

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний

(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ МЕТАЛОПРОКАТУ
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ» ДО ТОВ «МОДУЛЬ-УКРАЇНА»

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-311м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

 Віталій ШТЕЙНЛЕ

(прізвище та ініціали)

Керівник  Геннадій БАБУШКІН

(прізвище та ініціали)

Рецензент  Андрій ЩЕРБИНА

(прізвище та ініціали)

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____ транспортний
 Кафедра _____ «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти _____ магістр
 Спеціальність _____ 275 Транспортні технології
 (на автомобільному транспорті)
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 (на автомобільному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«24» 10 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Штейнле Віталія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності доставки металопродукату ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Модуль-Україна»

керівник проєкту (роботи) Геннадій Федорович Бабушкін,

д-р.техн.наук

затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2022 р. №352

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.12.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі обсяги вантажоперевезень металопродукату, існуюча технологія доставки металопродукату одержувачам, існуючий рухомий склад

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Аналіз даних перевезень металопродукату до ТОВ «Модуль-Україна» 2.2 Визначення потрібної кількості автомобілів. 2.3 Аналіз технології перевезень металопродукції. 2.4 Розробка та удосконалення маршрутів перевезень. 2.5 Визначення основних техніко-експлуатаційних показників. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Бабушкін Г.Ф., професор		
Основна частина	Бабушкін Г.Ф., професор		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «24» жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

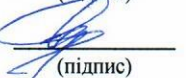
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	24.10-07.11.2022	
2	Основна частина	07.11-27.11.2022	
3	Економічна частина	28.12-05.12.2022	
4	Охорона праці	05.12-10.12.2022	
5	Оформлення МР	10.12.-13.12.2022	
6	Перевірка МР на плагіат	12.12.-18.12.2022	
7	Отримання зовнішніх рецензій	12.12.-16.12.2022	
8	Захист магістерських робіт	19.12.-23.12.2022	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Віталій ШТЕЙНЛЕ
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Геннадій БАБУШКІН
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 68 с., 7 табл., 15 рис., 14 джерел.

АВТОМІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ВАНТАЖНІ ОПЕРАЦІЇ,
ВИРОБНИЦТВО МЕТАЛОПРОКАТУ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ,
ПЕРЕВЕЗЕННЯ, РУЛОН, ПРОФІЛЬОВАНИЙ ЛИСТ.

Об'єкт дослідження – доставка металопрокату, який виготовляється на ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Модуль-Україна»

Мета роботи – аналіз та удосконалення технологічного процесу доставки металопрокату до ТОВ «Модуль-Україна» за рахунок використання автомобільного транспорту.

Методи дослідження – аналітичний аналіз тривалості транспортних та технологічних операцій при перевезенні тріски технологічної, статистичний аналіз вантажопотоків, графоаналітичний аналіз.

Розглядається розробка оптимальних маршрутів доставки металопродукції автомобільним транспортом замість залізничного. Удосконалення полягає в розробці замість маятникових маршрутів зі зворотнім порожнім пробігом кільцевих збірно-розвізних. З міста Запоріжжя доставляється металопрокат в рулонах в місто Кам'янець-Подільський. Там автомобіль повністю розвантажується. У місті Кам'янець-Подільський автомобіль завантажується оцинкованим металопрокатом та профільованим листом. Профільований лист надходить на адресу міста Вінниця та Житомир, а оцинкований металопрокат розвантажується у місті Київ.

В Києві автомобілі завантажуються металочерепицею для одержувачів розташованих у містах Кременчук, Дніпро та Запоріжжя.

ЗМІСТ

	с.
Завдання	2
Реферат	4
ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Характеристика ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь»	8
1.2 Характеристика ТОВ «Модуль-Україна»	12
1.3 Продукція ТОВ «Модуль-Україна»	15
1.4 Регіональні склади ТОВ «Модуль-Україна»	17
1.5 Недоліки існуючої системи перевізного процесу	19
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	20
2.1 Аналіз даних перевезень металопродукції ТОВ «Модуль-Україна»	20
2.2 Визначення потрібної кількості автомобілів	25
2.3 Аналіз технології перевезень металопродукції	26
2.4 Розробка та удосконалення маршрутів перевезення	27
2.5 Визначення основних техніко-експлуатаційних показників	35
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	37
3.1 Економічні розрахунки доставки металопродукції до компанії «Модуль-Україна» залізничним транспортом	37
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом	39
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом ..	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
4.1 Аналіз потенційних небезпек	52
Висновки	54

Перелік посилань	55
Додаток А	57
Додаток Б	61
Додаток В	63

ВСТУП

В сучасній металургійній промисловості комбінату ПАТ «Запоріжсталь» належить одне з видатних місць. Продукція, яка виготовляється та транспортується не тільки в межах України, а й в інших країнах світу, користується великим попитом.

Одним зі споживачів металопродукату в рулонах є підприємство ТОВ «Модуль-Україна». Воно знаходиться в місті Кам'янець-Подільський (Хмельницька область).

Підприємство ТОВ «Модуль-Україна» спеціалізується на виготовленні фарбованого прокату, профнастилу та оцинкованого металопродукату, доставляється по всій Україні. Підприємство здійснює додаткову переробку продукції, отримуючи на виході металопродукат, який є більш тонким.

Металопродукція на підприємстві зберігається на закритих площадках (складах). Тому ритмічність та безперебійність поставок – є необхідним та визначним компонентом в доставці та вантажопереробці [1].

Для якісного та безперебійного виробництва необхідно, щоб доставка відбувалася з певною періодичністю і був невеличкий запас на складі. Тому важливим пунктом у виборі способу доставки є врахування того, чи відповідає вантажопідйомність транспортного засобу існуючому середньому вантажопотоку.

Оснащення та розвинута інфраструктура підприємств дозволяє використовувати як автомобільний, так і залізничний транспорт.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» – відоме металургійне підприємство в Україні та за її межами. Після руйнування одразу двох схожих за профілем продукції підприємств у м. Маріуполь, залишається в складних умовах роботи на 50% від потужності.

Найбільш відома продукція – прокат, який потрібен багатьом галузям економіки.

В даній магістерській роботі увага прикута до постачання холоднокатаного прокату ЦХП-1 (цех холодної прокатки №1) до підприємства «Модуль-Україна», яке є своєрідним інтелектуальним продовженням виробничого процесу.

«Модуль-Україна» виконує додаткову обробку отриманого прокату, виготовляючи з нього профнастил, більш тонкий оцинкований металопрокат, виконує нанесення фарбового покриття на прокат тощо.

В свою чергу, «Запоріжсталь» здійснює ритмічні поставки готової продукції, для цього на підприємстві є вся необхідна інфраструктура та оснащення.

Підприємство має вихід на колії станції Запоріжжя-Ліве через свою промислову станцію Східну. Дана станція виконує функції прийому та відправлення поїздів та обслуговування усіх прокатних цехів підприємства.

Цех холодної прокатки №1 має найбільш зручну та містку ділянку навантаження залізничних вагонів та декілька автомобільних в'їздів, враховуючи відділення жерсті, яке входить до його складу.

Сучасні електромостові крани мають високошвидкісні технічні характеристики та дозволяють переміщувати рулони прокату подвійної та,

навіть, потрібної маси (виходячи з розуміння, що рулон одинарної маси відповідає масі одного слябу отриманого з виливниці).

На рисунку 1.1 показаний процес переміщення рулонів металу на складі ЦХП-1.



Рисунок 1.1 – Процес переміщення рулонів металу на складі ЦХП-1

В даному випадку рулон пройшов всі необхідні стадії обробки та очікує пакування, яке відбувається на окремій ділянці складу ЦХП-1 – рисунок 1.2.



Рисунок 1.2 – Дільниця пакування рулонів металопродукату

Якість пакування повинна забезпечити:

- мінімальну вартість матеріалів та витрат на пакування;
- швидке виконання процесу підготовки вантажу;
- надійність закріплення рулонів на дерев'яному піддоні;
- відповідність вимогам розміщення вантажу у рухомому складі та надійність його закріплення [2,3].

Для забезпечення якісного пакування ділянка забезпечена усім необхідним обладнанням для фіксації металевими стрічками та іншими пакувальними матеріалами з деревини, які надає цех підготовки виробництва – ЦПП.

На рисунку 1.3 показаний процес пакування рулонів металопрокату в ЦХП-1.



Рисунок 1.3 – Процес пакування рулонів металопрокату

Інтенсивність роботи достатньо висока. Процесу відвантаження передують жорсткий технічний контроль, практично повністю автоматизований процес оформлення товаро-супровідних документів.

Відвантаження залізничним транспортом передбачає навантаження переважно крупних партій вагонів – близько 20 одиниць, на що витрачається майже одна восьмигодинна зміна. Навантаження автотранспорту здійснюється партіями 1-2 автомобіля по кожному автов'їзду.

1.2 Характеристика ТОВ «Модуль-Україна»

Підприємство «Модуль-Україна» є одним з крупних виробників профнастилу, тонкого оцинкованого металопрокату, фарбованого прокату тощо [1].

Ця компанія знаходиться в південно-західному регіоні нашої країни, в Хмельницькій області – м. Кам'янець-Подільський.

В районі розташування підприємства наявні розвинені залізничне та автомобільне сполучення. Це сприяє організації швидкої доставки дрібно- та великотоннажних партій продукції споживачам, включаючи представників експортного ринку.

Персонал компанії складається з кваліфікованих інженерно-технічних фахівців.

Потужність виробництва оцинкованого листового прокату становить близько двох сотень тисяч тонн на рік, завдяки чому підприємство посідає 2 місце в країні за цим показником. Обладнання підприємства, переважно, було встановлено понад 10 років тому.

Виробництво представлено наступними об'єктами інфраструктури (рис. 1.4).

Лінія травлення металопрокату соляною кислотою є поштовховою, виробництва США, річною потужністю близько 200 тисяч тонн.

Дана лінія може переробляти гарячекатаний та холоднокатаний металопрокат у рулонах масою до 25 000 кг, шириною до 1,3 м, товщиною від 1,5 до 3,0 мм.

Оборотний стан холодної прокатки. Проектна потужність однокамерного реверсивного стану з чотирма валками та максимальною швидкістю прокатки до 10 м/с становить 200 тисяч тонн на рік при роботі в комплексі з установкою безперервного гарячого цинкування.



Рисунок 1.4 – Виробниче обладнання ТОВ «Модуль-Україна»

Вантажопідйомний кран здатний подавати до обробки на стані рулони вагою до 25 тонн.

Обладнання безперервного гарячого цинкування представлене новою лінією цинкування зі США, її проєктна потужність також становить 200 000 тонн на рік. Цинкове покриття створює шар на поверхні металу з показником від 80 до 200 г/м² з обох сторін.

На підприємстві також використовується сучасна лінія безперервної дії для покриття прокату виробництва Італії, яке здатне наносити полімерне покриття на оцинкований прокат з проєктною потужністю до 80 000 тонн на рік.

Полімерне покриття товщиною на одній стороні у 27 мікрон наноситься за допомогою валикової машини.

Лінія профілювання оцинкованого та фарбованого прокату представлена спеціалізованою установою продуктивністю до 45 000 тонн/рік.

Продукція ТОВ «Модуль-Україна» є довговічною, відрізняється високою вогнестійкістю та водовідштовхувальними властивостями [2].

Металопрокат, який надходить у виробництво з комбінату «Запоріжсталь», після вивантаження зберігається на закритому складі, що показано на рисунку 1.5.

