,67)}{8,84 + 68,67} = 2444 \text{ т.}$$

Розрахункова кількість вагонів поїзда:

$$n'_g = Q / m_g^{op} = 2444 / 91 = 26,85 \text{ шт.}$$

Після округлення отримаємо $n_g = 26$ шт.

Маса вантажу, що перевозиться:

$$m^g = n_g m_{газ}^H = 26 \cdot 69 = 1794 \text{ т.}$$

Виходячи з річної продуктивності збагачувальної фабрики, потрібна кількість поїздів за добу:

$$n_{доб} = \frac{M_p}{365 m^g} = \frac{3\,000\,000}{365 \cdot 1794} = 4,58 \text{ шт.}$$

Необхідний інтервал часу між поїздами складає:

$$j_n = \frac{24}{n_{доб}} = \frac{24}{4,58} = 5,24 \text{ год.}$$

Визначимо складові часу перевізного процесу у відповідності до (2.23).

Прийmemo наступні значення:

- час приймально-здавальних операцій для одного вагону $t_{нз}^g = 0,05$ год;

- кількість станцій $n_{ст} = 2$ шт;

- час навантаження одного вагону $t_{нав}^g = 0,1$ год;

- час маневрової роботи у перерахунку на один вагон $t_{ман}^g = 0,02$ год;

- технологічний час для відправлення поїзда $t_{тех} = 0,5$ год.

- довжина перегону $L = 30$ км;

- швидкість руху по перегону при подаванні порожніх вагонів $\bar{v}_{под} = 40$ км/год (максимальна допустима швидкість руху на під'їзних коліях незагального користування);

- швидкість руху по перегону при вивезенні навантажених вагонів $\bar{v}_{вие} = 11,1$ км/год (розрахункова швидкість тепловоза ТЕМ-2)

Сумарний час, за яким вагони знаходяться на під'їзних шляхах ППЗТ, визначається як:

$$t_{\Sigma}^g = (0,05 \cdot 2 + 0,1 + 0,02 \cdot 2) 26 + 0,5 \cdot 2 + 30(40^{-1} + 11,1^{-1}) = 10,7 \text{ год.}$$

Визначимо загальні витрати палива тепловозом ТЕМ-2 наступним чином:

$$G = 60 \left\{ \left[\left(t_{nz}^e n_{cm} + t_{нав}^e \right) n_{ваз} + t_{mex} n_{cm} + L \bar{v}_{под}^{-1} \right] g_x + t_{ман}^e n_{cm} n_{ваз} g_m + L \bar{v}_{виб}^{-1} g_m \right\},$$

за умов, що витрати палива:

- в режимі тяги $g_m = 3,35$ кг/хв;

- при виконанні маневрової роботи $g_m = 1,0$ кг/хв;

- при простой $g_x = 0,1$ кг/хв.

$$G = 60 \left\{ \left[\left(0,05 \cdot 2 + 0,1 \right) 26 + 0,5 \cdot 2 + 30 \cdot 40^{-1} \right] 0,1 + 0,02 \cdot 2 \cdot 26 \cdot 1,0 + \right. \\ \left. + 30 \cdot 11,1^{-1} \cdot 3,35 \right\} = 647,34 \text{ кг.}$$

З урахуванням оптових цін на дизельне паливо у грудні 2019 р. $C_{дп} = 26$ грн/кг, загальні витрати палива при транспортному забезпеченні складуть:

$$B_n = C_{дп} G = 26 \cdot 647,34 = 16830,92 \text{ грн.}$$

На підставі даних таблиці 2.1 витрати на паливо складають 40,63% загальних витрат, то витрати на перевезення 1 т-км вантажу визначаються наступним чином:

$$C_{т-км} = \frac{B_n}{0,4063 L m^e} = \frac{16830,92}{0,4063 \cdot 30 \cdot 1794} = 0,77 \text{ грн/т-км.}$$

Витрати Клієнта на

- перевезення вантажу:

$$B_{нв} = C_{т-км} L m^e = 0,77 \cdot 30 \cdot 1794 = 41\,441,4 \text{ грн};$$

- використання вагонів Укрзалізниці

$$B_{вв} = C_v (11 \text{ год}) n_{ваз} = 37,1829 \cdot 26 = 966,76 \text{ грн.}$$

