

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
к.е.н., доцент

_____ Оксана МАЛАЩУК

«_____» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
Освітньої програми «Геодезія та землеустрій»
за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій»

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СПОРУД ЗАЛІЗНИЦІ З ЕЛЕКТРИФІКАЦІЄЮ НА ПРИКЛАДІ ДІЛЬНИЦІ БАЛТА – ОБХІДНА РЕГІОНАЛЬНОЇ ФІЛІЇ «ОДЕСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ» АТ «УКРЗАЛІЗНИЦЯ»

Науковий керівник: к.е.н., доцент

_____ Оксана МАЛАЩУК

Рецензент:

Виконав: здобувач заочної форми навчання

_____ Денис МОРЕНКО

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
результати власних досліджень.*

*Використання ідей і текстів інших авторів
має посилання на відповідне джерело.*

_____ Денис МОРЕНКО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії
Кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру
Освітній рівень другий (магістерський)
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. завідувача кафедри

к.е.н., доцент В'ячеслав ФОМЕНКО

«_____» _____ 202__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

МОРЕНКУ ДЕНИСУ ВОЛОДИМИРОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Дослідження геодезичних робіт при реконструкції споруд залізниці з електрифікацією на прикладі ділянки Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця».

Керівник проекту: к.е.н., доцент Оксана МАЛАЦУК, затверджена наказом закладу вищої освіти від «_____» _____ 2025р. № _____.

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: природно-кліматичні, рельєфні та ґрунтові умови території Балтської міської громади Балтського району Одеської області, інженерно-геологічні вишукування на ділянці залізниці станції Обхідна ПК124-ПКТ136 та на станції Балта ПК214-ПК218, документи на землю для встановлення смуги відведення ділянки залізниці Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця», топографо-геодезична забезпеченість району робіт, техніко-економічне обґрунтування на реконструкцію ділянки Балта – Обхідна з електрифікацією.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Теоретичні засади геодезичного забезпечення реконструкції залізничних споруд. 2. Загальні відомості про об'єкт та район робіт. 3. Розробка проекту реконструкції залізничної ділянки Балта – Обхідна. Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 1. Ситуаційний план об’єкту дослідження залізничної дільниці Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця». 2. Проект реконструкції залізничної дільниці на станції Обхідна. 3. Проект реконструкції залізничної дільниці на станції Балта. 4. Повздовжній та поперечний профілі залізничної дільниці на станції Обхідна. 5. Повздовжній та поперечний профілі залізничної дільниці на станції Балта.

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи (кваліфікаційного проєкту)	Строк виконання етапів КР (КП)	Примітка
1.	Видача завдання на кваліфікаційну роботу. Пошук необхідної літератури для написання розділу «Теоретичні засади геодезичного забезпечення реконструкції залізничних споруд».	03.11.25р. – 08.11.25р.	
2.	Збір матеріалів по об’єкту дослідження. Написання розділу: «Загальні відомості про об’єкт та район робіт». Оформлення креслення «Ситуаційний план об’єкту дослідження (залізничної дільниці Балта – Обхідна)».	10.11.25р. – 15.11.25р.	
3.	Написання розділу «Розробка проєкту реконструкції залізничної дільниці Балта – Обхідна». Розробка креслень «Проект реконструкції залізничної дільниці на станції Обхідна» та «Проект реконструкції залізничної дільниці на станції Балта».	17.11.25р. – 29.11.25р.	
4.	Розробка креслень «Повздовжній та поперечний профілі залізничної дільниці на станції Обхідна» та «Повздовжній та поперечний профілі залізничної дільниці на станції Балта»	01.12.25р. – 06.12.25р.	
5.	Чистове оформлення кваліфікаційної роботи. Попередній захист кваліфікаційної роботи.	08.12.25р. – 13.12.25р.	
6.	Захист кваліфікаційної роботи	15.12.25р. – 20.12.25р.	

Здобувач ОС «Магістр» _____

Денис МОРЕНКО

Науковий керівник _____

Оксана МАЛАЩУК

Гарант ОПП _____

В’ячеслав ФОМЕНКО

РЕФЕРАТ

Дослідження геодезичних робіт при реконструкції споруд залізниці з електрифікацією на прикладі дільниці Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця». МОРЕНКО Д.В. Кваліфікаційна робота. ОДАУ, кафедра геодезії, землеустрою та земельного кадастру. 2025. 80 с. текстової частини, 4 вкладиші, 14 таблиць, 38 літературних джерел, 4 аркуші графічної частини.