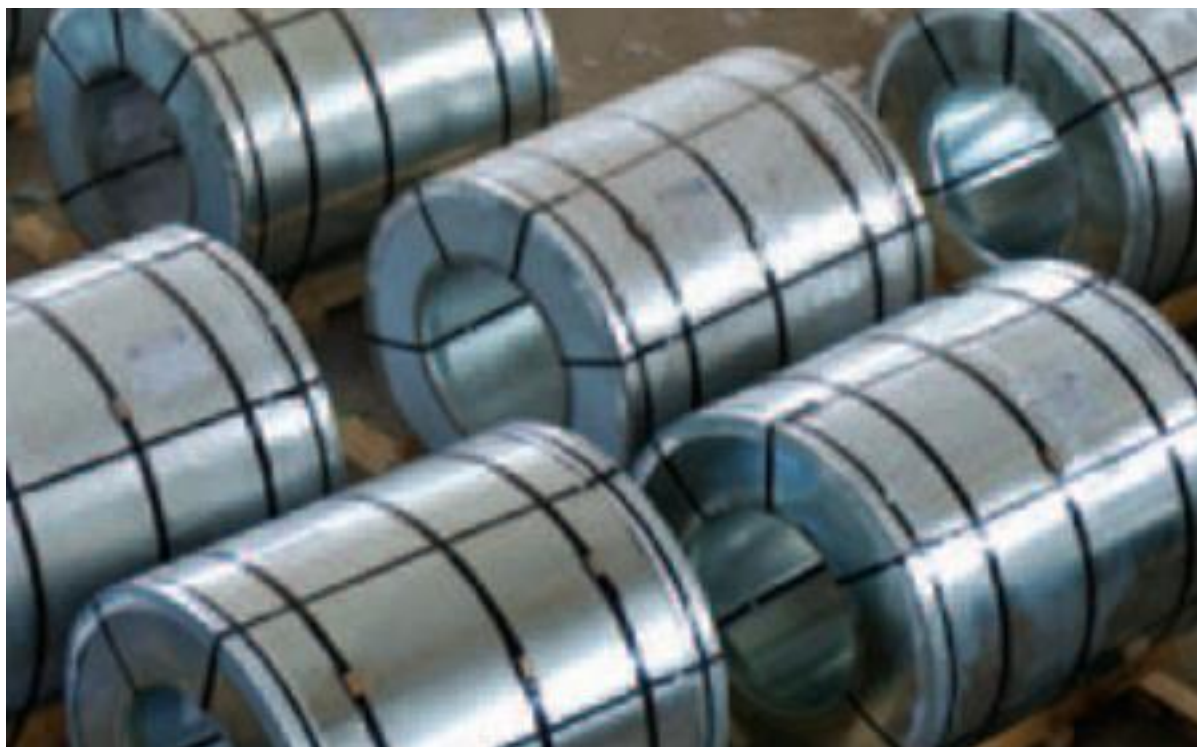


Рисунок 1.5 – Склад металопрокату для переробки

1.3 Продукція ТОВ «Модуль-Україна»

Розглянемо характеристики основної продукції ТОВ «Модуль-Україна».

На рисунку 1.6 показаний оцинкований металопрокат у рулонах, довжина вантажного місця становить до 1250 мм, ширина (діаметр) близько 1000 мм.

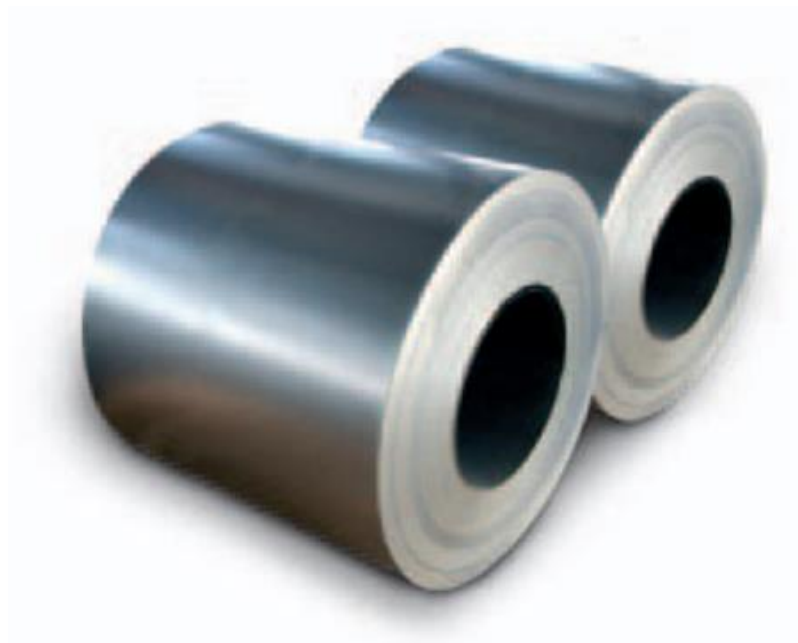


Рисунок 1.6 – Оцинкований металопрокат у рулонах з шириною стрічки 950-1250 мм

На рисунку 1.7 показані розміри перерізу профільованих листів ЛП С15, їх характеристики:

- ширина габаритна – 1168 мм;
- ширина монтажна – 1134 мм;
- висота профілю – 15 мм;
- товщина металу – від 0,5 до 0,7 мм;

- вага одного погонного метру листа становить від 5 до 7 кг.

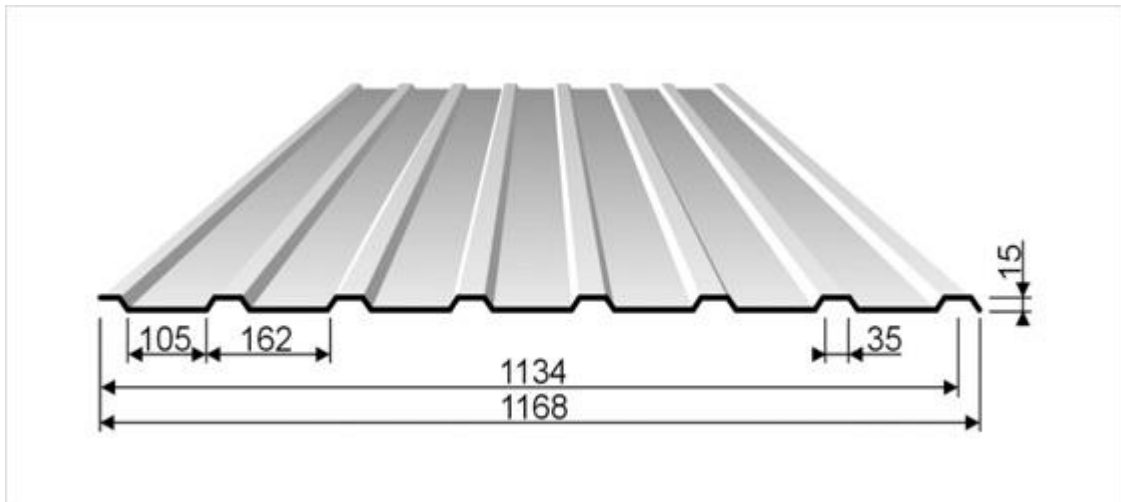


Рисунок 1.7 – Лист ЛП С15

На рисунку 1.8 показані розміри перерізу профільованих листів ЛП НС45, їх характеристики:

- ширина – 1250 мм;
- висота профілю – 44 мм;
- товщина металу – від 0,5 до 0,7 мм;
- вага одного погонного метру листа становить від 5 до 7 кг.

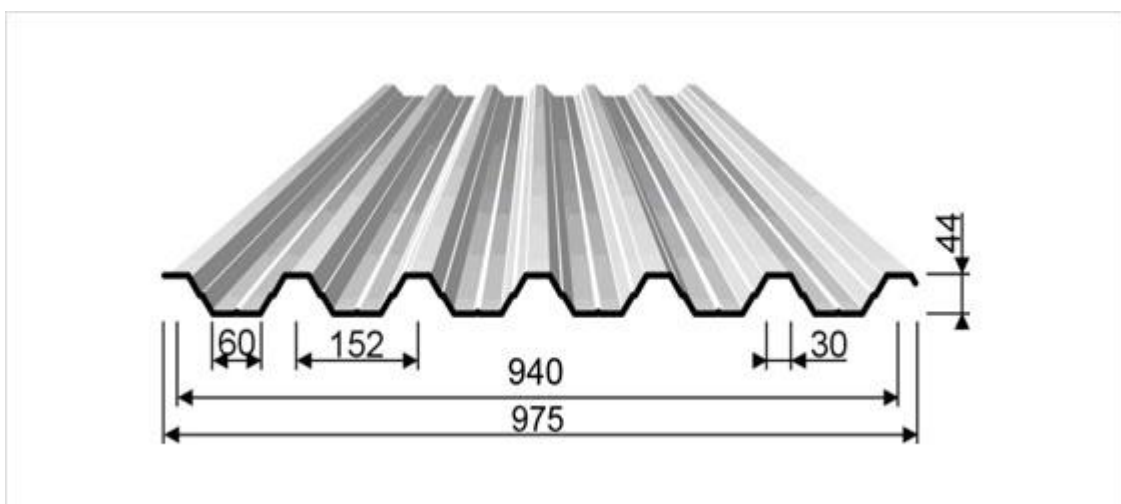


Рисунок 1.8 – Лист ЛП НС45

Наступний вид продукції – фарбовані листи шириною від 1 метра до 1250 мм з товщиною від 0,33 до 1,0 мм, має покриття поліестером глянсовим або матовим з товщиною базового лакофарбового покриття 20 мкм.

Усі види продукції ТОВ «Модуль-Україна» можуть відвантажуватись як залізничним, так і автомобільним транспортом.

1.4 Регіональні склади ТОВ «Модуль-Україна»

На рисунку 1.9 показана схема розташування регіональних складів, які можуть розглядатись у якості пунктів відвантаження продукції підприємства у зворотному напрямку.

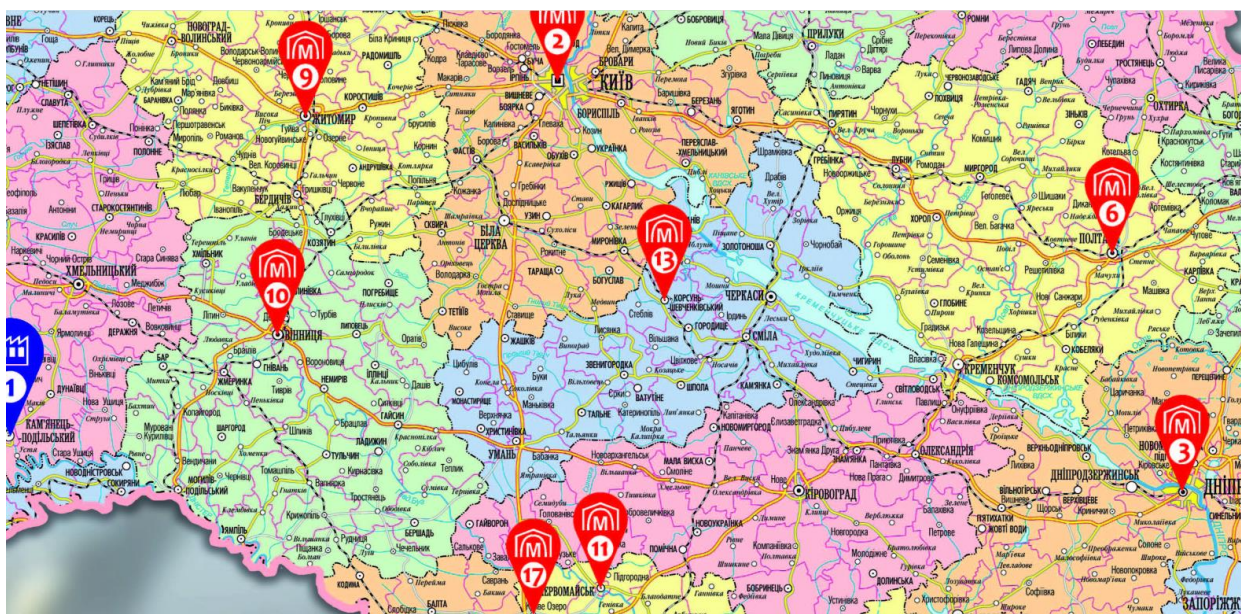


Рисунок 1.9 – Схема розташування регіональних складів
ТОВ «Модуль-Україна»

Адреси усіх регіональних складів показані на рисунку 1.10.



