

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

автомобілів

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності роботи пункту перевантаження  
контейнерів

Виконала: студентка 4 курсу, групи МНз

спеціальності

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Лисак В.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.  
(прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ р.  
(підпис)

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**  
(назва освітнього ступеня)  
за спеціальністю **275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)**  
(шифр і назва спеціальності)  
студентці **Лисак Вікторії Олександрівні**  
(прізвище, ім'я, по батькові)  
1. Тема роботи **Підвищення ефективності роботи пункту перевантаження  
контейнерів**

Керівник роботи **Сташків Микола Ярославович, к.т.н., доцент**  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «05» 04 2024 року № 4/7-296

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи

*Характеристика контейнерного пункту; типи контейнерів; технічна характеристика кранів; ширина майданчика для контейнерів середньої та великої вантажопідйомності; обсяги роботи контейнерних пунктів.*

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

*Реферат. Вступ. 1. Аналіз об'єкту дослідження (загальна характеристика контейнерного пункту; визначення розрахункових добових розмірів навантаження та вивантаження контейнерів; визначення добових вагопотоків із контейнерами). 2. Заходи із вдосконалення транспортного процесу (розрахунок площі та основних розмірів контейнерних майданчиків; розрахунок числа вантажно-розвантажувальних машин планування контейнерного пункту; визначення переробної здатності контейнерних майданчиків; контактний графік роботи контейнерного пункту; визначення кількості заїздів автомобілів на конкретний майданчик; визначення та аналіз показників роботи контейнерного майданчика.*

*3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.*

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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз об'єкту дослідження</i>	<i>До 13.05.24</i>	
2.	<i>Заходи із вдосконалення транспортного процесу</i>	<i>До 22.05.24</i>	
3.	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>До 28.05.24</i>	
	<i>Загальні висновки, презентація</i>	<i>До 04.06.24</i>	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Лисак В.О.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Сташків М.Я.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

*Мета роботи* - включає в себе вивчення методик розрахунку потоків контейнерів, оптимізацію розмірів та оснащення контейнерних майданчиків, а також підвищення їхньої переробної здатності.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз контейнерного пункту, де розглядається ряд аспектів, що впливають на ефективність його роботи. Вступна частина підкреслює важливість дослідження у контексті сучасних логістичних вимог та зростаючої ролі контейнерних перевезень.

Основна увага приділяється детальному опису функцій і структури контейнерного пункту, де аналізуються добові потоки навантаження та розвантаження, а також вагопотоки із контейнерами. Це дає можливість розробити міри щодо вдосконалення транспортного процесу, включно з плануванням майданчиків, оптимізацією використання площі, спеціалізацією обладнання та контролем заїздів транспортних засобів.

Також зосереджено увагу на аналізі показників роботи, що дозволяє виявити можливі точки зростання ефективності та запропонувати цілеспрямовані заходи щодо їх покращення.

У роботі висвітлені питання з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

## Зміст

ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	7
1.1 Загальна характеристика контейнерного пункту.....	7
1.2 Визначення розрахункових добових розмірів навантаження та вивантаження контейнерів.....	10
1.3 Визначення добових вагопотоків із контейнерами .....	12
2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ .....	15
2.1 Розрахунок площі та основних розмірів контейнерних майданчиків .....	15
2.2 Розрахунок числа вантажно-розвантажувальних машин.....	25
2.3 Спеціалізація контейнерних площадок.....	28
2.4 Планування контейнерного пункту.....	32
2.5 Визначення переробної здатності контейнерних майданчиків .....	35
2.6 Організація централізованого завезення та вивезення контейнерів зі станції .....	38
2.7 Контактний графік роботи контейнерного пункту.....	46
2.8 Визначення кількості заїздів автомобілів на конкретний майданчик .....	48
2.9 Визначення та аналіз показників роботи контейнерного майданчика .....	55
3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	58
3.1. Обов'язки працівників щодо охорони праці.....	58
3.2 Вимоги до території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд .....	60
Загальні висновки.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	66

## ВСТУП

Контейнерно-транспортна система представляє собою комплексний організаційно-технічний механізм, який функціонує згідно із затвердженими правовими стандартами, впроваджує системні підходи до планування та використовує стандартизовані технологічні процеси для транспортування вантажів через різноманітні види транспорту. Це охоплює управління логістикою вантажів і розробку транспортних маршрутів, що включають залізниці, водні шляхи та автошляхи.

Залізничний транспорт, який зараз є основним фокусом розвитку контейнерних перевезень, виділяється серед інших видів завдяки своїй перспективності та здатності конкурувати з річковим та автомобільним транспортом. Розвиток контейнеризації, тобто перевезення вантажів у стандартизованих контейнерах, стимулює інтеграцію складних механізмів для вантажно-розвантажувальних робіт і сприяє безтарній або спрощеній тарній доставці товарів споживачам. Це підвищує економічну ефективність транспортних схем, посилює безпеку та збереження вантажів під час транспортування. З розвитком цього напрямку зросла необхідність у модернізації рухомого складу, зокрема вагонів, та впровадження новітніх технологій на контейнерних пунктах, включаючи їх автоматизацію для підвищення швидкості та ефективності обробки вантажів.

Контейнерна транспортна система відіграє ключову роль у сучасній логістиці, особливо у контексті розвитку ринкових відносин. Однією з її найважливіших переваг є можливість інтеграції автоматизованих технологій, що сприяє повній механізації вантажно-розвантажувальних процесів. Це не тільки покращує ефективність роботи, але й мінімізує потребу в ручній праці, часто асоційованій з високим ризиком травматизму.

Завдяки упровадженню контейнерів, що переміщуються між різними видами транспорту без необхідності перевантаження вантажів, значно скорочується час доставки від відправника до одержувача. Це також сприяє регулярності доставки, оскільки автоматизовані системи спостереження дозволяють контролювати кожен етап транспортування в реальному часі, гарантуючи високий рівень надійності та оперативності інформації.

Додатково, використання контейнерів сприяє збереженню цілісності вантажів, оскільки ризики їх пошкодження під час транспортування знижуються. Оптимізація логістичних ланцюгів та інтеграція спеціалізованого обладнання для перевезень, перевантаження та зберігання також веде до зниження витрат, підвищення ефективності використання інфраструктури портів, станцій та терміналів, а також забезпечує вантажникам зручність у форматі "від дверей до дверей".

Контейнерна транспортна система є важливим інструментом у сфері міжнародної торгівлі та внутрішніх перевезень, сприяючи зростанню ефективності та зниженню витрат вантажоперевізників у світі, що швидко змінюється.

Ключову роль у контейнерній транспортній системі відіграють контейнерні пункти, які виступають як вузлові центри для виконання ряду технологічних та комерційних операцій, пов'язаних із різними видами транспорту. Ці пункти є місцем, де зосереджуються ключові процеси логістики та управління вантажними потоками.

Основне завдання кваліфікаційної роботи полягає у розробці ефективної системи для великого контейнерного пункту, який орієнтований на централізоване завезення та вивезення контейнерів за допомогою автотранспорту. Мета роботи включає в себе вивчення методик розрахунку потоків контейнерів, оптимізацію розмірів та оснащення контейнерних майданчиків, а також підвищення їхньої переробної здатності.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Загальна характеристика контейнерного пункту

Контейнерний пункт є спеціалізованим місцем на транспортних засобах, таких як залізничні станції, порти чи автомагістралі, а також на підприємствах промисловості, постачання, торгівлі чи сільського господарства. Ці пункти обладнані комплексом технічних засобів та споруд, призначеними для виконання операцій, пов'язаних з прибуттям та відправленням, перевантаженням, а також тимчасовим зберіганням, сортуванням та наданням технічних, комерційних та інших видів обслуговування. Такі пункти необхідні для забезпечення плавного та ефективного руху товарів, що сприяє оптимізації логістичних ланцюгів.

Контейнерний пункт, який має значний обсяг роботи та здатен приймати контейнери від вантажовідправників, видачу їх вантажоодержувачам, а також передачу контейнерів з одного виду транспорту на інший, називається контейнерним терміналом. Ці термінали відіграють ключову роль у глобальній торгівлі, забезпечуючи ефективне перевантаження та розподіл товарів.

Залежно від характеру виконуваних операцій, залізничні контейнерні пункти можуть бути вантажними, вантажно-сортувальними або сортувальними. Це дозволяє адаптувати інфраструктуру під конкретні потреби товароперевізників та оптимізувати витрати на транспортування та обслуговування вантажів.

На вантажних пунктах виконуються операції з місцевими контейнерами, такі як оформлення перевезень, прийом та видача контейнерів з вантажами, доставка завантажених контейнерів до вантажоотримувача,



порожніх – до вантажовідправників, а також їх транспортування на станції. Також проводиться зберігання контейнерів та внутрішньоскладські операції.

На вантажно-сортувальних пунктах, окрім вищезазначених дій, також здійснюється сортування транзитних контейнерів, що включає перевантаження з вагонів на вагони та проміжне зберігання контейнерів на спеціальних площадках.

На сортувальних пунктах виконується лише сортування транзитних контейнерів.

За обсягом робіт пункти обробки контейнерів можна поділити на три категорії, кожна з яких відповідає певному діапазону середньодобового завантаження: малі, де завантаження не перевищує десяти вагонів на день; середні, де цей показник коливається від десяти до тридцяти вагонів; та крупні, де щоденна загрузка перевищує тридцять вагонів. Ця класифікація допомагає визначити потенціал пункту та планувати його ресурси відповідно до потреб логістики.

На вантажних пунктах виконуються операції з місцевими контейнерами, які включають оформлення перевезень, прийом та видача контейнерів з вантажами. Контейнери також доставляються автотранспортом до вантажоотримувачів, а порожні – назад до вантажовідправників. Крім того, здійснюється транспортування контейнерів на станції, їх зберігання та інші внутрішньоскладські операції, що підтримують логістичні ланцюги.

На вантажно-сортувальних пунктах, поряд з загальними операціями, також проводиться сортування транзитних контейнерів, що включає їх перенавантаження з вагонів на вагони та тимчасове зберігання на спеціально обладнаних площадках. Це дозволяє оптимізувати процеси транспортування та мінімізувати затримки у доставці вантажів.

На сортувальних пунктах здійснюється виключно сортування транзитних контейнерів. Це допомагає зосередити ресурси на швидкому та ефективному розподілі транзитних вантажів, що є важливим для підтримання постійного руху в товарних потоках.

За обсягом робіт пункти обробки контейнерів можна поділити на три категорії. Ця класифікація відображає здатність пунктів впоратися з різними обсягами вантажів та дозволяє ефективно розподіляти транспортні потужності. Планування використання пунктів залежно від їх категорії сприяє більш раціональному розміщенню ресурсів та покращенню загальної продуктивності в логістичних операціях. Це допомагає знижувати витрати та підвищувати ефективність управління ланцюгом постачань.

Контейнерні станції забезпечують ефективне ведення вантажних і комерційних операцій з оптимальними витратами часу, згідно з визначеними технологічними стандартами. На таких станціях відбувається комерційний перегляд, технічний контроль, ремонт контейнерів, а також оформлення необхідної документації для вантажів, здійснення інших операцій, що супроводжують транспортно-логістичне обслуговування клієнтів.

Контейнерні станції мають бути оснащені залізничними платформами для перевантаження, дорогами для автотранспорту, обладнанням для підйому вантажів, а також приміщеннями для персоналу, що займається координацією відправлень та приймань. Більші станції також обладнані паркінгами для тягачів та майстернями для проведення ремонтів контейнерів, як планових, так і аварійних.

Щодо моніторингу та аналізу діяльності на контейнерних станціях, імплементовано систему автоматизованого управління. На великих станціях також присутні установки для очищення контейнерів від зимових опадів та ділянки для інспекції вмісту контейнерів при підозрі на порушення інтеграції пломб. Це сприяє збільшенню логістичної ефективності, адаптації до змінних умов вантажоперевезень та підтриманню високого рівня безпеки в процесі транспортування.

## 1.2 Визначення розрахункових добових розмірів навантаження та вивантаження контейнерів

Щоденний потік контейнерів визначається окремо для контейнерів середньої та великої вантажопідйомності за масою-брутто:

$$Q_{доб}^{np(вид)} = \frac{Q_{річ}^{np(вид)} \cdot k_n \cdot \beta_i}{365} \quad (1.1)$$

Коефіцієнт варіації для перевезення вантажів, який часто використовується у логістиці, встановлюється на рівні 1.2. Цей показник відображає нерівномірність  $k_n$  у розподілі вантажних потоків.

Щодо внеску контейнерів певного і-типу, він визначається як процентна частка  $\beta_i$  від загальної маси всіх контейнерів, що входять до логістичного ланцюга.

Аналіз розподілу контейнерів за вантажопідйомністю залучає детальний розгляд трьох категорій:

- контейнери з вантажопідйомністю 3 тонни;
- контейнери з вантажопідйомністю 5 тонн;
- великотоннажні контейнери.

Для кожної категорії проводиться окремий облік, який включає в себе аналіз маси-брутто кожного типу контейнера та їхньої частки у загальному обсязі перевезень.