Загальні витрати Клієнта на доставку вантажу від підприємства до магістральної станції Укрзалізниці складуть:

$$B_k = B_{нв} + B_{вв} = 41\,441,4 + 966,76 = 42\,408,16 \text{ грн.}$$

Узагальнені витрати Клієнта на перевезення 1 т-км вантажу визначаються наступним чином:

$$C_{m-км} = \frac{B_{\kappa}}{Lm^{\epsilon}} = \frac{42408,16}{30 \cdot 1794} = 0,788 \text{ грн/т-км.}$$

Абсолютні річні витрати Клієнта перевезення вугілля від збагачувальної фабрики до станції примикання Укрзалізниці складуть:

$$B_{\kappa} = C'_{m-км} Lm^{\epsilon} = 0,788 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 10^6 = 70\,916\,655,52 \text{ грн.}$$

3.2. Визначення параметрів перевізного процесу при застосуванні удосконаленої методики розробки ЄТП

При застосуванні методики, яка представлена у п.2.3 та залежності (2.51) при початкових даних, що представлені у п. 3.1 отримуємо, що оптимальна кількість вагонів поїзда складає $n_{ваг} = 21$ шт.

Вага поїзда визначиться наступним чином:

$$Q = n_{ваг} m_{ваг}^{бп} = 21 \cdot 91 = 1911 \text{ шт.}$$

Маса вантажу, що перевозиться одним поїздом складає:

$$m^{\epsilon} = n_{ваг} m_{ваг}^n = 21 \cdot 69 = 1449 \text{ т.}$$

Виходячи з річної продуктивності збагачувальної фабрики, потрібна кількість поїздів за добу:

$$n_{доб} = \frac{M_p}{365 m^{\epsilon}} = \frac{3\,000\,000}{365 \cdot 1449} = 5,67 \text{ шт.}$$

Необхідний інтервал часу між поїздами складає:

$$j_n = \frac{24}{n_{доб}} = \frac{24}{5,67} = 4,23 \text{ год.}$$

Раніше у (2.28) було визначено, що визначення швидкості поїзда при сталому русі по перегону пов'язано із вирішенням кубічного рівняння. У

зв'язку з цим, визначення швидкості руху поїзда по перегону здійснимо із застосуванням ітераційних розрахунків.

Крок 1.

Приймемо початкову швидкість руху поїзда, яка дорівнює розрахунковій швидкості тепловоза ТЕМ-2 $v=11,1$ км/год.

Основний питомий опір для тепловозів і навантажених чотирьохвісних напіввагонів на роликівих підшипниках на ланцюговим шляху при вказаній швидкості складе:

$$w_0' = (1,9 + 0,01v + 0,0003v^2)g = (1,9 + 0,01 \cdot 11,1 + 0,0003 \cdot 11,1^2) \cdot 9,81 = 20,09 \text{ Н/т.}$$

$$w_0'' = \left(0,7 + \frac{3 + 0,1v + 0,0025v^2}{q_0} \right) g = \left(0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 11,1 + 0,0025 \cdot 11,1^2}{22} \right) \cdot 9,81 = 8,84 \text{ Н/т.}$$

Додатковий питомий опір руху від ухилу:

$$w_i = ig = 7 \cdot 9,81 = 68,67 \text{ Н/т.}$$

Сила опору поїзда складе:

$$F_o = P(w_0' + w_i) + Q(w_0'' + w_i) = 120(20,09 + 68,67) + 1911(8,84 + 68,67) = 158767,2 \text{ Н.}$$

Якщо порівняти розраховану силу опору руху поїзда з дотичною силою тяги тепловоза ТЕМ-2 (див. табл.2.2), то можна отримати швидкість руху поїзда після першої ітерації розрахунків:

$$v = \frac{2\,546\,781}{F_o} = \frac{2\,546\,781}{158767,2} = 16,04 \text{ км/год.}$$

Крок 2.

Початкову швидкість руху поїзда $v=16,04$ км/год.

Основний питомий опір для тепловозів і навантажених чотирьохвісних напіввагонів на роликівих підшипниках на ланцюговим шляху при вказаній швидкості складе:

$$w_0' = (1,9 + 0,01 \cdot 16,04 + 0,0003 \cdot 16,04^2) \cdot 9,81 = 20,97 \text{ Н/т.}$$

$$w_0'' = \left(0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 16,04 + 0,0025 \cdot 16,04^2}{22} \right) \cdot 9,81 = 9,21 \text{ Н/т.}$$

Додатковий питомий опір руху від ухилу:

$$w_i = ig = 7 \cdot 9,81 = 68,67 \text{ Н/т.}$$

Сила опору поїзда складе:

$$F_o = P(w_0' + w_i) + Q(w_0'' + w_i) = 120(20,97 + 68,67) + 1911(9,21 + 68,67) = 159579,3 \text{ Н.}$$

Швидкість руху поїзда після другої ітерації розрахунків:

$$v = \frac{2\,546\,781}{159579,3} = 15,96 \text{ км/год.}$$

Крок 3.