1	м. Кам'янець-Подільський, пр. Грушевського, 1/14
2	м. Київ, вул. Бориспільська, 7
3	м. Дніпропетровськ, вул. Будівельників, 60
4	м. Львів, вул. Ковельська, 109В
5	м. Харків, вул. Каштанова, 29 / вул. Чуваська, 8
6	м. Полтава, вул. Маршала Бірюзова, 49
7	м. Одеса, вул. Хімічна, 1 / вул. Чапаєва, 5а
8	м. Миколаїв, вул. Гмирева, 1 / вул. Героїв Сталінграду, 1д
9	м. Житомир, вул. Бородія, 49
10	м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 1-й км
11	м. Первомайськ, Миколаївська область, вул. Одеська, 80
12	м. Калуш, Івано-Франківська область, вул. Козориса, 44б
13	м. Корсунь-Шевченківський, Черкаська область, вул. Уколова, 1
14	м. Херсон, Бериславське шосе, 10
15	м. Луцьк, вул. Рівненська, 78
16	с. Городище, Березнівський р-н, Рівненська область, вул. Лісова, 6
17	сmt. Криве Озеро, Миколаївська область, вул. Мічуріна, 24п

Рисунок 1.10 – Адреси регіональних складів
ТОВ «Модуль-Україна»

Для завантаження автотранспорту у зворотному напрямку до міста Запоріжжя можуть розглядатись склади, розташовані у містах:

- Вінниця;
- Житомир;
- Київ;
- Полтава;
- Дніпро;
- Корсунь-Шевченківський;
- Криве Озеро;
- Первомайськ.

Крім того, одним із партнерів ТОВ «Модуль-Україна» є ТОВ «Тайл», одне з представництв якої розташоване у м. Кременчук.

1.5 Недоліки існуючої системи перевізного процесу

Завдяки проведеному аналізу та вивченню специфіки перевезень на підприємствах ПАТ «Запоріжсталь» та ТОВ «Модуль-Україна» були визначені такі недоліки, які пропонується ліквідувати, розробивши нову схему доставки продукції, яка за організаційним принципом є централізованою маршрутною системою та є дуже зручною як для вантажовідправника, так і для одержувача.

Аналіз існуючої системи виділив наступні недоліки:

- висока собівартість транспортування металопрокату в рулонах;
- перевезення залізничним транспортом не дозволяє повністю використовувати вантажопідйомність вагона;
- не можливість перевезення вантажів залізничним транспортом у зворотному напрямку бо не всі підприємства мають під'їзні залізничні колії;
- велика кількість металопрокату в рулонах накопичуються на складі (потрібно поставляти рулони частіше, але в меншій кількості).

Для того, щоб позбутися цих недоліків пропонується в основній частині магістерської роботи розрахувати, наскільки доцільним буде використання автомобільного транспорту в порівнянні з залізничним.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз даних перевезень металопрокату ТОВ «Модуль-Україна»

В таблиці 2.1 представлені 54 значення спостережень відвантаження металопрокату до ТОВ «Модуль-Україна».

Таблиця 2.1 – Дані відвантаження металопрокату до ТОВ «Модуль-Україна»

Номер з/п вагону	Вантажо- підйомність, т	Тара	Фронт наванта- ження	Вага вантажу, т	Кількість місць
1	70	23,6	ЦХП-1	62,886	6
2	70	23,3	ЦХП-1	65,136	6
3	70	23,5	ЦХП-1	66,166	6
4	70	23,4	ЦХП-1	67,346	6
5	70	23,4	ЦХП-1	65,056	6
6	70	23,4	ЦХП-1	64,196	6
7	70	23,5	ЦХП-1	65,216	6
8	70	21,7	ЦХП-1	64,996	6
9	70	22,4	ЦХП-1	66,996	6
10	70	23,5	ЦХП-1	66,816	6
11	70	23,4	ЦХП-1	64,046	6
12	70	23,3	ЦХП-1	68,856	6
13	70	23,3	ЦХП-1	68,756	6
14	70	23,5	ЦХП-1	67,946	6
15	70	23,3	ЦХП-1	64,826	6
16	70	22,5	ЦХП-1	68,536	6

Продовження таблиці 2.1

Номер з/п вагону	Вантажо- підйомність, т	Тара	Фронт наванта- ження	Вага вантажу, т	Кількість місць
17	69	21,75	ЦХП-1	66,506	6
18	70	23,5	ЦХП-1	69,166	6
19	70	23,4	ЦХП-1	68,586	6
20	69	24,3	ЦХП-1	68,566	6
21	70	23,5	ЦХП-1	66,736	6
22	70	23	ЦХП-1	68,216	6
23	70	23,2	ЦХП-1	67,166	6
24	70	22,2	ЦХП-1	67,946	6
25	70	23,4	ЦХП-1	65,166	6
26	70	23,4	ЦХП-1	63,366	6
27	70	23,3	ЦХП-1	68,176	6
28	70	22,8	ЦХП-1	65,856	6
29	70	23,5	ЦХП-1	65,216	6
30	70	23,6	ЦХП-1	67,206	6
31	70	22,6	ЦХП-1	67,106	6
32	70	22,5	ЦХП-1	67,036	6
33	70	23,2	ЦХП-1	65,206	6
34	70	23,5	ЦХП-1	64,956	6
35	70	23,5	ЦХП-1	65,856	6
36	70	23,5	ЦХП-1	64,196	6
37	70	22,6	ЦХП-1	64,596	6
38	70	23,4	ЦХП-1	62,526	6
39	70	23,4	ЦХП-1	64,056	6
40	70	22,3	ЦХП-1	59,666	6

Кінець таблиці 2.1

Номер з/п вагону	Вантажо- підйомність, т	Тара	Фронт наванта- ження	Вага вантажу, т	Кількість місць
41	70	23,4	ЦХП-1	68,536	6
42	70	23	ЦХП-1	64,56	5
43	70	23,5	ЦХП-1	67,536	6
44	70	23,5	ЦХП-1	69,806	6
45	70	23,2	ЦХП-1	69,366	6
46	70	23,3	ЦХП-1	64,776	6
47	70	23,7	ЦХП-1	69,066	6
48	70	23,3	ЦХП-1	67,616	6
49	70	22,4	ЦХП-1	69,376	6
50	70	24	ЦХП-1	67,156	6
51	70	23,5	ЦХП-1	67,506	6
52	70	23,4	ЦХП-1	65,286	6
53	70	23,4	ЦХП-1	64,686	6
54	70	23,3	ЦХП-1	68,276	6
Середнє значення, т				66,4	5,98

Виконаємо статистичний аналіз даних в програмі Статистика.
Статистичні характеристики ваги відправки [3,4]:

- мінімум – 59,666 т;
- максимум – 69,806 т;
- середнє значення 66,4 т.

На рисунку 2.1 показана діаграма розподілу маси вантажовідправлень.

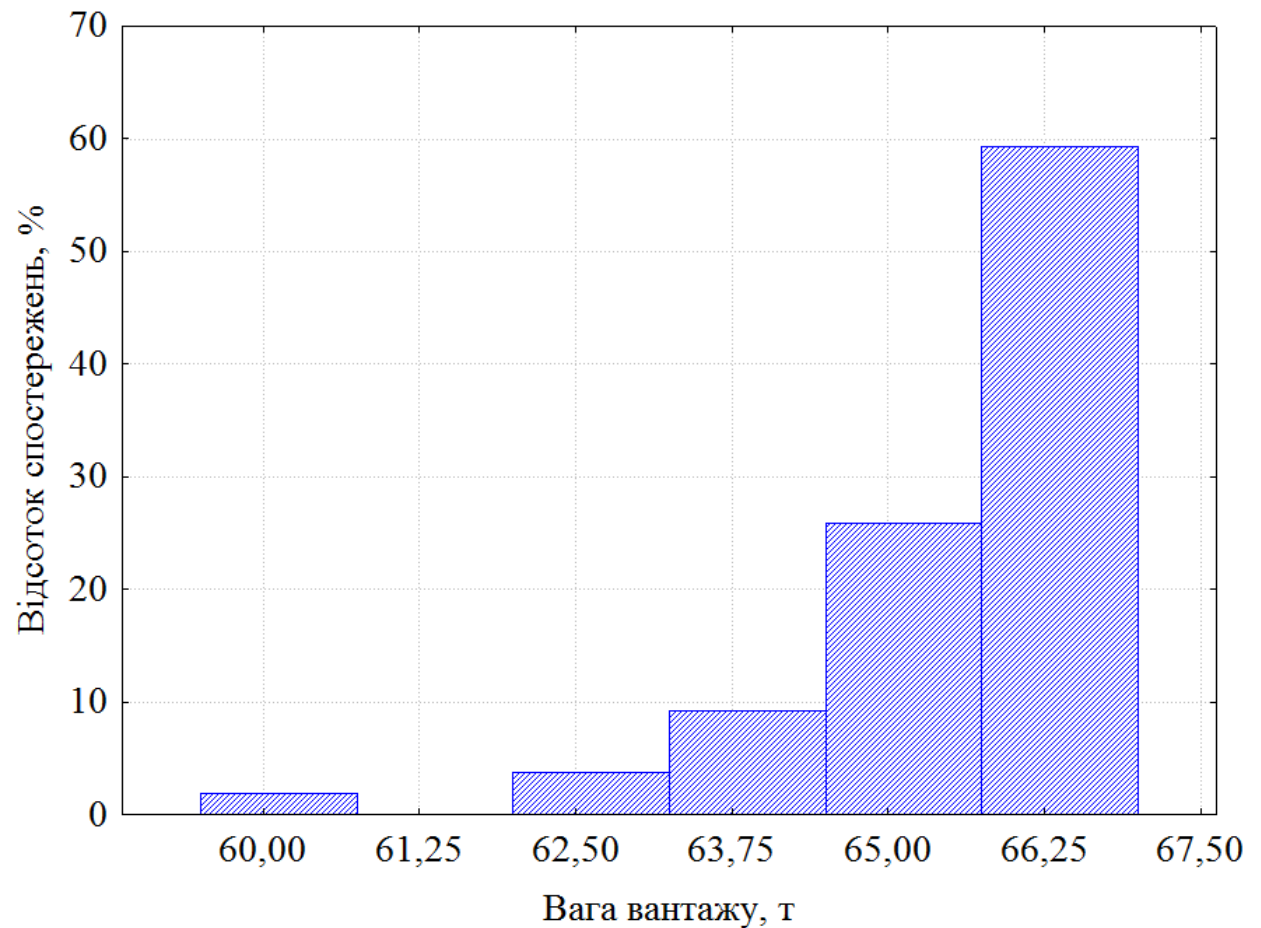


Рисунок 2.1 – Діаграма розподілу маси вантажівідправлень

Виконаємо аналіз недовантаження вагонів до їх вантажопідйомності.