Текстова частина включає: вступ, теоретичні засади геодезичного забезпечення реконструкції залізничних споруд, загальні відомості про об'єкт та район робіт, розробка проекту реконструкції залізничної дільниці Балта – Обхідна, висновки, список використаної літератури.

Графічна частина включає: ситуаційний план об'єкту дослідження залізничної дільниці Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця», проект реконструкції залізничної дільниці на станції Обхідна, проект реконструкції залізничної дільниці на станції Балта, повздовжній та поперечний профілі залізничної дільниці на станції Обхідна, повздовжній та поперечний профілі залізничної дільниці на станції Балта.

Ключові слова: ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ, РЕКОНСТРУКЦІЯ ЗАЛІЗНИЦІ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ, ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ, РОЗБИВКА КОЛІЇ, КОНТАКТНА МЕРЕЖА, ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ, ДІЛЬНИЦЯ БАЛТА – ОБХІДНА, ОДЕСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ.

У кваліфікаційній роботі розроблено та обґрунтовано комплексний підхід до організації геодезичних робіт при реконструкції залізничної дільниці з електрифікацією, який охоплює всі етапи – від інженерних вишукувань до введення в експлуатацію.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ СПОРУД	10
РОЗДІЛ 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ’ЄКТ ТА РАЙОН РОБІТ	20
2.1 Фізико-географічна характеристика району робіт	20
2.2 Технічна характеристика існуючої ділянки залізниці	25
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ БАЛТА – ОБХІДНА	40
3.1 Техніко-економічне обґрунтування заходів з реконструкції залізничної ділянки Балта – Обхідна	40
3.2 Проект реконструкції залізничної ділянки Балта – Обхідна	43
3.3 Геодезичні роботи при реконструкції споруд залізниці з електрифікацією на прикладі ділянки Балта – Обхідна	59
3.4 Рекомендації щодо вдосконалення геодезичного забезпечення реконструкції залізниць	59
ВИСНОВКИ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	76

ВСТУП

Загальна постановка проблеми та актуальність теми. Залізничний транспорт відіграє ключову роль у транспортно-дорожньому комплексі України, забезпечуючи понад 65 % загального вантажообігу та близько 25 % пасажирообігу за всіма видами транспорту. Організацію перевезень здійснюють регіональні філії АТ «Укрзалізниця», серед яких Одеська, Донецька, Львівська, Придніпровська, Південно-Західна та Південна. Значення залізниць підвищується завдяки розташуванню країни на маршрутах ключових транс'європейських транспортних коридорів «Схід – Захід» та «Балтика – Чорне море». Українська залізниця активно взаємодіє з залізницями сусідніх держав – Молдови та Польщі, межує з Румунією, Словаччиною, Угорщиною, забезпечує функціонування понад 40 міжнародних залізничних переходів та обслуговує 18 морських портів Чорноморсько-Азовського басейну.

Водночас, за даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України, пропускна спроможність окремих ділянок залізничної мережі перебуває на критичному рівні. Основними факторами, що впливають на цей стан, є підвищене транспортне навантаження, природні умови, геопросторове розташування колій і станцій, а також технічний стан інфраструктури. Недостатній рівень оновлення залізничних об'єктів призводить до скорочення їх експлуатаційного ресурсу та зниження рівня комфорту перевезень. Для усунення «вузьких місць» мережі, інтеграції української залізниці у європейську транспортну систему та підвищення техніко-експлуатаційних характеристик об'єктів інфраструктури необхідне їх технічне переоснащення та модернізація. Реалізація відповідних проєктів потребує значних фінансових ресурсів, які навіть у довоєнний період були обмеженими для АТ «Укрзалізниця».

Перспективним напрямом підвищення ефективності реконструкції та модернізації залізничних об'єктів є впровадження методів науково-технічної інновації (НТІ), зокрема у сфері геодезичних вишукувань. Сучасні

геоінформаційні системи (ГІС) забезпечують комплексне та ефективне накопичення, обробку та аналіз просторових даних щодо стану об'єктів залізничної інфраструктури, оцінку їх відповідності нормативним вимогам, контроль умов прилеглих територій та дотримання будівельних норм. Отримана інформація слугує базою для проєктування, модернізації та подальшого утримання об'єктів залізничної інфраструктури, підвищуючи точність, надійність і безпеку інженерних рішень.

Реконструкція залізничних споруд із впровадженням систем електрифікації є складним інженерним процесом, який потребує високої точності геодезичного забезпечення на всіх етапах будівництва. Геодезичні роботи забезпечують просторову узгодженість проектних рішень, точність монтажу конструкцій, контроль деформацій та відповідність об'єкта нормативним вимогам. Особливої актуальності питання комплексного геодезичного супроводу набувають на ділянках, що проходять модернізацію з метою підвищення пропускної здатності та ефективності залізничного транспорту.

