

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»  
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

**На тему:** Реконструкція мультимодального терміналу з вибором типу дорожнього покриття

**за освітньою програмою:**

Будівництво та експлуатація  
транспортної інфраструктури

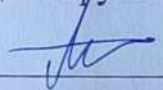
**зі спеціальності:**

192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

**Виконав:**

студент групи: П12421 Андрій КЛОЧКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис студента)

**Керівник:**

Ст. викл Неля ХМЕЛЕВСЬКА

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис)

**Нормоконтролер:**

Доцент Сергій БАЙДАК

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис)

**Консультант:**

Ст. викл Олег ЛУЖИЦЬКИЙ

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

  
(підпис)

Засвідчую, що у цій роботі немає  
запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент

  
(підпис)

Дніпро – 2026 рік

Ministry of Education and Science of  
Ukraine Ukrainian State University of  
Science and Technologies

«Construction, Architecture and Infrastructure»

(faculty)

Transport Infrastructure

(department)

Explanatory Note  
to Master's Thesis

master

(higher education degree)

Reconstruction of a Multimodal Terminal with the selection of road pavement type

according to educational curriculum: Construction and maintenance of  
transport infrastructure

in the Speciality: 192 Construction and Civil Engineering

Done by the student of the group: TI2421 / Andrii Klochko /

(name, surname)

Scientific Supervisor:	/ <u>Senior Lecturer Nelia Khmelevska</u> / (position, name, surname)
Normative controller:	/ <u>Associate Professor Sergiy Baidak</u> / (position, name, surname)
<b>Supervisors:</b>	/ <u>Senior Lecturer Oleh LUZHITSKYI</u> / (position, name, surname)

**Міністерство освіти і науки України**  
**Український державний університет науки і технологій**

**Факультет:** Будівництво, архітектура та інфраструктура

**Кафедра:** Транспортна інфраструктура

**Рівень освіти:** вищий (магістерський) рівень вищої освіти

**Освітня програма:** Будівництво та експлуатація транспортної інфраструктури

**Спеціальність:** Будівництво та цивільна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Олексій ТЮТЬКІН  
(підпис)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу \_\_\_\_\_ магістр  
(ступінь вищої освіти)

студенту Ключку Андрію Дмитровичу

**1. Тема роботи:** Реконструкція мультимодального терміналу з вибором типу дорожнього покриття

**Керівник роботи:** Курган Микола Борисович, професор, д.т.н.

Затверджена наказом від «02» жовтня 2025р. № 1401ст

**2. Строк подання** студентом роботи – \_\_. \_\_ 202\_ р.

**3. Вихідні дані до роботи:**

Район проектування – Дніпропетровська область, м.Самар	Існуючий об'єкт що підлягає реконструкції – контейнерний термінал типу «сухий порт».
Початковий пункт – вул. Північна 1а	Площа дорожнього покриття – 8.9га

**4. Зміст пояснювальної записки:**

**1 Аналітична частина**

1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.

1.2 Огляд нормативних документів

**2 Основна частина**

2.1. Характеристика проєктованого об'єкту

2.2 Проектні рішення для будівництва ділянки автомобільної дороги

**3. Економічна частина**

3.1 Встановлення варіантів для порівняння

3.2 Порівняння варіантів

3.3 Розрахунок ефективності

**4. Охорона праці**

**4. Перелік графічного матеріалу:** Схема й характеристики ділянки автодороги

--

**5. Консультанти розділів роботи:**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав:	Завдання прийняв:
		(підпис, дата)	(підпис, дата)
1, 3	Хмелевська Н.П., ст. викладач		
2,4	Лужицький О.Ф., ст. викладач		

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відсотки
1	Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи.	24.09.2025	15
2	Основна частина. Вимоги і норми проектування будівництва плану й профілів автомобільної дороги	13.10.2025	15
3	Економічна частина	05.11.2025	20
4	Охорона праці	21.11.2025	20
5	Висновки та рекомендації	13.12.2025	20
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	13.01.2026	10
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	21.01.2026	

**Студент**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Андрій КЛОЧКО****Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Неля ХМЕЛЕВСЬКА**

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

(рівень освіти)

56 с., 11 рис., 4 таб., 1 додатки, 29 джерело.

Об'єкт дослідження - реконструкція мультимодального терміналу.

Метою роботи є визначення найбільш економічно доцільного варіанту дорожнього одягу при реконструкції інтермодального терміналу.

Методи дослідження – метод порівняння вартості матеріалів дорожніх одягів за 1 м<sup>2</sup>.

Одержані результати. Проведений аналіз наукової та нормативної літератури показує актуальність роботи як з технічної, так із економічної точки зору. Також визначено основні варіанти дорожнього одягу та виконано порівняння вартості використаних матеріалів

Об'єкт знаходиться на вул. Північна, розташований на південному сході м. Самар в Заводському районі міста.

По вул. Північна розташовані підприємства м. Самар такі як: ТОВ «Солтек НМЗ», ООО УкрГидроМонтаж, Меблева фабрика DC-Style.

Висоти на площі виконання вишукувань коливаються від 56,219 м до 61,300 м.

Клімат помірно континентальний. Літо жарке з вітрами і частими суховіями, зима м'яка, малосніжна. Середня температура січня -2...-6 °С, липня +21...+23 °С. Опадів 400...500 мм, найбільше їх влітку.

Ґрунти представлені намівним піском та глинами.

Максимальна глибина промерзання ґрунту 0,9 м.

Ключові слова: Мультимодальний термінал, дорожній одяг, дорожнє покриття, автомобільна дорога.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи ...	11
1.2 Вимоги й норми проєктування.....	20
1.2.1 Конструювання дорожнього одягу .....	21
2. основна частина.....	27
2.1 Основні положення .....	27
2.2 Дорожній одяг.....	27
2.3 Розрахунок дорожнього одягу .....	28
2.4 План і профіль майданчиків .....	30
2.5 Земляне полотно .....	33
2.6 Захист від шуму .....	33
2.7 Технологічний проїзд.....	33
3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	34
3.1 Методика визначення вартості варіантів дорожнього одягу .....	34
3.2 Порівняння варіантів дорожнього одягу.....	34
3.3 Визначення вартості матеріалів, що застосовуються в будівництві дорожнього одягу .....	36
4.1 Загальні відомості щодо охорони праці на промисловому підприємстві. Заходи щодо охорони праці. ....	40
4.1.1 Вимоги безпеки.....	40
4.1.2 Протипожежні заходи та заходи з пожежної безпеки.....	41
4.1.3 Заходи з охорони праці .....	43
4.2 Аварійні ситуації. Порядок дій в надзвичайних ситуаціях.....	45
4.2.1 Домедична допомога.....	47
4.3 Оцінка професійних ризиків .....	47
4.3.1 Ідентифікація професійних ризиків.....	48
4.3.2 Аналіз та оцінка імовірності ризиків.....	48
4.3.3 Заходи з мінімізації професійних ризиків .....	49
Узагальнюючий висновок .....	49
4.4 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт .	50
4.4.1 Вимоги безпеки при поводженні з токсичними (отруйними) речовинами.....	50
4.5 Заходи щодо забезпечення безпеки будівельних процесів.....	53
4.6 Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин .....	56
4.7 Заходи по пожежній безпеці.....	57
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	60
Перелік посилань.....	61

## ВСТУП

Мультимодальні термінали - це спеціалізовані комплекси, призначені для обслуговування мультимодальних перевезень. Вони забезпечують перевантаження, зберігання та оформлення вантажів, що транспортуються щонайменше двома різними видами транспорту (наприклад, морським, залізничним, автомобільним або авіаційним) у межах одного договору. Розміщуватися такі термінали можуть на території морських і річкових портів, аеропортів або залізничних станцій.

В Україні наразі відсутній чіткий офіційний реєстр або достовірні дані щодо загальної кількості мультимодальних терміналів. Багато терміналів виконують функції мультимодальних, тобто забезпечують організацію перевезень із використанням кількох видів транспорту, однак визначити їх точну кількість досить складно.

Безпека на мультимодальних терміналах є одним із ключових чинників ефективного функціонування транспортно-логістичної системи. Вона охоплює сукупність організаційних, технічних, технологічних та правових заходів, спрямованих на захист життя і здоров'я персоналу, збереження вантажів, транспортних засобів та інфраструктури під час здійснення перевантажувальних і логістичних операцій.

До основних складових системи безпеки мультимодальних терміналів належать:

- Технічна безпека забезпечення справності обладнання, вантажно-розвантажувальних механізмів, транспортних засобів та інженерних систем, що використовуються в технологічному процесі терміналу.

- Транспортна безпека організація безпечного руху транспортних засобів на території терміналу, запобігання аваріям, зіткненням і несанкціонованим переміщенням техніки.

– Вантажна безпека створення умов для збереження вантажів, запобігання їх пошкодженню, втраті або розкраданню під час зберігання, перевантаження та транспортування.

– Інформаційна безпека захист інформації, що стосується перевезень, клієнтів, маршрутів, а також забезпечення конфіденційності логістичних даних.

– Екологічна безпека поводженням із небезпечними вантажами, попередження витоків, забруднення ґрунтів, води та повітря. дотримання норм охорони довкілля, контроль за

– Охорона праці та промислова безпека створення безпечних умов праці для персоналу терміналу, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, проведення регулярних інструктажів і навчання щодо дій у надзвичайних ситуаціях.

Комплексна система безпеки мультимодального терміналу повинна базуватися на принципах профілактики ризиків, постійного моніторингу технологічних процесів, використання сучасних систем відеонагляду та контролю доступу, а також інтеграції цифрових технологій для підвищення рівня управління безпекою.

Таким чином, забезпечення безпеки на мультимодальних терміналах є необхідною умовою підвищення надійності транспортних операцій, зменшення ризиків аварійних ситуацій, мінімізації втрат і формування позитивного іміджу підприємства на ринку логістичних послуг.

Одним із ключових напрямів розвитку сучасних мультимодальних терміналів є підвищення рівня екологічної безпеки та зменшення негативного впливу транспортної діяльності на навколишнє природне середовище. У світовій практиці мультимодальні термінали розглядаються не лише як транспортно-логістичні вузли, але й як інструменти реалізації концепції сталого розвитку транспорту.

Використання мультимодальних перевезень дозволяє оптимізувати логістичні ланцюги та скоротити кількість автомобільних рейсів, що, у свою чергу, зменшує рівень викидів вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), шумового забруднення

та споживання пального. Наприклад, переведення частини вантажопотоків з автотранспорту на залізницю або внутрішній водний транспорт дає змогу скоротити викиди шкідливих речовин у 3-5 разів.

Сучасні мультимодальні термінали у країнах Європейського Союзу активно впроваджують технології «зеленого терміналу», які передбачають:

- використання електричних і гібридних навантажувачів, автопоїздів і портових кранів;
- оснащення термінальних об'єктів сонячними батареями та системами енергоощадного освітлення;
- перехід на енергію з відновлюваних джерел;
- впровадження систем очищення поверхневих і дощових стоків;
- оптимізацію маршрутів руху транспортних засобів на території терміналу для мінімізації простоїв та зменшення споживання палива.

Крім того, важливим напрямом є цифровізація логістичних процесів, що дозволяє зменшити використання паперових документів, пришвидшити обробку вантажів та знизити енергозатрати на операції. Таким чином, екологічна модернізація мультимодальних терміналів не лише сприяє збереженню довкілля, а й підвищує їхню ефективність, конкурентоспроможність і відповідність міжнародним стандартам сталого розвитку транспорту.

В Україні розвиток мультимодальних терміналів перебуває на початковому етапі, що обумовлено низкою економічних, організаційних і технічних чинників. На відміну від країн Європейського Союзу, де мультимодальні хаби є невід'ємною складовою транспортної системи. Вітчизняна інфраструктура характеризується нерівномірністю розвитку та відсутністю Єдиної перевезеннями. системи управління мультимодальними

Основними проблемами, що стримують розвиток мультимодальних терміналів в Україні, є:

- відсутність офіційного реєстру та класифікації терміналів, що ускладнює їх ідентифікацію, планування мережі та інвестиційне прогнозування;

– застаріла технічна база більшості залізничних і портових об'єктів, низький рівень автоматизації та цифровізації логістичних процесів:

– нестача інвестицій у розвиток сучасних транспортно-логістичних комплексів через економічну нестабільність і тривалий період окупності таких проєктів;

– відсутність інтеграції між видами транспорту, що призводить до дублювання функцій і неефективного використання ресурсів;

– невідповідність нормативно-правової бази України міжнародним вимогам у сфері мультимодальних перевезень;

– наслідки військової агресії, які призвели до руйнування транспортної інфраструктури та порушення логістичних ланцюгів.

Попри наявні труднощі, мультимодальні термінали мають значний потенціал у контексті післявоєнного відновлення транспортної системи України. Їх розвиток сприятиме диверсифікації експортних маршрутів, підвищенню логістичної стійкості держави та інтеграції в європейську транспортну мережу TEN-T.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою. Мета роботи

Мета цієї роботи це розробка та порівняння різних типів покриття дорожнього одягу при реконструкції мультимодальних терміналів.

Реконструкція мультимодального терміналу є важливим складником модернізації транспортно-логістичної інфраструктури. Метою такого процесу підвищення оперативної ефективності, пропускної спроможності, технологічної гнучкості, а також адаптація терміналу до сучасних технічних, екологічних та цифрових стандартів.

Серед причин актуальності реконструкції слід виділити:

- фізичне зношення існуючих споруд, обладнання та інженерних систем;
- зміни в характері вантажних потоків, збільшення обсягів перевезень. глобалізація логістики;
- зростання вимог до екологічності, цифровізації й енергоефективності логістичних процесів;
- необхідність інтеграції з міжнародними транспортними коридорами і мережами, зокрема для держав із перехідною інфраструктурою.

В українських умовах реконструкція мультимодальних терміналів набуває стратегічного значення, оскільки інфраструктура протранспортно-логістичної мережі потребує оновлення. На першому плані:

- модернізація портової, залізничної та автомобільної складових;
- розвиток інтермодальних терміналів та «сухих портів» у західному і центральному регіонах
- інтеграція в транспортну мережу ЄС і адаптація до міжнародних стандартів;
- залучення державно-приватного партнерства й інвестицій у галузь;
- розробка національної стратегії цифровізації мультимодальних перевезень.