Подальші розрахунки залишать незмінною швидкість руху поїзда, тому приймаємо, що швидкість сталого руху поїзда по перегону при вивезенні вантажу буде $v_{вив} = 15,96 \text{ км/год.}$

Сумарний час, за яким вагони знаходяться на під'їзних шляхах ППЗТ, визначається як:

$$t_{\Sigma}^e = (0,05 \cdot 2 + 0,1 + 0,02 \cdot 2)21 + 0,5 \cdot 2 + 30(40^{-1} + 15,96^{-1}) = 8,67 \text{ год.}$$

Загальні витрати палива тепловозом ТЕМ-2:

$$G = 60 \left\{ \left[(0,05 \cdot 2 + 0,1)21 + 0,5 \cdot 2 + 30 \cdot 40^{-1} \right] 0,1 + 0,02 \cdot 2 \cdot 21 \cdot 1,0 + \right. \\ \left. + 30 \cdot 15,96^{-1} \cdot 3,35 \right\} = 463,9 \text{ кг.}$$

Загальні витрати палива при транспортному забезпеченні складуть:

$$B_n = 26 \cdot 463,9 = 12061,44 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення 1 т-км вантажу визначаються наступним чином:

$$C_{m-км} = \frac{12061,44}{0,4063 \cdot 30 \cdot 1449} = 0,683 \text{ грн/т-км.}$$

Витрати Клієнта на

- перевезення вантажу:

$$B_{не} = 0,683 \cdot 30 \cdot 1449 = 29\,686,05 \text{ грн};$$

- використання вагонів Укрзалізниці

$$B_{ев} = C_{\epsilon} (9 \text{ год}) n_{ваг} = 29,3231 \cdot 21 = 450,73 \text{ грн.}$$

Загальні витрати Клієнта на доставку вантажу від підприємства до магістральної станції Укрзалізниці складуть:

$$B_{\kappa} = 29\,686,05 + 450,73 = 30\,136,78 \text{ грн.}$$

Узагальнені витрати Клієнта на перевезення 1 т-км вантажу визначаються наступним чином:

$$C'_{т-км} = \frac{30\,136,78}{30 \cdot 1449} = 0,693 \text{ грн/т-км.}$$

Абсолютні річні витрати Клієнта перевезення вугілля від збагачувальної фабрики до станції примикання Укрзалізниці складуть:

$$B_{\kappa} = C'_{т-км} L m^{\epsilon} = 0,693 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 10^6 = 62\,394\,981 \text{ грн.}$$

Таким чином, в результаті зміни технології транспортного обслуговування зменшення річних витрат при вказаних умовах складе 8,5 млн. грн.

Представлена модель транспортного обслуговування промислових підприємств дозволяє враховувати більшість факторів, які впливають на економічні показники перевезення вантажу. Застарілі методики розробки і використання ЄТП на сучасному етапі не дозволяють ефективно керувати транспортним процесом і взагалі, є застарілою формою взаємодії між Укрзалізницею, Підприємством промислового залізничного транспорту та Промисловим підприємством.

На сучасному етапі є доцільним застосування методології взаємодії між суб'єктами господарювання у вигляді ОПЕРАТИВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ (ОТП). Він повинен враховувати поточні реалії економічних показників, таких як ставка плати за використання власних вантажних вагонів Укрзалізниці, вартість дизельного палива,

заробітна плата персоналу, та ін., і використовувати класичні методики тягових розрахунків, що представлено в п.3.2.

Можливо, це потрібно втілити в програмний продукт, яким буде користуватися перевізник, та визначати оптимальні показники перевезення вантажів з метою мінімізації транспортних витрат. У разі якихось змін в значенні чинників, що впливають на витрати, проводити оперативне коректування у кількість вагонів у складі поїзда, кількості локомотивів, що використовуються та ін.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ В ГАЛУЗІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів тих, що забезпечують безпека, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімальної вірогідність поразки або захворювання праці, що працює при максимальній продуктивності.