Вихідні дані представимо у вигляді ряду, сформованого на основі даних таблиці 2.1:

7,114; 4,864; 3,834; 2,654; 4,944; 5,804; 4,784; 5,004; 3,004; 3,184; 5,954; 1,144;
 1,244; 2,054; 5,174; 1,464; 2,494; 0,834; 1,414; 0,434; 3,264; 1,784; 2,834; 2,054;
 4,834; 6,634; 1,824; 4,144; 4,784; 2,794; 2,894; 2,964; 4,794; 5,044; 4,144; 5,804;
 5,404; 7,474; 5,944; 10,334; 1,464; 5,44; 2,464; 0,194; 0,634; 5,224; 0,934; 2,384;
 0,624; 2,844; 2,494; 4,714; 5,314; 1,724.

Розташуємо дані за зростанням:

0,194; 0,434; 0,624; 0,634; 0,834; 0,934; 1,144; 1,244; 1,414; 1,464; 1,464; 1,724;
 1,784; 1,824; 2,054; 2,054; 2,384; 2,464; 2,494; 2,494; 2,654; 2,794; 2,834; 2,844;
 2,894; 2,964; 3,004; 3,184; 3,264; 3,834; 4,144; 4,144; 4,714; 4,784; 4,784; 4,794;
 4,834; 4,864; 4,944; 5,004; 5,044; 5,174; 5,224; 5,314; 5,404; 5,44; 5,804; 5,804;
 5,944; 5,954; 6,634; 7,114; 7,474; 10,334.

Діаграма щільності розподілу представлена на рисунку 2.2.

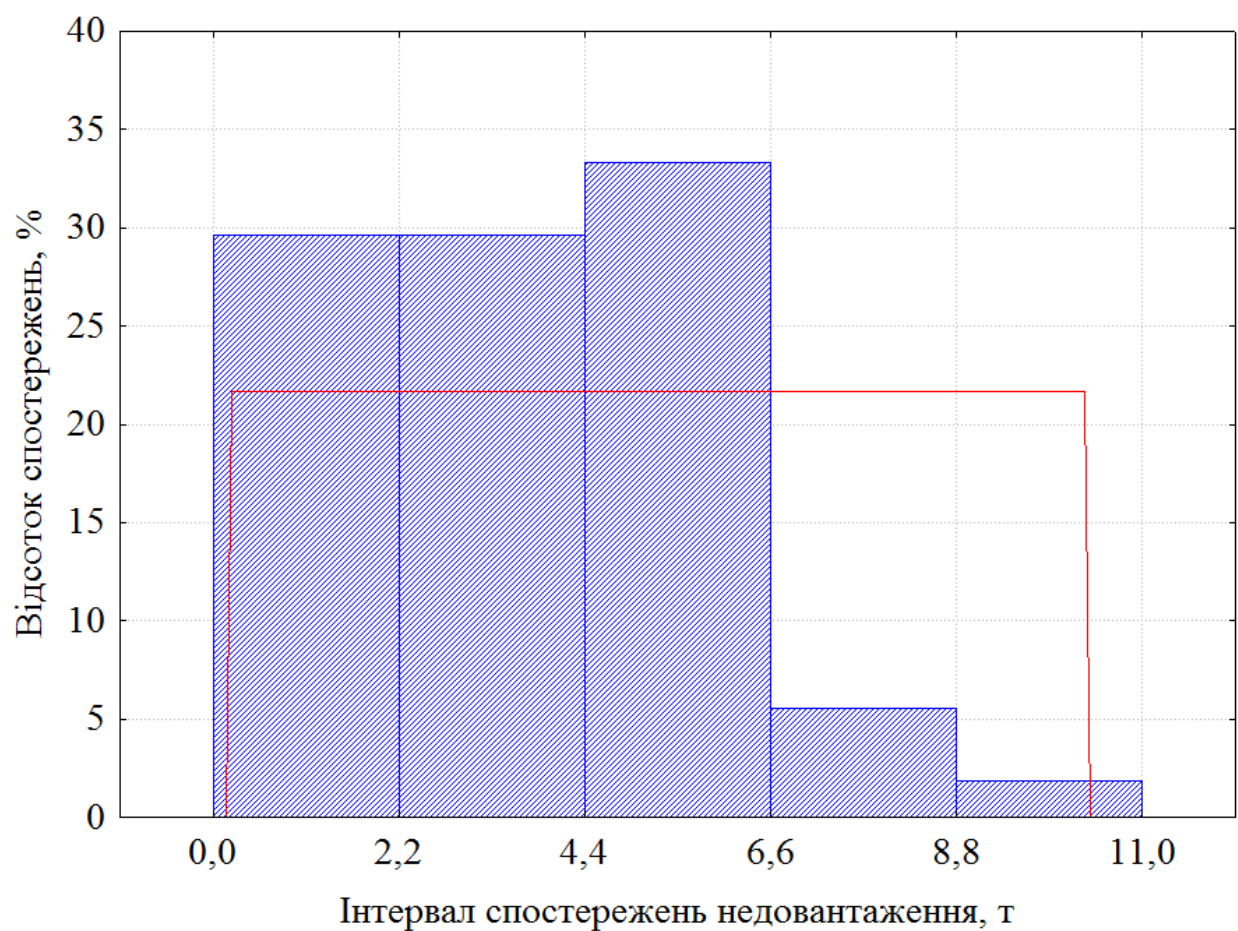


Рисунок 2.2 – Діаграма щільності розподілу даних недовантаження вагонів до їх вантажопідйомності

За винятком декількох достатньо високих значень недовантаження, більшість з них понад (90 %) рівномірно розподілені в діапазоні від 0 до 6,6 тонн.

2.2 Визначення потрібної кількості автомобілів

Для визначення потрібної кількості автомобілів необхідно враховувати кількість вантажу, який перевозиться в одному (прямому) напрямку. Зворотне завантаження підбирається таким чином, щоб не було потреби в додаткових автомобілях, а з метою раціонально використовувати рухомий склад: ліквідувати порожні пробіги та збільшити коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Рух на заданій автомобільній лінії організовується наскрізним методом. Тобто весь свій шлях від початкової до кінцевої точки проходить один автомобіль. Наскрізний метод може бути представлений одиночною їздою (коли на одному автомобілі працює один водій) та турною (коли автомобілем по черзі керують два водія). Для наших умов перевезень доцільно використовувати наскрізну турну систему перевезень. Це дозволить зменшити час обороту автомобіля, тому що відпочивати водії будуть по черзі і водії не будуть витрачати час на простой.

При наскрізній системі руху кількість автомобілів, які необхідні на маршруті, визначаються за формулою:

$$A = Q_{\text{вант}} / (q \cdot K_{\text{е}}), \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{вант}}$ – кількість вантажу, що перевозиться, т;

q – місткість автомобіля, складає 20 т;

$K_{\text{е}}$ – коефіцієнт використання місткості автомобіля.

$$A = 60 \cdot 3 / (20 \cdot 1) = 9 \text{ автомобілів.}$$

2.3 Аналіз технології перевезень металопродукції

В проєктній частині магістерської роботи пропонується розробити оптимальні маршрути доставки металопродукції автомобільним транспортом замість залізничного [5,6]. Удосконалення полягає в розробці замість маятникових маршрутів зі зворотнім порожнім пробігом кільцевих збірно-розвізних.

З міста Запоріжжя доставляється металопрокат в рулонах в місто Кам'янець-Подільський. Там автомобіль повністю розвантажується.

У місті Кам'янець-Подільський автомобіль завантажується оцинкованим металопрокатом та профільованим листом. Профільований лист надходить на адресу міста Вінниця та Житомир, а оцинкований металопрокат розвантажується у місті Київ.

В Києві автомобілі завантажуються металочерепицею для одержувачів розташованих у містах Кременчук, Дніпро та Запоріжжя.

Добова кількість вантажу складає 60 т. Тривалість навантажувально-розвантажувальних операцій складає близько однієї години на кожному вантажному пункті.

Розташування регіональних складів для розвантаження продукції у зворотному напрямку наведена в аналітичній частині магістерської роботи.

Задача полягає у виборі методу розробки маршрутів, який дозволить зменшити загальний пробіг рухомого складу, завантажити автомобілі таким чином, щоб не було перевантаження при одночасному розвозі та зборі вантажів.

Для цього пропонується використовувати метод найкоротшої зв'язуючої мережі для кільцевих збірно-розвізних маршрутів.

2.4 Розробка та удосконалення маршрутів перевезення

Транспортна мережа охоплює всі вантажні, які розглядаються в магістерській роботі: Запоріжжя, Кам'янець-Подільський, Вінниця, Житомир, Київ, Кривий Ріг, Дніпро.

На ній вказується схематичне розташування вантажних пунктів на відстань перевезень (рис. 2.3).

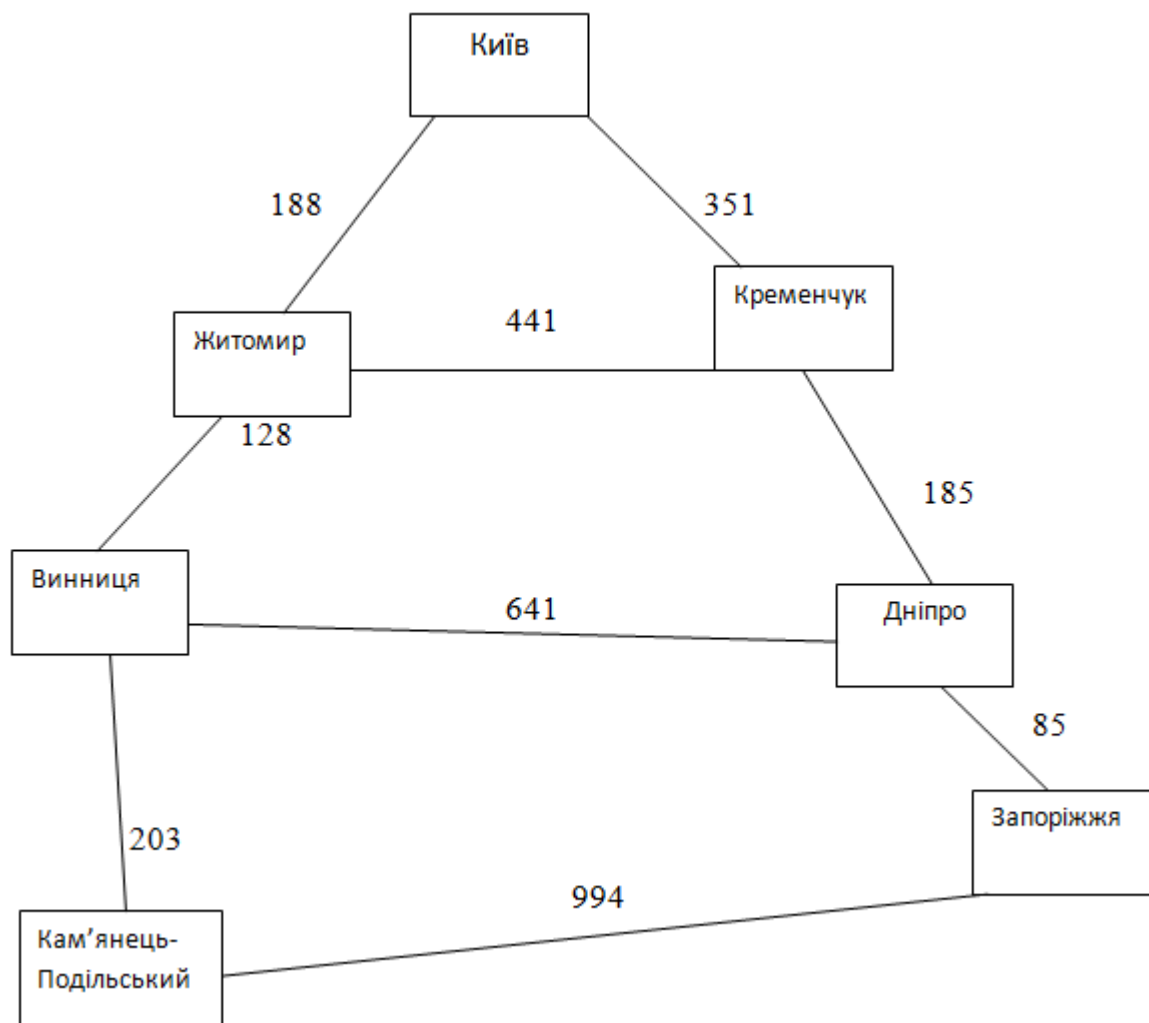


Рисунок 2.3 – Існуюча схема розміщення вантажних пунктів

На основі рисунка 2.3 будемо найкоротшу зв'язуючу мережу.