Одне з найважливіших при побудові мультимодального терміналу є вибір

локації для його розташування. Першу [1] статтю автор присвятив аналізу методів вибору дислокації мультимодальних терміналів. При невірному розташуванні терміналу, є великі ризики грошових витрат, а також може призвести до погіршення якості перевезення вантажу. У зв'язку з цими проблемами і постало питання в дослідженнях методів вибору дислокацій.

За результатами досліджень автора було встановлено найбільш використовувані методи вибору дислокацій мультимодальних терміналів: метод повного перебору, «центру ваги» та метод багатовимірного аналізу.

Завдання оптимальної дислокації вирішується повним перебором, і оцінкою всіх можливих варіантів дислокації мультимодальних терміналів. Для вибору оптимальної дислокації, завдання вирішується повним перебором і оцінкою всіх можливих варіантів дислокації мультимодальних терміналів.

У другій статті [2] розповідають про загальні транспортні термінали які відіграють ключову роль у функціонуванні транспортних мереж, забезпечуючи пересадку пасажирів, перевантаження вантажів та ефективний зв'язок між пунктами відправлення і призначення. Такі термінали формують основу мультимодальних транспортних систем, виступаючи центральними вузлами взаємодії різних видів транспорту. Оскільки жоден окремих вид транспорту — автомобільний, залізничний, авіаційний або морський — не здатний самостійно повністю задовольнити всі потреби у перевезеннях, виникає необхідність у їх взаємодоповненні для забезпечення цілісного покриття транспортної мережі. За відсутності сприятливих умов вибору виду транспорту та при розбіжності критеріїв, якими керуються користувачі, спостерігається зниження попиту на перевезення та ефективності транспортних послуг.

Проектування транспортних мереж із використанням загальних транспортних терміналів дає змогу більш гнучко реагувати на попит, збалансовувати обсяги транспортних послуг, розширювати географію пунктів призначення та зменшувати рівень конкуренції між маршрутами, транспортними системами і видами транспорту. Це створює передумови для впровадження інтегрованих транспортних послуг за принципом «від дверей до

дверей».

Автори статті [3] обґрунтовують доцільність розвитку в Україні системи мультимодальних вантажних терміналів на базі залізничної мережі, які мають забезпечувати взаємодію двох і більше видів транспорту. Особлива увага приділяється необхідності поєднання залізниць різних стандартів ширини колії — 1435 мм, що застосовується в країнах Європейського Союзу, та 1520 мм, характерної для України. Без створення такої інфраструктури повноцінна інтеграція України до Транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) є неможливою.

Формування системи мультимодальних вантажних терміналів відповідає євроінтеграційним прагненням і міжнародним зобов'язанням України, проте потребує значних фінансових ресурсів, передусім за рахунок зовнішніх інвестицій. У зв'язку з цим виникає необхідність обґрунтування поетапної реалізації інвестиційних проєктів, виконання будівельно-монтажних робіт, а також придбання рухомого складу й технічних засобів. Пріоритетність окремих етапів і проєктів визначається, насамперед, строками їх окупності та економічною ефективністю.

Зазначені завдання неможливо вирішити без застосування адекватних економіко-математичних моделей, які дозволяють формалізувати та оптимізувати технологічні процеси функціонування мультимодальних терміналів і вимоги до їх інфраструктури. У роботі сформульовано базові положення та критерії оптимізації технологій і інфраструктурних рішень мультимодального вантажного терміналу, визначено керовані змінні та систему обмежень математичної моделі, а також сформульовано цільову функцію оптимізаційної задачі. Запропонований підхід забезпечує обґрунтованість проєктних, технологічних і управлінських рішень у процесі інтеграції залізничного транспорту України до мережі TEN-T та розвитку мультимодальних вантажних перевезень.

В статті [4] розбирають проблему що, транспортна система України характеризується недостатнім рівнем розвитку транспортно-логістичних

технологій та інфраструктури мультимодальних перевезень, що суттєво знижує її конкурентоспроможність і обмежує можливості інтеграції української продукції у світовий транспортний ринок. За показниками глобальної конкурентоспроможності Україна посідає 85-те місце у світі, а за індексом логістичної ефективності — 66-те. Високі витрати на транспортування, які сягають близько 40 % у структурі загальної вартості продукції, негативно впливають на економічну ефективність національного виробництва та експорту.

Крім того, жоден з українських морських портів не входить до переліку 100 найбільших контейнерних портів світу, що свідчить про обмеженість їх участі у глобальних логістичних ланцюгах. Частка мультимодальних та інтермодальних перевезень вантажів в Україні не перевищує 0,5 % загального обсягу транспортного ринку, що у 20–30 разів менше порівняно з державами – членами Європейського Союзу та іншими розвиненими країнами. Незважаючи на територіальну близькість транспортної системи України до Транс'європейської транспортної мережі TEN-T, її повноцінна інтеграція залишається неможливою через низький рівень інтероперабельності та загальне технологічне відставання.

В умовах економічної та політичної нестабільності в Україні, а також обмеженого фінансування транспортної галузі, значна увага зосереджується на вирішенні поточних проблем функціонування інфраструктури, тоді як економічні аспекти організації мультимодальних перевезень відповідно до сучасних світових тенденцій залишаються недостатньо дослідженими. Зокрема, потребують подальшого опрацювання питання реформування підприємств транспортного сектору, удосконалення тарифного регулювання, оцінювання ефективності мультимодальних перевезень та формування механізмів забезпечення їх сталого розвитку.

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується постійним розширенням господарських зв'язків і поглибленням міжнародної економічної кооперації. У транспортній політиці розвинених країн пріоритет надається інтеграційним процесам, спрямованим на створення сприятливих умов для

вільного переміщення товарів, послуг і капіталів. Це зумовлює зростання транснаціональних вантажопотоків та обсягів міжнародного транзиту, який для багатьох держав є важливим джерелом експорту транспортних послуг, валютних надходжень до бюджету та створення додаткових робочих місць.

У роботі [5] розглянуто проблеми виникнення та розвитку дефектів і пошкоджень поверхні дорожнього покриття промислових підприємств із жорстким типом дорожнього одягу. Основну увагу приділено аналізу причин передчасного руйнування конструктивних шарів дорожнього покриття в умовах дії значних експлуатаційних навантажень.

Результати експериментальних досліджень свідчать, що верхні шари дорожнього одягу характеризуються наявністю ознак недоуцільнення та підвищеної водонасиченості. Це вказує на порушення технологічних вимог під час улаштування покриття, а також на процеси розуцільнення асфальтобетонної суміші в період експлуатації автомобільної дороги під впливом інтенсивних навантажень.

Розрахункові значення залишкового ресурсу досліджуваної автомобільної дороги підтверджують істотне зниження довговічності конструкції дорожнього одягу, що обумовлює необхідність застосування ефективних заходів з її відновлення.

Запропоноване технічне рішення передбачає фрезерування верхнього шару асфальтобетонного покриття, ремонт тріщин, порожнин та інших дефектів нижнього шару, а також улаштування прошарку з геосинтетичного матеріалу з подальшим укладанням і ущільненням нового шару асфальтобетону. Зазначена технологія довела свою ефективність у практиці дорожнього будівництва та дозволяє суттєво підвищити довговічність і експлуатаційну надійність конструкції дорожнього одягу в цілому.

У статі [6] основними завданнями підвищення надійності автомобільних доріг і магістралей є збільшення довговічності конструкції дорожнього покриття, а також підвищення його зносостійкості. Під час проектування важливо визначити якість дорожно-будівельних матеріалів, що

використовуються, аби забезпечити необхідну міцність конструкції дорожнього покриття, стійкої до пластичних деформацій та зносу.

З погляду критеріїв експлуатаційної надійності необхідно звертати увагу на несучу здатність конструкцій щодо впливу транспортних навантажень, а також на їх ремонтпридатність. Залежно від якості дорожно-будівельних матеріалів рекомендується вибірково використовувати їх у структурних шарах дорожнього покриття, щоб максимально врахувати, з одного боку, вимоги до міцності та надійності, а з іншого — економічну доцільність.

Виходячи з наведеного, у статті представлено принципи вибору оптимальних методів проектування дорожнього покриття, які забезпечують необхідні експлуатаційні характеристики та надійність протягом усього терміну служби за заданих умов транспортного навантаження при мінімальних витратах.

Автор статі [7] дослідив питання доцільності прийняття окремого Закону України «Про мультимодальні перевезення», які доцільно розглядати у комплексі з проблематикою розроблення та ухвалення єдиного транспортного «мультикодексу», який би об'єднав правове регулювання всіх правовідносин, пов'язаних із функціонуванням різних видів транспорту. Обговорення можливості створення такого кодифікованого нормативно-правового акта триває протягом тривалого часу, проте на сьогодні відсутні конкретні законодавчі ініціативи, спрямовані на його практичну реалізацію.

У разі якщо в найближчій перспективі прийняття транспортного «мультикодексу» не передбачається, ухвалення окремого закону, присвяченого регулюванню мультимодальних перевезень, набуває особливої актуальності. Водночас очевидно, що після набрання таким законом чинності виникатиме потреба в уточненні окремих його положень, а також у доповненні новими нормами з урахуванням практики застосування та розвитку транспортної галузі.

Питання щодо доцільності існування окремого закону про мультимодальні перевезення, так само як і інших галузевих транспортних кодексів і законів, знову постане у разі появи реальних передумов для ухвалення комплексного транспортного «мультикодексу», який би забезпечив системне та узгоджене

правове регулювання у сфері транспорту.

У [8] роботі автор розповідає про те, що розвиток мультимодальних перевезень визначається одним із пріоритетних напрямів транспортної політики України, що зумовлено її вигідним транспортно-географічним положенням на перетині європейських та євразійських шляхів сполучення і міжнародних транспортних коридорів. Водночас в Україні відсутнє комплексне законодавче регулювання у сфері мультимодальних перевезень, що актуалізує необхідність визначення їх правових та організаційних засад, правового статусу учасників перевізного процесу, а також механізмів державної підтримки мультимодальних перевезень і пов'язаної з ними інфраструктури.

Сучасний стан транспортної системи України характеризується недостатнім рівнем розвитку інфраструктури, необхідної для забезпечення належних обсягів мультимодальних перевезень. Зокрема, в країні спостерігається дефіцит мультимодальних транспортних терміналів, а відсутність державної підтримки та сприятливого інвестиційного клімату стримує розвиток наявних об'єктів мультимодальної інфраструктури. Крім того, система формування тарифів на мультимодальні перевезення залишається недосконалою та не відповідає сучасним вимогам ринку транспортних послуг.

У статті проаналізовано основні положення проекту Закону України «Про мультимодальні перевезення» та виявлено його недоліки щодо формування єдиного тарифу. Досліджено міжнародний досвід тарифоутворення у сфері мультимодальних перевезень і визначено основні етапи цього процесу. Запропоновано методичний підхід до формування єдиного тарифу на мультимодальні перевезення, заснований на інтеграції ключових елементів технологічного процесу, які визначають структуру транспортних витрат. Удосконалено концептуальні засади розвитку транспортної інфраструктури на основі мультимодальності, а також наведено авторське тлумачення понять «мультимодальні перевезення», «інтермодальні перевезення» та «комбіновані перевезення».

Мета роботи [21] полягає у проведенні всебічного аналізу різних типів

дорожніх покриттів, таких як асфальтобетон, цементобетон і бруківка, для визначення найоптимальнішого варіанту за критеріями ефективності, довговічності, вартості та екологічного впливу для конкретного проєкту.

Методологія дослідження охоплює вибір матеріалів та оптимальних методів будівництва з урахуванням погодних умов, кліматичних і економічних факторів, які впливають на якість і зносостійкість дороги. Для оцінки варіантів використовується метод аналізу ієрархій (MAI), що включає побудову структури критеріїв, оцінювання їх важливості, парне порівняння, розрахунок вагових коефіцієнтів і аналіз альтернатив. На основі цього підходу визначається найбільш відповідний варіант покриття для конкретного випадку.

Результати дослідження демонструють проведення порівняльного аналізу десяти ключових критеріїв і трьох основних типів покриттів: асфальтобетонного, цементобетонного та бруківки. Комплексна оцінка дозволила обрати оптимальне рішення для заданого проєкту на основі показників продуктивності, довговічності, собівартості та впливу на навколишнє середовище.

Наукова новизна полягає у застосуванні системного підходу до вибору дорожнього покриття та раціональних методів будівництва з врахуванням кліматичних умов і економічних чинників, що визначають якість та стійкість поверхонь доріг. Особлива увага приділяється багатокритеріальній оцінці для встановлення оптимального варіанту.

Практична значимість дослідження відображається у створенні моделі бізнес-процесу, яка охоплює етапи проєктування, будівництва та впровадження заходів з розвитку й ефективного функціонування промислових підприємств.

Обґрунтований вибір типу покриття сприятиме отриманню максимальної економічної вигоди в найкоротші терміни при мінімальних фінансових витратах.

В роботі [22] систематизовано сучасні досягнення науки та практики, що стосуються факторів, які визначають ефективність технічної експлуатації автомобілів. Проаналізовано аспекти, які впливають на якість і надійність

автомобільної техніки, зокрема роль якісного проектування, виробництва та вплив дорожньо-транспортних умов під час експлуатації. Особлива увага приділена телематичним та інтелектуальним транспортним системам, що сприяють інформаційному забезпеченню оптимального керування автомобілями та транспортними потоками. Детально розглянуто основні функції інтелектуального транспорту, структура телематичних систем, бортові системи самодіагностики, а також можливості телематичних систем для дистанційної діагностики та підвищення безпеки дорожнього руху. Описано телематичні й навігаційні системи, які забезпечують моніторинг параметрів автомобіля, його ідентифікацію, диспетчерське управління та вдосконалення технічної експлуатації транспортних засобів.

Але найголовніше в цій статті розкривається тема про забезпечення безпеки руху, оптимальної швидкості, комфорту та економічності перевезень пасажирів і вантажів автомобільним транспортом, а також поліпшення якості транспортно-експлуатаційного стану доріг і мостів значною мірою залежить від високого рівня інформованості учасників дорожнього руху. Крім того, важливу роль у цьому процесі відіграє планомірний розвиток мережі автомобільних доріг. Досягнення високих технічних показників, підвищення конкурентоздатності автомагістралей і сприяння збалансованому соціально-економічному розвитку транспортного комплексу потребує ретельного моніторингу стану автомобільних шляхів. Цей моніторинг має слугувати основним джерелом достовірної інформації про стан доріг на місцевому, регіональному та загальнодержавному рівнях.