У Основних напрямках економічного і соціального розвитку України передбачається здійснити глибокі перетворення в праці, поліпшити і полегшити його умови. Держава повністю забезпечує засобами і матеріальними ресурсами здійснення всіх заходів щодо поліпшення умов праці.

4.1 Основні вимоги і положення охорони праці

Відповідно до закону України "О охороні праці", Кодексу закону України про працю і інших нормативних актів, а також відповідно до міжнародних договорів і угод вводяться різні державні і галузеві нормативні акти по охороні праці, правила, стандарти, положення, нормативи і інші документи, які є обов'язковими для підприємств всіх форм власності при проектуванні і експлуатації виробничого устаткування, транспортних засобів.

В Україні діють всі норми і правила, розроблені в 1972-1992 рр., до ухвалення закону про охорону праці. В даний час, починаючи з 1993 року, розробляються нові нормативні документи «Державні нормативні акти про охорону праці» - ДНАОП. На транспорті, транспортних підприємствах і заводах транспортного машинобудування окрім загальних положень по

охороні праці в промисловості діють і міждержавні стандарти країн СНД, які після їх розгляду у відповідних організаціях упроваджуються до України.

Забезпечення здорових і безпечних умов праці покладається на адміністрацію підприємств. Адміністрація зобов'язана упровадити сучасні засоби техніки безпеки, застережлива виробничий травматизм, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови що запобігають виникненню професійних захворювань робітників і службовців.

Виробничі будівлі, споруди, устаткування, технологічні процеси повинні відповідати вимогам, що забезпечують здорові і безпечні умови праці. Ці вимоги включають: раціональне використання території і виробничих приміщень, правильну експлуатацію устаткування і організацію технологічних процесів, захист робітників від дії шкідливих умов праці, вміст виробничих приміщень і робочих місць відповідно до санітарно-гігієнічних норм і правил. При проектуванні, будівництві і експлуатації виробничих будівель і споруд повинні дотримуватися правила і норми по охороні праці. Проекти машин, механізмів і іншого виробничого устаткування повинні відповідати вимогам по техніці безпеки.

Адміністрація підприємств зобов'язана здійснювати організаційну роботу по забезпеченню безпечних і здорових умов праці (планування і фінансування різних заходів щодо охорони праці, проведення інструктажу робітників і службовців по техніці безпеки і тому подібне).

У законодавстві про працю особлива увага приділяється дотриманню вимог охорони праці при проектуванні і розробці нових підприємств, машин, устаткування і технологічних процесів.

У розвиненому суспільстві, де охорона праці є визначальною соціальною категорією, відношення інженерно-технічних і керівних працівників до практичного здійснення у виробничих умовах заходів щодо охорони праці повинне служити критерієм їх цивільної зрілості. При цьому слід враховувати і те, що охорона праці є важливим економічним чинником

— поліпшення умов праці впливає на продуктивність, якість продукції, що випускається, зменшення числа аварій зниження текучості кадрів, зниження травматизму, профзахворювань і пов'язаних з цим економічних втрат.

Зростає виробництво машин, механізмів, приладів, апаратури, призначених безпосередньо для поліпшення умов праці, підвищення безпеки що працюють, розширюється асортимент і покращується якість спецодягу і запобіжних пристосувань.

Сучасне виробництво вимагає, аби безпека праці робітників базувалася на науково-технічній основі з врахуванням технічного прогресу.

4.2 Небезпечні і шкідливі виробничі чинники

Науково-технічна революція привела до інтенсивного зростання виробництва до ускладнення техніки. Це неминуче наводить до зміни умов праці. Разом з автоматизацією і механізацією технологічних процесів, завдяки яким усувається важка фізична, ручна праця, все ж діють чинники, у тому числі і нові, що створює небезпеку для здоров'я і життя тих, що працюють.

Відповідно до визначення ГОСТ 12.0.002—74, виробнича небезпека - можливість дії на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників. До небезпечних виробничих чинників відносять чинники, дія яких на того, що працює наводить до травми, а до шкідливих — чинники, які наводять до захворювання.