Розрахунки за прибуттям контейнерів передбачають аналіз наступних параметрів:

- 3-тонні контейнери:  $Q_{доб}^{np} = \frac{70000 \cdot 1,2 \cdot 0,6}{365} = 138 \text{ конт.}$

- 5-тонні контейнери:  $Q_{доб}^{np} = \frac{70000 \cdot 1,2 \cdot 0,4}{365} = 92 \text{ конт.}$
- великотоннажні контейнери:  $Q_{доб}^{np} = \frac{80000 \cdot 1,2 \cdot 1}{365} = 263 \text{ конт.}$

Розрахунок контейнерів за відправленням:

- 3-тонні контейнери:  $Q_{доб}^{від} = \frac{75000 \cdot 1,2 \cdot 0,6}{365} = 148 \text{ конт.}$
- 5-тонні контейнери:  $Q_{доб}^{від} = \frac{75000 \cdot 1,2 \cdot 0,4}{365} = 99 \text{ конт.}$
- великотоннажні контейнери:  $Q_{доб}^{від} = \frac{90000 \cdot 1,2 \cdot 1}{365} = 296 \text{ конт.}$

Умовний контейнер визначається за формулою:

$$Q_{добі(ум)}^{np(від)} = Q_{добі}^{np(від)} \cdot \gamma_i + Q_{добі}^{np(від)} \cdot \gamma_i, \quad (1.2)$$

де  $\gamma_i$  - коефіцієнт переводу фізичних контейнерів в умовні. Цей коефіцієнт дозволяє адаптувати різні типи та розміри контейнерів до стандартної умовної одиниці для спрощення обліку та аналізу вантажних потоків.

$$\gamma_3 = 1; \quad \gamma_5 = 2.$$

Розрахунок наступний:

$$Q_{добі(ум)}^{np} = 138 \cdot 1 + 92 \cdot 2 = 322 \text{ конт.}$$

$$Q_{добі(ум)}^{від} = 148 \cdot 1 + 99 \cdot 2 = 346 \text{ конт.}$$

Розрахунок кількості умовних контейнерів проводиться на основі фізичної кількості контейнерів різного типу, змінюючи їх кількість за допомогою коефіцієнта  $\gamma_i$ . Це дозволяє об'єднати в одну зрозумілу таблицю контейнери різної місткості та призначення, спрощуючи планування логістичних потреб і розподіл ресурсів на транспортних вузлах.

### 1.3 Визначення добових вагопотоків із контейнерами

У сучасних умовах ефективність залізничного транспорту значною мірою залежить від способу перевезення контейнерів. Малотоннажні контейнери зазвичай транспортують на багатоцільових чотирьохвісних платформах або у напіввагонах, що дозволяє забезпечити гнучкість вантажних операцій. З іншого боку, великотоннажні контейнери частіше перевозять за допомогою спеціально переобладнаних платформ або на платформах-контейнеровозах із довгою базою, які були спеціально розроблені для таких цілей. Це дозволяє забезпечити більшу безпеку та стабільність перевезень, оптимізувати логістичні ланцюги та підвищити ефективність використання рухомого складу.

У сфері залізничних перевезень велике значення має детальне відстеження та планування потоків вагонів з контейнерами. Кожен тип контейнера аналізується окремо, що дозволяє точно прогнозувати потреби в рухомому складі та ефективно налаштовувати графіки руху вагонів. Такий методологічний підхід не тільки сприяє підвищенню ефективності та надійності перевезень, але й дозволяє залізничним компаніям оперативно адаптуватися до змін у попиті на транспортні послуги, що в свою чергу підтримує високий рівень обслуговування клієнтів. Ця практика також сприяє оптимізації загальних логістичних процесів та зменшенню часу

простою транспортних засобів.

$$n_{дод}^{np(sid)} = \frac{Q_{дод}^{np(sid)} \cdot \alpha_i}{m_i^k}, \quad (1.3)$$

У процесі залізничних перевезень важливою є роль специфікації вагонів різних типів. Частка  $\alpha_i$  вагонів і-типу, задіяних у перевезенні контейнерів певного класу, відображає стратегію використання рухомого складу для оптимального розміщення контейнерів. Окрім цього, розглядається число умовних одиниць контейнерів  $m_i^k$ , які можуть бути розміщені у кожному вагоні і-типу, що дозволяє ефективно оцінювати вантажопідйомність та об'ємну місткість транспортних засобів. Ці параметри допомагають визначити загальну ефективність транспортування, забезпечують точне планування перевезень та оптимізацію використання вагонного парку з урахуванням специфіки вантажу та маршрутних умов.

Стандартні та комерційні класифікації, такі як СТК та КТК, є ключовими інструментами для залізничних компаній у визначенні вимог до вагонів для різноманітних типів контейнерних перевезень. Ці класифікації не лише спрощують процес вибору відповідних вагонів, але й підтримують стратегічне управління ресурсами залізничних компаній. Вони забезпечують можливість адаптації до різних вантажних потреб, а також допомагають у точному прогнозуванні і використанні транспортних засобів. Важливість цих класифікацій полягає також у тому, що вони вносять значний вклад у покращення загальної ефективності логістичних процесів, оптимізуючи розміщення і розподіл вагонів, що сприяє зменшенню затримок і підвищенню задоволеності клієнтів.

СТК: КТК:

пв  $m_i^k = 10(\text{ум.конт.})$

Виконуємо розрахунок:

$$\text{пл. } n_{\text{доб}}^{\text{np}} = \frac{322 \cdot 0,5}{12} = 13 \text{ (вагонів);}$$

$$n_{\text{доб}}^{\text{від}} = \frac{346 \cdot 0,5}{12} = 14 \text{ (вагонів);}$$

$$\text{спец. } n_{\text{доб}}^{\text{np}} = \frac{263 \cdot 1}{2} = 132 \text{ (вагонів);}$$

$$n_{\text{доб}}^{\text{від}} = \frac{296 \cdot 1}{2} = 148 \text{ (вагонів);}$$

$$\text{пв } n_{\text{доб}}^{\text{np}} = \frac{322 \cdot 0,5}{10} = 16 \text{ (вагонів);}$$

$$n_{\text{доб}}^{\text{від}} = \frac{346 \cdot 0,5}{10} = 17 \text{ (вагонів).}$$

У таблицю 1.1 зводимо усі виконані розрахунки середньодобових об'ємів контейнерного пункту.

Таблиця 1.1 - Обсяги роботи контейнерного пункту

Типи контейнерів	Контейнеропотоки						В тому числі вагонів					
	Qгод, тис. конт/год		Qдоб, конт/доб		Qдоб, ум. од/доб		Навантаження			Розвантаження		
	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	Розвантаження	Навантаження	напіввагони	платформи	Спеціальні платформи	напіввагони	платформи	Спеціальні платформи
середньотоннажні: масою бруто 3 т	42	45	138	148	322	346	17	14		16	13	
5 т	28	30	92	99					-			-
великотоннажні	80	90	263	296	263	296	-	-	148	-	-	132
Всього	150	165	493	543	585	642	17	14	148	16	13	132

## 2. ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1 Розрахунок площі та основних розмірів контейнерних майданчиків

Контейнерний пункт складається з окремих ділянок, які призначені для обробки контейнерів середньої та великої тоннажності. Розрахунок кількості таких ділянок та їхніх розмірів здійснюється виходячи з необхідної потужності для кожного класу контейнерів окремо.

Ємність ділянки для контейнерів визначається за формулою:

$$E_{кни} = a \cdot \left[ \varphi_o \cdot Q_{дооб}^{ом} \cdot t_{зб}^{сид} + \varphi_с \cdot Q_{дооб}^{нр} \cdot t_{зб}^{нр} + 0,03 \cdot (Q_{дооб}^{нр} + Q_{дооб}^{сид}) \cdot t_{рем} \right] \text{конт.} - \text{місць} \quad (2.1)$$

де  $a$  кількість місць, що визначається виходячи з загального об'єму контейнерних операцій, які необхідно обробити на цій площадці, а стандартна площа одного місця залежить від типу контейнерів, які будуть там розміщуватися.

Крім цього, при проектуванні контейнерних пунктів враховуються такі параметри, як тип контейнерів, їхня частота обігу та специфіка перевезень. Також важливим є забезпечення доступності та ефективності транспортних зв'язків для оптимізації логістичних ланцюгів, що включає належне планування в'їздів/виїздів та зон навантаження/розвантаження. Застосування сучасних технологій для автоматизації процесів може значно підвищити продуктивність та зменшити час обробки контейнерів на таких пунктах.



Використовується коефіцієнт 1,15 для компенсації нерівномірності  $a$  завантаження або вивантаження контейнерів.

Застосовується коефіцієнт 0,9 для відображення зменшення доступного простору на платформі під час безпосереднього перевантаження контейнерів з автомобіля на вагон  $\varphi_o$ .

Використовується коефіцієнт 0,85 для врахування зменшення місткості платформи при прямому перевантаженні контейнерів з вагона у автомобіль  $\varphi_v$ .

Нормативні строки зберігання контейнерів  $t_{зб}$  необхідно встановити конкретні часові рамки залежно від умов зберігання та типу контейнерів.

Ремонт контейнера  $t_{рем}$  займає 1 добу.

Додатково, для забезпечення безпеки та ефективності операцій, необхідно регулярно перевіряти технічний стан обладнання, що використовується для перевантаження, а також проводити навчання персоналу з правил безпечного поводження з контейнерами.

Виконуємо розрахунок контейнерної площадки для СТК:

$$E_{кп}^{СТК} = 1,15 \cdot [0,9 \cdot 346 \cdot 1 + 0,85 \cdot 322 \cdot 1,5 + 0,03 \cdot (346 + 322) \cdot 1] = 853,29 \text{ (конт - місце)}$$

Аналогічно розраховуємо площадку для КТК:

$$E_{кп}^{КТК} = 1,15 \cdot [0,9 \cdot 296 \cdot 1 + 0,85 \cdot 263 \cdot 1,5 + 0,03 \cdot (263 + 296) \cdot 1] = 711,27 \text{ (конт - місце)}$$

На підставі обчисленої ємності контейнерних майданчиків визначається необхідна площа. Загальна площа контейнерного майданчика розраховується наступним чином:

$$F_{кп}^{заг} = F_{кп}^{кор} + F_{кп}^{дод}, \text{ м}^2 \quad (2.2)$$

де  $F_{кп}^{кор}$  - площа, яка призначена для розміщення визначеної кількості контейнерних місць та проходів;

$F_{кп}^{доо}$  - додаткова площа, необхідна для технічного обслуговування та поточного ремонту контейнерів.

Ефективна площа контейнерної площадки визначається за формулою:

$$F_{кп}^{кор} = E_{кп} \cdot f \cdot k_{пр}, \text{ м}^2 \quad (2.3)$$

де  $f$  – площа стандартного контейнера,  $f_{3} = 2,78 \text{ м}^2$ ,  $f_{24} = 14,77 \text{ м}^2$ ;

$k_{пр}$  – коефіцієнт, який враховує збільшення площі для проходів та проїздів, залежить від планування майданчика, обраного типу техніки для переміщення вантажів (ПРМ) і типу контейнерів; для стандартних контейнерних терміналів (СТК), для контейнерних транзитних комплексів (КТК).

Додатково, при плануванні площадки слід враховувати потреби у вільному доступі до кожного контейнера для забезпечення оперативності робіт і безпеки зберігання.

Виконуємо розрахунок корисної площі для СТК

$$F_{кп}^{кор} = 853,29 \cdot 2,78 \cdot 1,4 = 3321, \text{ м}^2.$$

Аналогічно розраховуємо корисну площу для КТК

$$F_{кп}^{кор} = 711,27 \cdot 14,77 \cdot 1,2 = 12606,55, \text{ м}^2.$$

За наступною формулою визначаємо додаткову площу контейнерної площадки:

$$F_{доо} = 0,15 \cdot F_{кп}^{кор}, \text{ м}^2. \quad (2.4)$$

Далі виконуємо розрахунок додаткової площі для СТК

$$F_{\text{дод}} = 0,15 \cdot 3321 = 498,15, \text{ м}^2.$$

Аналогічно для КТК

$$F_{\text{дод}} = 0,15 \cdot 12606,55 = 1890,98, \text{ м}^2.$$

Після цього знаходимо загальну площу контейнерних площадок:

Для СТК вона становитиме

$$F_{\text{кп}}^{\text{заг}} = 3321 + 498,15 = 3819,15, \text{ м}^2.$$

Також буде наступною для стандартних контейнерних терміналів

$$F_{\text{кп}}^{\text{заг}} = 12606,55 + 1890,98 = 14497,53, \text{ м}^2.$$

За формулою 2.5 можна визначити корисну довжину контейнерної площадки. Ця формула дозволяє розрахувати необхідну довжину для оптимального розташування контейнерів, враховуючи не лише їх розміри, але й зручність обслуговування. Крім того, при розрахунках варто враховувати можливі зміни в плануванні та додаткові вимоги, такі як розширення майданчика або впровадження нових технологій перевантаження.

$$L_{\text{кп}}^{\text{кор}} = \frac{F_{\text{кп}}^{\text{заг}}}{B_{\text{кор}}}, \text{ м} \quad (2.5)$$

Корисна ширина майданчика, на якій розміщують контейнери, залежить від типу техніки для переміщення вантажів (ПРМ), а також від

розташування залізничних колій (всередині або поза зоною охоплення крана), і вимірюється в метрах.

Для визначення необхідної ширини майданчика потрібно:

1. Вибрати відповідний тип ПРМ, який буде використовуватись для обробки конкретного типу контейнерів.

2. Вказати технічні характеристики обраного ПРМ, такі як:

- радіус дії крана;
- габарити контейнерів;
- необхідний простір для маневрування;
- врахування місця для додаткових операцій та обслуговування техніки.

Ці параметри дозволять визначити оптимальну ширину майданчика, що забезпечить безпечну та ефективну роботу з контейнерами, враховуючи всі технологічні вимоги та умови експлуатації.