Одним із критично важливих аспектів є збір та аналіз даних про стан автомобільних доріг у режимі реального часу, що дозволяє проводити їх своєчасне обслуговування і ремонт.

Основна мета діагностики та оцінки стану доріг полягає у забезпеченні повної, об'єктивної й достовірної інформації щодо транспортно-експлуатаційного стану шляхів, умов їхньої експлуатації та відповідності технічних параметрів вимогам дорожньої безпеки.

У дослідженні [25] вивчався цементобетон з різними добавками. Проведено аналіз поведінки бетонів трьох типів: нормальної міцності (normal-strength concrete – NSC), високої міцності (high-strength concrete – HSC) та композитного цементу (strain hardening cementitious composites – SHCC). Результати дослідження продемонстрували, що бетон SHCC має найкращі характеристики несучої здатності, жорсткості та тріщиностійкості серед розглянутих видів, значно перевершуючи як NSC, так і HSC. Зокрема, несуча здатність конструкцій з SHCC зростає аж на 76,6% у порівнянні з NSC, а також було встановлено, що він має найвищі показники жорсткості та енергоємності. Водночас HSC продемонстрував менший приріст характеристик, проте виявився найбільш економічно доцільним варіантом із точки зору вартості підвищення несучої здатності. Чисельне моделювання підтвердило здатність SHCC ефективно розподіляти напруження завдяки високому модулю пружності, властивій йому міцності на розтягування та здатності обмежувати утворення й розвиток тріщин.

У дослідженні, присвяченому цементобетонним покриттям [26], було визначено ефективні методи покращення властивостей цементобетону за допомогою хімічних добавок.

Проаналізовані таблиці та графіки засвідчують, що різні типи добавок залежно від їх дозування сприятливо впливають на окремі характеристики цементобетонного покриття, зокрема на його міцність, пластичність, тріщиностійкість і довговічність. Такий підхід забезпечує можливість цілеспрямованої модифікації складу суміші відповідно до конкретних експлуатаційних вимог.

## **1.2 Вимоги й норми проєктування**

Інтермодальний термінал належить до категорії промислових підприємств, тому під час проєктування певних елементів інфраструктури необхідно дотримуватися положень, викладених у частково чинному СНиП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт». Водночас основні вимоги до проєктування дорожнього покриття та конструкцій при будівництві й ремонті автомобільних

доріг і суміжних територій визначаються такими нормативними документами: ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво», ГБН В.2.3-37641918-559:2019 «Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування» та ГБН В.2.3-37641918-557:2016 «Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування».

### **1.2.1 Конструювання дорожнього одягу**

Під час процесу проектування дорожнього покриття відбувається охоплення всіх етапів, пов'язаних з розробкою та обґрунтуванням його конструкції. Під час створення конструкцій нежорсткого типу визначаються такі ключові параметри:

- вибір типів покриттів і матеріалів, які використовуватимуться для їхньої побудови;
- встановлення кількості конструктивних шарів, їхнього складу, просторового розташування в структурі, а також проектної товщини кожного шару;
- врахування необхідності морозозахисних шарів залежно від кліматичних умов регіону, характеристики ґрунтів і рівня зволоження робочої зони дорожнього полотна;
- забезпечення дренажу конструкції за допомогою спеціальних заходів осушення;
- застосування рішень для підвищення стійкості до утворення тріщин у конструкції;
- досягнення необхідної якості та комфортності поверхні першого експлуатаційного шару;
- аналіз альтернативних інженерних рішень із врахуванням місцевих умов і специфіки експлуатації дорожнього покриття.

Дорожні покриття можуть бути стандартними або спроектованими відповідно до специфіки певної ділянки дороги, за умови, що ці ділянки мають однакові характеристики за інтенсивністю та складом транспортного потоку, а

також схожі природні умови. При виборі проєктного рішення важливо опиратися на перевірені та раніше випробувані конструкції.

Загальна товщина конструкції та характеристики її шарів визначаються з урахуванням вимог до міцності, стійкості до морозу та дренажних властивостей. Якщо розрахункова проєктна товщина, необхідна для забезпечення міцності, виявляється недостатньою для гарантування морозостійкості, у конструкцію додається теплоізоляційний або протизамерзаючий шар. У такій ситуації проєктування земляного полотна проводиться одночасно з розробкою шарів, які забезпечують захист від промерзання та ефективно водовідведення.

#### *Гравійні, щебеневі, шлакові основи і покриття*

У контексті промислових зон дорожні покриття з щебеню, гравію або шлаку можуть виконувати різноманітні функції. Вони підходять для облаштування тимчасових проїздів і майданчиків під час будівельних робіт або для створення зон, що не потребують витримування значних і регулярних навантажень від важкої техніки. Однак найбільш доцільним є використання таких матеріалів як основу під дорожні конструкції.

Основи та покриття зі щебеню, гравію або шлаку можна укладатися в один або декілька шарів залежно від проєктної товщини конструкції, характеристик обраних матеріалів та можливостей техніки для їх ущільнення.

Максимальна товщина шару щебеню або гравію залежить від ваги ущільнювальної техніки: вона не повинна перевищувати 18 см при використанні важкої техніки (котків) із металевими вальцями або 25 см у щільному стані під час ущільнення котками на пневматичних колесах. Мінімально допустима товщина після ущільнення має бути щонайменше  $1,5D$ , при якому  $D$  — це найбільший розмір зерен у складі щебеню.

Гравійні, щебеневі, шлакові та ґрунтово-щебеневі шари допускається укладати лише за умови плюсової температури. Виконання робіт у холодну пору року можливе лише при дотриманні відповідних технологічних вимог:

- за температури повітря від 0 °С до -5 °С тривалість операцій з укладання, профілювання та ущільнення матеріалу із вологістю не більше 3% не повинна перевищувати 4 годин;

- за температури нижче -5 °С цей час скорочується до 2 годин;

- якщо вологість матеріалу перевищує 3%, його необхідно попередньо обробити розчином хлоридів натрію або кальцію з концентрацією 0,3–0,5% від маси матеріалу

- ущільнення в умовах негативних температур проводиться без додаткового зволоження;

- у періоди відлиг та до початку весняного танення конструкції слід очищати від снігу та льоду, а також забезпечувати ефективне відведення талої води.

Під час облаштування щебеневого шару методом заклинки щебінь першої групи перед нанесенням матеріалу для заклинки обробляється органічним в'язучим у кількості 2–3 літри на квадратний метр, розрахованому на чистий бітум. Кількість матеріалу для заклинки визначається залежно від крупності, міцності основного щебеню та типу конструктивного шару. У разі використання щебеню фракції 40–70 мм допускається одноразове заклинювання сумішами фракцій: 5–20 мм, 0–20 мм або 0–10 мм. Для щебеню фракцій 70–120 (150) мм застосовують заклинювальні матеріали фракції 5–40 мм.

При використанні активних або високоактивних шлаків у складі щебеневого шару, при відсутності негайного укладання верхнього шару дорожнього одягу, ущільнений шлак необхідно зволожувати щодня на протязі 10–12 діб. Норма води на добу становить 2,0–2,5 літра на квадратний метр поверхні. Рух транспорту по конструктивному шару дозволяється тільки після завершення його повного ущільнення.

Таблиця 1.1 – Витрати розклинювального матеріалу [23]

Тип шару	Розмір основної фракції щебню, мм	Міцність щебню на стиск, МПа	Витрата розклинювальної фракції, м <sup>3</sup> на 1000 м <sup>2</sup> при її розмірі, мм			
			20-40	10-20	5-10	0-5
Основа	40-80 (70)	800 та більше	-	25/15	15/10	-
Основа	40-80 (70)	600 та менше	-	15	10	-
Основа	80 (70)-120 (150)	600 та менше	10 (20)	-	10	10
Основа	80 (70)-120 (150)	400 та менше	10 (20)	-	-	-
Покриття	20-80 (70)	800 та більше	-	20/15	15/10	15/10
Покриття	20-80 (70)	600	-	15	10	10

Шари дорожнього покриття зі СВМД слід укладати за температури повітря, що не перевищує +30°C і не опускається нижче +10°C.

#### *Монолітні цементобетонні покриття*

Одним із найпоширеніших типів покриття для промислових зон є монолітне цементобетонне покриття.

Таке покриття може бути виконане одношаровим або, за наявності необхідного технологічного обладнання, двошаровим. У разі двошарового виконання покриття облаштовується методом зрошення шарів із одночасним ущільненням як верхнього, так і нижнього шару за один прохід бетоноукладача, при цьому товщина верхнього шару повинна бути не менше 6 см.

Товщина цементобетонного покриття має залишатися рівномірною по всій ширині проїзної частини дороги. Вона визначається шляхом розрахунку, але не може бути меншою за мінімально допустимі значення, зазначені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Мінімально допустима товщина цементобетонного покриття та основи під ним. [24]

Матеріал основи	Мінімально допустима товщина, см, покриття при загальному числі прикладань розрахункового навантаження, одиниць на смугу					
	понад $10^8$	від $2 \times 10^7$ до $10^8$	від $10^7$ до $2 \times 10^7$	від $5 \times 10^6$ до $10^7$	від $10^6$ до $5 \times 10^6$	менше ніж $10^6$
Цементобетон дорожній	24/26	22/24	20/22	18(16)/ 19(18)	17(16)/ 19(18)	15/17
Кам'яні матеріали, укріплені в'язучими	27/27	25/25	25/23	18(16)/ 21(19)	17(16)/ 20(19)	15/17
Щебінь, пісок, щебенево-піщана, гравійно-піщана суміші, шлак	-	-	22/23	20(18)/ 23(20)	18(16)/ 21(19)	16/18

У покритті виконують поздовжні та поперечні шви (стискання і розширення), які розділяють покриття на плити певної довжини та ширини. Поперечні шви стиснення облаштовуються між швами розширення. Для запобігання утворенню тріщин і забезпечення стійкості до температурно-усадкових напружень у період твердіння на ранній стадії, частина поперечних швів стиснення спочатку виконується як контрольні з інтервалом через кожні 2–3 плити. Інші поперечні шви стиснення формують поплитно між такими контрольними швами. Глибина нарізання поперечних швів складає чверть товщини плити, а поздовжніх – третину її товщини. Ширина шва становить від 3 до 4 мм. У швах передбачені штирові з'єднання різного профілю.

Поперечні шви виконуються з арматури гладкого профілю класу А240К довжиною 500 мм, обробленої полімерними матеріалами, фарбами або іншими захисними покриттями.

Поздовжні шви виконуються з арматури періодичного профілю класу А400К довжиною 800 мм. Довжина плит у монолітному покритті (відстань між

поперечними швами стиску) на укріпленій основі та стабільному земляному полотні встановлюється розрахунковим методом, але не повинна перевищувати 25 товщин покриття. У випадках із нерівномірними осіданнями земляного полотна (зокрема на насипах висотою понад 3 м) — допускається не більше 22 товщин покриття. У місцях переходу від насипу до виїмки, у високих насипах, біля транспортних споруд або для покриттів завширшки до 6 м включно це значення зменшується до 20 товщин покриття. При цьому співвідношення довжини плити до її ширини не повинно перевищувати 1:1,15.

Поздовжні шви у монолітному цементобетонному покритті облаштовуються, якщо ширина покриття перевищує 2,3 товщини плити. Для забезпечення незалежного горизонтального переміщення шарів між плитами (шарами) жорстких покриттів і основи необхідно застосовувати конструктивні рішення, такі як роздільні прошарки із геотекстилю, поліетиленової плівки тощо. У разі проектування двох шарів покриттів методом зрошування використання роздільних прошарків не передбачається. При розробці жорстких покриттів на ділянках із несучільними швами слід закладати прошарки. Несучільними вважаються шви, у яких поперечні та поздовжні шви покриття й нижнього шару зміщені один відносно одного на відстань, що перевищує дві товщини верхнього шару.

## 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 2.1 Основні положення

Для реалізації запланованих робіт із будівництва майданчика на вул. Північній у місті Самар Дніпропетровської області, на основі аналізу вихідних даних, результатів огляду території та інженерних досліджень, було прийнято такі загальні проектні рішення:

Передбачається будівництво майданчика між коліями №1 та №2, та облаштування майданчика між колією №3 та бетонною огорожею, а також організацію водовідведення до дощеприймачів. Ухил поверхні в напрямку до дощеприймача становить 8‰.

Під час облаштування колій №2 та №3 заплановано перенесення існуючих проїздів для технологічного та вантажного транспорту. Організацію заїзду на стаціонарний ваговий комплекс вирішено шляхом створення кругового руху навколо стрілочного перевodu №3. Окрім цього, будуть збудовані два технологічні переїзди: один через колію №2, інший через колії №2 і №3.

Для забезпечення роботи ковшового навантажувача поруч із підвищеною колією буде збудований майданчик шириною 12,6 метра.

### 2.2 Дорожній одяг

Розрахунки дорожнього одягу сконструюванні відповідно до ГБН В.2.3-376419118-559:2019 та ДБН В.2.3-4-2015.

Вихідні дані для розрахунку є:

- Дорожньо-кліматична зона - У-III;
- Дорожньо-кліматичний район – А-6;
- Навантаження – 115кН;
- Тип місцевості по зволоженню - 1;
- Період міжремонтного терміну - 14 років;
- Грунт земляного полотна – суглинок;
- Тип дорожнього одягу – перехідний / капітальний;
- Покриття – плитка типу «фалка» / цементобетонне.

Планується влаштування наступних типу конструкцій дорожнього одягу:

- Суглинок важкий піщаний - 51мм;
- ЩПС С5 - h=140мм;
- ЩПС укріплена цементом М20 - h=264мм;
- ЩПС укріплена цементом М60 - h= 519мм;
- Бетонна бруківка "фалка" розміром (300x150x100) мм - h=585мм.