Згідно ГОСТ 12,0.003—74, небезпечні і шкідливі виробничі фактори розділяються за природою дії на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

Група фізичних небезпечних і шкідливих чинників розділяється на наступні підгрупи:

- рухомі машини і механізми, незахищені рухливі елементи виробничого устаткування, вироби, що пересуваються, заготовки, матеріали;

- підвищена або знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;

- підвищений рівень шуму на робочому місці;

- підвищений рівень вібрації;

- підвищений рівень інфразвукових коливань;

- підвищений рівень ультразвуку;

- підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні і його різка зміна;

- підвищена або знижена вологість повітря;

- підвищена або знижена рухливість повітря;

- підвищена запилена і загазованість повітря робочої зони;

- підвищена або знижена іонізація повітря;

- підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні;

- небезпечна напруга в електричному ланцюзі;

- підвищений потенціал статичної електрики;

- підвищена щільність потоку електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону;

- підвищена напруженість електричного або магнітного поля;

- підвищена інтенсивність випромінювань оптичного діапазону;

- відсутність або недолік природного світла;

- недостатня освітленість робочої зони;

- підвищена яскравість світла;

- знижена контрастність;

- пряма і відбита блискіть;

- підвищена пульсація світлового потоку.

Група хімічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників підрозділяється на наступні підгрупи:

- по характеру дії на організм людини (загальнотоксичні, дратівливі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, впливаючі на репродуктивну функцію);

- по шляху проникнення в організм людини через дихальні дороги, травну систему, шкірний покрив.

Група біологічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників включає. Біологічні об'єкти, дія яких на тих, що працюють викликає травми або захворювання:

- мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, та ін.);
- макроорганізми (рослини і тварини).

Група психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників по характеру дії підрозділяється на наступні підгрупи; фізичні і нервово-психічні перевантаження.

Фізичні перевантаження підрозділяються на статичні, динамічні і гіподинамічні, а нервово-психічні — на розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці і емоційні перенавантаження.

Серед небезпечних виробничих чинників особливо небезпечні шкідливі речовини. Відповідно до ГОСТ 12.1.007—76, шкідливою речовиною називають речовину, яка при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати, — виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, що об'являється сучасними методами як в процесі роботи, так і в віддалені терміни життя сьогодення і подальшого покоління.

По мірі дії на організм шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи безпеки; 1 — речовини надзвичайно небезпечні; 2 — високонебезпечні; 3 — помірно небезпечні; 4 — слабо небезпечні.

4.3 Пожежна безпека

Пожежі на підприємствах представляють велику небезпеку для тих, що працюють і можуть заподіяти величезний матеріальний збиток. Пожежна безпека може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для попередження виникнення пожежі або зменшення його наслідків. Під активним пожежним захистом розуміються заходи, що забезпечують успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Будівля вважається правильно спроектованою в тому випадку, якщо разом з вирішення функціональних, міцнісних, санітарних і інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки.

Підвищити вогнестійкість будівель і споруд можна облицюванням або обштукатурюванням металевих конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, що володіють мінімальною масою і мінімальним коефіцієнтом температуропровідності. Так, при облицюванні сталеві колони гіпсовими плитами завтовшки 6 см межа вогнестійкості підвищується з 0.25 до 3.3 ч. Велике значення має захист дерев'яних конструкцій. З наявних видів штукатурки перевага віддається вапняно-цементною товщиною 20 мм, азбестоцементною або гіпсовою.

Зонування території. Цей захід полягає в групуванні при генеральному плануванні підприємств в окремі комплекси об'єктів, родинних по функціональному призначенню і ознаці пожежної небезпеки. Для таких комплексів на промисловому майданчику відводять певні ділянки. При цьому споруди з підвищеною пожежною небезпекою розполагаються з підвітряного боку.

Протипожежні розриви. Для попередження поширення пожежі з однієї будівлі на інше між ними владнують протипожежні розриви. При визначенні протипожежних розривів виходять з того, що найбільшу пожежну небезпеку відносно можливого займання сусідніх будівель і споруд представляє теплове випромінювання від вогнища пожежі. Кількість сприйманої теплоти сусідніми з об'єктом, що горить, будівлею залежить від властивостей горючих матеріалів і температури полум'я, величини випромінюючої поверхні, площі світлових отворів, наявності протипожежних перешкод, взаємного розташування будівель і тому подібне

Протипожежні перешкоди. До них відносять стіни, перегородки, перекриття, двері, ворота, люки і вікна. Протипожежні стіни мають бути виконані з матеріалів, що не згорають, мати межу вогнестійкості не менше 2.5 ч і спиратися на фундаменти. Протипожежні двері, вікна і ворота в протипожежних стінах повинні мати межу вогнестійкості не менше 1.2 ч.