Найкоротша зв'язуюча мережа – це незамкнений контур, який утворюється завдяки мінімальній сумі ланок, що з'єднують вантажні пункти. Критерієм оптимальності є мінімальна довжина – відстань між вантажними пунктами [7].

На транспортній мережі вибираємо мінімальну ланку. В нашому випадку це ланка Запоріжжя – Дніпро, яка складає 85 км. Потім послідовно вибираємо інший вантажний пункт, який з'єднаний з одним із цих пунктів та має мінімальну відстань. Це пункт Кременчук – 185 км. Потім вибираємо мінімальну ланку Кременчук – Київ – 351 км. Інші мінімальні ланки: Київ – Житомир – 188 км, Житомир – Вінниця – 128 км та Вінниця – Кам'янець-Подільський – 203 км. Таким чином, утворилася незамкнена мережа.

Схема найкоротшої зв'язуючої мережі показана на рисунку 2.4.

На рисунку 2.4 вказуємо через дріб кількість вантажу, який ввозиться та вивозиться з підприємства. В даному випадку вказується загальна добова кількість вантажу без розподілення по автомобілях. Дані вантажопотоків представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Загальна кількість вантажопотоків

Вантажний пункт	Ввіз	Вивіз
Запоріжжя	-	60
Кам'янець-Подільський	60	60
Вінниця	10	
Житомир	20	
Київ	30	50
Кременчук	15	
Дніпро	25	
Запоріжжя	10	

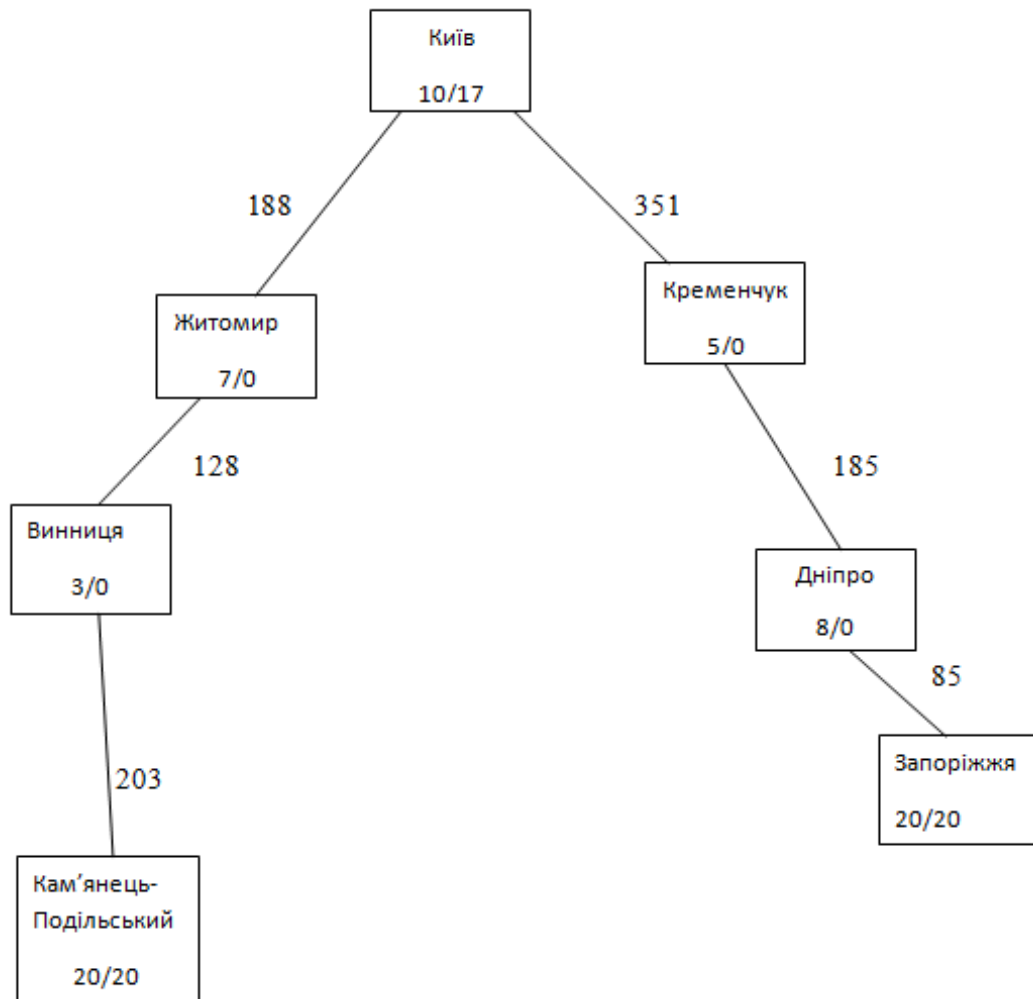


Рисунок 2.4 – Схема найкоротшої зв'язуючої мережі

Враховуючи той факт, що на маршруті працюють 4 автомобіля, кількість вантажу для одного автомобіля представимо у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Загальна кількість вантажопотоків з врахуванням на один автомобіль

Вантажний пункт	Ввіз			Вивіз		
1	2	3	4	5	6	7
Автомобілі:	1 авт.	2 авт.	3 авт.	1 авт.	2 авт.	3 авт.
Запоріжжя	-			20	20	20
Кам'янець-Подільський	20	20	20	20	20	20

Кінець табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Винниця	3	3	4			
Житомир	7	7	6			
Київ	10	10	10	17	17	16
Кременчук	5	5	5			
Дніпро	8	9	8			
Запоріжжя	4	3	3			

Використовуючи дані з таблиці 2.3 проводимо набір вантажних пунктів в маршрути. На прикладі автомобіля №1. На даному маршруті починається рух з міста Запоріжжя.

Таблиця 2.4 – Набір вантажу в маршрути

Вантажний пункт	Ввіз	Вивіз
Запоріжжя	4	20
Кам'янець-Подільський	20	20
Винниця	3	
Житомир	7	
Київ	10	50
Кременчук	5	
Дніпро	8	

Таким чином, якщо врахувати кількість вантажу, що ввозиться та вивозиться, місткість автомобіля не перевищує 20 тонн протягом всього маршруту. Тому всі вантажні пункти можна об'єднати в один збірно-розвізний маршрут [7].

Для визначення послідовності об'їзду всіх пунктів доцільно використовувати метод сум. Для цього складаємо симетричну матрицю.

В симетричні матриці вказуються по діагоналі всі вантажні пункти, які були включені в маршрут, починаючи з міста Запоріжжя.

В кожній клітинці матриці вказуємо відстань (мінімальну) між вантажними пунктами.

Визначаємо суму по стовпцях та обираємо три найбільші значення, тим самим складаємо початковий маршрут. Починаємо з пункту відправлення автомобіля – Запоріжжя.

Таблиця 2.5 – Симетрична матриця №1 для розроблення маршруту

ЗП	994	726	711	621	270	85
994	КП	203	331	519	772	957
726	203	В	128	316	569	641
711	331	128	Ж	188	441	626
621	519	316	188	К	351	536
270	772	569	441	351	Кр	185
85	957	641	626	536	185	Д
3407	3776	2583	2425	2531	2561	3030

Для зручності та подальших розрахунків симетричну матрицю складаємо з критерієм мінімального часу руху між вантажними пунктами. При цьому враховується тільки час, який автомобіль витрачає на рух. Дані записуємо в таблицю 2.6.

Вибираємо три максимальних значення в матриці: 56,9; 63,1 та 50,5 , складаємо початковий маршрут ЗП – КП - Д – ЗП.

Для того, щоб визначити послідовність об'їзду необхідно знайти приріст часу. Значення, яке буде мінімальним і буде тією парою сусідніх пунктів, між якими треба поставити пункт, який включається.

Таблиця 2.6 – Симетрична матриця №2 для розроблення маршруту

ЗП	16,6	12,1	11,9	10,4	4,5	1,4
16,6	КП	3,4	5,5	8,7	12,9	16
12,1	3,4	В	2,1	5,3	9,5	10,7
11,9	5,5	2,1	Ж	3,1	7,4	10,4
10,4	8,7	5,3	3,1	К	5,9	8,9
4,5	12,9	9,5	7,4	5,9	Кр	3,1
1,4	16	10,7	10,4	8,9	3,1	Д
56,9	63,1	43,1	40,4	42,3	43,3	50,5

Формула в загальному вигляді має вид [7]:

$$^{\wedge}t_{kr} = t_{ki} - t_{ip} - t_{kr}, \quad (2.2)$$

де kr – пункти, між якими треба включити наступний пункт;

i – пункт, який згідно розрахунків, треба включити в початковий маршрут.

Початковий маршрут ЗП – КП - Д – ЗП.

Включаємо Кр:

$$t = 4,5 + 12,9 - 16,6 = 0,8 \text{ год};$$

$$t = 12,9 + 3,1 - 16 = 0 \text{ год};$$

$$t = 3,1 + 4,5 - 1,4 = 6,2 \text{ год}.$$

Мінімальний приріст часу 0 годин, якщо пункт Кр поставити між сусідніми пунктами КП – Д.

Отримуємо початковий маршрут:

$$ЗП - КП - Кр - Д - ЗП.$$

В нього включаємо наступний за сумою чисел пункт із симетричної матриці В:

$$t = 12,1 + 3,4 - 16,6 = 1,1 \text{ год};$$

$$t = 3,4 + 9,5 - 12,9 = 0 \text{ год};$$

$$t = 9,5 + 10,7 - 3,1 = 17,1 \text{ год};$$

$$t = 10,7 + 12,1 - 1,4 = 21,4 \text{ год}.$$

Мінімальний приріст часу 0 годин, якщо пункт В поставити між сусідніми пунктами КП та Кр.

Отримуємо початковий маршрут:

$$ЗП - КП - В - Кр - Д - ЗП .$$

В нього включаємо наступний пункт К:

$$t = 10,4 + 8,7 - 16,6 = 2,5 \text{ год};$$

$$t = 8,7 + 5,3 - 3,4 = 10,6 \text{ год};$$

$$t = 5,3 + 5,9 - 9,5 = 1,7 \text{ год};$$

$$t = 8,9 + 10,4 - 1,4 = 17,9 \text{ год};$$

$$t = 10,4 + 11,9 - 1,4 = 20,9 \text{ год}.$$

Мінімальний приріст часу 1,7 годин, якщо пункт К включити між сусідніми пунктами В та Кр.