Додатково, слід звернути увагу на оптимізацію простору залежно від частоти обігу контейнерів та їх розмірів. Корисна ширина майданчика повинна бути адаптована так, щоб мінімізувати зайве переміщення техніки та забезпечити легкий доступ до контейнерів для їх швидкого навантаження та розвантаження.

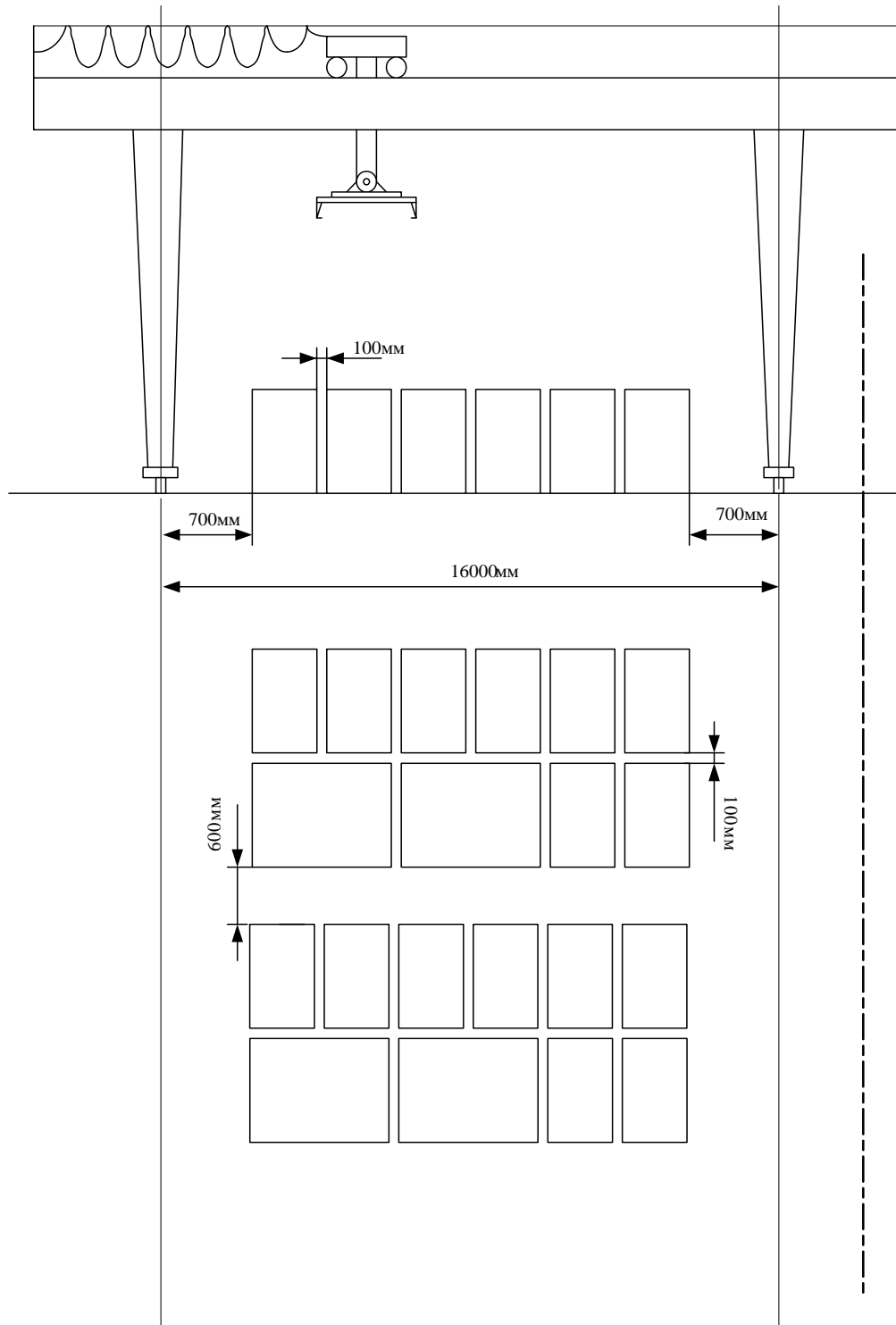


Рисунок 2.1 - Поперечний розріз контейнерного майданчика для СТК із козловим краном прольотом 16 м.

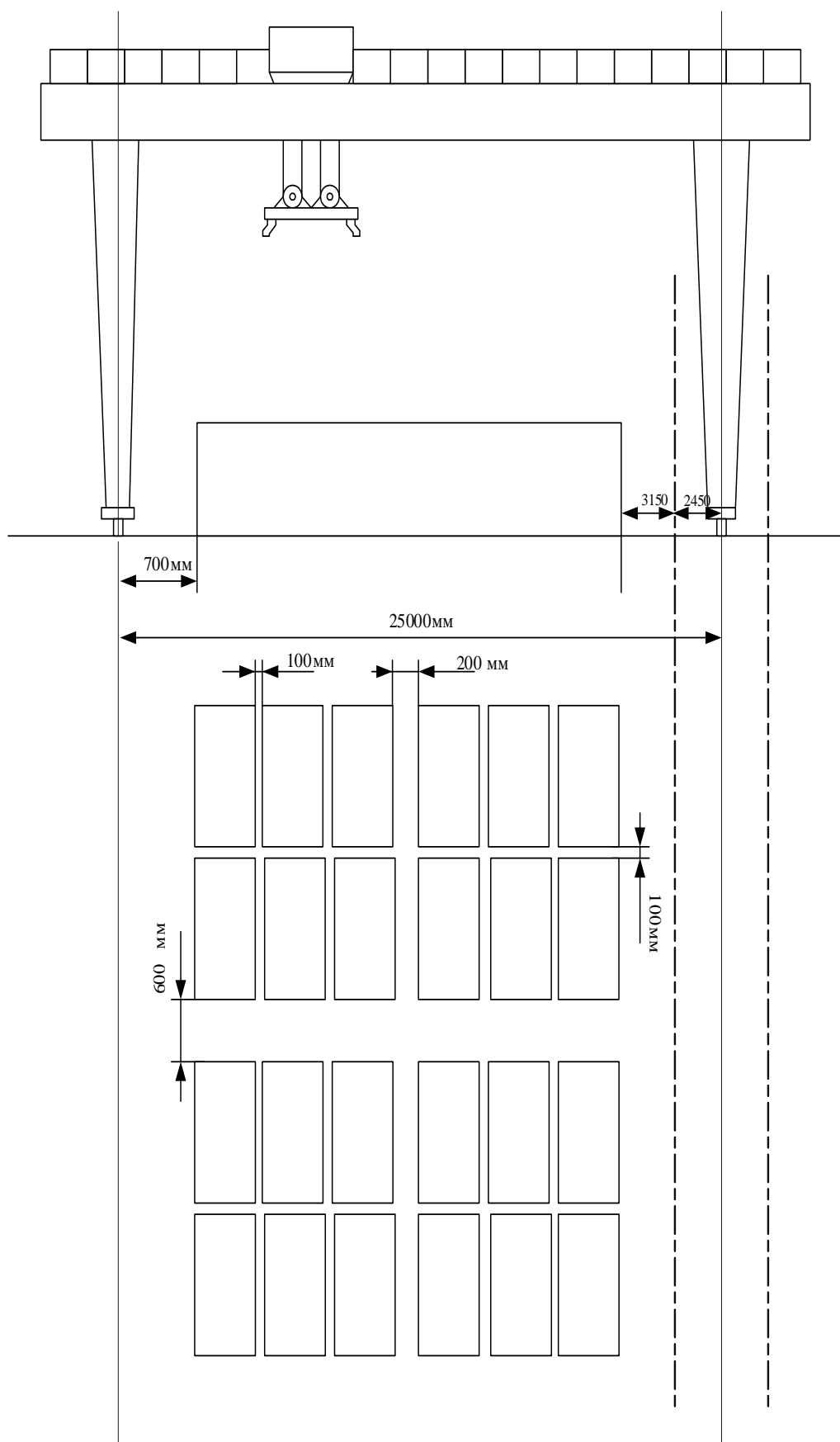


Рисунок 2.2 - Поперечний розріз контейнерного майданчика для КТК із козловим краном прольотом 32 м.

Для того щоб перевантажити середньотонажні контейнери приймаємо козловий кран КК-6, а для перевантаження великотонажних контейнерів застосовуємо козлові крани КК-32.



Рисунок 2.3 - Козловий кран КК-6



Рисунок 2.4 - Козловий кран КК-32

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики кранів КК-6 та КК-32

Параметри	КК-6	КК-32
Вантажопідйомність, т:		
повна	6	32
на захопленні	5	-
Проліт, м	16	25
База, м	7,8	14
Робочий виліт консолей, м	4,5/4,5	-
Висота підйому вантажу, м	9	11
Швидкість, м/хв:		
підйому	20/5	7,5
пересування візка	50/10	80
пересування крана	100/10	60
Встановлена потужність електродвигунів, кВт	51,4	219
Маса крана, т	35	86

Оптимальна ширина майданчика для контейнерів середньої вантажопідйомності становить 14,6 метри, тоді як для контейнерів з великою вантажопідйомністю вона повинна бути близько 18,7 метри. Це забезпечує достатній простір для безпечного та ефективного руху вантажної техніки та зменшує ризик пошкодження контейнерів під час маневрування. Також ці параметри сприяють оптимізації логістичних процесів на території складських та виробничих комплексів.

Виконуємо розрахунок довжини для СТК:

$$L_{кп}^{кор} = \frac{3819,15}{14,6} = 261,59 \text{ м.}$$

Аналогічно для КТК



$$L_{кп}^{пол} = \frac{14497,53}{18,7} = 775,27 \text{ м.}$$

Оскільки довжина майданчиків для великотоннажних контейнерів (КТК) перевищує 300 м, спроектовано один майданчик для середньотоннажних контейнерів (СТК) довжиною 261,59 м та три майданчики для КТК, кожен з яких матиме довжину 258,42 м.

Кожен майданчик буде обладнаний зоною для ремонту кранів, яка займе 20 м, та протипожежними розривами довжиною 5 м на кожні 100 м. Крім того, загальна довжина кожного майданчика збільшується на довжину бази крана. Таким чином, довжина майданчиків для обробки контейнерів у СТК та КТК буде становити 300 метрів. Контейнерні майданчики повинні бути кратними 5 метрам. Результати обчислень наведені у таблиці 2.2.

Додатково, на кожному майданчику буде передбачено достатньо місця для маневрування транспортних засобів, що сприятиме підвищенню ефективності робочих процесів. Це враховує потребу у швидкому доступі до контейнерів для їх навантаження, розвантаження та тимчасового зберігання.

Спроектвані майданчики відповідатимуть усім необхідним вимогам безпеки та ефективності, забезпечуючи оптимальні умови для роботи з контейнерами різних типів.

Таблиця 2.2 - Характеристика контейнерного терміналу

Клас контейнерів	Добовий контейнеропотік, ум. од/добу, конт/добу		Ек, конт-місце	$F_{кп}^{заг}$ , м <sup>2</sup>	Lкр, м	Вкор, м	$L_{заг}^{кп}$ , м
	$Q_{доб}^{пр}$	$Q_{доб}^{від}$					
Середньотоннажні (КК-6; кпр = 1,4)	322	346	853,29	3819,15	16	14,6	1×300
Крупнотоннажні (КК-32; кпр = 1,2)	263	296	711,27	14497,53	32	18,7	3×300

## 2.2 Розрахунок числа вантажно-розвантажувальних машин

Кількість техніки для переміщення вантажів (ПРМ) визначається з урахуванням річних обсягів контейнерних потоків у фізичних одиницях та стандартів продуктивності, відповідно до Європейських норм виробництва (ЄНВ). Розрахунки рекомендується виконувати окремо для залізничних та автомобільних вантажних фронтів з точністю до десятих. Загальна кількість ПРМ на контейнерному майданчику повинна бути округлена до найближчого цілого числа у більшу сторону.

Для оптимізації роботи майданчика необхідно враховувати частоту використання та обслуговування кожного типу ПРМ, оскільки це впливає на загальну ефективність та вартість експлуатації. Планування розміщення ПРМ повинно передбачати можливість швидкої адаптації до змін у контейнерних потоках, що забезпечить надійність та гнучкість вантажних операцій.

Крім того, слід враховувати можливі пікові навантаження та сезонні коливання у контейнеропотоках, що може вимагати тимчасове збільшення кількості ПРМ або коригування робочих графіків. Таким чином, правильне планування та розподіл техніки на майданчику дозволить підтримувати високу продуктивність і ефективність операцій протягом усього року.

$$M_{зд}^{стк(кпк)} = \frac{Q_{год}^{np} \cdot (2 - \alpha_n^{np}) \cdot k_d \cdot k_n}{n_{зм} \cdot H_{вир} \cdot (365 - T_{рем})}, \quad (2.6)$$

$$M_{авт}^{стк(кпк)} = \frac{Q_{год}^{sid} \cdot (2 - \alpha_n^{sid}) \cdot k_d \cdot k_n \cdot 7}{(365 - T_{рем}) \cdot T_{авт} \cdot H_{вир}}, \quad (2.7)$$

У контексті експлуатації перевантажувальної рухомої механізації (ПРМ) важливі наступні параметри:

Коефіцієнти  $\alpha_n^{np}$ ,  $\alpha_n^{sid}$ , які визначають ефективність прямого перевантаження вантажів між залізничними вагонами та автотранспортом, змінюються в діапазоні від 0,1 до 0,3. Це демонструє варіативність в складності та часових витратах, пов'язаних із цими логістичними операціями.