Дороги евакуації. При проектуванні будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути будівлю в течії мінімального часу, який визначається найкоротшою відстанню від місця їх знаходження до виходу назовні. Відповідно до СНіП 2-2-80 число евакуаційних виходів з будівель, приміщень і з кожного поверху визначається розрахунком, але повинно складати не менше два. Евакуаційні виходи повинні розташовуватися розосереджено. При цьому ліфти і інші механічні засоби транспортування людей при розрахунках не враховують. Ширіна ділянок доріг евакуації має бути не менше 1 м, а дверей на дорогах евакуації-не менше 2 м.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень було проведено аналіз методологічних підходів щодо визначення вагової норми поїздів, на підставі чого були зроблені висновки, що залежності, за якими проводяться поточні розрахунки не враховують великої кількості факторів, які регламентують цінову політику при взаєминах між такими суб'єктами: Укрзалізниця - ППЗТ - Клієнт.

Було досліджено, що в залежності від сформованих цін на пально-мастильні матеріали та ставки плати за використання вагонів Укрзалізниці, а також обсягу вантажопотоку, відстані між промисловою станцією і станцією примикання необхідне коригування технологічного процесу підприємства.

В результаті проведених аналітичних досліджень було встановлено, що отримана залежність визначення оптимальної ваги поїзда дозволяє здійснювати оперативне управління підприємством промислового залізничного транспорту та передбачити регулярний перерахунок поточної вартості перевізного процесу в залежності від сформованої економічної ситуації і, відповідно, коригувати технологічний процес з урахуванням можливої зміни маси поїздів і часу транспортного обслуговування.

В результаті проведення розрахункових досліджень отримано, що при перевезенні вантажу у обсязі 3 млн. т. на рік тепловозом ТЕМ-2 та власними вагонами УЗ між промисловою станцією та станцією примикання Укрзалізниці, які знаходяться на відстані 30 км, та іншими початковими даними зменшення транспортних витрат склало 8,5 млн. грн. на рік.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технический справочник железнодорожника. Том 13. Эксплуатация железных дорог. - М: Трансжелдориздат. – 1956. – 740 с.
2. Указания по разработке единых технологических процессов работы станций и примыкающих к ним подъездных путей. М: Транспорт. - 1953.
3. Правила тяговых расчетов для поездной работы. ВНИИЖТ МПС. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
4. Гребенюк П. Т., Долганов А. Н. Скворцова А.И. Тяговые расчеты: Справочник. / Под ред. П. Т. Гребенюка. — М.: Транспорт. 1987. — 272 с.
5. Правила тягових розрахунків для поїзної роботи по електровозах ЧС7, ЧС8, ДЕ1, ДС3, 2ЕЛ5, 2ЕС5К, тепловозах ТЕП150, ТЕМ103, дизель-поїздах ДЕЛ-02, електропоїздах ЕПЛ2т, ЕПЛ9т К.: Державна адміністрація залізничного транспорту України. 2010.
6. Норматов Н.Ш. Исследование неравномерности движения и некоторых рациональных методов усиления перерабатывающей способности сортировочных станций: автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Норматов Шавкат Нурматович. – М., 1972 – 54 с.
7. Федотов Н. И. «Исследование процессов работы и проектирования транспортных систем при колебаниях транспортных потоков»: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / Федотов Николай Иванович. – М., 1971. – 32 с.
8. Быкадоров А. В. Системное исследование технологии, оснащения, пропускной и перерабатывающей способности технических станций: автореферат дис. ... д-р техн. наук: 05.22.08 / Быкадоров Александр Васильевич. – М., 1981. – 45 с.
9. Ющенко Н. Р. Выбор оптимального варианта организации маневровой работы грузовых станций на основе методов линейного программирования [Текст] / Н. Р. Ющенко, М. Н. Бакалов // Вопросы эксплуатации железных дорог: тр. ДИИТ. – М., 1966. – Вып. 61. – 160 с.