Отримуємо маршрут:

$$ЗП - КП - В - К - Кр - Д - ЗП.$$

В нього включаємо останній пункт з симетричної матриці Ж:

$$t = 11,9 + 5,5 - 16,6 = 0,8 \text{ год};$$

$$t = 5,5 + 2,1 - 3,4 = 4,2 \text{ год};$$

$$t = 2,1 + 3,1 - 5,2 = 0 \text{ год};$$

$$t = 3,1 + 7,4 - 5,9 = 4,6 \text{ год};$$

$$t = 7,4 + 10,4 - 3,1 = 14,7 \text{ год};$$

$$t = 10,4 + 11,9 - 1,4 = 20,9 \text{ год}.$$

Остаточний маршрут, який ЗП – КП – В – Ж – К – Кр – Д – ЗП.

Важливим етапом є перевірення можливості одночасного завантаження і розвантаження транспортних засобів.

Таблиця 2.7 – Можливість здійснення одночасного розвозу та збору вантажу

Вантажний пункт	Ввіз	Вивіз	Всього на автомобілі
Запоріжжя	4	20	20
Кам'янець-Подільський	20	20	20
Винниця	3	-	17
Житомир	7	-	10
Київ	10	17	17
Кременчук	5	-	12
Дніпро	8	-	4

Як видно, автомобіль вміщує весь вантаж без перевантаження.

Схема отриманого маршруту наведена на рисунку 2.5.

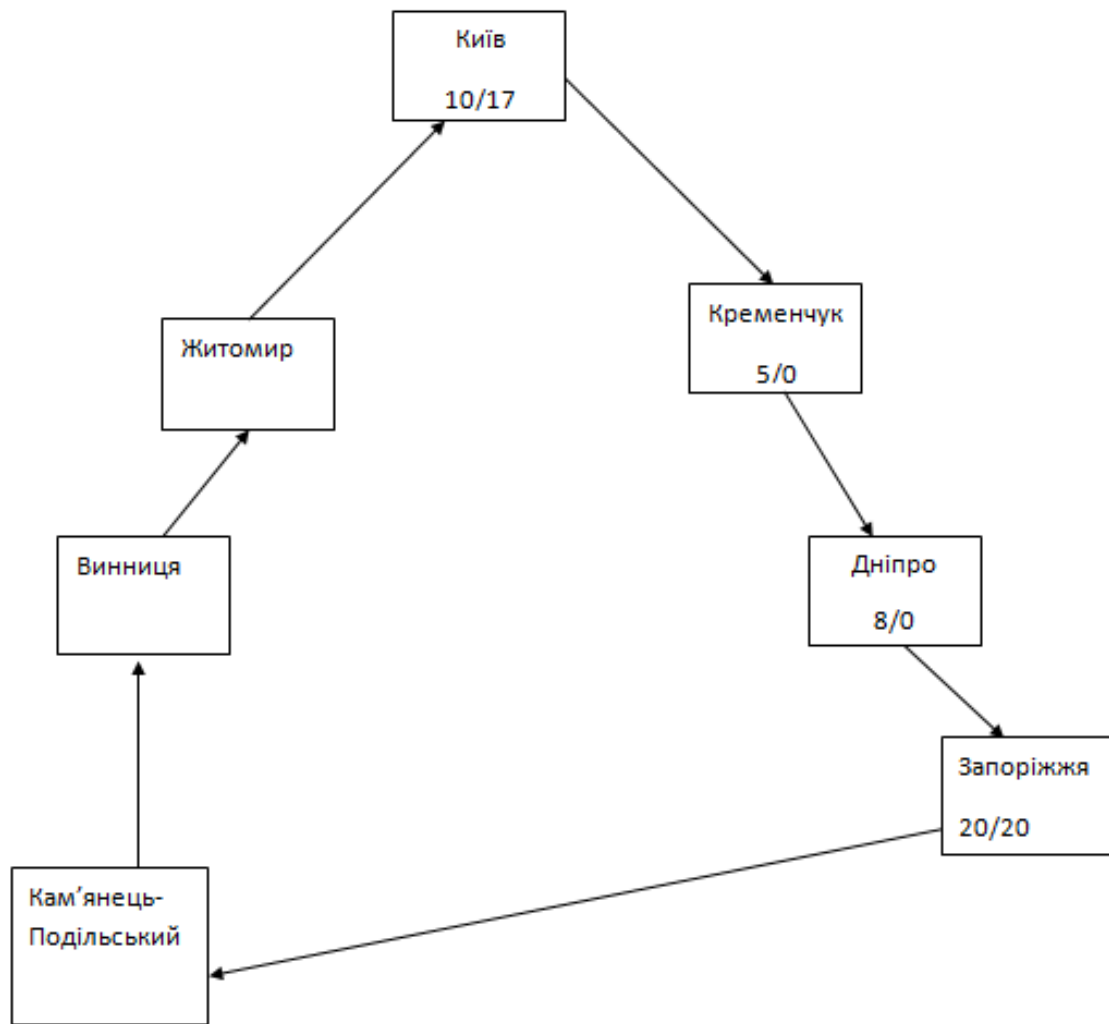


Рисунок 2.5 – Схема розрахованого маршруту

2.5 Визначення основних техніко-експлуатаційних показників

Техніко-експлуатаційні показники характеризують роботу транспортних засобів на автомобільній лінії. До них належать: час обороту рухомого складу, експлуатаційна швидкість автомобілів, довжина маршруту, тривалість вантажних операцій. Час знаходження автомобіля в наряді.

Час обороту автомобіля складається з часу, який автомобіль витрачає на рух, часу на простій під навантаженням та розвантаженням, часу на відпочинок та перерву в роботі водіїв [7].

$$T_{об} = t_{рух} + t_{вант} + t_{відп} = 35,6 + 10 + 10 = 56 \text{ год},$$

$$t_{рух} = 16,6 + 3,4 + 2,1 + 3,1 + 5,9 + 3,1 + 1,4 = 35,6 \text{ год}.$$

Експлуатаційна швидкість враховує витрати на рух, зупинки, вантажні операції та складає:

$$V_e = l_m / T_{об} = 2134 / 56 = 38,1 \text{ км/год}.$$

До часу тривалості вантажних операцій також включається час на очікування навантаження та розвантаження, а також оформлення перевізних документів. На кожну операцію (навантаження або розвантаження) приймаємо одну годину.

Час на відпочинок та перерву в роботі приймаємо 10 годин враховуючи, що працює два водія на одному автомобілі і по черзі відпочивають.

Час знаходження автомобіля в наряді в даному випадку дорівнює часу обороту автомобіля.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Доставка металопродукції «Запоріжсталі» до підприємства «Модуль-Україна» традиційно виконується вже багато років залізничним транспортом. В проєкті пропонується розглянути доцільність заміни його на автомобільний.

3.1 Економічні розрахунки доставки металопрокату до компанії «Модуль-Україна» залізничним транспортом

Витрати по доставці залізничним транспортом складаються з таких складових:

- вартості доставки транспортом «Запоріжсталі» до станції примикання $D_{пз}$;
- вартості залізничного тарифу до станції Кам'янець-Подільський D_t ;
- плати за користування вагонами D_v .

Загальний вигляд формули для розрахунків [8,9]:

$$D_{заг} = D_{пз} + D_t + D_v. \quad (3.1)$$

Доставка транспортом «Запоріжсталі» до станції примикання $D_{пз}$ може бути визначена за формулою:

$$D_{пз} = P_v c_t, \quad (3.2)$$

де P_v – обсяг перевезень у тонах, $P_v = 365 \cdot 66,4 = 24236$ т;

c_t – собівартість доставки 1 т, грн/т.

Розрахуємо за (3.2):

$$D_{пз} = 24236 \cdot 19,48 = 472117,28 \text{ грн.}$$

Нарахування залізничного тарифу визначаємо за формулою [8,9]:

$$D_t = M_{\text{ваг}} c_{\text{тар}}, \quad (3.3)$$

де $M_{\text{ваг}}$ – кількість вагонів, од.;

$c_{\text{тар}}$ – вартість тарифу. Відстань становить 1060 км.
 Ставка – 6685 грн/ваг. Коефіцієнт для 3-го класу 6,327. Тож
 $c_{\text{втар}} c_{\text{тар}} = 6685 \cdot 6,327 \cdot 1,2 = 50755,19$ грн на 1 вагон із ПДВ.

Виконуємо розрахунки за (3.3):

$$D_t = 365 \cdot 50755,19 = 18525644,35 \text{ грн.}$$

Вартість плати за користування вагонами встановимо за формулою:

$$D_{пл} = M_{\text{ваг}} c_{пл}, \quad (3.4)$$

де $M_{\text{ваг}}$ – кількість вагонів, од.;

$c_{пл}$ – плата за вагон, середнє значення - 5823, грн.

Розраховуємо за (3.4):

$$D_{пл} = 365 \cdot 5823 = 2125395 \text{ грн.}$$

Розрахуємо загальні витрати за (3.1):

$$D_{\text{заг}} = 472117,28 + 18525644,35 + 2125395 = 21123156,63 \text{ грн.}$$

Пропонується порівняти річні експлуатаційні витрати автомобільного транспорту при доставці металопрокату з м. Запоріжжя до м. Кам'янець-Подільський, якщо автомобілі по маятниковому маршруту у зворотному напрямку будуть повертатися порожніми, та варіант, який передбачає завантаження у зворотному напрямку оцинкованим металопрокатом та профільованим листом. Вантаж доставляється одержувачам у м. Винниця, м. Житомир, м. Київ, м. Кременчук, м. Дніпро та м. Запоріжжя за тарифом 20 грн за один кілометр.

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат за базовим варіантом

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [10]:

$$Z_{\text{екс}}^{\text{np}} = Z_{\text{з}}^{\text{np}} + Z_{\text{с}}^{\text{np}} + Z_{\text{н}}^{\text{np}} + Z_{\text{авт}}^{\text{np}} + A_1 - Z_{\text{к}}^{\text{np}}, \quad (3.5)$$

де $Z_{\text{з}}^{\text{np}}$ - основна і додаткова зарплата за проєктним варіантом, грн;

$Z_{\text{с}}^{\text{np}}$ - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_{\text{н}}^{\text{np}}$ - накладні витрати, грн;

$Z_{\text{авт}}^{\text{np}}$ - витрати на перевезення вантажу автомобільним транспортом, грн;

A_1 - амортизаційні відрахування, грн;

Витрати на зарплату робітникам при використанні автомобільного транспорту складаються з витрат на оплату праці водіїв автомобілів:

$$Z_3^{np} = Z_6^{np}.$$

Зарплата водіям автомобілів нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [10]:

$$Z_6^{np} = N \cdot k_{np} \cdot C_{год} [\Phi_p (7/6 + k_{кл} + k_{шк}) + \Phi_{св}], \quad (3.6)$$

де N – кількість водіїв, задіяних в перевезеннях 18 водіїв (на одному автомобілі працює два водія);

k_{np} – коефіцієнт, який враховує витрати на премію, $k_{np} = 1,3$;

$C_{год}$ – годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейда працівника), грн/год.;

Φ_p – фонд робочого часу протягом року, за розрахунками $\Phi_p = 1994$ год.;

$7/6$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній (20% – з 18:00 до 22:00) та нічний час (40% – з 22:00 до 6:00);

$k_{кл}$ – коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається середній показник $k_{кл} = 0,1$;

$k_{шк}$ – коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{шк} = 0,14$; для вантажників $k_{шк} = 0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{шк} = 0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{шк} = 0,04$.