### 2.3 Розрахунок дорожнього одягу

Розрахунок наведено в Додатку В. Результати розрахунку наведено на рисунках 2.1-2.3

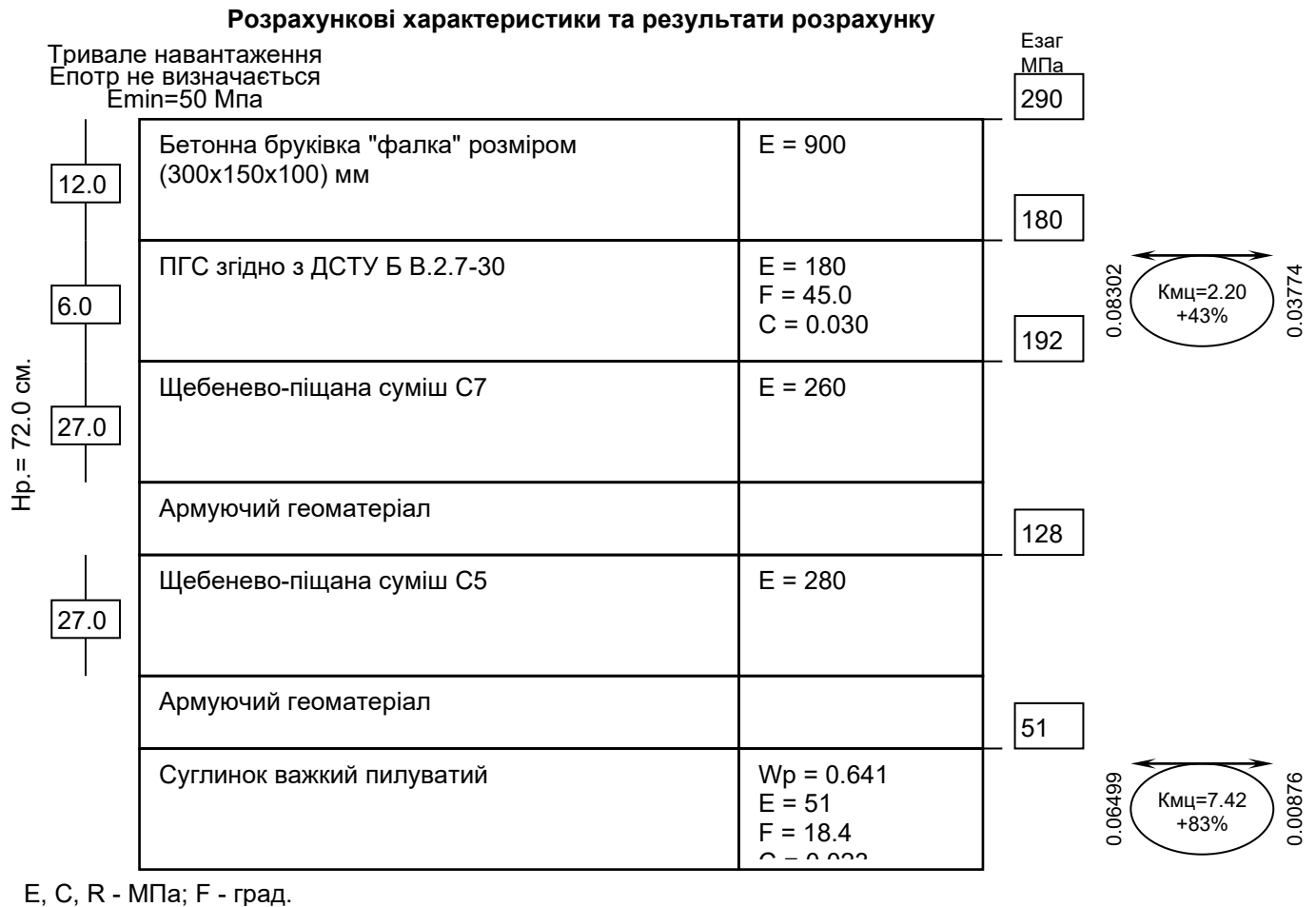
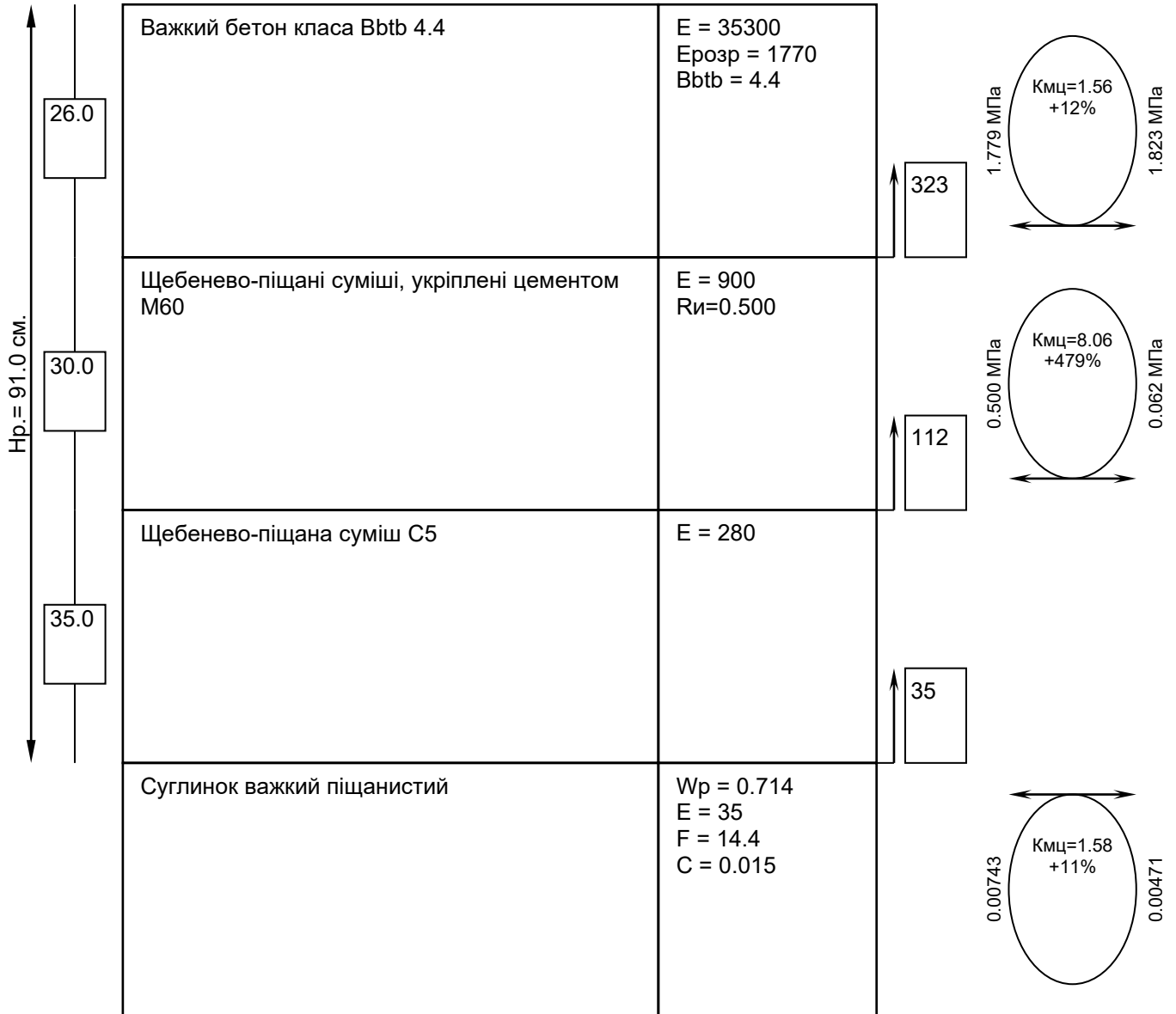


Рисунок 2.1 – Результати розрахунку дорожнього одягу

### Розрахункові характеристики та результати розрахунку

Еекв

МПа

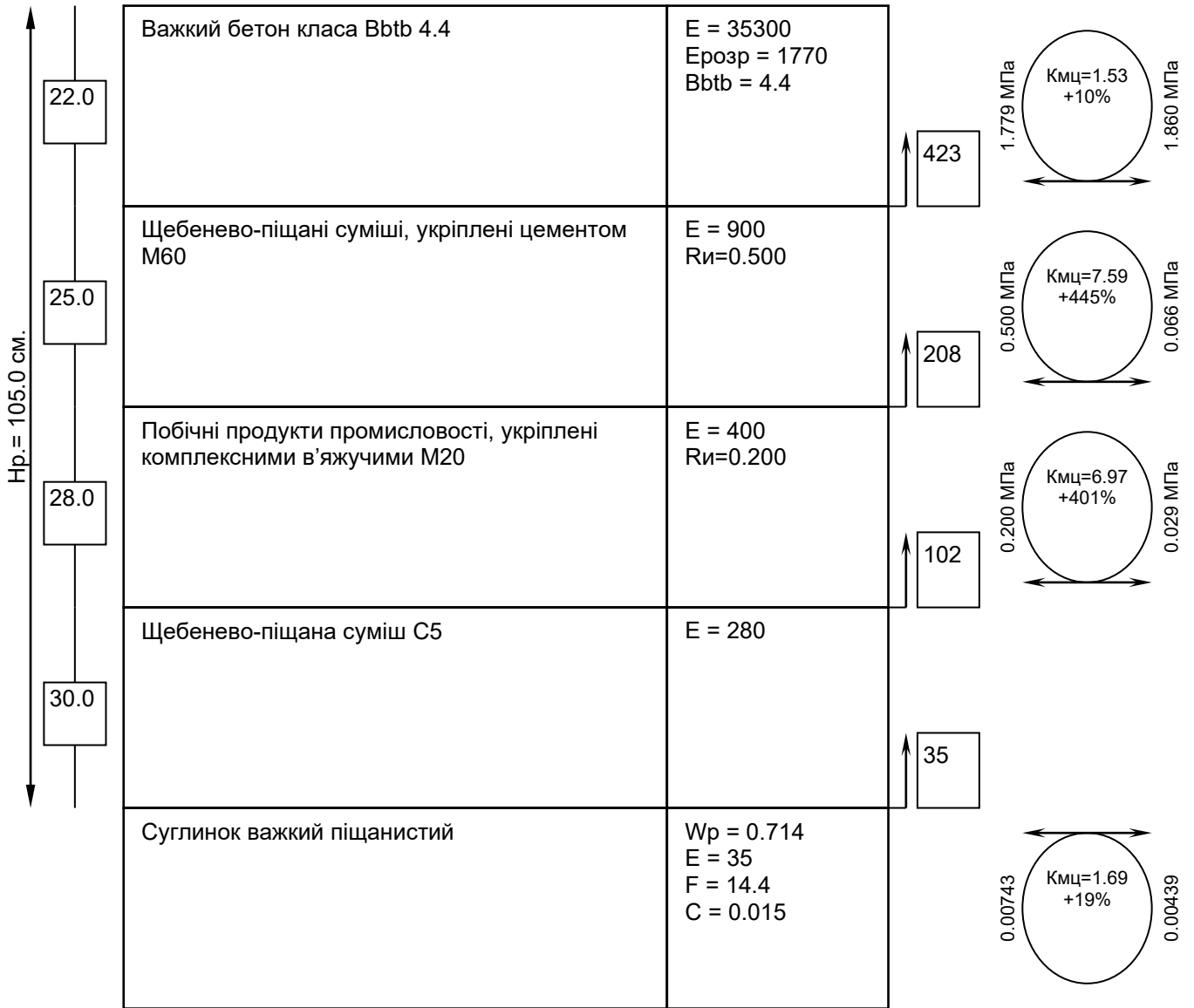


E, C, R - МПа; F - град.

Рисунок 2.2 – Результати розрахунку дорожнього одягу

## Розрахункові характеристики та результати розрахунку

Еекв  
МПа



E, C, R - МПа; F - град.

Рисунок 2.3 – Результати розрахунку дорожнього одягу

### 2.4 План і профіль майданчиків

Майданчики спроектовані так, щоб під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт виключити можливість наїзду на бортовий камінь та попередити його пошкодження.