Дільниця Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця» є прикладом масштабного інфраструктурного об'єкта, де реконструкція та електрифікація вимагають чіткої організації та виконання геодезичних робіт. Дослідження таких робіт дозволяє визначити проблемні моменти, оптимізувати технологічні процеси й запропонувати сучасні методи підвищення точності.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю модернізації транспортної інфраструктури України, зокрема електрифікації залізничних магістралей для підвищення провізної спроможності, енергоефективності та відповідності європейським стандартам. Реконструкція з електрифікацією потребує високоточного геодезичного забезпечення на всіх етапах – від вишукувань до введення в експлуатацію. Дослідження та вдосконалення методів таких робіт на конкретному об'єкті має важливе прикладне значення для подібних проєктів.

Мета кваліфікаційної роботи: Встановити особливості, сучасні методи та технології виконання геодезичних робіт під час реконструкції залізничних споруд у процесі електрифікації на прикладі дільниці Балта – Обхідна, а також визначити шляхи підвищення точності, ефективності та безпеки геодезичного забезпечення таких робіт.

Для реалізації поставленої мети сформульовано такі основні завдання дослідження:

- проаналізувати нормативно-правову базу щодо геодезичного забезпечення реконструкції та електрифікації залізничних колій і споруд;
- охарактеризувати технічні та технологічні особливості реконструкції залізничних об'єктів при електрифікації;
- дослідити існуючі сучасні методи та прилади геодезичних робіт, що застосовуються під час реконструкції залізничної інфраструктури;
- виконати аналіз геодезичних робіт на дільниці Балта – Обхідна, визначити їх обсяг, етапи, точності та особливості реалізації;
- оцінити точність та якість геодезичного забезпечення на відповідній дільниці, визначити можливі помилки й шляхи їх мінімізації;
- розробити рекомендації щодо удосконалення технології геодезичних робіт при реконструкції та електрифікації залізниць;
- сформулювати висновки щодо ефективності застосованих методів геодезичного забезпечення та перспектив їх удосконалення.

Об'єктом дослідження: процес виконання геодезичних робіт при реконструкції та електрифікації залізничних споруд на дільниці Балта – Обхідна Одеської залізниці.

Предмет дослідження: методи, технології, організація та технічні засоби геодезичного забезпечення реконструкції залізничної інфраструктури, включаючи знімальні, розбивочні, контрольні та моніторингові роботи під час електрифікації.

Методи дослідження: аналіз нормативної документації, польові та камеральні геодезичні роботи, застосування GNSS-технологій, електронних

тахеометрів, лазерного сканування, а також обробку та моделювання результатів у спеціалізованих інформаційних системах (BIM, Trimble Business Center, AutoCAD Civil 3D).

Практична значущість роботи полягає у можливості застосування отриманих результатів для підвищення точності та ефективності геодезичного забезпечення реконструкції залізничної інфраструктури, удосконалення контролю просторового положення конструкцій та інтеграції сучасних технологій у процес електрифікації.

Узагальнюючи, виконане дослідження спрямоване на створення науково-обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації геодезичного забезпечення реконструкції залізничних споруд, що підвищує ефективність, безпеку та надійність експлуатації об'єктів залізничної інфраструктури.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Виконання інженерно-геодезичних робіт на об'єктах залізничної інфраструктури базується на вимогах законодавства України, яке формує правові засади планування, будівництва та модернізації транспортних об'єктів. До основних законодавчих актів, що регламентують правила виконання топографо-геодезичних робіт, порядок створення та використання геодезичних мереж, а також вимоги до точності та оформлення результатів вимірювань при реконструкції споруд залізничного транспорту належать Закони України: «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» [20], «Про транспорт» [21], «Про залізничний транспорт» [17], а також Земельний кодекс України [11] в частині регулювання використання земель транспортної інфраструктури.

Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» визначає правові основи виконання геодезичних робіт на території України, порядок створення та використання геодезичних мереж, вимоги до точності вимірювань, методів знімання та ведення технічної документації. Закон встановлює правила використання державної системи координат і висот, регламентує повірку приладів та відповідальність виконавців за достовірність результатів. У контексті реконструкції залізниць цей закон визначає загальні стандарти організації знімання, контролю геометричних параметрів споруд та створення планово-висотної основи робіт [20].