$\Phi_{св}$ – час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі. $\Phi_{св} = 0$ год., оскільки робота в святкові дні не передбачається.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$Z_{\epsilon}^{np} = 18 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [1994(7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 3586319 \text{ грн.}$$

Єдиний внесок на соціальне страхування складає 22 %:

$$Z_c^{np} = 0,22 \cdot 3586319 = 788990 \text{ грн}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці і визначаються за формулою [10]:

$$Z_n^{np} = Z_z^{np} \cdot 0,34 \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.11):

$$Z_n^{np} = 0,34 \cdot 3586319 = 1219349 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом визначаються за формулою [10]:

$$Z_{авт}^{np} = Z_{зп} + Z_{рем} + Z_{ш}, \quad (3.8)$$

де $Z_{зп}$ – загальні витрати на паливо, грн;

$Z_{рем}$ – витрати на ремонт, грн;

$Z_{ш}$ – витрати на заміну шин, грн.

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативними даними витрат палива на 100 км [10].

Потреба в паливі за рік буде складати:

$$P_{\Pi} = (52 \cdot N_{PM} \cdot c \cdot L_{pichl}) / 100, \text{ л} \quad (3.9)$$

де N_{PM} – кількість транспортних засобів, $N_{PM} = 9$.

c – витрата палива, л. на 100 км. Приймаємо згідно «Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті», затверджених Міністерством транспорту України №43 (від 10.02.98р. із змінами, затвердженими наказами №893 від 17.12.2002р. та №99 від 16.02.2004р.)

$c = 35$ літрів/100 км.

L_{pichl} – середній пробіг всіх (9 автомобілів) транспортних засобів рік,
 $L = 1988 \cdot 52 \cdot 9 = 930384$ км.

1988 – середній пробіг одного автомобіля за оборот при здійсненні маятникового маршруту зі зворотнім порожнім пробігом;

52 – кількість тижнів, протягом року, в період яких водії працюють.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$P_{\Pi} = 52 \cdot 9 \cdot 35 \cdot 1988 / 100 = 325634 \text{ л.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [10]:

$$Z_{\Pi} = P_{\Pi} \cdot C_{\Pi}, \text{ грн.} \quad (3.10)$$

де C_{Π} – вартість 1 літра дизельного пального, $C_{\Pi} = 30,0$ грн/л.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.10):

$$З_{\Pi} = 325634 \cdot 30,0 = 9769020 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо необхідно рахувати з врахуванням [10]:

- на гаражні потреби в магістерській роботі приймаємо 7% від загальної вартості пального:

$$З_{\text{гар.п}} = 9769020 \cdot 0,07 = 683831 \text{ грн;}$$

- витрати на мастильні матеріали приймають 30% від загальної величини вартості палива:

$$З_{\text{маст.м}} = 9769020 \cdot 0,3 = 2930706 \text{ грн;}$$

- витрати на експлуатаційні матеріали - 1% від загальної вартості палива:

$$З_{\text{експл.м}} = 9769020 \cdot 0,01 = 97690 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$З_{\text{зп}} = 9769020 + 683831 + 2930706 + 97690 = 13481247 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт рухомого складу розраховуються з урахуванням потреби в паливі транспортних засобів та розраховується за наступною формулою [10]:

$$З_{\text{рем}} = P_{\Pi} \cdot 1,8, \quad (3.11)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.11):

$$З_{рем} = 325634 \cdot 1,8 = 586141 \text{ грн.}$$

Витрати на заміну шин проводиться з врахуванням норм пробігу автотранспортних засобів за формулою [10]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.12)$$

де $K_{ш}$ - число замін комплектів шин;

$L_{річ}$ - річний пробіг автомобілів, км; $L_{річ} = 930384$ км;

$L_{норм}$ - нормативний пробіг транспортного засобу до заміни шин.

$L_{норм} = 60\,000$ км.

За формулою (3.16) необхідно:

$$K_{ш} = 930384 / 60000 = 15,5 \text{ комплектів на рік.}$$

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [10]:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.13)$$

де $Ц_{к}$ – вартість одного комплекту шин. $Ц_{к} = 70000$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.13):

$$З_{ш} = 70000 \cdot 15,5 = 1085000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.8):

$$Z_{авт}^{np} = 13481247 + 586141 + 1085000 = 15152388 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань на остаточну вартість автомобілів становить 40% на рік. Амортизаційні відрахування за рік складатимуть:

$$A_1 = 300000 \cdot 9 \cdot 0,4 = 1080000 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні витрати при використанні автомобільного транспорту, розраховані за формулою (3.9), складають:

$$Z_{екс}^{np} = 3586319 + 788990 + 1219349 + 15152388 + 1080000 = 21827046 \text{ грн.}$$

3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат за проєктним варіантом

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [10]:

$$Z_{екс}^{np} = Z_з^{np} + Z_с^{np} + Z_н^{np} + Z_{авт}^{np} + A_1 - Z_к^{np}, \quad (3.14)$$

де $Z_з^{np}$ - основна і додаткова зарплата за проєктним варіантом, грн;

$Z_с^{np}$ - відрахування на соціальне страхування, грн;

$Z_н^{np}$ - накладні витрати, грн;

$Z_{авт}^{np}$ - витрати на перевезення вантажу автомобільним транспортом, грн;

A_1 - амортизаційні відрахування, грн;

$Z_к^{np}$ - витрати, які сплачуються за перевезення у зворотному напрямку, грн.

Витрати на зарплату робітникам при використанні автомобільного транспорту складаються з витрат на оплату праці водіїв автомобілів, інші працівники в перевізному процесі участі не приймають.

Зарплата водіям автомобілів нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [10]:

$$Z_{\text{в}}^{\text{np}} = 18 \cdot 1,3 \cdot 56,24 [1994(7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 3586319 \text{ грн.}$$

Єдиний внесок на соціальне страхування складає 22 %:

$$Z_{\text{с}}^{\text{np}} = 0,22 \cdot 3586319 = 788990 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 34% від фонду оплати праці і визначаються за формулою [10]:

$$Z_{\text{н}}^{\text{np}} = Z_{\text{з}}^{\text{np}} \cdot 0,34 \quad (3.15)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.15):

$$Z_{\text{н}}^{\text{np}} = 0,34 \cdot 3586319 = 1219349 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом визначаються за формулою [10]:

$$Z_{\text{авт}}^{\text{np}} = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{рем}} + Z_{\text{и}}, \quad (3.16)$$

де $Z_{\text{зп}}$ – загальні витрати на паливо, грн;

$Z_{\text{рем}}$ – витрати на ремонт, грн;

$Z_{ш}$ – витрати на заміну шин, грн.

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативними даними витрат палива на 100 км [10].

Потреба в паливі за рік буде складати [10]:

$$P_{п} = (52 \cdot N_{PM} \cdot c \cdot L) / 100, \text{ л} \quad (3.17)$$

де N_{PM} – кількість транспортних засобів, згідно розрахунків $N_{PM} = 9$;

c – витрата палива, л. на 100 км. Приймаємо згідно «Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті», затверджених Міністерством транспорту України №43 від 10.02.98р. із змінами, затвердженими наказами №893 від 17.12.2002р. та №99 від 16.02.2004р.: $n = 35$ л/100 км;

L – середній пробіг всіх (9 автомобілів транспортних засобів за рік,
 $L = 2134 \cdot 52 \cdot 9 = 998712$ км;

За один оборот автомобіль проходить 2134 км.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.17):

$$P_{п} = 52 \cdot 9 \cdot 35 \cdot 2134 / 100 = 349549 \text{ л}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [10]:

$$Z_{п} = P_{п} \cdot C_{п}, \text{ грн.} \quad (3.18)$$

де $C_{нал}$ – вартість 1 літра дизельного палива, $C_{нал} = 30,0$ грн/л.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.18):

$$З_{\Pi} = 349549 \cdot 30,0 = 10486470 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо необхідно рахувати з врахуванням [10]:

- на гаражні потреби звичайно приймають 7% від загальної вартості палива:

$$З_{гар.п} = 10486470 \cdot 0,07 = 734053 \text{ грн;}$$

- витрати на мастильні матеріали приймають 30% від загальної вартості палива:

$$З_{маст.м} = 10486470 \cdot 0,3 = 3145941 \text{ грн;}$$

- витрати на експлуатаційні матеріали – 1% від загальної вартості палива:

$$З_{експл.м} = 10486470 \cdot 0,01 = 104864 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$З_{\Pi(1)} = 10486470 + 734053 + 3145941 + 104864 = 14471328 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт рухомого складу розраховуються з урахуванням потреби в паливі транспортних засобів та розраховується за наступною формулою [10]:

$$З_{рем} = P_{\Pi} \cdot 1,8, \quad (3.19)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.19):

$$З_{рем} = 349549 \cdot 1,8 = 629188 \text{ грн.}$$

Витрати на заміну шин проводиться з врахуванням норм пробігу автотransпортних засобів за формулою [10]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.20)$$

де $K_{ш}$ - число замін комплектів шин;

$L_{річ}$ - річний пробіг автомобіля, км; $L_{річ} = 998712$ км;

$L_{норм}$ - нормативний пробіг транспортного засобу до заміни шин;

$L_{норм} = 60\,000$ км.

За формулою (3.20) необхідно:

$$K_{шин} = 998712 / 60000 = 16,7 \text{ комплектів на рік.}$$

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [10]:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к}, \quad (3.21)$$

де $Ц_{компл}$ – вартість одного комплекту шин. $Ц_{компл} = 70000$ грн.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.21):

$$З_{шин(1)} = 70000 \cdot 16,7 = 1169000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.16):

$$Z_{\text{авт}}^{\text{нр}} = 14471328 + 629188 + 1169000 = 16269516 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань на остаточну вартість автомобілів становить 40% на рік. Амортизаційні відрахування за рік складатимуть:

$$A (1) = 300000 \cdot 9 \cdot 0,4 = 1080000 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальні витрати при використанні автомобільного транспорту, будуть складати:

$$Z_{\text{екс}}^{\text{нр}} = 3586319 + 788990 + 1219349 + 16269516 + 1080000 = 22944174 \text{ грн.}$$

В магістерській роботі в проєктному варіанті пропонується покращити процес вантажних операцій шляхом монтування в автомобілях рухомої підлоги. Вартість обладнання одного транспортного засобу складає 15000 грн.

Капітальні вкладення складають:

$$K = 15000 \cdot 9 = 135000 \text{ грн.}$$

В проєктному варіанті були розраховані кільцеві збірно-розвізні маршрути. Таким чином, автомобілі у зворотному напрямку доставляють вантажі одержувачам за тарифом 20 грн за 1 км перевезень. Це дозволить значно знизити річні експлуатаційні перевезення автомобільним транспортом.