Додатковий коефіцієнт 1,2 враховує додаткові операції, які можуть супроводжувати процес перевантаження  $k_\delta$ .

Тривалість простою машин та устаткування для перевантаження (ПРМ) через ремонти та технічне обслуговування складає приблизно 20 діб на рік, що вимагає планування обслуговування та заміни устаткування для мінімізації затримок у вантажних операціях  $T_{рем}$ .

Продуктивність праці за зміну встановлена відповідно до Європейських стандартів виробництва (ЄНВ). Нормативна кількість змін на добу для обслуговування залізничного фронту встановлена на рівні 2, що спрямовано на оптимізацію використання ресурсів та підтримання потоків вантажів. Також враховується тривалість робочого часу ПРМ для обслуговування автомобільного вантажного фронту.

Під час планування роботи ПРМ, важливо аналізувати потенційні пікові навантаження або зміни у вантажопотоках, що можуть потребувати збільшення кількості обладнання для перевантаження або адаптації робочих графіків, щоб забезпечити ефективне та безперебійне функціонування. Результати цих розрахунків допомагають зрозуміти потреби в ресурсах та визначити оптимальні параметри експлуатації обладнання, представлені у таблиці 2.3 для наочності аналізу.

Таблиця 2.3 - Розрахунок числа ПРМ

Клас контейнерів	Тип ПРМ	Річний обсяг, тис. конт/рік		Нвир, конт/зм	пзм, зм	Тавт, год	М, од
		$Q_{річ}^{np}$	$Q_{річ}^{від}$				
Середньотоннажні: на залізничному ВФ	КК-6	70	75	151	2	-	1,74
на автомобільному ВФ	КК-6	70	75	151	-	8	3,08
Всього:							5
Великотоннажні: на залізничному ВФ	КК-32	80	90	67	2	-	4,49
на автомобільному ВФ	КК-32	80	90	67	-	8	8,34
Всього:							14

Розрахований добовий потік контейнерів, потік вагонів та загальна корисна довжина контейнерних майданчиків розподіляються пропорційно до кількості діючих на них вантажно-розвантажувальних машин.

Додатково, планування роботи майданчиків має враховувати часові затримки та можливості для оптимізації ефективності використання машин. Рациональне розміщення машин на майданчику може значно покращити загальну продуктивність та скоротити час очікування вантажів. Важливо також забезпечити достатній простір для безпечного маневрування та зберігання контейнерів на кожному майданчику.

$$Q_{нл}^{np(від)} = \frac{Q_{доб}^{np(від)} \cdot M_{нл}}{M_{заг}}, \quad (2.8)$$

$$n_{нл}^{np(від)} = \frac{n_{доб}^{np(від)} \cdot M_{нл}}{M_{заг}}. \quad (2.9)$$

Після цього визначаємо довжину фронту кожної площадки:

$$L_{\text{эф}} = \frac{L_{\text{заг}}^{nl} - 20}{\sum \alpha_i \cdot l_{\text{вагі}}}, \text{ ваг}, \quad (2.10)$$

Звідки  $l_{\text{вагі}}$  довжина вагона певного типу, м.

Таблиця 2.4 - Характеристика оснащення контейнерних майданчиків

Клас контейнера	№ майданчиків	Добовий потік				Технічна характеристика			
		$Q_{nl}^{np}$ , конт/доб	$Q_{nl}^{sid}$ , конт/доб	$n_{nl}^{np}$ , ваг/доб	$n_{nl}^{sid}$ , ваг/доб	число ПРМ	ємність, ум. од.	загальна довжина, м	довжина ВФ, ваг.
СТК	1	322	346	29	31	5	853,29	300	20
КТК	2	94	106	47	53	5	254,03	300	19
	3	94	106	47	53	5	254,03	300	19
	4	75	84	38	42	4	203,21	300	19
Всього КТК:		263	296	132	148	14	711,27	900	57

### 2.3 Спеціалізація контейнерних площадок

Важливою частиною організації транспортних вузлів є створення двох ключових зон: вантажний сектор на території вантажного терміналу та сортувальний сектор на головній сортувальній станції. Це стає особливо актуальним, коли щоденні обсяги сортування транзитних контейнерів досягають або перевищують 300 одиниць, тоді як місцеві вантажі не перевищують цю кількість.

Контейнерні оперативні пункти на таких транспортних вузлах можуть містити одну або декілька контейнерних площадок. У випадку, коли існує

більше однієї площадки, вони організовані за принципом спеціалізації для оптимального обслуговування контейнерів, що курсують до певних залізничних доріг чи напрямків.

Кожна контейнерна площадка структурована на сектори, кожен з яких містить дві контейнерні позиції. Ці сектори розміщені у поперечному напрямку на площадці і мають індивідуальні порядкові номери. Також сектори групуються в спеціалізовані зони, призначені для відправлення, прибуття, або проміжних маршрутних операцій, що забезпечує чітку організацію і ефективне управління вантажними потоками. Такий підхід сприяє збільшенню продуктивності та зменшенню часу на обробку вантажів, що критично важливо для великих транспортних вузлів.

Ефективне адміністрування та стратегічне планування на контейнерних терміналах може включати впровадження сучасних автоматизованих систем управління. Такі системи сприяють точному моніторингу місцезнаходження контейнерів та вдосконаленню логістичних операцій. Окрім технологічних нововведень, надзвичайно важливим є встановлення ефективних заходів безпеки і систем контролю доступу для запобігання несанкціонованому втручанню та забезпечення збереження вантажів.

На контейнерних площадках зазвичай існує чітке регулювання розташування контейнерів, щоб запобігти відкриванню дверей ззовні, тим самим забезпечуючи додатковий рівень безпеки. Водночас, на територіях, що функціонують цілодобово і мають огорожені проходи, контейнери можуть бути розташовані дверима назовні, що полегшує доступ для навантаження та розвантаження. Простір між контейнерами в секторах може бути близько 100 мм, тоді як ширина проходів між секторами зазвичай становить приблизно 600 мм, що оптимізує простір для переміщення і забезпечує ефективність вантажно-розвантажувальних операцій.

На територіях, де відбувається обробка місцевих контейнерів, оптимізація логістики вимагає стратегічного розміщення ділянок для прибуття та відправлення. Рекомендується організувати ці зони паралельно

до основного вантажно-розвантажувального фронту, що сприяє максимізації кількості подвійних операцій. Таким чином, ділянка розташована близько до залізничних колій використовується для експедиції контейнерів, тоді як та, яка розташована ближче до дорожнього проїзду, призначена для прийому прибулих контейнерів. Секції на ділянках для відправлення систематизуються відповідно до станцій призначення та географічних напрямків, що дозволяє забезпечити ефективність формування вагонів.

Для посилення безпеки на таких майданчиках, встановлення систем відеоспостереження і контролю доступу є важливим кроком. Це не тільки сприяє моніторингу вантажно-розвантажувальних процесів, але й важливо для запобігання несанкціонованому доступу. Такі заходи забезпечують високий рівень контролю за діяльністю на території та допомагають уникнути потенційних порушень безпеки.

На контейнерних вантажосортувальних майданчиках ефективно організувати ділянку для транзитних контейнерів поблизу залізничних колій. Це сприяє зменшенню відстаней, які долає транспортне обладнання, таке як тельфери або візки, оптимізуючи тим самим час пересування і знижуючи затрати на логістику.

Концентрація контейнерних місць за спеціалізацією плану є корисною на тих майданчиках, де навантаження місцевих контейнерів перевищує обсяги транзитних. Така стратегія дозволяє створити "ядра" активності, що сприяє ефективнішому розміщенню і обробці контейнерів.

У ситуаціях, коли контейнерна площадка має обмежені розміри або відносно малий потік контейнерів на окремі напрямки, може бути корисним застосування гнучкого підходу до спеціалізації секцій, змінюючи їх призначення в залежності від потреби, згідно з оперативними планами постачання.

Для поліпшення логістики на таких майданчиках критично важливим є введення систем моніторингу та управління вантажними потоками. Це дозволить оперативно реагувати на зміни в обсягах і напрямках

вантажоперевезень, що забезпечить максимально ефективно використання доступного простору та ресурсів.

На контейнерних терміналах не слід створювати відокремлені секції для контейнерів, призначених для подальшої доставки у міські райони або безпосередньо одержувачам, без чіткого визначення їхнього призначення. Такий підхід може призвести до неефективності, оскільки зазвичай потрібно проводити додаткове переміщення контейнера, що подвоює кількість операцій.

На територіях, де це дозволяють умови, на контейнерних площадках варто відвести окремі зони для зберігання порожніх або несправних контейнерів. Для зручності орієнтації на території майданчика біля в'їздів слід встановлювати інформаційні знаки та вказівники.

З метою підвищення продуктивності роботи контейнерних пунктів, критично важливо ввести систему електронної реєстрації та відстеження контейнерів. Така система значно зменшує час, необхідний для обробки вантажів, та покращує загальну організацію і координацію на терміналі, що в свою чергу знижує ймовірність помилок та затримок у доставці.

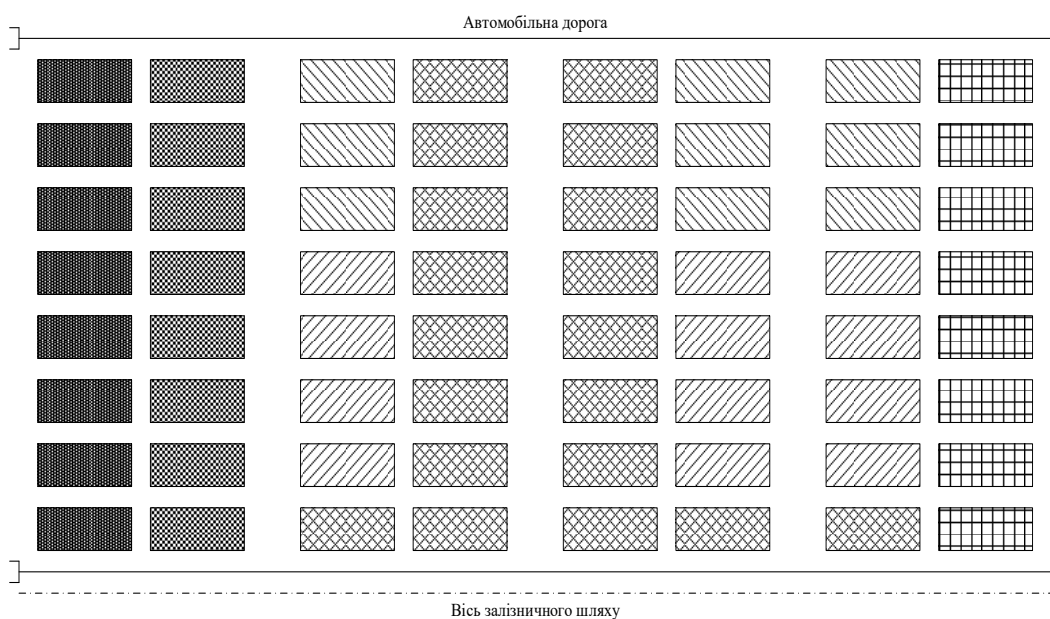
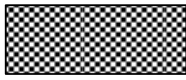


Рисунок 2.5 - Спеціалізація контейнеро-місць

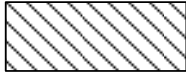




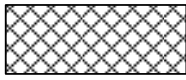
- контейнери, що підлягають ремонту;



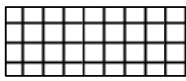
- порожні контейнери;



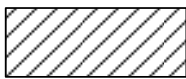
- місцеві контейнери, що підлягають вивезенню автотранспортом;



- транзитні контейнери;



- склад тимчасового зберігання (СТЗ)



- місцеві контейнери, що підлягають відправленню залізницею.

## 2.4 Планування контейнерного пункту

Термінал для контейнерних перевезень має бути укомплектований широким спектром технічних засобів. Це включає проїзди для автотранспорту, шляхи для залізничних вантажних операцій, обладнання для підняття вантажів, місця для паркування трейлерів, а також адміністративні та побутові простори.

Такі термінали поділяють на перехідні та кінцеві. Перехідні термінали вирізняються тим, що їхні вантажно-розвантажувальні шляхи розташовані або паралельно, або послідовно стосовно основних залізничних колій, що сприяє неперервному руху вантажів. На відміну від них, кінцеві термінали мають вантажні шляхи, що здебільшого йдуть паралельно до основних колій, що обмежує можливість прямого проходження через них, але це може бути вигідно для обробки менших обсягів вантажів.

Крім того, контейнерний пункт повинен мати достатню інфраструктуру для забезпечення зручного доступу та маневрування транспортних засобів, а також відповідати вимогам безпеки і комфорту для персоналу. Це включає наявність просторих стоянок для напівпричепів, добре облаштованих службових та побутових приміщень для працівників, а також системи безпеки та контролю для запобігання несанкціонованому доступу та забезпечення безпечного зберігання контейнерів.

Таким чином, правильно спланований контейнерний пункт з урахуванням всіх необхідних технічних і функціональних вимог забезпечить ефективне та безперебійне виконання вантажно-розвантажувальних робіт, підвищуючи загальну продуктивність і безпеку операцій.

Основна мета при розробці оптимальної схеми планування полягає в максимально ефективному використанні площі, доступної під дію прольоту мостових кранів або радіусу дії стрілових кранів, з мінімізацією просторових втрат. Найчастіше використовується поперечне планування складу, де проходи для вантажоотримувачів розміщені перпендикулярно до головної осі майданчика.