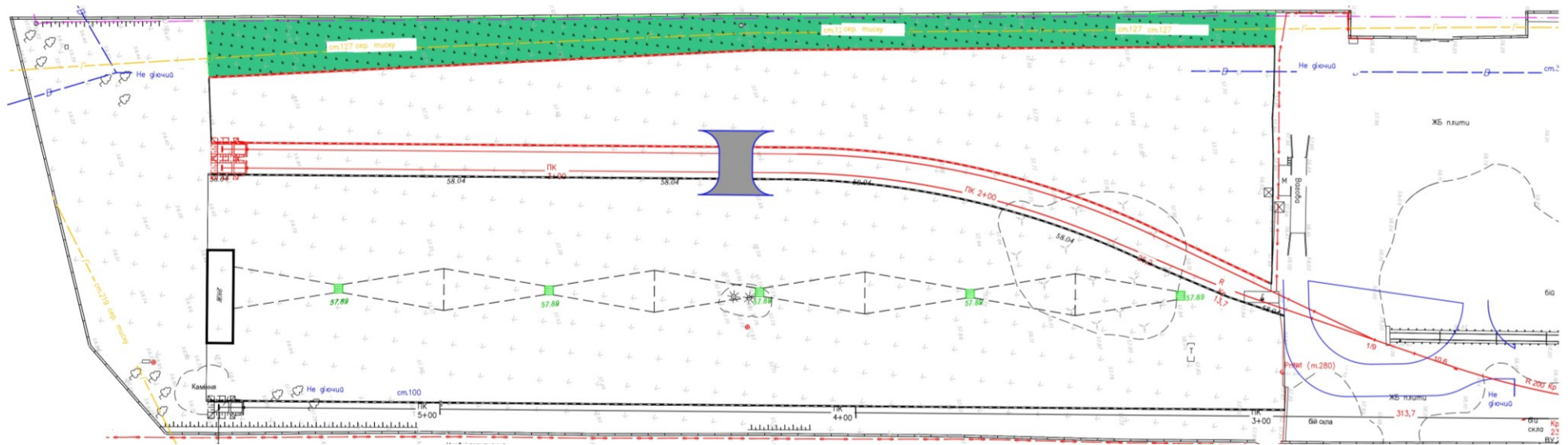


Рисунок 2.4 – План інтермодального терміналу

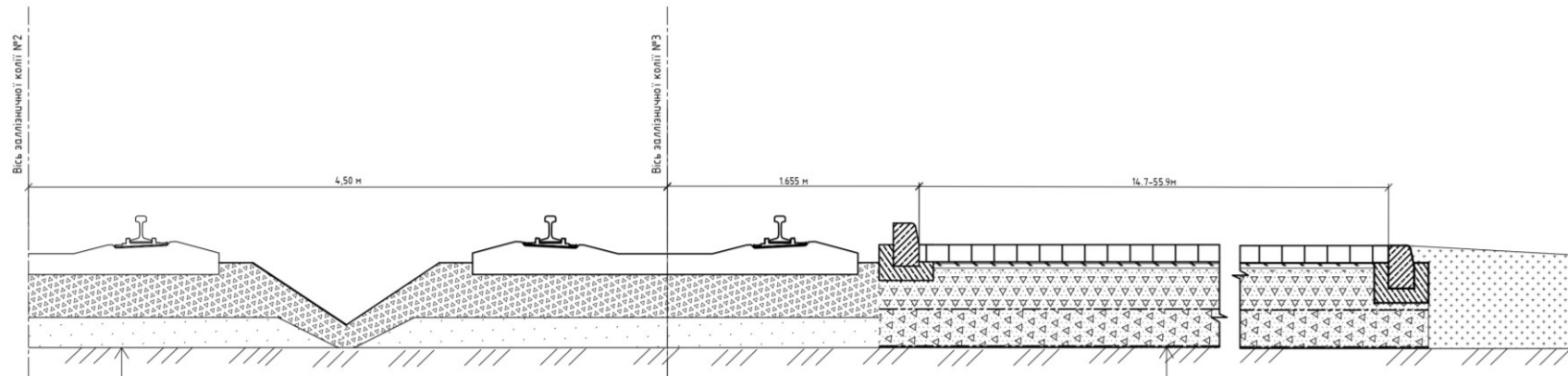


Рисунок 2.5 – Поперечний профіль майданчику інтермодального терміналу

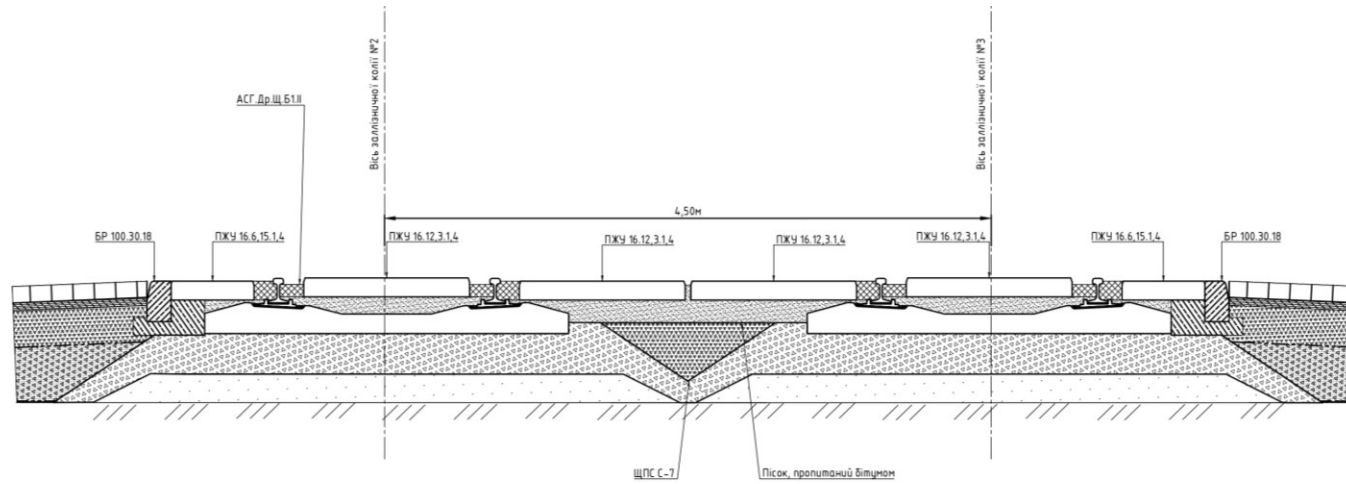


Рисунок 2.6 – Конструкція переїзного настилу

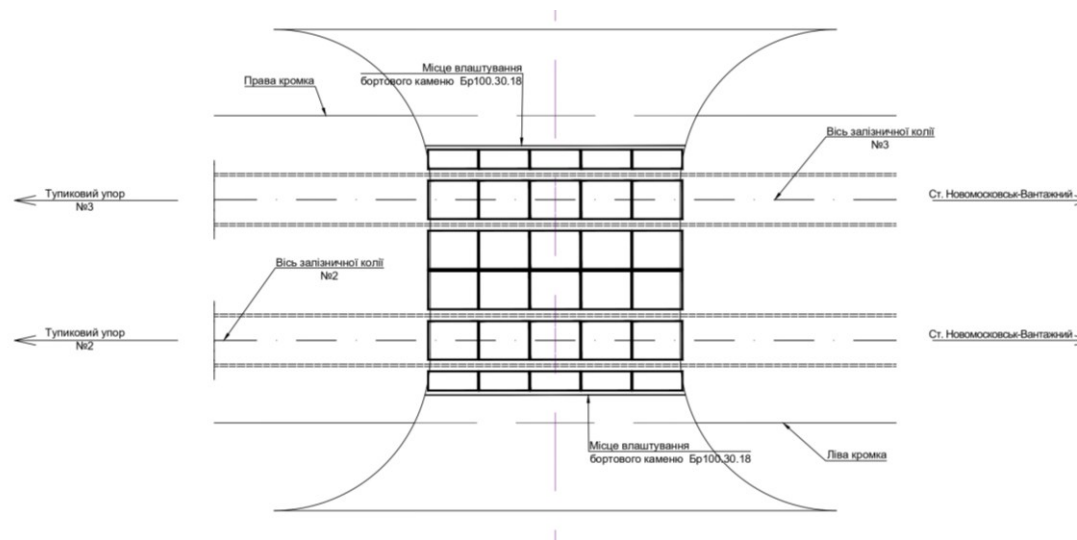


Рисунок 2.6 – Схема розкладки плит переїзного настилу

У профільному розрізі вони вирівняні горизонтально з додаванням ухилів, спрямованих до системи водовідведення.

## **2.5 Земляне полотно**

Земляне полотно являє собою основу з важкого суглинку, який не зазнає осідань.

Після зняття родючого шару ґрунту його тимчасово складують за межами ділянки будівництва. Потім проводиться розподіл суглинку по всій території майданчиків із виконанням проектного планування та ущільнення.

## **2.6 Захист від шуму**

Під час експлуатації об'єкта встановлено, що рівень шуму від функціонуючих машин і механізмів перевищує допустимі нормативи. У зв'язку з цим передбачено встановлення шумозахисних конструкцій. Використання шумозахисного екрану висотою 7,5 м забезпечить зниження шуму у розрахунковій точці (на території житлової забудови) до рівня, що не перевищує встановлені норми згідно з ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» (еквівалентний рівень: 55 дБА вдень і 45 дБА вночі).

Проектом передбачено монтаж шумопоглинаючих панелей висотою 4 м на наявній бетонній огорожі висотою 3,5 м.

## **2.7 Технологічний проїзд**

На під'їзній залізничній колії по вул. Північна в м. Новомосковськ Дніпропетровської області проектом передбачено влаштування одного технологічного переїзду із збірних залізобетонних переїзних плит типу ПЖУ.

### **3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**

#### **3.1 Методика визначення вартості варіантів дорожнього одягу**

Контейнерні термінали є місцями з підвищеним робочим навантаженням, де щоденно проводяться операції з великогабаритними вантажами та важкою технікою, як-от автонавантажувачі чи річстакери. У таких умовах дорожнє покриття піддається суттєвим вертикальним і динамічним навантаженням, а також впливу кліматичних факторів. Через це ключовим завданням стає забезпечення високої несучої здатності, довговічності та стійкості до деформацій. Найбільш раціональним рішенням у таких ситуаціях є застосування жорсткого цементобетонного покриття. На відміну від гнучких матеріалів, бетон характеризується високою стійкістю до навантажень, не схильний до утворення колій чи тріщин і демонструє стабільні експлуатаційні якості протягом усього терміну служби. Це робить цементобетон оптимальним вибором для інфраструктури контейнерних терміналів. Водночас остаточне рішення щодо типу дорожньої конструкції повинно базуватися на глибокому техніко-економічному аналізі, що враховує не лише первинні витрати, а й довгострокову ефективність, витрати на обслуговування та ремонт, а також вимоги до безпеки й надійності дорожнього покриття.

#### **3.2 Порівняння варіантів дорожнього одягу**

Для порівняння розроблено три варіанта дорожнього одягу (табл. 3.1).

Розрахунок значень пружного прогину, розрахунку на зсув та коефіцієнт міцності дорожнього одягу виконано за допомогою програми Radon UA та наведено в додатку А.

##### **Варіант 1**

- 1) Суглинок важкий піщаний -51мм
- 2) ЩПС С5 - h=140мм
- 3)ЩПС укріплена цементом М20 - h=264мм
- 4) ЩПС укріплена цементом М60 - h= 519мм
- 5) Бетонна бруківка "фалка" розміром (300x150x100) мм - h=585мм

##### **Варіант 2**

- 1) Суглинок важкий піщанистий - 35мм
- 2) Щебенево-піщана суміш С5 - 102мм
- 3) Побічні продукти промисловості, укріплені комплексними в'язучими М20 - 208мм
- 4) Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М60 - 423мм
- 5) Важкий бетон класа Вbtb 4.4 - 220мм

### Варіант 3

- 1) Суглинок важкий піщанистий - 35мм
- 2) Щебенево-піщана суміш С5 - 112мм
- 3) Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом М60 - 323мм
- 4) Важкий бетон класа Вbtb 4.4 - 260мм

Таблиця 3.1 – Варіанти конструкції дорожнього покриття

Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
Матеріал	Н, см	Матеріал	Н, см	Матеріал	Н, см
Суглинок важкий піщаний	5,1	Суглинок важкий піщаний	3,5	Суглинок важкий піщаний	3,5
ЩПС С5	14,0	ЩПС С5	10,2	ЩПС С5	11,2
ЩПС укріплена цементом М20	26,4	Побічні продукти промисловості, укріплені комплексними в'язучими М20	20,8	ЩПС укріплена цементом М60	32,3
ЩПС укріплена цементом М60	51,9	ЩПС укріплена цементом М60	42,3	Важкий бетон класа Вbtb 4.4	26,0
Бетонна бруківка "фалка" розміром (300x150x100) мм	58,5	Важкий бетон класа Вbtb 4.4	22,0		

### **3.3 Визначення вартості матеріалів, що застосовуються в будівництві дорожнього одягу**

У дорожньому будівництві традиційні методи розрахунку вартості, засновані на визначенні собівартості з додаванням фіксованої рентабельності, залишаються ефективними інструментами для забезпечення прозорості та передбачуваності як для підрядників, так і для замовників. Проте в умовах постійного зростання цін на матеріали та проблем із логістикою все більше уваги приділяється інтеграції цих базових принципів із динамічним аналізом ринкового попиту. Такий підхід забезпечує не лише встановлення початкової ціни на основі витрат і бажаного рівня прибутковості, але й оперативне її коригування залежно від сезонних змін, доступності ресурсів та конкурентної ситуації на ринку.

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну суттєво порушило функціонування ринку будівельних матеріалів, особливо у сфері дорожнього будівництва. Одним із найбільш критичних наслідків стало значне ускладнення імпорту стратегічно важливих ресурсів, зокрема бітуму, полімерних добавок, модифікаторів, а також спеціалізованого обладнання. Зруйновані транспортні коридори, обмеження на перетин кордонів і високі ризики доставки зробили логістику нестабільною та значно дорожчою. Додатково активні бойові дії призвели до руйнування численних українських заводів, які займалися виробництвом будівельних сумішей, цементу, асфальтобетону. Було втрачено великі склади для зберігання матеріалів і техніки. Такі наслідки не лише скоротили внутрішні можливості постачання, але й спричинили локальні дефіцити, що супроводжувалися різким зростанням цін. В умовах подібної кризи замовникам і підрядникам довелося переглядати традиційні підходи до планування, закупівель та кошторисного обґрунтування. Водночас виникла необхідність формувати матеріальні резерви, які б враховували специфіку нової воєнної реальності.

Головними джерелами для визначення вартості, які застосовують замовники та проектувальники, є інформація, надана Мінрегіонбудом, а також дані,

розміщені на порталі щомісячного моніторингу цін на дорожні матеріали ДП «Національний інститут розвитку інфраструктури».[10]

У цій магістерській роботі для порівняння аналізуються ціни на матеріали, отримані з цього portalу. Найсвіжіші доступні дані на січень 2025 року. Відповідні показники вартості матеріалів наведено в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Ціни на матеріали за варіантами.