Загальна сума прибутку від перевезень попутного вантажу складає:

$$\Pi = 465192 \cdot 20 = 29303840 \text{ грн.}$$

З урахуванням отриманого прибутку, та суми капітальних вкладень витрати будуть складати:

$$З_{екс}^{np} = 22944174 + 135000 - 9303840 = 13775334 \text{ грн}$$

Економія річних експлуатаційних витрат визначається за формулою:

$$E_{екс} = З_{екс}^б - З_{екс}^{np} . \quad (3.22)$$

Виконаємо розрахунки економічної ефективності використання залізничного рухомого складі замість автомобільного, який представлений в першому проєктному варіанті за формулою (3.22):

$$E_{екс(зал - np1)} = 21827046 - 21123157 = 703889 \text{ грн.}$$

Отримане значення свідчить про те, що залізничний транспорт виявився на 703 889 грн. вигіднішим за проєктний варіант №1.

Аналогічним чином порівнюємо базовий варіант з проєктним варіантом №2:

$$E_{екс(зал - np2)} = 21123157 - 13775334 = 7347823 \text{ грн.}$$

Таким чином, ефективність впровадження проєктного рішення №2 складає 7 347 823 грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проєкту «Підвищення ефективності доставки металопрокату ПАТ «Запоріжсталь» до ТОВ «Модуль-Україна» розглянуто аналіз потенційних небезпек, що можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи з їх усунення. Розглянуті небезпеки при перевезенні вантажу автомобільним транспортом.

Компанія «Модуль-Україна» спеціалізується на виробництві тонколистової оцинкованої рулонної сталі товщиною 0,3-1,0 мм, фарбованої оцинкованої рулонної сталі, профілів металевих оцинкованих і фарбованих різних марок, будівельних металоконструкцій. Тому перевезення з ПАТ «Запоріжсталь» здійснюється в основному рулонних виробів.

4.1. Аналіз потенційних небезпек

Аналіз потенційних небезпек:

- при завантаженні транспорту металопродукцією можливо падіння вантажу з-за несправності стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмування робітників;
- при навантажувальних роботах тонколистових рулонів можливо падіння вантажу з різних причин;
- при перевезенні продукції до ТОВ «Модуль-Україна» можливо відбутися ДТП, що призведе до падіння вантажу з кузова;
- при перевезенні рулонів можливе його обрушення через невідповідності технологічного завантаження на кузов транспорту;

- під час навантажувальних робіт в холодну пору року можливе переохолодження робітників,
- інші небезпечні фактори, які можуть вплинути на дослідника та робітників, показані в Додатку А.

Розроблені заходи з усунення цих небезпечних факторів, які показані в Додатку Б.

В Додатку В зроблено розрахунок доплат за шкідливі умови праці в лабораторії дослідника, що працює на ПК.

ВИСНОВКИ

В рамках тематики магістерської роботи була розглянута перевізна система металопрокату в рулонах з запорізького металургійного комбінату ПАТ «Запоріжсталь» до підприємства ТОВ «Модуль-Україна», яке розташоване в Хмельницькій області, місті Кам'янець-Подільській.

Була запропонована та обґрунтована розрахунками заміна залізничного рухомого складу на автомобільний. Завдяки системі централізованих перевезень був вибраний рухомий склад, вантажопідйомність 20 тонн, розрахована його кількість (для забезпечення безперебійної системи доставки) – 9 автомобілів та методом найкоротшої зв'язуючої мережі розроблені маршрути; була організована система розвозу вантажів (оцинкованим металопрокатом та профільованим листом) таким чином, що профільований лист транспортується у м. Вінниця та Житомир, а металопрокат оцинкований – у Київ. В Києві відбувається завантаження автомобіля металочерепицею для складів-вантажоодержувачів у Кременчузі, Дніпрі та Запоріжжі.

Запропонована транспортно-технологічна схема дає можливість за перевезення вантажу, який завантажуються в м. Кам'янець-Подільський та Київ отримати додатковий прибуток, який знизить витрати на перевезення.

Таким чином, прибуток складає 29 303 840 грн, а річні економічні витрати – 13 775 334 грн.

У порівнянні з використанням залізничного транспорту, дане проєктне рішення має річний економічний ефект у розмірі 7 347 823 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ТОВ «Модуль-Україна» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Кам'янець-Подільський, 2022. – Режим доступу: <http://www.module-ukraine.com/about/record/1> (дата звернення 14.10.2021р.) - «Про підприємство».
2. Офіційний сайт ПрАТ «Запоріжжкокс» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Запоріжжя : ПрАТ «Запоріжжкокс», 2021. – Режим доступу: <https://zaporozhcoke.com/produkcija-uk/pek-kamennougolnyj-jelektrodnyj/> (дата звернення 12.10.2021р.) – «Пек кам'яновугільний електродний».
3. Кузькін О.Ф. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем [Текст] : навчальний посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лащених, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
4. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
5. Вантажні перевезення на залізничному транспорті: Підручник / О.В. Лаврухін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – Ч. 1. – 260 с.
6. Вантажні перевезення на залізничному транспорті: Підручник / О.В. Лаврухін та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Ч. 2. – 278 с.,
7. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.
8. Ставки плати за використання власних вагонів перевізника АТ «Укрзалізниця» 2021 рік.
https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/stavky/stavky21/

9. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.

11. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС. 2018. – 44 с.

12. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила).

13. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)

14. Кодекс Цивільного захисту

Аналіз потенційних небезпек:

- при завантаженні транспорту металопродукцією можливо падіння вантажу через несправність стропів, траверс, гаків кранів, що призводить до травмування робітників;
- при навантажувальних роботах рулонів тонколистого металу можливо падіння вантажу з різних причин:
 - а) ненадійне кріплення останнього стропальниками;
 - б) невиконання стропальниками встановленої системи сигналізації;
 - в) переміщення вантажу понад норми по номіналу ваги;
 - г) перенесення вантажу над людьми;
- при перевезенні продукції до ТОВ «Модуль-Україна» можливо відбутися ДТП, що призведе до падіння вантажу з кузова і до травмування людей;
- при перевезенні бухт та іншої металопродукції можливе його обрушення з-за не відповідності технологічного завантаження на кузов транспорту;
- при роботах в темну пору при вантажних роботах при недостатньому освітленні можливо не дотримування технології складування вантажу, що призведе до обрушення та травмування робітників;
- під час навантажувальних робіт в холодну пору року, можливе переохолодження робітників, що призводить до захворювання;
- при подачі автомобіля під навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;
- травмування водія під час вантаження металевої продукції, що може обрушитися на кабіну водія та травмувати останнього;

- ураження електричним струмом козових та стрілових кранів при роботі їх біля мережі і повітряних ліній, що перебувають під напругою що призводить до загибелі людей;
- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання.
- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інше.

Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Заходи з пожежної безпеки:

- комплекс заходів з пожежної безпеки для накопичувального майданчика, розроблений відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»;
- для попередження займання ізоляції електропроводки на майданчику необхідно захистити електропроводку від пошкодження, розмістивши її в товстостінні труби або зробити повітряний підвіс, відповідно вимогам ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». Клас можливої пожежі буде визначено як «В», а категорія приміщення складу по пожежній безпеці – до «Г». Площа складу складає – 1980 м². Згідно НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» обираються 7 (сім) порошкових вогнегасників ВП-8. Первинні засоби пожежогасіння розташовуються при майданчику на пожежних щитах.

Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях:

- ефективність функціонування економіки країни в цілому і в період надзвичайних ситуацій зокрема, залежить від технологічного узгодження роботи транспорту, виробничих підприємств і споживачів продукції галузей матеріального виробництва. Автомобільний та залізничний транспорти є сполучною ланкою між відправниками, іншими видами транспорту і споживачами продукції. Параметри функціонування пасажирського транспорту значною мірою обумовлюють своєчасність доставки населення до місць праці і його продуктивність на основному виробництві. Крім того, з використанням автомобільного й залізничного транспортів вирішуються спеціальні завдання для суспільства – зниження тяжкості наслідків надзвичайних ситуацій: стихійних лих, пожеж, подій з людьми та ін.;

- основними завданнями органів та підрозділів, які експлуатують транспортні засоби (далі – ТЗ) є:

- своєчасне забезпечення підрозділів пожежно-рятувальною, аварійно-рятувальною технікою та іншими ТЗ згідно із встановленими нормами;
- утримання та розвиток матеріально-технічної бази підрозділів Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС України) щодо експлуатації ТЗ;
- керівництво технічною підготовкою водіїв та інших спеціалістів, які здійснюють експлуатацію ТЗ;
- організація належної експлуатації і ремонту ТЗ.

Готовність ТЗ досягається:

- належною експлуатацією згідно з нормативно-технічною документацією та інструкціями заводів-виробників;
- своєчасним та якісним технічним обслуговуванням і ремонтом;

- своєчасним та повним забезпеченням запасними частинами, експлуатаційними матеріалами та майном, а також їх раціональним використанням;
- високим рівнем технічної підготовки водіїв та спеціалістів, що здійснюють експлуатацію ТЗ.

Заходи з забезпечення безпеки:

- Для запобігання травмування водія при вантажних роботах, необхідно щоб водій покинув кабіну й відійшов від неї на безпечну відстань. Водій повинен знаходитися поза зоною дії вантажного механізму НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт»;
- стропальники, які виконують роботу з застосуванням крану, під час вантажно-розвантажувальних робіт мають знати та виконувати встановлену систему звукової та знакової сигналізації;
- на місці виконання вантажно-розвантажувальних робіт мають бути схеми стропування та перелік вантажів з вказівкою їх маси;
- для запобігання ДТП необхідно перед виїздом транспортного засобу провести технічний огляд, водій повинен пройти медичний огляд та з ним повинні провести інструктаж з правил дорожнього руху та небезпек які можуть виникнути під час перевезень на даному маршруті відповідно НПАОП «Правила охорони праці на автомобільному транспорті»;
- для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту. ДСТУ 7237:2011. «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту»;
- для запобігання падіння вантажу, необхідно повіряти стропи, траверси, гаки кранів. При завантаженні вантажу необхідно проводити звірку ваги вантажу з номіналом підймання кранами. На кожній упаковці виробів є бирка з визначенням його ваги. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання»;

- для запобігання травмування на накопичувальному майданчику та кузові автомобіля, необхідно строго дотримуватися правил технологічної карти розміщення вантажу на накопичувальному майданчику та кузові автомобіля;

- задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці:

- для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення». Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700;

- для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом. А в теплу пору від перегріву – легкий одяг та мінеральну воду відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту»;

- для запобігання переохолодження робітників в холодну погоду необхідно виділення теплого одягу відповідно Наказу № 62 від 12.05.2009 «Норми спец одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту».

Додаток В

У відповідності до вихідних даних, які були заміряні в лабораторії, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища, час їх дії до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн.}$ бали	Клас умов праці	X_i , бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	30,0	7	23,5-26,4	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	100	7	200	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	107	4	50	—	3.4	2
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	240	6	290	0,62	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	62000	6	40000	1,16		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	84	6	75	0,84		
Тривалість робочого дня, $год.$	17	17	8	0,11		

Відповідно до додатків методичних вказівок [11], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 240 $Вт$ та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1а.

З додатків [11], відповідно до категорії робіт 1а, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти

$X_{визн}$ та вносять їх значення до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [11]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 7}{7} = 4$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

а.) Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{240 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,62;$$

б.) Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{62000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,16;$$

в.) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{84 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,84;$$

г.) Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{7 \cdot 7 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,11;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [11] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 100$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [11] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 107$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [11] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [11]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,62 + 1,16 + 0,84 + 0,11 = 2,74$$

З таблиці 7.3 [11] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,74$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2).

Загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та

показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 7 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [11]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 4}{8} = 2$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 2$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [11]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 2 + 2 = 9$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 9$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків

робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [25]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 1а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 21,0-23,4°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 140 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [11], у розмірі 20%.