Ця схема дозволяє оптимізувати доступ кранів до вантажів, поліпшує організацію складського простору та забезпечує більш раціональне розміщення вантажів. Важливим є також урахування типу кранів та їхньої продуктивності, що може вплинути на розміщення проходів та загальну конфігурацію складу.

Додатково, планування має враховувати можливість легкого доступу та виходу для транспортних засобів, а також ефективне зонування для різних видів вантажів. Впровадження інноваційних технологічних рішень, таких як автоматизовані системи управління складом, може додатково підвищити ефективність роботи складського комплексу, знижуючи час на обробку вантажів та покращуючи загальну продуктивність.

На території майданчика передбачені протипожежні розриви кожні 100 метрів, а також поперечні заїзди для автомобілів: через кожні 19 метрів при

використанні мостових кранів та через кожні 40-44 метри при експлуатації кранів на залізничному ході. Ширина цих розривів та проїздів зазвичай становить від 4,5 до 5 метрів, а довжина - 7,5 метрів. Покриття майданчиків може бути виконане з асфальту або асфальтобетону, що забезпечує довговічність та стійкість до навантажень.

Для забезпечення належного водовідведення, по боках майданчика облаштовані дренажні канали, які слугують для відведення дощових та талих вод. Поздовжній ухил покриття майданчика допускається в межах від 0,4 до 0,6 ‰, що сприяє ефективному стоку води та запобігає її застою.

Ці конструктивні рішення забезпечують не лише функціональність та безпеку роботи на майданчику, але й допомагають підтримувати порядок та ефективність логістичних операцій. Крім того, правильно сплановані заходи безпеки, такі як протипожежні розриви, забезпечують додатковий захист від можливих аварійних ситуацій.

Покриття площадок для обробки великотоннажних контейнерів (КТК) повинне бути виконане з цементобетону і мати мінімальний ухил. При розміщенні контейнера різниця рівнів кутових фітингів не повинна перевищувати 20 мм, що є критичним для безпечної роботи зі спредерами.

Рух автотранспорту на території контейнерних пунктів має бути організованим безперервно. Автопроїзди не повинні перетинатися на одному рівні з залізничними коліями, щоб уникнути конфліктів і забезпечити безпеку транспортування.

Контейнерні пункти мають розташовуватися поруч зі станцією з боку сортувальних пристроїв. Поруч з основними з'єднувальними шляхами раціонально облаштувати додаткові виставкові колії, які можуть вміщати до 50% складу контейнерного поїзда, що сприяє оптимізації логістики та зменшенню часу на обробку вантажів.

Наочне представлення схеми контейнерного пункту наведено на рисунку 2.6, де можна побачити детальне розташування всіх елементів

інфраструктури, включно з коліями, проїздами та зонами для контейнерів. Це забезпечує чітке уявлення про організацію робочого простору.

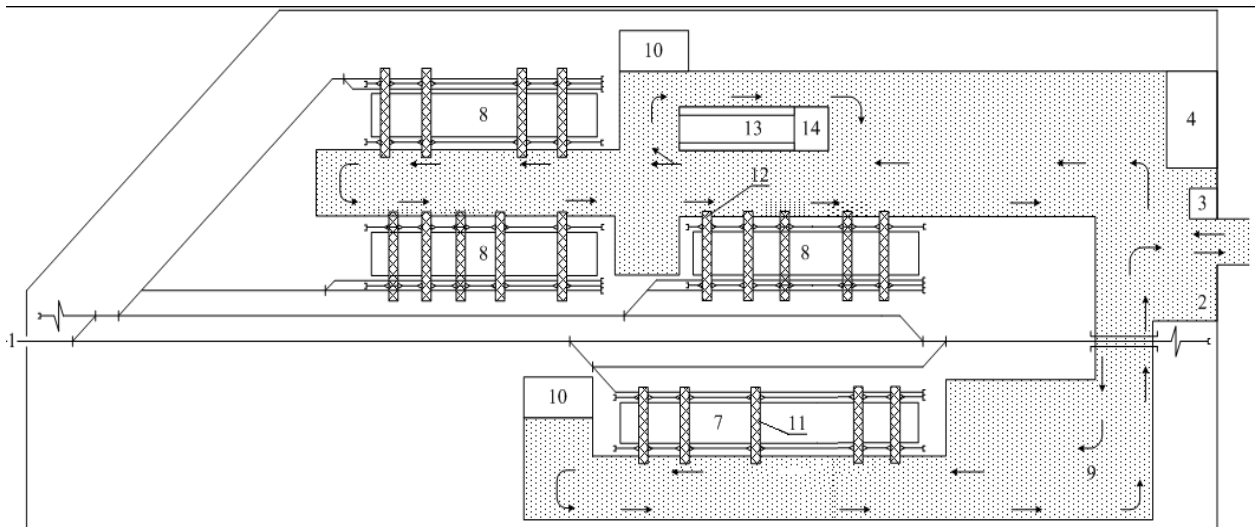


Рисунок 2.5 – Схема контейнерного пункту

Умовні позначення: 1 – залізничні колії; 2 – стоянка для автотранспорту; 3 – контрольний пункт; 4 – адміністративна будівля; 5 – підкранові шляхи; 6 – огорожа контейнерного пункту; 7 – майданчик для СТК; 8 – майданчик для КТК; 9 – траса для пересування автомобілів; 10 – пункт очищення; 11 – козловий кран КК-6; 12 – козловий кран КК-32; 13 – вантажний склад; 14 – пункт ремонту механізмів.

## 2.5 Визначення переробної здатності контейнерних майданчиків

Необхідно ретельно перевіряти обране технічне устаткування для контейнерної площадки з точки зору її переробної здатності. Розрахунок переробної здатності такої площадки базується на потенціалі механізованих засобів, які використовуються для навантаження та розвантаження вантажів, а також на її місткості. Мінімальне з цих двох значень визначає ефективну потужність контейнерної площадки для її подальшого використання.

Для гарантування ефективної роботи контейнерного майданчика, важливо враховувати не лише основні параметри як місткість і потужність механізації, але й інші фактори, такі як геометричні характеристики площадки, логістична доступність та ін. Розгляд цих додаткових аспектів допоможе забезпечити більш гладку і безперебійну експлуатацію, а також підвищити загальну продуктивність майданчика. Залежно від специфіки вантажів, може бути також необхідним впровадження спеціалізованих систем управління та відстеження, що значно покращує ефективність використання ресурсів та часу.

За формулою нижче визначаємо переробну здатність контейнерної площадки по засобах механізації:

$$P_m = \frac{M_{об} \cdot H_{вир} \cdot n_{зм}}{P_{ст} \cdot (2 - \alpha_n)}, \quad (2.8)$$

де  $P_{ст}$  - статична навантаженість контейнера, т

$$P_{ст} = \sum \alpha_i \cdot m_i^k \cdot q_k, \text{ т}, \quad (2.9)$$

Для кожного типу контейнера встановлено свою вагу-нетто: контейнери з вантажопідйомністю 3 тонни мають нетто-навантаження 1,75 тонни, для 5-тонних контейнерів ця цифра складає 3,5 тонни, а для 24-тонних - 13,5 тонни.

Коефіцієнт  $\alpha_n$ , який використовується для розрахунку безпосереднього перевантаження вантажів між вагонами та автомобілями без зберігання на складі, встановлюється на рівні 0,2. Це означає, що при перевантаженні безпосередньо з вагону в автомобіль або навпаки, використовується лише 20% потенційної продуктивності обладнання.

Розрахунковий процес для СТК включає аналіз цих параметрів для оптимізації логістичних операцій. Оцінка включає аналіз потреби в обладнанні, можливі часові затримки та визначення оптимальної кількості персоналу для забезпечення ефективної роботи з різними типами контейнерів. Також береться до уваги стратегічне планування розміщення контейнерів на території СТК для мінімізації часу на перевантаження та підвищення загальної продуктивності перевезень.

Виконуємо розрахунок для СТК:

$$P_{cm}^3 = 0,5 \cdot 12 \cdot 1,75 + 0,5 \cdot 10 \cdot 1,75 = 19,25 (m);$$

$$П_{.м} = \frac{5 \cdot 151 \cdot 2}{19,25 \cdot (2 - 0,2)} = 43,58 (\text{конт./зм});$$

$$P_{cm}^5 = 0,5 \cdot 12 \cdot 3,5 + 0,5 \cdot 10 \cdot 3,5 = 38,5 (m);$$

$$П_{.м} = \frac{5 \cdot 151 \cdot 2}{38,5 \cdot (2 - 0,2)} = 21,79 (\text{конт./зм}).$$

Аналогічно розраховуємо для КТК:

$$P_{cm} = 1 \cdot 2 \cdot 13,5 = 27 (m);$$

$$П_{.м} = \frac{14 \cdot 67 \cdot 2}{27 \cdot (2 - 0,2)} = 38,6 (\text{конт./зм}).$$

Можливості переробки на контейнерному терміналі тісно пов'язані з його загальною вантажопідйомністю, визначаємо за формулою 2.10:

$$P_{скл} = \frac{F_{кни}^{заг}}{k_{пр} \cdot f \cdot t_{зб} \cdot (1 - \alpha_n)}, \quad (2.10)$$

де  $t_{зб}$  - середній час зберігання контейнера протягом доби.

Розраховуємо для СТК:

$$P_{скл} = \frac{3819,15}{1,4 \cdot 2,78 \cdot 1 \cdot (1 - 0,2)} = 1226,6 \text{ конт} / \text{зм.}$$

Розраховуємо для КТК:

$$P_{скл} = \frac{14497,53}{1,2 \cdot 14,77 \cdot 1 \cdot (1 - 0,2)} = 1022,45 \text{ конт} / \text{зм.}$$

Ефективність обробки вантажів на контейнерному терміналі визначається на основі можливостей, які надають механізовані засоби на цьому об'єкті.

## **2.6 Організація централізованого завезення та вивезення контейнерів зі станції**

У даному дослідженні розглядається транспортно-експедиційне обслуговування вантажовласників на прикладі централізованого завозу та вивозу контейнерів зі станції. Цей процес включає ряд важливих кроків, серед яких ключове місце займає визначення необхідного автопарку.

Оптимізація автопарку передбачає аналіз поточних і прогнозованих обсягів перевезень, вивчення графіків роботи станції та частоти доставки контейнерів. Окрім того, важливо врахувати типи та вантажопідйомність транспортних засобів, що найбільше підходять для ефективного та безпечного перевезення контейнерів.

Комплексний підхід до вирішення цього завдання також включає організацію логістичних потоків, розробку маршрутів, що оптимізують використання палива та часу доставки, впровадження системи управління автопарком. Все це має на меті зниження витрат та підвищення загальної продуктивності транспортно-експедиційного процесу.

Такий інтегрований підхід забезпечує не лише вирішення питання достатності автотранспорту, але й створює умови для розширення ділових можливостей вантажовласників та підвищення якості обслуговування клієнтів.

$$A = \frac{Q_{дообк}^{np} \cdot t_{об} \cdot \psi}{T_a \cdot M_a}, \quad (2.11)$$

Далі розглянуто ключові параметри, які впливають на ефективність транспортування контейнерів автомобільним транспортом. Основними показниками є:

Тривалість обороту автомобіля  $t_{об}$  - цей параметр вимірює час, за який автомобіль здійснює повний цикл роботи, включаючи завезення, вивезення контейнерів та повернення до початкової точки, виражений у годинах.

Коефіцієнт  $\psi$  - відображає додатковий час, який автомобіль проводить у непродуктивних простоях, чекаючи на завантаження, розвантаження або під час перебування в дорозі. Цей коефіцієнт становить 1,25, що свідчить про 25% часу, витраченого на непродуктивні операції, порівняно з загальним часом перебування в роботі.

Тривалість роботи автотранспорту  $T_a$  - показує, скільки часу



автомобіль зайнятий безпосередньо транспортуванням контейнерів за день, і стандартно це 8 годин.

Кількість контейнерів на машині  $M_a$  - залежить від типу контейнерів та їх розмірів, а також від вантажопідйомності та габаритів транспортного засобу. Цей показник визначає загальну кількість контейнерів, які можна одночасно перевозити.

Для зниження непродуктивних простоїв рекомендується оптимізація маршрутів, удосконалення графіків роботи і впровадження сучасних технологій для контролю за транспортом. Також важливо проводити регулярний аналіз ефективності використання транспортних засобів та вдосконалювати планування логістичних процесів для мінімізації затрат часу та збільшення продуктивності перевезень.

Час, необхідний для здійснення повного циклу обороту транспортних засобів, істотно залежить від кількох ключових факторів. До них належать вибрана схема руху автомобілів під час обслуговування вантажовласників, відстань перевезення контейнерів у завантаженому та порожньому станах, а також час, потрібний для виконання вантажних операцій.

Важливим аспектом оптимізації логістики є ретельний вибір маршрутів, якими пересуваються автомашини між станцією та вантажовласниками. Ці маршрути можуть бути сплановані за різними схемами, в залежності від потреб бізнесу та географічних умов. Наприклад, можна використовувати прямі маршрути для швидких доставок, коли терміновість є ключовим фактором, або більш довгі, але економічно ефективні маршрути для зниження витрат на паливо.

Щоб подальше підвищити ефективність, можна впровадити сучасні технології моніторингу та управління автопарком. Такі системи дозволяють відслідковувати реальний час руху транспорту, аналізувати затримки, простої, а також ментально адаптувати маршрути відповідно до змін у дорожніх умовах або планах вантажовласників.

Застосування інтегрованих систем управління логістикою може значно знизити час, витрачений на транспортування, і підвищити загальну ефективність перевезень, що призведе до збільшення задоволеності клієнтів і росту бізнесу.