№ з/п	Матеріал	Товщина шару, см	Об'єм шару в 1м <sup>2</sup>	Ціна за м <sup>3</sup>	Ціна шару за 1м <sup>2</sup>
Варіант 1					
1	Суглинок важкий піщаний	5,1	0,05	180	9
2	ЩПС С5	14,0	0,14	1281	179,3
3	ЩПС укріплена цементом М20	26,4	0,26	3287,7	854,8
4	ЩПС укріплена цементом М60	51,9	0,52	4380	2277,6
5	Бетонна бруківка "фалка" розміром (300x150x100) мм	58,5	0,58	1030	597,4
Загальна вартість за варіантом 1					3918,1
Варіант 2					
1	Суглинок важкий піщаний	3,5	0,035	180	6,3
2	ЩПС С5	10,2	0,10	1281	128,1
3	Побічні продукти промисловості, укріплені комплексними в'язучими М20	20,8	0,21	1090	228,9
4	ЩПС укріплена цементом М60	42,3	0,42	4380	1839,6
5	Важкий бетон класа Bbtb 4.4	22,0	0,22	4500	990
Загальна вартість за варіантом 2					3192,9
Варіант 3					
1	Суглинок важкий піщаний	3,5	0,035	180	6,3
2	ЩПС С5	11,2	0,11	1281	140,9
3	ЩПС укріплена цементом М60	32,3	0,32	4380	1401,6
4	Важкий бетон класа Bbtb 4.4	26,0	0,26	4500	1170
Загальна вартість за варіантом 3					2718,2

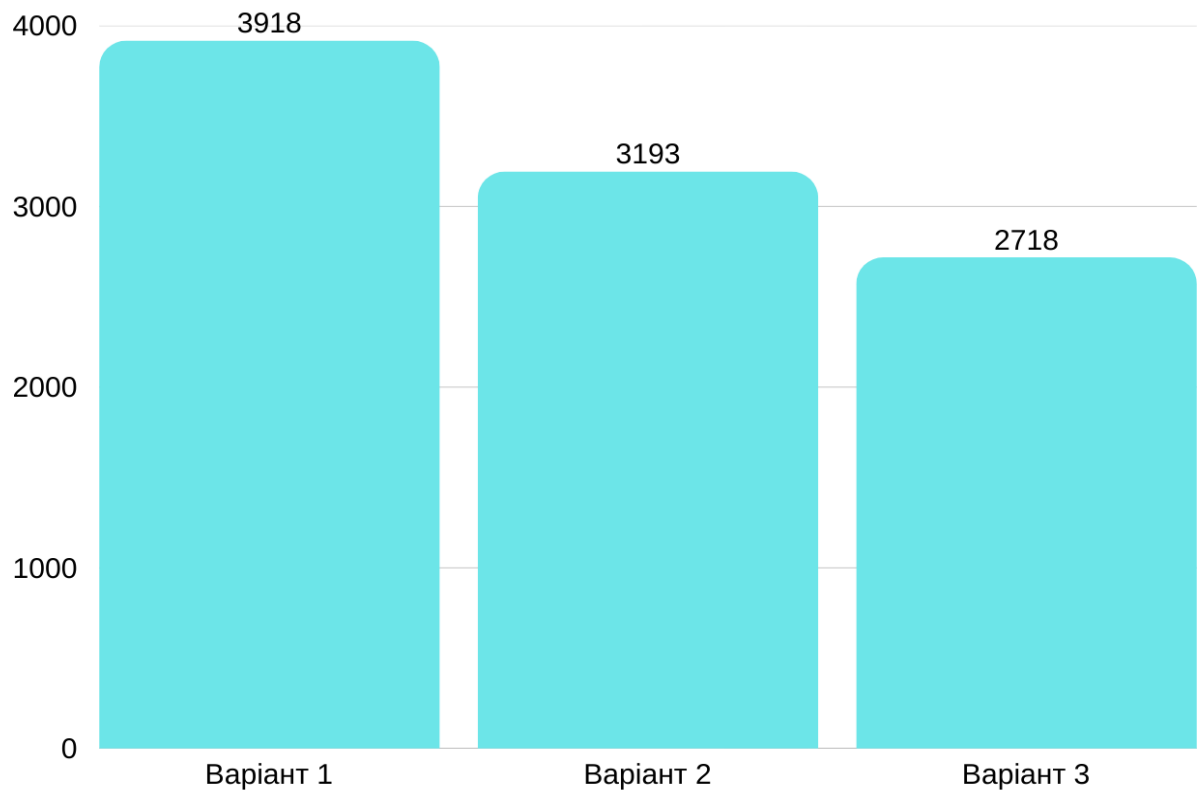


Рисунок 3.1 – Вартість дорожнього одягу за м<sup>2</sup>

Зважаючи на те, що всі варіанти дорожніх покриттів відповідають стандартним вимогам міцності, доцільно зосередитися на виборі покриття з урахуванням його економічної доцільності.

Зрівнюючи всі три варіанта встановлено, що найвигіднішим рішенням буде варіант 3 з цементобетонним покриттям. Окрім того що він є більш економічним, цей варіант ще й більш міцний. Другий варіант, що має в основі матеріали відходи промисловості укріплені цементом, не сильно відрізняється по міцності, але є трохи дорожчим за рахунок більшого шару ЩПС укріпленого цементом М60. Перший же варіант вийшов найдорожчим за рахунок товщого шару ЩПС, проте він простий в ремонті.

За результатами аналізу, варіант 3 виявився економічнішим та більш вигідним для використання на різних зонах навантаження під час реконструкції мультимодального терміналу.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Загальні відомості щодо охорони праці на промисловому підприємстві. Заходи щодо охорони праці.

Надійність і безпека об'єкта повинні бути забезпечені на всіх етапах його життєвого циклу, зокрема:

- проведення вишукувань і проєктування;
  - виготовлення, транспортування та зберігання будівельних матеріалів і виробів;
  - підготовка будівельного майданчика, зведення об'єкта та його передача в експлуатацію;
  - використання за призначенням протягом визначеного терміну експлуатації, оцінка технічного стану, проведення ремонтів, реконструкція;
  - адаптація до нових умов експлуатації після реконструкції;
  - демонтаж або ліквідація об'єкта.
- Залежно від стадії життєвого циклу, вимоги до надійності об'єкта застосовуються для:
- визначення умов проєктного вибору, зокрема параметрів об'єкта після реконструкції з урахуванням заданих умов експлуатації;
  - прийняття рішення про доцільність або недопустимість застосування конкретного проєкту, матеріалів, виробів, результатів виконаних робіт чи самого об'єкта;
  - встановлення необхідних вимог для зміни окремих характеристик об'єкта (або його складових) чи коригування режиму його експлуатації.

#### 4.1.1 Вимоги безпеки

При виконанні будівельно-монтажних робіт на даному об'єкті необхідно суворо дотримуватися вимог НПАОП 45.2-7.02-12. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення. (ДБН А.3.2-2-2009) [9].

Знаходження людей, що не мають безпосереднього відношення до виробництва робіт, в небезпечній зоні категорично забороняється.

Будівельними машинами і механізмами, транспортними засобами, навантажувально-розвантажувальними машинами, механізмами будівництва забезпечується наявним експлуатованим парком будівельних організацій.

Металеві частини будівельних машин і механізмів з електроприводом мають бути заземлені.

Під час роботи на об'єкті, де залучено кілька організацій, генпідрядник у співпраці із субпідрядними організаціями зобов'язаний розробити заходи з охорони праці відповідно до вимог «Положення про взаємини організацій».

При виконанні монтажних робіт необхідно забезпечити огороження небезпечних зон постійної дії. На огорожах слід через кожні 7–10 метрів розміщувати добре видимі попереджувальні знаки з написом «Небезпечна зона».

#### **4.1.2 Протипожежні заходи та заходи з пожежної безпеки**

Пожежна безпека на ділянках проведення робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися відповідно з вимогами «Правил пожежної безпеки в Україні» НАПБ А.01.001-2014 [11], «ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [12], «ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» [13].

До початку основних будівельних робіт на об'єкті необхідно забезпечити протипожежне водопостачання через пожежні гідранти, підключені до водопровідної мережі. Поблизу кожного гідранта слід встановити світловий показчик відповідно до чинних нормативних вимог. Додатково неподалік гідранта необхідно розмістити ящик з піском об'ємом не менше ніж 0,6 м<sup>3</sup>, лопату та бочку для води місткістю 250 літрів.

Згідно з вимогами[11], будівельний майданчик має бути оснащений пожежним щитом, який повинен містити мінімальний набір інвентарю: дві сокири, два ломи, дві лопати, два відра, три вогнегасники, три багри, а також покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу.

На об'єкті необхідно забезпечити організацію заходів для попередження виникнення пожеж. Усі протипожежні заходи повинні виконуватися неухильно,

зокрема:

- не допускається захарашення проїздів;
- забороняється залишати після закінчення роботи будівельні відходи, особливо горючого характеру, що можуть створювати перешкоди для спеціалізованого транспорту;
- категорично заборонено розводити вогнища;
- не дозволяється курити в місцях зберігання та використання легкозаймистих матеріалів й інших пожежонебезпечних речовин.

Дотримання вимог пожежної безпеки має здійснюватись у суворій відповідності до встановлених норм і положень згідно з вимогами [12].

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки на будівельних ділянках, належний стан засобів пожежогасіння та своєчасне виконання запланованих у проєкті протипожежних заходів покладається на керівників, які здійснюють роботи на зазначених ділянках. Призначення осіб, відповідальних за ці обов'язки, здійснюється окремим наказом.

За дотримання правил пожежної безпеки в побутових, допоміжних і підсобних приміщеннях відповідають співробітники, яким ці приміщення підпорядковані.

Тимчасові споруди, підсобні приміщення й будівельні майданчики повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння. Також необхідно забезпечити безперешкодний доступ до споруд, зокрема тимчасових, а також до місць відкритого складування будівельних матеріалів, конструкцій та обладнання.

Для обігріву інвентарних будівель дозволяється використовувати виключно масляні калорифери. Сушіння одягу та взуття слід здійснювати в спеціально обладнаних для цього приміщеннях із використанням масляних калориферів.

У разі виявлення ознак пожежі кожен громадянин зобов'язаний виконати такі дії

- негайно зателефонувати в пожежну службу, повідомивши адресу об'єкта, місце займання, обстановку, наявність людей та власне прізвище.

– За можливості організувати евакуацію людей, здійснити спробу локалізувати або загасити пожежу та зберегти цінне майно.

– При необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби, такі як медичну допомогу чи газорятувальну службу.

При прибутті пожежних розрахунків потрібно забезпечити їм безперешкодний вхід на територію об'єкта. Адміністрація та технічний персонал на місці пожежі зобов'язані надавати всю необхідну інформацію керівнику гасіння про конструктивні та технологічні особливості будівлі, сприяти залученню ресурсів для ліквідації пожежі та попередження її розповсюдження.

#### **4.1.3 Заходи з охорони праці**

Заходи з охорони праці, техніки безпеки та цивільної санітарії виконуються відповідно до НАОП та ДСТУ регламентується наступними документами:

– Закон України "Про охорону праці", затверджений постановою Верховної Ради України від 14.10.1992 № 2695-ХІІ;[14]

– Відомчі будівельні норми, СНіП та інші нормативні документи з проектування;

– Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях, визначені у ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку";[15]

– НПАОП 45.2-7.02-12 та НПАОП 0.00-1.15-07 "Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті";[16]

– ГН 3.3.5-8-6.6.1 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості, небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу".[17]

Матеріали, які застосовуються під час будівельно-монтажних робіт, мають бути підтверджені щодо відповідності нормам радіаційної безпеки. Після завершення робіт обов'язково проводиться радіаційний контроль згідно з НРБУ-97 "Норми радіаційної безпеки України".[18]

Для забезпечення всебічної безпеки будівельного процесу необхідно враховувати такі організаційні заходи:

Виконання вимог охорони праці та дотримання промислової безпеки на всіх етапах підготовки і виконання будівельних робіт згідно з нормативними документами.[19]

Забезпечення міцності та стабільності конструкцій і фундаментів як самого об'єкта будівництва, так і прилеглих споруд у процесі робіт.

Гарантування безпечних умов експлуатації сусідніх об'єктів відповідно до норм ДБН В. 1.2-12:2008 (система надійності та безпеки в умовах ущільненої забудови).[19]

Захист будівельного майданчика, прилеглої території та забудов від впливу природних і техногенних ризиків.

Усунення негативного впливу будівельної діяльності на навколишнє середовище при його виявленні в ході моніторингу.

Розміщення виробничих і побутових приміщень на будівельному майданчику з дотриманням вимог безпеки, облаштування робочих місць та організація безперешкодного обслуговування транспорту.

Забезпечення послідовності робіт та темпів їх виконання задля ефективного й безпечного будівництва.

Скорочення термінів і обсягу робіт, які виконуються в умовах дії небезпечних або несприятливих чинників.

Недопущення перевищення гранично-допустимих рівнів шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

Створення безпечних умов праці, організація санітарно-побутового та медичного забезпечення працівників згідно з чинними законами.

Реалізація заходів для охорони та збереження природного середовища.

12. Організація безпечного поводження з відходами, включаючи їх утилізацію або зберігання.

13. Виконання вимог пожежної безпеки на всіх етапах підготовки і проведення будівельних робіт відповідно до чинних нормативних актів.[11],

[12], [13]

Ці заходи спрямовані на мінімізацію ризиків, захист працівників, населення та довкілля, а також на забезпечення довговічності та стійкості будівельних об'єктів.

#### **4.2 Аварійні ситуації. Порядок дій в надзвичайних ситуаціях**

Розглянемо надзвичайну ситуацію об'єктного рівня:

На будівельному майданчику робітник здійснював переміщення великої кількості сипучих матеріалів від зони складування до місця укладання, використовуючи фронтальний навантажувач малої потужності. Для пришвидшення процесу було прийнято рішення максимально завантажити ковш, попри те, що техніка не була розрахована на таке перевантаження. Під'їхавши до визначеної точки розвантаження, працівник мусив виконати маневр для точного підведення навантажувача до місця скидання матеріалу. Його колега допомагав у цьому, спрямовуючи рух жестами і голосовими командами під час поворотів. У процесі маневрування через значне перевантаження та втрату стійкості частина матеріалу випала з ковша і впала на ноги помічнику, який орієнтував оператора техніки. Внаслідок цього колега отримав серйозну травму нижньої кінцівки. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України №337 «Про затвердження

Порядку розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві» [20], необхідно провести детальне розслідування інциденту. В рамках цього процесу повинні бути виконані такі дії:

– Постраждалий, працівник, який став свідком інциденту, або будь-яка інша особа, що перебуває на місці події, мають вжити усіх можливих заходів для негайного надання допомоги постраждалому. Водночас потрібно оперативно повідомити про факт події безпосередньому керівникові робіт, службі охорони праці чи іншій уповноваженій особі підприємства.

– Керівник робіт чи інша відповідальна особа установи зобов'язані незволікаючи організувати надання першої домедичної допомоги постраждалому. За потреби – забезпечити його доставку до медичного закладу.

– Необхідно негайно доповісти про подію роботодавцю, а також за можливості зберегти обстановку на місці події, залишивши механізми, обладнання та техніку у стані, в якому вони перебували на момент інциденту. Це має бути здійснено за умов відсутності загрози життю чи здоров'ю інших працівників і запобігання порушенням виробничих процесів або серйозним наслідкам.

– Медичний заклад, отримавши звернення від постраждалого, має оперативно передати екстрене повідомлення через доступні засоби зв'язку, такі як телефонограма, факс чи електронна пошта. Упродовж доби також необхідно надати аналогічну інформацію у письмовій формі.

4) Роботодавець або уповноважена особа, що керує виробничим процесом на момент виникнення аварії, повинні діяти відповідно до плану локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій. Першочергово слід організувати порятунок постраждалих, надати їм домедичну допомогу, локалізувати аварію, окреслити межі небезпечної зони та обмежити доступ сторонніх осіб. Важливо зберегти обстановку місця події до прибуття комісії для розслідування.

5) У разі аварії роботодавець має оперативно повідомити про її факт територіальному органу Держпраці, органам управління чи наглядовій раді підприємства (за наявності), місцевій державній адміністрації, територіальним підрозділам ДСНС та поліції за місцем події, профспілковому органу. У випадках травмування або загибелі працівників також необхідно сповістити робочий орган Фонду соціального страхування для подальших дій і розслідування.