10. Смехов А. А. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте [Текст]/А. А. Смехов.– М.: Транспорт, 1990.– 352 с.
11. Акулиничев В. М. Организация перевозок на промышленном транспорте: учебник. – М., 1983. – 247 с.
12. Повороженко, В. В. Повышение производительности подвижного состава / В. В. Повороженко. – М., 1987. – 84 с.
13. Усков Н. С. Направления взаимодействия промышленного и магистрального транспорта [Текст] / Н. С. Усков // Пром. трансп. – 1972. – № 7. – С. 8-10;
14. Баландюк Г. С. Железнодорожный транспорт промышленных предприятий и его взаимосогласованная работа с магистральным транспортом / Г. С. Баландюк. – М., 1960. – 72 с.
15. Баландюк Г. С. Сетевое планирование работы на грузовых станциях железнодорожного и промышленного транспорта [Текст] / В. И. Балч, Х. М. Лазарев // Применение мат. методов и ЭЦВМ в грузовой работе железных дорог: труды МИИТ. – М., 1968. – № 286. – С. 77-94.
16. Шенфельд К. П. Задача распределения порожних вагонов под погрузку в современных условиях // Вестн. ВНИИЖТ – 2012. – № 3. – С. 3-7.
17. Багинова В. В. Методика оценки организационной структуры оперативного управления вагонопотоками на путях необщего пользования / В. В. Багинова, А. Н. Рахмангулов, П. Н. Мишкурин // Транспорт Урала. – 2010. – № 4. – С. 25-29.
18. Мамедов Ф. Т. Прогнозирование работы грузовой станции [Текст] / Ф. Т. Мамедов // Ж.-д. трансп. – 1977. – № 12. – С. 48-49
19. Кочнев Ф. П. Управление эксплуатационной работой железных дорог: учеб. пособие для вузов [Текст] / Ф. П. Кочнев, И. Б. Сотников. – М., 1990. – 424 с.

20. Карпелевич Ф. И. Эффективный метод планирования работы грузовой станции / Ф. И. Карпелевич, И. Б. Сотников // Вестн. ВНИИЖТ. – 1988. - № 1. – С. 8-11.
21. Иванченко В. Н. Программно-алгоритмическое обеспечение задач управления маневровой работой на сортировочной станции [Текст] / В. Н. Иванченко // Вестн. ВНИИЖТ. – 1994. – № 8. – С. 38-40.
22. Макаров В. М. Решение задач оптимизации развоза вагонов по станциям и подъездным путям в центрах управления местной работой [Текст] / В. М. Макаров // Труды ВНИАС. – 2005. – № 3. – С. 76-83
23. Левин Д. Ю. Организация местной работы: монография. – М., 2013. – 612 с.
24. Маслов А. М., Математическая модель входящего вагонопотока для определения уровня загрузки грузовой станции / А. М. Маслов, А. Л. Казаков // Вычисл. технологии. – 2008. – № 3 – С. 58-65.
25. Крохин Л. С. Управление работой грузовых железнодорожных станций (теория, методы автоматизации, опыт внедрения) [Текст]: дисс. ... д-ра. техн. наук: 05.22.08 / Крохин Леонид Сергеевич. – М., 1997. – 325 с.
26. Иванов С. Д. Оптимизация обслуживания грузовых фронтов предприятий промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ) [Текст]: дисс...канд. техн. наук: 05.22.12 / Иванов Савелий Дорофеевич – М., 1984. – 126 с.
27. Турсунбаева Н.К. Совершенствование технологии взаимодействия грузовой станции и подъездных путей предприятий [Текст]: автореф. дисс...канд. техн. наук: 05.22.08 /Турсунбаева Нишаной Камильжановна–Ташкент,1993.–24 с.
28. Зверев В. И. Оптимизация формирования местных поездов на технических станциях и их работы на участке [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Зверев Виталий Игоревич. – М., 2001. – 343 с.

29. Туранов Х. Т. Построение дифференциальной модели движения подвижного состава на местах необщего пользования / Х. Т. Туранов, Н. П. Чуев // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – № 7. – С. 13-18
30. Трофимов, С. В. Научно-методические основы функционирования и развития промышленных транспортных систем: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01 / Трофимов Сергей Владимирович. – М., 2004. – 45 с.
31. Кирисов С. В. Теория и практика применения процессного подхода к управлению качеством деятельности организации: монография / С. В. Кирисов. – Тамбов, 2009. – 80 с.
32. Наказ Міністерства транспорту і зв'язку України від 26.03.2009 р. №317.
33. Наказ Міністерства транспорту і зв'язку України від 7.06.2008 р. №818.
34. Наказ Міністерства транспорту і зв'язку України від 2.02.1999 р. №53.
35. Наказ Міністерства транспорту і зв'язку України «Про затвердження Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги та Коефіцієнтів, що застосовуються до Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги» від 26.03.2009, № 317.