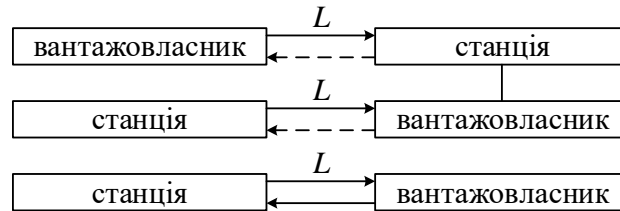


Рисунок 2.6 – Схема маятникових маршрутів

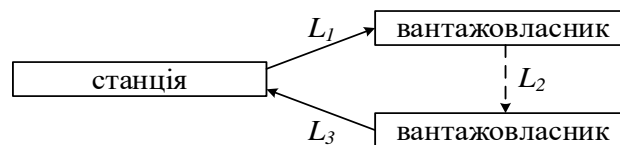


Рисунок 2.7 – Схема кільцевого маршрута

Використання маяткової схеми руху транспортних засобів істотно впливає на продовженість їхнього обороту. Ця схема передбачає регулярне переміщення автомобілів між двома або декількома фіксованими пунктами, наприклад, між заводом і розподільним центром.

Тривалість обороту автомобілів при такій схемі залежить від наступних факторів:

$$t_{об} = 2 \cdot t_{ван}^{cm} + \frac{2 \cdot L}{V} + t_p + t_n, \quad (2.12)$$

Аналізуємо різні параметри, які впливають на час обороту автомобіля при маятниковій схемі руху, і розглянемо, як ці параметри модифікуються при кільцевій схемі.

Час надходження автомобіля на станцію  $t_{ван}^{cm}$  - це період, протягом якого автомобіль перебуває на станції для завантаження або розвантаження контейнерів, вимірюється у годинах.

Відстань перевезення контейнерів  $L$  - дистанція, яку автомобіль долає при переміщенні контейнерів між точками в маятниковій схемі, вимірюється у кілометрах.

Швидкість руху автомобіля  $V$  - середня швидкість руху автомобіля у межах міста, яка становить 20 км/год.

Простій автомобіля у вантажовласників  $t_p, t_n$  - час, протягом якого автомобіль знаходиться у стані простою при розвантаженні  $t_p$  та навантаженні  $t_n$  вантажів у контейнери, вимірюється у годинах.

При переході до кільцевої схеми руху, де автомобіль здійснює замкнені маршрути між декількома точками навантаження та розвантаження, час обороту може змінюватися:

$$t_{об} = 2 \cdot t_{ван}^{cm} + \frac{L_1 + L_2 + L_3}{V} + t_p + t_n, \quad (2.13)$$

У кільцевій схемі руху транспортних засобів, ключовими параметрами, які визначають ефективність логістики, є відстані перевезення між кількома локаціями, позначені як  $L_1, L_2, \text{ і } L_3$ . Кожна з цих відстаней вимірюється у кілометрах і представляє собою частину замкненого маршруту, який автомобіль повинен пройти між станціями завантаження або розвантаження.

Продовженість знаходження автомобіля на кожній станції для завантаження чи розвантаження контейнерів може бути значною і залежить від кількох факторів:

$$t_{ван}^{cm} = H_{ч.м.} \cdot M_a + t_o, \quad (2.14)$$

Вивчення ефективності логістичних процесів вимагає розуміння часових норм і додаткових часових затрат, пов'язаних із вантажними операціями. Ось основні параметри, які слід враховувати:

Норма часу механізатора на навантаження (розвантаження) одного контейнера краном  $H_{ч.м.}$  - цей показник вимірюється у годинах на контейнер і визначає час, необхідний оператору крана для завантаження або розвантаження одного контейнера.

Додатковий час знаходження автомобіля на станції  $t_{\delta}$  - це час, протягом якого автомобіль залишається на станції понад запланований період через необхідність виконання додаткових операцій, таких як оформлення документів, переміщення до зони роботи крана, та інші підготовчі та завершальні дії на вантажному фронті. Цей час становить приблизно 0,4 години.

Тривалість простою автомобілів у вантажовласників під час виконання вантажних операцій механізовано - цей параметр включає час, витрачений на механізоване виконання вантажних операцій, таких як навантаження та розвантаження контейнерів, а також на експедиторські операції, що включають координацію доставки та отримання вантажів.

Для зниження загального часу простою і підвищення ефективності транспортно-логістичних процесів, можна впровадити наступні заходи:

автоматизація документообігу - використання цифрових рішень для швидшого і точнішого оформлення необхідних документів;

оптимізація розміщення кранів - стратегічне розміщення кранів для мінімізації часу, потрібного для переміщення автомобілів до зони навантаження/розвантаження;

підготовка персоналу та технічне обслуговування обладнання - регулярне навчання персоналу і технічне обслуговування обладнання забезпечують швидкість та надійність виконання вантажних операцій.

Застосування цих підходів може істотно покращити часові показники та загальну продуктивність у сфері транспорту та логістики.

$$t_{н(р)} = H_{ч.м.} \cdot M_a \cdot Q_{конт} + t_{\delta}^{66}, \quad (2.15)$$

В контексті управління вантажними потоками, важливі параметри, такі як вага вантажу в контейнері та час на проведення експедиторських операцій, мають значний вплив на логістичну ефективність. Вага вантажу, який можна безпечно транспортувати в контейнері, залежить від його розміру та міцності. Наприклад, менші контейнери, призначені для трьох тонн, зазвичай використовують для перевезення вантажів вагою до 2,4 тонни, в той час як контейнери більшої місткості можуть вміщувати значно більше - від чотирьох до навіть тринадцяти з половиною тонн.

Окрім ваги вантажу, ще одним критичним аспектом є час, необхідний для виконання всіх експедиторських операцій на території вантажовласника. Зазвичай, ці операції, що включають документальне оформлення та підготовку вантажу до транспортування, займають приблизно п'ятнадцять хвилин. Цей час є ключовим для підтримки ритмічності логістичних процесів та забезпечення їх високої продуктивності.

Розуміння та оптимізація цих параметрів дозволяють забезпечити більш гладке та ефективне функціонування вантажних перевезень, сприяючи загальній оптимізації ланцюга постачань.

Планування автопарку, що необхідний для перевезення контейнерів, залежить від їх типу та обсягів, що щоденно надходять на станцію. Для середньотоннажних (наприклад, моделей УУК-3 і УУК-5) та великотоннажних контейнерів обрахунки ведуться окремо, базуючись на їх середньоденній кількості. Такий підхід дозволяє точніше прогнозувати потребу в транспортних засобах, забезпечуючи ефективність логістики та своєчасність доставок.

Розрахунок добового обсягу контейнерів, які мають бути перевезені, визначається за допомогою спеціалізованої формули. Ця формула враховує не тільки кількість контейнерів, але й різноманітність факторів, таких як частота прибуття та час, необхідний для обробки на станції. Інтеграція цих

даних дозволяє оптимізувати ресурси автопарку, зменшуючи простой та підвищуючи загальну продуктивність транспортної системи.

Завдяки такому підходу, можна не лише адекватно розподіляти транспортні засоби залежно від поточних потреб, але й прогнозувати майбутні зміни у вантажопотоках, що дозволяє гнучко керувати логістичними операціями. Це особливо важливо для компаній, які прагнуть знизити витрати та покращити якість обслуговування клієнтів.

$$Q_{\text{дообк}}^{np} = Q_{\text{дообі}}^{np} \cdot \rho_k, \quad (2.16)$$

Розрахунок необхідності автотранспорту для перевезення контейнерів базується на аналізі добового надходження контейнерів певного класу, що дозволяє визначити кількість одиниць, які мають бути оброблені за день. Додатково, розрахунок враховує процентний розподіл контейнерів, що перевозяться за допомогою маятникової або кільцевої схеми. Цей метод дозволяє оцінити ефективність транспортних схем у залежності від типу та кількості контейнерів, забезпечуючи більш точне планування ресурсів та оптимізацію логістичних маршрутів.

Ці параметри відображені у таблиці 2.5, де кожен рядок представляє окремий тип контейнера із відповідними даними про добове прибуття та відсоткове використання в конкретних транспортних схемах. Застосування цієї таблиці дозволяє швидко адаптуватися до змін у потоках вантажів, ефективно розподіляти транспортні засоби та знижувати час на доставку і витрати на логістику.

Такий підхід надає змогу виявити потенційні вузькі місця у логістичних операціях та заздалегідь підготуватися до пікових навантажень, забезпечуючи високий рівень обслуговування без зайвих затрат ресурсів.

Таблиця 2.5 - Парк автомобілів для централізованого завезення та вивезення контейнерів

№ п/п	Тип контейнерів та автомашин	Схема руху, Ма, фіз. од.	$Q_{добк}^{np}$ , фіз. од.	Час, год				А, од
				на станції	в дорозі	у клієнті в	всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	УУК-3 ЗІЛ-130+ причіп	маятникова, Ма=4	55	1,17	1,4	1,39	3,96	9
2	ГКБ-817	кільцева, Ма=4	55	1,17	0,95	1,54	3,51	8
3	УУК-5 ЗІЛ-130+ причіп	маятникова, Ма=2	55	0,99	1,4	1,24	3,63	16
4	ГКБ-817	кільцева, Ма=2	55	0,99	0,95	1,24	3,18	14
5	ІС МАЗ-6422+ напівпричіп	маятникова, Ма=2	263	1,24	1,4	10,96	13,6	280

## 2.7 Контактний графік роботи контейнерного пункту

Контейнерний пункт відіграє ключову роль у логістиці, слугуючи майданчиком для передачі контейнерів між залізничним та автомобільним видами транспорту. Для забезпечення ефективної координації між цими транспортними засобами необхідно ретельне планування та узгодження графіка взаємодій, що називається контактним графіком. Цей графік спрямований на оптимізацію процесів перевантаження та зниження часу простою, підвищуючи загальну продуктивність логістичних операцій.

Розробка такого графіка має на меті мінімізувати час, коли вагони та автомобілі чекають початку завантаження або розвантаження. Це включає в себе стратегії для зменшення затримок під час заміни вагонів або очікування на наступну фазу перевантаження. Особлива увага приділяється оптимізації

прямого перевантаження від вагона до автомобіля, що дозволяє збільшити обсяги обробки контейнерів без необхідності їхнього тимчасового зберігання.

Крім того, важливим аспектом є зменшення часу простою через технологічні перерви, які можуть виникати під час зміни вагонів. Ефективне управління цими перервами може значно підвищити продуктивність робочих циклів та знизити витрати на логістику.

Контактний графік виступає як фундаментальний інструмент для підвищення ефективності роботи контейнерного пункту, забезпечуючи ритмічність та надійність перевезень, водночас зменшуючи потенційні простої та оптимізуючи використання транспортних ресурсів.

Контактний графік - це інструмент, який використовується для візуалізації та планування різних етапів логістичного процесу на контейнерних терміналах, включаючи перевантаження, роботу з документами, а також управління транспортними потоками. Він дозволяє оптимально розподілити ресурси та координувати діяльність залізничного та автомобільного транспорту, щоб мінімізувати затримки та підвищити загальну продуктивність.

Для створення контактного графіка аналізуються основні параметри, такі як типи та кількість контейнерів, добові обсяги відправлення та прибуття вантажу, а також ефективність використання вантажного майданчика. Оцінюється також кількість необхідних заїздів автомобілів на територію терміналу та розподіл цих заїздів за часом доби та за зонами діяльності кранів, що забезпечує більш рівномірне навантаження на обладнання і персонал.

Заплановане раціональне використання кранів та інших вантажних механізмів в рамках контактного графіка дозволяє скоротити час, необхідний для виконання кожної операції, та знизити витрати часу на технологічні перерви. Це, в свою чергу, сприяє покращенню ефективності всієї



логістичної системи, оптимізуючи час обробки кожного вантажу та забезпечуючи більшу пропускну здатність майданчика.

Такий підхід вимагає глибокого аналізу та розуміння всіх аспектів вантажних операцій і забезпечує можливість адаптації до змінних умов роботи, забезпечуючи стабільність та ефективність логістичних процесів на контейнерному терміналі.

## **2.8 Визначення кількості заїздів автомобілів на конкретний майданчик**

Транспортування повних та порожніх контейнерів до та з терміналу здійснюється переважно у світлу пору доби, що відповідає годинам активності клієнтів станції. Цей часовий проміжок зазвичай охоплює період з 8 ранку до 4 вечора. Протягом цих годин здійснюється більшість логістичних операцій, що включає в'їзд та виїзд вантажівок, забезпечуючи плавне навантаження та розвантаження товарів.

Цей графік сприяє більш ефективному плануванню та розподілу ресурсів на площадці, дозволяючи оптимізувати роботу персоналу та обладнання. Такий підхід дозволяє уникнути зайвого накопичення транспортних засобів та зменшує час очікування для водіїв, сприяючи збільшенню загальної продуктивності операцій.

Кількість в'їздів та виїздів автомобілів визначається залежно від добових потреб станції та загального об'єму перевезень, що забезпечує адаптацію до змін у потоках вантажів та підтримку неперервності ланцюга поставок.

$$K_a^{nl} = \frac{Q_{nl}^{np} + Q_{nl}^{eid}}{M_{ay} \cdot K_{on}}, \quad (2.17)$$

Кількість контейнерів, яку може перевозити один автомобіль,  $M_{ay}$  відіграє важливу роль у плануванні логістичних операцій на контейнерних терміналах. Ця кількість безпосередньо залежить від характеристик та типу контейнерів, а також від технічних параметрів самого автомобіля. Встановлення оптимального числа контейнерів на транспортний засіб дозволяє максимізувати ефективність перевезень, знижуючи витрати на паливо та збільшуючи загальну продуктивність вантажних перевезень.