Розслідування аварій здійснюють відповідні комісії залежно від їх категорії:

– У разі аварії першої категорії – це відповідальний центральний орган виконавчої влади, під управлінням якого знаходиться підприємство, установа

чи організація, або місцева державна адміністрація, якщо відповідного органу відсутнє.

– Аварію другої категорії розглядає орган управління або наглядова рада підприємства, установи чи організації. У разі їх відсутності – місцева державна адміністрація.

– Якщо аварія не належить до першої чи другої категорії або стосується порушення технологічних процесів, її розслідуванням займається роботодавець.

#### **4.2.1 Домедична допомога**

Передусім слід негайно викликати медичну допомогу.

Якщо ж виникає потреба самотійно надавати першу допомогу, важливо забезпечити безпеку як для постраждалого, так і для себе. У разі наявності небезпеки потрібно докласти зусиль, щоб її усунути.

Оцінюйте стан постраждалого, намагаючись визначити ступінь тяжкості травм. Дійте обережно та послідовно, уникаючи дій, які можуть завдати додаткової шкоди. Забезпечте безпечні умови для подальшого транспортування або стабілізації постраждалого.

За потреби продовжуйте догляд за постраждалим під час його транспортування до медичного закладу.

#### **4.3 Оцінка професійних ризиків**

Оцінка професійних ризиків є невід'ємною складовою сучасної системи управління охороною праці на виробничих об'єктах та будівельних майданчиках. Її головна мета — своєчасно виявляти небезпечні та шкідливі фактори виробництва, оцінювати ймовірність виникнення нещасних випадків і професійних захворювань, а також розробляти й впроваджувати ефективні заходи для їх зменшення або повного усунення. Процедура оцінки професійних ризиків здійснюється на всіх стадіях будівельно-монтажних робіт і включає такі ключові етапи, як виявлення потенційних небезпек, аналіз і оцінювання ризиків, а також визначення й реалізацію профілактичних заходів.

### 4.3.1 Ідентифікація професійних ризиків

Виявлення ризиків—це процес аналізу та ідентифікації усіх потенційно небезпечних умов і чинників, які можуть спричинити травмування працівників або негативно вплинути на їхнє здоров'я під час виконання робочих завдань. В межах будівельного майданчика основними джерелами ризику є:

- пересування будівельної техніки та обладнання (навантажувачі, крани, самоскиди);
- виконання операцій із завантаження та розвантаження;
- падіння предметів із висоти;
- перевантаження технічних засобів і механізмів;
- робота в зонах впливу небезпечних факторів без належних огорожень;
- вплив несприятливих фізичних чинників, таких як шум, вібрація, пил;
- ризик ураження електрострумом через небезпечні умови праці;
- недостатній рівень освітлення у виробничих і робочих зонах;
- людський фактор, включаючи порушення технологічного процесу, надмірну втому, низьку кваліфікацію чи неухважність працівників.

Зібрані під час ідентифікації ризиків дані використовуються для складання списку небезпечних робіт і зон із підвищеним ризиком, які потребують особливо ретельного контролю з боку служби охорони праці та керівництва.

### 4.3.2 Аналіз та оцінка імовірності ризиків

Аналіз ризиків полягає у встановленні ймовірності виникнення небезпечної ситуації та оцінці потенційних наслідків для здоров'я і безпеки працівників.

Для цього враховуються такі ключові аспекти:

- частота виконання робіт, пов'язаних із підвищеним ризиком;
- технічний стан обладнання, машин та механізмів;
- рівень кваліфікації, підготовленості та досвіду працівників;
- дотримання норм і вимог з охорони праці;
- забезпеченість засобами індивідуального і колективного захисту.

Рівень професійного ризику оцінюється як комбінація ймовірності виникнення небезпечної ситуації та тяжкості її можливих наслідків. Ризики класифікуються за трьома категоріями: низький, середній та високий рівень. Найбільш критичними є ризики, що характеризуються високою вірогідністю виникнення та серйозними наслідками. Такі ситуації потребують негайного впровадження заходів для коригування, аби зменшити або усунути загрозу.

#### **4.3.3 Заходи з мінімізації професійних ризиків**

Для зниження професійних ризиків на будівельному майданчику планується реалізація комплексу організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, серед яких передбачено:

- дотримання технічних характеристик будівельної техніки та механізмів і заборона їх перевантаження;
- впровадження чіткої схеми руху транспорту і пішоходів зі створенням зон обмеженого доступу;
- використання захисних огорожень, попереджувальних знаків і сигнальних пристроїв;
- проведення обов'язкового інструктування та навчання працівників безпечним методам виконання робіт;
- регулярну перевірку технічного стану та обслуговування обладнання;
- забезпечення персоналу сертифікованими засобами індивідуального захисту;
- контроль за дотриманням режиму роботи та відпочинку для мінімізації впливу психофізіологічного навантаження;
- постійний моніторинг із боку відповідальних осіб і служби охорони праці.

Запровадження цих заходів дає змогу значно знизити ризик аварійних ситуацій, зменшити кількість випадків виробничого травматизму та створити безпечні умови праці під час виконання будівельно-монтажних робіт.

#### **Узагальнюючий висновок**

Отже, систематична класифікація небезпечних і шкідливих виробничих

факторів сприяє своєчасному виявленню потенційних загроз, раціональному плануванню заходів з охорони праці та ефективному зниженню рівня професійних ризиків на будівельних об'єктах.

#### **4.4 Вимоги безпеки під час проведення реконструкції та ремонтних робіт**

Проект з будівництва повинен передбачати організацію односмугового або двосмугового відведення для ділянки дороги, яка перебуває у стадії ремонту чи реконструкції. На місці проведення робіт огороження та дорожня розмітка мають відповідати нормам, встановленим ДСТУ 4100-2002. До початку виконання завдань оператори та водії дорожньої техніки повинні бути проінструктовані щодо сигналів за допомогою жестів і прапорців, порядку пересування та маневрування техніки, місць для розворотів, під'їздів, складування матеріалів і зберігання обладнання. При виконанні дорожніх робіт у межах смуги руху на ділянках доріг із неприпиненим транспортним рухом усі працівники зобов'язані носити жилети яскравого оранжевого кольору. Під час ремонту мостів чи шляхопроводів працівники повинні бути забезпечені захисними касками. Вхід під конструкції мостів і шляхопроводів без каски заборонений.

Після завершення денного робочого часу дорожню техніку та обладнання необхідно розміщувати на майданчику для стоянки поза межами дорожнього полотна. Якщо бетоноукладальні комплекси, бітумоукладальні машини або інша нерухома техніка залишається на проїзній частині вночі, вони повинні бути обгороджені інвентарними бар'єрами з обох боків та оснащені сигнальними ліхтарями, які вмикаються при поганій видимості. Бар'єри слід встановити перед технікою на відстані не менш ніж 10 метрів.

##### **4.4.1 Вимоги безпеки при поводженні з токсичними (отруйними) речовинами**

Робочі місця, де використовуються токсичні речовини (ОР), а також приміщення для їх зберігання, мають бути обладнані попереджувальними знаками, такими як: "Стороннім вхід заборонено", "Вогнебезпечно", "Не

палити", "Заборонено проводити зварювальні роботи" та іншими необхідними позначеннями. Усі роботи, що включають взаємодію хімічних речовин із ґрунтом, необхідно здійснювати за умов, коли на території будівельного майданчика немає людей, сторонніх осіб, домашніх тварин чи птахів. Використання ОР повинно відповідати нормам СН-245-71, санітарним правилам проектування промислових підприємств, а також вимогам СНиП III-4-80\*.

При роботі з вапном треба враховувати наступне: гашене вапно необхідно транспортувати у цементовозах або герметичних контейнерах, оснащених пневматичними системами для завантаження та розвантаження. Ці транспортні засоби повинні забезпечувати повну герметичність і безпечні умови перевезення.

Робота з каустичною содою передбачає суворі обмеження: заборонено брати каустичну соду вручну, дробити її або перевозити у ручний спосіб, а також готувати її розчини без застосування відповідного обладнання.

Розчини добавок необхідно готувати у відкритих ємностях з використанням механічних мішалок та насосів для перекачування. Ємності для змішування мають бути огорожені для запобігання розбризкуванню та утворенню піни, що може становити небезпеку для працівників. Відстань між ємностями з розчинами дивінілстирольного термопластичного еластомеру (ДСТ) і полімербітумного в'язучого (ПБВ), а також будь-якими іншими спорудами повинна становити не менше 50 метрів; відстань між ємністю і бітумним котлом має бути мінімум 10 метрів. Під час впорскування розчину ДСТ у нагрітий бітум забороняється підігрівати бітумний котел; впорскування має здійснюватися лише кінцем шланга вниз. Використання свіжообводненого бітуму неприпустиме.

Приготування ПБВ допускається виключно у денний час під наглядом відповідального працівника для забезпечення контролю за процесом і дотримання правил безпеки.

Під час приготування полімерно-в'язучих розчинів (ПВР) і

асфальтобетонних сумішей з полімерними добавками в лабораторних умовах необхідно забезпечити наявність припливно-витяжної вентиляції з повітрообміном у межах 15–20 разів. Лабораторне обладнання, таке як гідравлічні преси для формування зразків асфальтобетону, ємності для термічної обробки, ваги або термостати, слід розміщувати виключно під витяжними шафами чи спеціальними навісами. Використання токсичних речовин має бути строго обмежено виконанням конкретних завдань і не повинно перевищувати потреб, обумовлених змінами.

До токсичних речовин належать ті добавки, що використовуються для зменшення витрати цементу та покращення властивостей бетонної суміші. Такі речовини, як нітрит і нітрат натрію, нітрит кальцію, а також їх комбінації з хлоридами, мають зберігатися окремо на спеціальних складах. Суворо заборонено їх спільне зберігання з кислотами. У приміщеннях, де знаходяться кристали нітритів і нітратів натрію, куріння та використання відкритого вогню категорично неприпустимі. У разі пожежі для гасіння допускається використання тільки вогнегасників чи піску. Ємності для зберігання чи приготування хімічних добавок повинні мати чітке маркування з надписом "Отрута".

В приміщеннях, призначених для приготування бетонних сумішей із хімічними добавками, необхідно передбачити ефективну штучну вентиляцію. Прийом їжі в таких приміщеннях суворо заборонений. Рівень шкідливих речовин у повітрі робочої зони має перевірятися згідно зі стандартом ГОСТ 12.1.005-88. Відповідно до нормативів "ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" (ГОСТ 12.1.005-88), а також у разі змін кольору плівкоутворюючих матеріалів або суттєвих змін умов праці, необхідно проводити перевірку якості матеріалів в акредитованій лабораторії не рідше одного разу на квартал.

Для запобігання негативному впливу небезпечних речовин необхідно дотримуватись таких рекомендацій: під час роботи використовуйте чистий спеціальний одяг і взуття; у зоні розпилення плівкоутворювачів, де рівень

шкідливих речовин у повітрі перевищує допустиму норму, застосуйте ізольований протигаз типу ПС-1, ДПА-5 або КП-5. При відкритті балона з рідиною для плівкоутворення послабте його пробку за допомогою спеціального ключа, щоб дати можливість парам розчинника поступово вийти назовні. Уникайте відкривання кришки ударами будь-яких предметів. Не розпилюйте рідину вручну, використовуючи віник або щітку—для цього слід застосовувати шланг чи відро. Перед початком роботи обов'язково перевірте цілісність і надійність шлангів і трубопроводів, а також справність манометрів, щоб попередити витікання або протікання рідини.

#### **4.5 Заходи щодо забезпечення безпеки будівельних процесів**

Розпочинати будівельні роботи дозволяється виключно за наявності затвердженого в установленому порядку проекту виконання робіт (ПВР).

Особливу увагу на будівельному майданчику необхідно приділяти питанням безпеки, зокрема захисту робочих зон від потенційних дорожньо-транспортних пригод та запобіганню випадковому потраплянню пішоходів у зону проведення будівельно-монтажних робіт. Будівельний майданчик повинен бути обладнаний інвентарною огорожею, вздовж якої встановлюються червоні сигнальні ліхтарі. На підходах до об'єкта обов'язково розташовуються попереджувальні дорожні знаки. У нічний час або при недостатньому природному освітленні майданчик слід освітлювати за допомогою щоглових систем відповідно до нормативів.

Складування будівельних матеріалів, конструкцій та виробів має відбуватися з дотриманням висотних обмежень, встановлених згідно з ДБН А.3.2-2-2009 "Система стандартів безпеки праці. Промислова безпека у будівництві".

Електробезпека на будівельних ділянках і робочих місцях повинна забезпечуватися відповідно до положень ДСТУ Б А.3.2-13:2011 "Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги".

Працівники дорожнього будівництва мають бути забезпечені індивідуальними засобами захисту, щоб гарантувати їхню безпеку під час

виконання робіт. Зокрема, рекомендується використовувати такі засоби:

- Захисні окуляри із силікатним склом, які слугують для захисту очей від уламків твердих матеріалів, грубого пилу та бризок неагресивних рідин.
- Захисні окуляри з оправою коробчастого типу, що забезпечують захист від бризок агресивних рідин, а також під час роботи з металом, деревиною, піском чи цементом.
- Захисні окуляри із затемненим склом, призначені для захисту очей від яскравого світла, впливу ультрафіолетових і інфрачервоних променів.
- Протишумові навушники, які запобігають впливу високочастотного шуму з рівнями 110-120 дБ на органи слуху.
- Захисні рукавиці, що оберігають руки від локальної вібрації під час роботи з пневматичними інструментами.
- Віброзахисне взуття, яке захищає ноги в умовах підвищеної вібрації.
- Гумові рукавиці та калоші, призначені для захисту від електроструму при роботах на електроустановках із напругою до 1000 В.



Рисунок 4.1 – Захист органів зору (захисні окуляри)



Рисунок 4.2 - Захист органів слуху (беруші, протишумові навушники)



Рисунок 4.3 - Рукавички для захисту від вібрації

Спецодяг для працівників дорожніх робіт, таких як комбінезони та халати, виготовляють із тканин, що відзначаються високою стійкістю до розривів і стирання.

Для роботи у зонах з інтенсивним рухом транспорту персоналу надаються сигнальні куртки, які підвищують видимість та безпеку.