Також важливим аспектом є коефіцієнт виконання вантажних операцій  $K_{on}$ , який показує кількість навантаження та розвантаження контейнерів, що зазвичай виконуються за один візит автомобіля на вантажний фронт. Наприклад, коефіцієнт 2 вказує на те, що кожен візит включає як розвантаження, так і повторне завантаження контейнерів, що є типовим для операцій, де автомобіль приїздить з контейнерами та забирає інші, повністю завантажені. Якщо ж коефіцієнт становить 1,8, це свідчить про середню кількість таких операцій, більшу за одну, але меншу за дві, що може відбуватися в разі, коли частина контейнерів розвантажується та одразу ж замінюється на нові.

Такі показники допомагають точно координувати завантажувальні та розвантажувальні процеси, планувати необхідну кількість автомобілів і контейнерів, а також оптимізувати загальний графік роботи на контейнерних терміналах, щоб забезпечити максимальну пропускну здатність і зменшити час простою.

Потік автомобілів, які прибувають на контейнерний термінал, має стохастичний характер і часто підкоряється експоненціальному розподілу, що робить його важливими для ефективної логістики. Цей характер вхідного потоку вимагає гнучкого підходу до управління вантажними потоками, забезпечуючи, щоб ресурси завантаження та розвантаження були оптимально використані.

Імовірність прибуття автомобілів у різні часові періоди може бути визначена за допомогою спеціально розробленої таблиці 2.6, яка включає деталізовані статистичні дані. Така таблиця дозволяє управлінцям терміналу адаптувати свої оперативні плани до непередбачуваності вхідного потоку, використовуючи історичні дані для прийняття обґрунтованих рішень.

Кількість зон для вантажних операцій на майданчику зазвичай корелює з кількістю портових завантажувальних машин (ПЗМ), які доступні для обслуговування вантажів. Наявність кількох ПЗМ може суттєво покращити обробку вантажів, розподіляючи навантаження між зонами та зменшуючи час очікування для водіїв та транспортних засобів. Відповідне розподілення зон вантажних операцій допомагає мінімізувати затримки і оптимізувати загальну ефективність обробки вантажів.

Ці заходи, у поєднанні з аналізом вхідних потоків і використанням даних для планування, створюють міцну основу для розвитку більш раціональних і витриманих операційних стратегій на контейнерному майданчику.

Таблиця 2.6 – Розподіл заїздів автомобілів

Показники	Всього	Часові інтервали							
		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
Імовірність	1,00	0,12	0,22	0,19	0,18	0,03	0,11	0,11	0,04
Загальне число заїздів, од.	88	11	19	16	15	3	10	10	4
По зонам: 1	22	3	5	4	4	0	2	3	1
2	22	3	5	4	3	1	3	2	1
3	22	3	4	4	4	1	2	3	1
4	22	2	5	4	4	1	3	2	1

Розподіл заїздів за годинниковим інтервалом розраховується із співвідношення:

$$K_i = p_i \cdot K_a. \quad (2.18)$$

А кількість заїздів по зонах роботи кранів розподіляється рівномірно

$$K_{zn} = \frac{K_a^{nl}}{M_{nl}}. \quad (2.19)$$

Створення контактного графіка для ефективного управління контейнерним терміналом вимагає визначення ключових параметрів, які впливають на продуктивність та розподіл ресурсів по всьому майданчику, зокрема, в зонах діяльності кранів.

Одним із важливих показників, що впливають на планування робіт, є облік залишку контейнерів на початок робочого дня. Припустимо, що цей залишок становить близько 70% від загальної розрахункової ємності терміналу. Це дозволяє забезпечити достатню кількість контейнерів для розвантаження і навантаження без затримок та підтримувати рівномірний робочий процес протягом дня.

Для кожної зони, де встановлені крани, необхідно також визначити специфічний залишок контейнерів. Оцінка кількості контейнерів у кожній зоні дозволяє оптимізувати завдання для кожного крана, забезпечуючи баланс між навантаженням обладнання та потребами в обробці контейнерів. Така розбивка допомагає уникнути простоїв і збільшити загальну продуктивність терміналу.

Ці дії не тільки забезпечують ефективне розподілення контейнерів, але й сприяють більш точному прогнозуванню потреб у кранових операціях, дозволяючи менеджерам терміналу розробляти більш реалістичні та ефективні графіки роботи, що, в свою чергу, оптимізує час перебування транспортних засобів на терміналі і знижує загальні оперативні витрати.

$$M_{zn} = \frac{0,7 \cdot E_{nl}}{M_{nl}}. \quad (2.20)$$

$$M_{zn} = \frac{0,7 \cdot 203}{4} = 35 \text{ конт.}$$

Для ефективного функціонування контейнерного терміналу, особлива увага приділяється плануванню заїздів автомобілів, які залежать від конкретних вантажних операцій у різних зонах діяльності кранів. Заїзди автомобілів організовані таким чином, щоб максимально відповідати потребам кожної зони, а також типу вантажних операцій, що здійснюються.

На кожній зоні навантаження та розвантаження кранами встановлюються вимоги до числа заїздів з урахуванням виду вантажних операцій. Це включає специфічні задачі, такі як перевантаження контейнерів з автомобілів на вагони або навпаки, забезпечення постійного потоку контейнерів для ефективної роботи. Таке планування дозволяє забезпечити логічний розподіл ресурсів, уникнути зайвих затримок та оптимізувати використання кожного крану на терміналі.

Залучення автомобілів до вантажних операцій планується з урахуванням загального потоку вантажів, вимог до швидкості обробки та можливостей кранового обладнання. Це забезпечує ефективне виконання завдань та мінімізацію часу простою автомобілів та кранів, сприяючи підвищенню продуктивності роботи терміналу. Такий підхід допомагає адаптуватися до змінних умов роботи та забезпечити більш високу загальну ефективність вантажних операцій.

$$\text{з двома операціями } K_{zn}^{ds} = K_{zn}(K_{on} - 1), \quad (2.20)$$

$$\text{з однією операцією } K_{zn}^{od} = K_{zn}(2 - K_{on}), \quad (2.21)$$

$$K_{3H}^{od6} = 22 \cdot (1,8 - 1) = 18$$

$$K_{3H}^{od} = 22 \cdot (2 - 1,8) = 4$$

Тривалість виконання вантажних операцій з автомобілем залежить від кількості контейнерів на автомобілі:

$$K_{6H}^a = M_{ay} \cdot H_{ч.м.} \cdot 60, \quad (2.22)$$

Норми часу на вантажні операції з однією подачею на контейнерному пункті можна розрахувати за наступною формулою:

$$t_{6H} = \frac{m_{под} \cdot m_i^K}{M_{загі} \cdot П_{екс}} + t_{нз}, \quad (2.23)$$

У процесі організації вантажних робіт на контейнерних терміналах велике значення має кількість вагонів  $m_{под}$ , яка може бути включена в одну подачу. Цей показник впливає на планування графіка робіт та розподіл ресурсів на терміналі. Також важливим елементом є час, необхідний для підготовчих та заключних операцій  $t_{нз}$  під час завантаження та вивантаження вагонів. Від цих двох параметрів залежить загальна ефективність вантажних операцій та оптимізація логістичних потоків.

Для документації та аналізу зазначеної інформації використовується таблиця 2.7, де представлені результати розрахунків цих показників. Таблиця дозволяє легко оцінювати поточні потреби в ресурсах, планувати подальші дії та забезпечувати координацію між різними зонами роботи терміналу. Використання такого інструменту допомагає виявляти потенційні проблеми та оптимізувати роботу, підвищуючи загальну продуктивність і зменшуючи часові витрати на вантажні операції.

Цей підхід дозволяє не тільки підтримувати високий рівень організації на терміналі, але й адаптуватися до змінних обставин, забезпечуючи ефективне використання всіх доступних ресурсів.

Таблиця 2.7 - Показники роботи контейнерного майданчика №4

Показники	Всього	1	2	3	4
Добове відправлення:					
контейнерів	84				
вагонів	42	11	11	10	10
Число подач вагонів	4	1	1	1	1
Ємність контейнерної площадки, конт.-місць	203	51	51	51	50
Залишок на 8-00 год, ум.од.	142	35	35	36	36
Число заїздів автомобілів, од.	88	22	22	22	22
в тому числі:					
з двома операціями	72	18	18	18	18
з однією операцією	16	4	4	4	4

Ефективна організація вантажно-розвантажувальних процесів на контейнерному терміналі починається з ретельного планування та своєчасної підготовки. Перед стартом робочого дня, що зазвичай розпочинається о 8:00, проводиться ретельна підготовка, включаючи подачу та розстановку першої партії вагонів на вантажному фронті. Цей крок є критичним для забезпечення неперервності та ефективності всіх подальших логістичних операцій.

Завчасна розстановка вагонів дозволяє операторам та вантажникам максимально ефективно використовувати робочий час, зменшуючи затримки та забезпечуючи безперебійність потоку завантаження та розвантаження. Це також сприяє підвищенню безпеки праці, оскільки кожен елемент роботи

виконується за чітким планом, і зниженню ймовірності виникнення помилок та аварійних ситуацій.

Організація вантажних процесів із заздалегідь підготовленими вагонами є прикладом гарної логістичної практики, яка допомагає підвищити загальну продуктивність роботи на терміналі та задовольняти потреби клієнтів з високою ефективністю.

## 2.9 Визначення та аналіз показників роботи контейнерного майданчика

На основі розробленого контактного графіка встановлюються наступні ключові показники

1. Простій контейнерів під вантажними операціями:

$$t_k = \frac{\sum (t_i^k - t_i^H) \cdot M_i^{nod}}{M_i^{nod}}, \quad (2.24)$$

У процесі аналізу виконання вантажних операцій, основою для оцінки ефективності слугує детальне вивчення певних аспектів пов'язаних з кожною конкретною подачею. Це включає оцінку часу, необхідного для завершення вантажних операцій, який може варіюватися залежно від кількості оброблених контейнерів у рамках цієї подачі.

Такий підхід дозволяє точно визначити тривалість процесів завантаження та розвантаження, що є критичним для планування логістики та оптимізації робочого часу. Важливим є також розуміння того, скільки контейнерів було оброблено в кожному конкретному випадку, оскільки це



впливає на загальну продуктивність та часові показники вантажно-розвантажувальних операцій.

Ефективне управління цими параметрами сприяє не тільки підвищенню загальної продуктивності роботи, але й забезпечує більшу прозорість та контроль за виконанням вантажних завдань, дозволяючи керівництву терміналу своєчасно вживати заходів для усунення будь-яких затримок або непередбачених збоїв.

2. Середній час перебування автомобілів на станції та середній час їхнього простою в очікуванні вантажно-розвантажувальних операцій визначається на основі даних, отриманих з обліку руху автомобілів. Це дозволяє точно аналізувати та оптимізувати логістичні процеси, забезпечуючи більш ефективне використання ресурсів.

Таблиця 2.8 – Облік руху автомобілів

№ п/п	Час, хв		Простій, хв	
	прибуття	відправлення	Всього (Тст)	В очікуванні (Точ)
1	8-05	8-45	40	0
2	8-15	8-55	40	0
3	8-35	9-15	40	0
4	9-05	9-45	40	0
5	9-15	9-55	40	0
6	9-25	10-00	35	0
7	9-35	10-10	35	0
8	9-55	10-35	40	0
9	10-15	10-55	40	0
10	10-25	11-05	40	0
11	10-45	11-25	40	0
12	10-55	11-35	40	0
13	11-05	11-40	35	0
14	11-15	11-50	35	0
15	11-25	12-05	40	0

Продовження таблиці 2.8

16	11-35	12-15	40	0
17	13-05	13-45	40	0
18	13-25	14-05	40	0
19	14-05	14-45	40	0
20	14-25	15-05	40	0
21	14-35	15-15	40	0
22	15-05	15-45	40	0
			860	0

За залежністю 2.25 визначаємо середній час знаходження автомобіля на станції

$$t_{cp}^a = \frac{\sum T_{cm}}{K_a^{zn}}, \quad \sum A = K_a^{zn}, \quad (2.25)$$

За залежністю 2.26 визначаємо середній час простою в очікуванні початку вантажних операцій

$$t_{cp}^{оч} = \frac{\sum T_{оч}}{K_a^{zn}}, \quad (2.26)$$

Після підстановки числових значень матимемо наступні показники

$$t_k = \frac{8 \cdot 19}{19} = 8 \text{ год}$$

$$t_{cp}^a = \frac{860}{22} = 39,09 \text{ хв}$$

$$\sum A = 22$$

$$t_{cp}^{оч} = \frac{0}{22} = 0$$

### **3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

#### **3.1 Обов'язки працівників щодо охорони праці**

Найголовнішим обов'язком працівника є неухильне дотримання вимог законодавчих та нормативних актів з охорони праці за своїм фахом, що є запорукою предметної діяльності без травм і аварій та будь-якого ушкодження здоров'я. Працівник має:

- дбати про особисту безпеку та здоров'я;
- знати й виконувати вимоги інструкцій за фахом та нормативно-правові акти з охорони праці;
- проходити у встановленому порядку навчання, попередні та періодичні медичні огляди;
- підтримувати вимоги трудової і технологічної дисципліни, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях та на території підприємства.

Взаємовідносини між роботодавцем і працівниками підприємства визначено у КЗпП (р. XII ст. 243-251). Інтереси працівників на виробництві представляють професійні спілки у галузі виробничої діяльності, побуту і культури.

За порушення законодавчо-правових актів з охорони праці працівник несе відповідальність. Роботодавець може застосовувати дисциплінарне стягнення у вигляді догани або звільнення від займаної посади. За кожне порушення може застосовуватися лише одне стягнення, яке має оголошуватися у наказі і повідомлятися працівникові під розписку, або інші відповідні види впливу.

У Законі "Про охорону праці" (ст. 4) визначаються такі основні

принципи державної політики в галузі охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;

- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологічних процесів і продукції, а також сприяння підприємствам у створенні ними безпечних та нешкідливих умов праці;

- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних галузевих, регіональних програм з охорони праці та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;

- соціальний захист працівників: повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

- установлення єдиних вимог з охорони праці для підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;

- адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням рівня його здоров'я та психологічного стану; використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить чинному законодавству;

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; забезпечення координації у діяльності органів державної виконавчої влади, установ, організацій, об'єднань громадян що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, співробітництво та проведення консультацій між роботодавцями та працівниками.

### **3.2 Вимоги до території, виробничих і допоміжних приміщень, споруд**

Територія, виробничі і допоміжні приміщення, площадки і приміщення для зберігання транспортних засобів, споруди повинні відповідати чинним будівельним, санітарним та протипожежним нормам і правилам.

Розташування виробничих та допоміжних будівель, споруд повинно відповідати технологічному процесу обслуговування та ремонту транспортних засобів.

Виробничі і допоміжні приміщення та споруди використовуються тільки за своїм призначенням, яке передбачене проектом.

Експлуатація будівель, споруд, об'єктів підприємства повинна здійснюватися відповідно до вимог Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд, затвердженого наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України, Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 27 листопада 1997 року № 32/288, зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 6 липня 1998 року за № 424/2864 (НПАОП 45.2-4.01-98).

На всі будівлі і споруди повинна бути документація (паспорти, акти, технічні журнали, проекти тощо), ведення якої передбачено Правилами обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд, затвердженими наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України, Державного комітету України по нагляду за охороною праці.

Відповідно до ОНТП 01-91 транспортні засоби залежно від габаритних розмірів поділяють на чотири категорії.

На площадках і в приміщеннях зберігання, технічного обслуговування і ремонту, діагностики і регулювальних робіт транспортних засобів, двигуни яких працюють на зрідженому нафтовому газі, забороняється улаштування

підземних споруд, підвалів, калориферних камер для відкритих стоянок автомобілів, напрямків, оглядових каналів, тунелів, колодязів (за винятком напрямків на ділянках миття автомобілів).

Транспортні засоби та агрегати, що підлягають списанню або ремонту, при зберіганні їх поза приміщеннями повинні розміщуватись на окремих рівних площадках з твердим покриттям. Для попередження падіння агрегатів, самовільного руху транспортних засобів і падіння їх вивішених частин необхідно встановлювати спеціальні підставки, упори.

У виробничих приміщеннях і на території зберігання деталей, вузлів, агрегатів і різного металу повинно бути організовано в окремих місцях на стелажах.

Виробничі відходи, сміття, непридатні деталі, вузли і агрегати повинні своєчасно прибиратися і накопичуватися на спеціально відведених площадках.

Відстань від площадок, призначених для зберігання і очікування ремонту транспортних засобів, до будівель і споруд приймається відповідно до вимог ВСН 01-89.

Небезпечні зони і ділянки на території і у виробничих приміщеннях, перебування та виконання робіт на яких пов'язано з небезпекою для працівників, повинні позначатися сигнальними кольорами і знаками безпеки, дорожніми знаками відповідно до Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2009.

Підлога в приміщеннях будь-якого призначення повинна бути рівна, з твердим покриттям, непроникна для ґрунтових вод, без виступів і вибоїн.

Матеріали, що застосовуються для покриття підлоги, повинні мати гладку та неслизьку поверхню, зручну для очищення, задовольняти експлуатаційним вимогам даного приміщення.

Там, де використовуються кислоти, луки і нафтопродукти, підлоги повинні бути стійкі до дії цих речовин і не поглинати їх.

Підлоги в приміщеннях фарбувальних дільниць, відділень підготовки фарби, у приміщеннях, де здійснюються антикорозійні роботи, у газогенераторних, а також складів для зберігання пожежовибухонебезпечних матеріалів (рідин), балонів з горючим газом повинні бути зроблені з матеріалів, що не дають іскри при ударі металевим предметом.

Робочі місця в приміщеннях з холодною підлогою повинні бути оснащені міцними дерев'яними переносними решітками (гратами).

Ззовні при вході у виробничі і допоміжні приміщення повинні встановлюватися металеві решітки або інші пристрої для очищення взуття від бруду.

На території і у виробничих приміщеннях підприємств не допускається:

- захарашувати дороги, проходи, під'їзди до пожежних гідрантів, місць розташування пожежного інвентарю та обладнання;

- розміщувати на відкритих майданчиках транспортні засоби у кількості, яка перевищує норму, а також порушувати встановлений порядок їх розташування;

- палити поза межами спеціально відведених для цього місць;

- користуватися відкритим полум'ям у непередбачених для цього місцях без прийняття відповідних протипожежних заходів;

- завалювати запасні ворота як зсередини, так і ззовні, підхід та під'їзд до них завжди повинен бути вільним;

- безладно розміщувати і зберігати (привалювати, спирати) матеріали, агрегати, запчастини тощо до елементів будинків, споруд, устаткування і огороження.

Вимоги до території

Територія підприємства повинна бути огороженою, освітлюватися в нічний час, постійно утримуватися в чистоті і порядку.

В огороженні території підприємства, де передбачено 10 і більше постів технічного обслуговування та ремонту або зберігання 50 і більше

автомобілів, необхідно передбачати не менше двох воріт для в'їзду (виїзду).

Територія підприємства повинна бути обладнана водовідводами і водостоками. Люки водостоків та інших підземних споруд повинні знаходитися в закритому положенні.

Під час виконання ремонтних, земляних та інших робіт на території підприємства відкриті люки, траншеї і ями повинні бути огорожені. У місцях переходу через траншеї встановлюються перехідні містки шириною не менше 1,0 м з перилами висотою 0,9 м.

На території підприємства повинні бути проїзди для руху автомобілів і пішохідні доріжки, що мають тверде покриття. Влітку їх необхідно очищати від бруду, а взимку - від снігу і льоду, при ожеледиці посипати протиковзними сумішами.

Ширина проїздів на території підприємства повинна бути не менше 6 м при двосторонньому русі і не менше 3 м - при односторонньому.



## Загальні висновки

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було здобуто ключові навички у проектуванні контейнерних терміналів, що включали розробку детального плану для контейнерного пункту. Цей план охоплював визначення щоденних обсягів роботи, параметрів контейнерних майданчиків, включаючи їх ємність, площу, довжину та ширину. Також було встановлено конкретні спеціалізації кожного майданчика, впроваджено планування на основі комплексної механізації, розроблено календарний план для систематичного завезення контейнерів та детально описано технології вантажно-комерційних операцій, що відбуваються під керівництвом автоматизованих систем управління.

Основні результати, які були отримані в результаті аналізу, включають:

- щоденний обсяг робіт. За добу контейнерний пункт СТК обробляє від 322 до 346 умовних контейнерів в залежності від того, чи відбувається завантаження чи розвантаження. Тоді як КТК обробляє від 263 до 296 контейнерів.
- місткість майданчиків. Майданчики СТК призначені для обслуговування значно меншої кількості контейнерів порівняно з КТК, який може вміщувати 711,27 умовних контейнерів.
- загальна площа майданчиків. Площа майданчиків КТК значно більша та становить 14497,53 квадратних метрів, що забезпечує достатній простір для складування та обробки великої кількості контейнерів.
- довжина майданчиків. Кожен з майданчиків у КТК має довжину 300 метрів, з трьома такими майданчиками, забезпечуючи велику робочу зону.

- кількість кранів на майданчиках: На майданчиках СТК використовується 5 кранів моделі КК-6, тоді як на КТК - 14 більш потужних кранів КК-32, що дозволяє ефективно обробляти більші обсяги вантажів.

Ці результати відображають здатність системи адаптуватися до великих обсягів і забезпечувати ефективне управління вантажними потоками, що є важливим для оптимізації логістичних процесів та зниження витрат.

Дослідження та аналіз здійснені під час кваліфікаційної роботи дозволили розробити комплексні стратегії для підвищення ефективності роботи контейнерного пункту. Сплановано впровадження новітніх технологій та методів для покращення загальної продуктивності, включаючи: розробку та впровадження автоматизованих систем для точного відстеження і управління переміщеннями контейнерів на майданчиках. Це включає впровадження GPS технологій для постійного моніторингу стану контейнерів та їх змісту; оптимізацію використання простору на майданчиках за допомогою комп'ютерного моделювання та алгоритмів оптимізації для максимально ефективного використання доступної площі, з урахуванням розмірів та частоти використання контейнерів.

Також, в контексті кваліфікаційної роботи було розроблено детальний контактний графік для однієї з зон на контейнерному майданчику, який враховує часові вікна для завезення та вивезення контейнерів, спрямований на зниження часу очікування транспортних засобів та оптимізацію загальної логістики.

Ці заходи в комплексі створюють міцну основу для забезпечення надійності, безпеки та економічної ефективності контейнерних транспортних систем, а також підкреслюють значення інтегрованого підходу до управління та оптимізації вантажних потоків на сучасному етапі розвитку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Горяїнов О.М. Вантажні перевезення: Конспект лекцій. (для студентів напряму підготовки –Транспортні технології) / Харків:ХНАМГ, 2009. – 109с.
2. Взаємодія різних видів транспорту, Н.В. Правдін, В.Я. Негрей, В.А. Подкопаєв. Транспорт, 1989 р.
3. Бабій М.В., Бабій В.А., Мартинчук А.О. Інтелектуальні системи безпеки руху. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький: ЦНТУ, 2023р. С. 156.
4. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини / Ф.К.Іванченко.-К.: Вища школа, 1993. – 413с.
5. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
6. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2 Організація планування й управління: Підручник.- К.: Вища школа., 1994.-383 с.
7. Бабій М.В. Дослідження параметрів стрічкового конвеєра для транспортування сипучих матеріалів. Матеріали наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2019. С. 37-38.
8. Бабій М.В., Дзюра В.О., Бабій А.В., Рожко Н.Я., Валяшек В.Б. Обґрунтування оптимальної схеми перевезення насипних вантажів при взаємодії різних видів транспорту. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39), ч. II. С. 125-133.
9. Бабій М.В., Денисюк В.І. Застосування найпростіших трендів для прогнозування товаропотоку автоперевезень на наступний рік. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С.

18-19.

10. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом. Транспорт, 1981 р.

11. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.

12. Автомобільні перевезення вантажів : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://readonline.com.ua/items/anons/vazhnoe-anons/16684-avtomobilni-perevezennya-vantazhiv-perevagi-ta-nedoliki/>.

13. Andrii Babii, Bohdan Levytskyi, Taras Dovbush, Mariia Babii, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Volodymyr Valiashek. Mathematical model of sprayer tank loading. *Procedia Structural Integrity*. Volume 59, 2024, Pages 609-616.

14. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.

15. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.

16. Бабій А.В. Аналіз причин травмування зернового матеріалу при збиранні та транспортуванні / Бабій А.В., Бабій М.В., Кучвара І.М. // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів», Харків. № 11. 2018. С. 27-34.

17. Стручок В.С. Навчальний посібник «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА. ЧАСТИНА «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»». Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 156 с.

18. Бабій М.В. Дослідження ефективності розподілу асигнувань між взаємодіючими видами транспорту. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних

технологій “до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя. Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 55.

19. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol. 95, no 3, pp. 97-104.

20. Oleksandr Andreykiv, Andrii Babii, Iryna Dolinska, Nataliya Yadzhak, Mariia Babii. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. *Procedia Structural Integrity*. Volume 36, 2022, P. 36-42.

21. Leshchak, R.L., Babii, A.V., Barna, R.A. et al. Corrosion Resistance of the Coating of the Frame of an Agricultural Sprayer Boom. *Mater Sci* 58, 2022. 268–273.

22. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство". – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 115 с.

23. Бабій М.В., Бісовський Н.М., Балацький С.С. Аналіз проблематики при взаємодії видів транспорту. Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2020. Том 1. С. 153.

24. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 105, no 1, pp. 5–12.

25. Система моніторингу транспорту : [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://intelli.com.ua/ua/statti/systema-monitorynhu-transportu-pliusy-i-pliusy.html>

26. Бабій М.В., Ошуст Р.Р. Аналіз новинок спецтехніки для автомобільних перевезень. Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2018. Том 1. С. 189.

27. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин: Підручник / В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П. Колісник та ін. – К.: Вища шк., 2009. – 734 с.: іл.
28. Бабій М.В. Шляхи вирішення логістичних проблем агропромислового комплексу України. Матеріали XX наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2017. С. 55.
29. Правила перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні. К.: Державтотрансдідпроект, 1998. – 129 с.
30. Бабій М.В., Владика Х.С., Смірнов М.М. Проблеми контейнерних перевезень в Україні та шляхи їх вирішення. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 158.
31. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
32. Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А. Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики “. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.
33. Бабій М.В., Кучвара І.М. Ключові проблеми безпеки дорожнього руху в Україні. Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти : матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. Кривий Ріг, 2017. С. 14–16.
34. Бабій В.А., Гащин В.І., Бабій М.В. Штучний інтелект в системах автоматизованого керування дорожнім рухом. Матеріали XII Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій. Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 178.