Одним із ключових заходів захисту робітників під час будівництва, особливо за умов перевищення допустимого рівня шуму (101,9 дБА), є використання шумозахисних навушників або берушів. Такі засоби повинні

ефективно знижувати рівень шуму не менше ніж на 21,9 дБА, забезпечуючи комфорт і безпеку для здоров'я.

#### **4.6 Техніка безпеки при експлуатації будівельних машин**

Під час роботи з машинами та механізмами працівники повинні суворо дотримуватись правил техніки безпеки. Особливу увагу для запобігання аваріям і нещасним випадкам на будівельних майданчиках необхідно приділяти правильній експлуатації вантажопідіймальних механізмів. Вимоги та принципи їх використання викладені в ДСТУ prEN 12937-2002 "Безпечність машин. Технічні правила та вимоги до підіймально-транспортних засобів (prEN 12937:1997, IDT)".

Розташування будівельних машин має бути організовано так, щоб забезпечити достатній простір для огляду робочої зони та маневрування, дотримуючись безпечної відстані від незакріплених виїмок, складованих вантажів й устаткування.

Відповідальні за стан машин особи зобов'язані перевіряти їх технічний стан не рідше одного разу на 10 днів, а також перевіряти порядок оглядів перед кожною зміною.

Адміністрація підприємства, яке виконує будівельно-монтажні роботи із застосуванням машин, повинна призначати інженерно-технічних працівників (ІТП), на яких покладається відповідальність за забезпечення безпеки під час виконання робіт. Зазначені працівники призначаються лише після перевірки їхніх знань правил і інструкцій щодо безпечного виконання робіт із залученням відповідних механізмів. Перевірку здійснює організація, де вони працюють.

У зоні роботи обладнання мають бути розміщені помітні знаки безпеки, а на самій техніці нанесені попереджувальні написи. Машини з увімкненим двигуном залишати без нагляду категорично заборонено. Експлуатація техніки повинна супроводжуватися заходами, що запобігають її перекиданню чи несанкціонованому переміщенню через дію вітру або нахил поверхні.

Оператор машини має бути забезпечений спеціальним одягом, захисними окулярами та особистим набором для надання першої медичної допомоги.

Перед початком роботи необхідно ретельно оглянути машину і перевірити її технічний стан. Особливу увагу слід приділити справності гальмівної системи, електроосвітлення, системи керування, ходового обладнання та інших важливих елементів. Використання несправної машини категорично заборонено.

Під час заправки машин паливом необхідно дотримуватися запобіжних заходів для уникнення пожежі: категорично забороняється куріння та використання відкритого вогню. У випадку загоряння палива полум'я слід гасити піском, землею або накривати брезентом. Використовувати для цього воду суворо заборонено.

Якщо машина працює на свіжовідсипаному насипу, відстань від коліс до краю насипу повинна становити не менш ніж один метр.

Ремонтні роботи на машині забороняється проводити під час її руху. Технічне обслуговування дозволяється лише при зупиненому двигуні. Якщо для ремонтних або інших робіт машину піднімають домкратом, його необхідно встановлювати на міцні, стійкі підкладки.

При зупинці машини навіть на короткий час її треба надійно зафіксувати гальмами, а під колеса підкласти спеціальні упори. Якщо машина зупинилася на узбіччі дороги через виробничу потребу, ділянка повинна бути позначена попереджувальними засобами: вдень – червоними прапорцями, уночі – червоними ліхтарями.

Регулярно з водіями проводяться інструктажі з питань охорони праці. Окрім загальних правил, вони вивчають спеціальні норми безпеки для роботи на різних видах транспортних і вантажопідійомних машин, силового обладнання, а також опановують основи технології будівництва автомобільних доріг.

#### **4.7 Заходи по пожежній безпеці**

Дотримання вимог з пожежної безпеки має здійснюватися відповідно до норм ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги".

На будівельному майданчику необхідно облаштувати пожежні пости,

забезпечені засобами боротьби з вогнем. Також мають бути визначені та позначені зони з підвищеною пожежною небезпекою, розроблено спеціальні інструкції щодо роботи в цих ділянках.

Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки під час будівельних робіт слід передбачати у відповідних розділах проектної документації (ПВР). Будівельний майданчик має бути обладнаний усім необхідним протипожежним інвентарем та засобами.

Особа, яка відповідає за керівництво роботами на майданчику, несе відповідальність за дотримання правил пожежної безпеки, наявність і справність засобів гасіння вогню, а також за своєчасну реалізацію передбачених у проекті протипожежних заходів. Призначення цих відповідальних осіб здійснюється наказом.

Пожежна безпека побутових, допоміжних і підсобних приміщень покладається на посадових осіб, у чиєму підпорядкуванні перебувають зазначені приміщення.

Тимчасові споруди, підсобні приміщення та будівельні площадки повинні бути обладнані першочерговими засобами гасіння пожеж. Забезпечення вільного доступу до всіх об'єктів, включаючи тимчасові споруди, місця відкритого зберігання будівельних матеріалів, конструкцій і устаткування, є обов'язковим.

Для опалення інвентарних приміщень дозволяється використовувати лише масляні калорифери. Сушіння одягу та взуття має здійснюватися виключно в спеціально обладнаних для цього приміщеннях за допомогою таких же калориферів.

У разі виявлення пожежі або ознак займання, кожен зобов'язаний невідкладно:

– Повідомити про надзвичайну ситуацію до пожежної охорони, назвавши точну адресу об'єкта, місце займання, поточну ситуацію, можливу наявність людей у зоні загрози та свої особисті дані.

– За можливості організувати евакуацію людей, сприяти локалізації або гасінню пожежі та збереженню матеріальних цінностей.

– У разі потреби викликати інші аварійно-рятувальні служби, наприклад медичну чи газорятувальну.

При прибутті пожежних підрозділів на місце надзвичайної ситуації необхідно забезпечити їм безперешкодний доступ до території об'єкта.

Адміністрація та технічний персонал об'єкта зобов'язані надати підтримку, консультувати керівника гасіння щодо конструктивних та технологічних особливостей об'єкта, де виникла пожежа, а також організувати мобілізацію ресурсів і сил об'єкта для здійснення заходів з ліквідації пожежі та запобігання її поширенню.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проблема вибору раціонального типу дорожнього одягу для промислових зон була вирішена шляхом аналізу наукового доробку попередників та використання чинних нормативів.

За результатами аналізу трьох типів покриттів було встановлено:

- Бруківка поєднує достатню несучу здатність із простотою експлуатації та економічністю за рахунок меншої матеріаломісткості конструкції.
- Асфальтобетон є нерентабельним у довгостроковій перспективі (окупність понад 15 років) через високі витрати на утримання та залежність від цін на нафтопродукти.
- Цементобетон, попри високу міцність та тенденцію до зрівняння в ціні з асфальтом, залишається складним і дорогим у реалізації в умовах промислової забудови.

Для здійснення реконструкції мультимодального терміналу було визначено ключові критерії та принципи, які слід враховувати під час розробки проєктної документації. В роботі запропоновано три варіанти конструкції дорожнього покриття. Зважаючи на те, що всі варіанти дорожніх покриттів відповідають стандартним вимогам міцності, доцільно зосередитися на виборі покриття з урахуванням його економічної доцільності.

Порівнюючи всі три варіанта встановлено, що найвигіднішим рішенням буде варіант 3 з цементобетонним покриттям. Окрім того що він є більш економічним, цей варіант ще й більш міцний та довговічний. Другий варіант, що має в основі матеріали відходи промисловості укріплені цементом, не сильно відрізняється по міцності, але є трохи дорожчим за рахунок більшого шару ЩПС укріпленого цементом М60. Перший же варіант вийшов найдорожчим за рахунок товщого шару ЩПС, проте він простіший в ремонті.

За результатами аналізу, варіант 3 виявився економічнішим та більш вигідним для використання на різних зонах навантаження під час реконструкції мультимодального терміналу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ширяєва, Світлана Володимирівна, Володимир Леонідович Ісаєнко, and Галина Леонідівна Ісаєнко. "Аналіз методів вибору дислокації мультимодальних терміналів." Наукові праці Вінницького національного технічного університету 1 (2021). DOI: <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2021-1-32-36>
2. Загалбні термінали в мультимодальній транспортній мережі
3. [https://www.researchgate.net/publication/373421827\\_Common\\_Terminals\\_in\\_Multimodal\\_Transportation\\_Network](https://www.researchgate.net/publication/373421827_Common_Terminals_in_Multimodal_Transportation_Network)
4. Мироненко, Віктор, and Ярослав Зюбрик. "Формування базової економіко-математичної моделі технологій та інфраструктури мультимодального вантажного терміналу. " Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті 30.1(2025):8191.DOI: <https://doi.org/10.18664/ikszt.v30i1.326814>
5. Volynets, L. M. "UDC 656.338. 12 КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ." <http://publications.ntu.edu.ua/eut/2018-07/121.pdf>
6. Аналіз дефектів і пошкоджень матеріалів у конструкціях дорожнього одягу автомобільних доріг промислових підприємств та методи їх усунення
7. [https://www.researchgate.net/publication/381596568\\_Analysis\\_of\\_Defects\\_and\\_Damages\\_of\\_Materials\\_in\\_the\\_Pavement\\_Structures\\_of\\_Highways\\_of\\_Industrial\\_Enterprises\\_and\\_Methods\\_for\\_their\\_Elimination](https://www.researchgate.net/publication/381596568_Analysis_of_Defects_and_Damages_of_Materials_in_the_Pavement_Structures_of_Highways_of_Industrial_Enterprises_and_Methods_for_their_Elimination)
- 8.
9. Вибір оптимальних методів проектування дорожнього покриття на основі якості дорожньо-будівельних матеріалів [https://www.researchgate.net/publication/396108471\\_Selection\\_of\\_Optimal\\_Road\\_Pavement\\_Design\\_Methods\\_Based\\_on\\_the\\_Quality\\_of\\_Road\\_Construction\\_Materials](https://www.researchgate.net/publication/396108471_Selection_of_Optimal_Road_Pavement_Design_Methods_Based_on_the_Quality_of_Road_Construction_Materials)

10. Деревянко, Богдан Володимирович. Відносно доцільності прийняття окремого закону України «Про мультимодальні перевезення». Diss. Харків: ХНУВС, 2020. URI: <https://repository.ndippp.gov.ua/handle/765432198/520>
11. Гуцалюк, О.М., et al. "Методичні основи формування єдиного наскрізного тарифу мультимодальних перевезень." (2020). <https://dspace.kntu.kr.ua/bitstreams/74fa368f-f02c-4342-9830-b5298c466414/download>
12. Державні будівельні норми. ДБН А.3.2-2-2009 ( НПАОП 45.2-7.02-12). Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення: затв. та введ. в дію наказом від 27.01.2009 № 45 / Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ). – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 120 с
13. Ціни на дорожньо-будівельні матеріали згідно даних служб автомобільних доріг в областях за липень 2023 року. [Електронний ресурс] // режим доступу: <https://prices.dorndi.org.ua/sum/>
14. Нормативний акт с пожежної безпеки. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні: затв. та введ. в дію наказом від 30.12.2014 № 1417 / Міністерство внутрішніх справ (МВС). – Київ : Міністерство внутрішніх справ (МВС), 2014. – 72 с.
15. Державні будівельні норми. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: затв. та введ. в дію наказом від 31.10.2016 № 287 / Український науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 38 с.
16. Державні будівельні норми. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека: затв. та введ. в дію наказом від 30.12.2021 № 366 / ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК). – Київ : Мінрегіон України, 2022. – 16 с.
17. Закон України «Про охорону праці» : офіц. текст : [прийнята Постановою Верховної Ради № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669.

із змінами, внесеними Законом України від 28 липня 2022 р. № 2468-IX : станом на 13.12.2022 р.]. – Київ : Мін-во Юстиції України, 1992. – 397 с.

18. Державні санітарні норми. ДСН 3.3.6.037 -99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: затв. та введ. в дію наказом від 01.12.1999 № 37 / Міністерство охорони здоров'я (МОЗ). – Київ : Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), 1999. – 18 с.

19. Державні нормативні акти з охорони праці. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті: затв. та введ. в дію наказом від 27.03.2007 № 62 / Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. – Київ : Міністерство юстиції України, 2007. – 49 с.

20. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 № 528 “Про затвердження “Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу”. // Міністерство охорони здоров'я (МОЗ). – Київ : Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), 2001. - 76 с.

21. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.1997 № 208 “Про затвердження “Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97)”. // Міністерство охорони здоров'я (МОЗ). – Київ : Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), 1997. - НРБУ-97. Норми радіаційної безпеки України.

22. Державні будівельні норми. ДБН В. 1.2-12 – 2008. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: затв. та введ. в дію наказом від 27.08.2008 № 385 / Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ). – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. – 36 с.

23. Порядок виконання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві, затверджений постановою від 17.04.2019 № 337. – Київ : Кабінет Міністрів України, 2019. – 45 с

24. КУРГАН, М. Б., КУРГАН, Д. М., ЛУЖИЦЬКИЙ, О. Ф., ГУСАК, М. А., & БАЙДАК, С. Ю. (2023). ОЦІНКА ВАРІАНТІВ ДОРОЖНЬОГО

ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ. Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика, (24), 37–49.  
<https://doi.org/10.15802/bttrp2023/291856>

25. Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів : монографія [Електронний ресурс] / В. Д. Мигаль. – Харків : Майдан, 2018. – 262 с. – ISBN 978-966-372-704-2 URI <https://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/2316>

26. Галузеві будівельні норми. ГБН В.2.3-376419118-559:2019. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування: затв. та введ. в дію наказом від 22.02.2019 № 120 / ДП «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»). – Київ : Міністерство інфраструктури України 2019. – 62 с.

27. Галузеві будівельні норми. ГБН В.2.3-376419118-557:2016. Дорожній одяг жорсткий. Проектування: затв. та введ. в дію наказом від 22.12.2016 № 460 / Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ). – Київ : Міністерство інфраструктури України, 2016. – 74 с.

28. Salama, M.I., Elayat, A., Reda, M. et al. Influence of concrete type on rigid pavement behavior under static loads. *Innov. Infrastruct. Solut.* 9, 15 (2024). <https://doi.org/10.1007/s41062-023-01316-1>

29. Модифіковані цементобетони для покриття доріг / [В. В. Чистяков, А. Г. Шургая, Ю. М. Дорошенко та ін.]. // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2012. – №43. – С. 212–216.