Закон України «Про транспорт» формує загальні засади функціонування транспортної системи держави та встановлює вимоги до безпеки об'єктів транспортної інфраструктури. Він визначає принципи планування, реконструкції та утримання транспортних об'єктів, регламентує обов'язковість застосування технічних норм та стандартів у процесі будівництва й модернізації. Для геодезичного забезпечення реконструкції

залізничних споруд Закон задає рамкові вимоги щодо організації робіт у зонах підвищеної небезпеки, проведення виконавчих знімань і контролю відповідності параметрів проєктним рішенням [21].

Закон України «Про залізничний транспорт» є спеціальним нормативним актом, що визначає правові, економічні та технічні засади функціонування залізничної галузі. Він регулює порядок експлуатації та модернізації інфраструктури, встановлює вимоги до технічного стану залізничних колій, споруд, стрілочних переводів, контактної мережі та інших об'єктів. Особливе значення він має для геодезичних робіт, оскільки визначає правила користування залізничними землями, вимоги до просторового положення колії, допустимі відхилення та умови забезпечення безпеки руху. Під час реконструкції або електрифікації залізничних ділянок цей закон визначає нормативні обмеження і технічні критерії, яких необхідно дотримуватись при виконанні знімання, розбивки та геодезичного контролю [17].

Положення *Земельного кодексу України* щодо земель транспорту регулюють правовий режим земельних ділянок, що використовуються для розміщення та обслуговування залізничної інфраструктури. Кодекс визначає порядок відведення земель залізничного транспорту, встановлення охоронних зон, обмеження у використанні прилеглих територій, а також права та обов'язки землекористувачів. Відповідно до цих норм здійснюється землепорядна та геодезична підготовка території, формування меж смуг відведення, визначення зон впливу та розміщення об'єктів контактної мережі, що є необхідним етапом під час реконструкції та модернізації залізничних ліній [11].

Виконання інженерно-геодезичних робіт на об'єктах залізниці здійснюється відповідно до державних будівельних норм та стандартів, зокрема: ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва» [3], ДБН В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві» [4], ДБН В.2.3-19:2018

«Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. Норми проектування» [6], ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [7], ДСТУ 2393-94 «Геодезія. Терміни та визначення» [8], Настанова з визначення вартості проектних, науково-проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво [14], ДСТУ ISO 17123-8:2018 «Оптика та оптичні прилади. Процедури польових випробувань геодезичних та топографічних приладів» [10], ЦП-0269 «Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України» [28] та інших регламентів, що встановлюють вимоги до створення планово-висотної основи, виконання знімання, винесення проекту в натуру та геодезичного контролю будівельно-монтажних робіт.

ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва» установлює комплекс загальних вимог щодо організації та виконання інженерно-геодезичних вишукувань, необхідних для проектування, реконструкції та будівництва об'єктів. ДБН визначає порядок створення, згущення та оновлення планово-висотної геодезичної основи; регламентує критерії точності планових і висотних вимірювань; встановлює правила проведення топографічного знімання різних масштабів. Окрему увагу приділено вимогам щодо структури та змісту технічного звіту, порядку оформлення й передачі матеріалів замовнику, а також обов'язковості використання державних та офіційних систем координат і висот. У сукупності цей документ визначає методологічні засади виконання як польових, так і камеральних геодезичних робіт, що є базовими для проектів у галузі залізничного будівництва та реконструкції [3].

ДБН В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві» встановлює систему вимог щодо забезпечення необхідного рівня точності під час перенесення проектних рішень у натуру та контролю геометричних параметрів будівель і споруд на всіх етапах будівництва. Документ містить регламентацію допустимих відхилень і норм точності під час виконання

розбивочних робіт, порядок створення та ведення розбивочної геодезичної основи, а також методи контролю просторового положення конструктивних елементів. У ньому визначено процедури перевірки вертикальності, горизонтальності, планового положення та висотних відміток, а також вимоги до формування виконавчої геодезичної документації. Для об'єктів залізничної інфраструктури цей норматив фактично задає регламент точності при влаштуванні та перевірці опор контактної мережі, колійного полотна, платформ, штучних споруд та інших елементів, де геометричні параметри безпосередньо впливають на безпеку та надійність експлуатації [4].

ДБН В.2.3-19:2018 «Споруди транспорту. Залізниці колії 1520 мм. Норми проектування» встановлює обов'язкові вимоги до проектування залізничних ліній колії 1520 мм, включаючи нове будівництво, реконструкцію та модернізацію. Норми охоплюють геометричні параметри колії, планові та поздовжні елементи трас залізниць, вимоги до земляного полотна, штучних споруд, водовідвідних систем, колійного господарства та інженерних мереж. Особливу увагу приділено забезпеченню безпеки руху та надійності експлуатації. У контексті геодезичного забезпечення цей документ регламентує нормативи точності при проектуванні та винесенні у натуру осей колій, параметрів кривих, ухилів та висотних відміток, що є критично важливими при реконструкції залізничної інфраструктури, особливо в умовах електрифікації [6].

ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» визначає комплекс вимог щодо забезпечення пожежної безпеки під час проектування, будівництва та реконструкції споруд. Хоча документ не є суто геодезичним, він регламентує низку положень, що мають просторове відображення: мінімальні протипожежні розриви, вимоги до планувальних рішень, доступності пожежної техніки, евакуаційних шляхів та розташування інженерних комунікацій. Геодезичні роботи відіграють ключову роль у забезпеченні відповідності цих параметрів проектним рішенням, зокрема при

винесенні у натуру меж протипожежних зон, перевірці відстаней та контролі фактичного розташування елементів інфраструктури [7].

ДСТУ 2393-94 «Геодезія. Терміни та визначення» установлює термінологічну базу геодезичної науки та практики. Документ містить уніфіковані визначення понять, що використовуються під час виконання інженерно-геодезичних робіт, включаючи терміни, пов'язані з координатними системами, геодезичними мережами, приладами, методами вимірювань, видами знімання та обробкою результатів. Використання стандартизованої термінології забезпечує узгодженість технічної документації, коректність інтерпретації вимірювань і відповідність геодезичних матеріалів загальнодержавним нормам [8].

«Настанова з визначення вартості проектних, науково-проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво» регламентує методику розрахунку вартості проектних та вишукувальних робіт, зокрема геодезичних. Настава визначає склад робіт, що підлягають оплаті, порядок формування кошторису, коефіцієнти складності та умови коригування вартості залежно від типу об'єкта, складності рельєфу, умов будівництва і необхідності виконання додаткових вимірювань. Для залізничних об'єктів документ є основою для планування та обґрунтування кошторисної частини геодезичного забезпечення реконструкції, включаючи електрифікаційні проекти [14].

ДСТУ ISO 17123-8:2018 «Оптика та оптичні прилади. Процедури польових випробувань геодезичних та топографічних приладів» визначає методики польових випробувань геодезичних інструментів, зокрема електронних тахеометрів. У документі описано процедури визначення точності, стабільності та придатності приладів до експлуатації; встановлено вимоги до проведення калібрування, оцінки похибок та документування результатів. Застосування цього стандарту гарантує достовірність вимірювань, що є критично важливим під час виконання високоточного геодезичного контролю на залізничних об'єктах [10].

ЦП-0269 «Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України» є галузевим нормативом, який регламентує правила будівництва, реконструкції, ремонту та експлуатаційного утримання залізничної колії. У ньому визначено вимоги до геометричних параметрів колії (ширини, перевищення, ухилів, радіусів кривих), технології улаштування та контролю стану колійного полотна, методів вимірювань та інструментального контролю. Для геодезичного забезпечення реконструкції залізниць цей норматив є ключовим, оскільки встановлює стандарти точності та регламентує порядок проведення вимірювань, необхідних для забезпечення безпеки руху поїздів [28].

За результатами аналізу нормативно-правових актів, що регламентують виконання геодезичних робіт під час реконструкції споруд залізничного транспорту, було сформовано узагальнювальну таблицю, у якій систематизовано змістове спрямування та сферу регуляції кожного з відповідних документів. Така структуризація дає змогу чітко окреслити функціональне призначення нормативів та їхній вплив на організацію геодезичного забезпечення об'єктів залізничної інфраструктури.

Таблиця 1.1 – *Нормативні документи та їх предметне регулювання при виконанні геодезичних робіт на об'єктах залізничної інфраструктури*

Нормативний документ	Що регламентує у сфері геодезичного забезпечення залізниць
ДБН А.2.1-1:2014 «Інженерні вишукування для будівництва»	Порядок виконання інженерно-геодезичних вишукувань; вимоги до створення та згущення геодезичної основи; точність топографічного знімання; правила ведення технічної документації; використання державних систем координат і висот.
ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві»	Норми точності геометричних параметрів; створення розбивочної основи; винесення проекту в натуру; геодезичний контроль монтажу конструкцій; методи перевірки вертикальності, відстаней, координат; оформлення виконавчих схем.

Продовження таблиці 1.1

Нормативний документ	Що регламентує у сфері геодезичного забезпечення залізниць
ДБН В.2.3-19:2018 «Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування»	Геометричні параметри колії; радіуси, ухили та елементи поздовжнього профілю; габарити розташування споруд; нормативи встановлення опор контактної мережі; вимоги до просторового положення мостів, тунелів та платформ.
ДБН В.1.1-7 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»	Відстані між будівлями та інфраструктурними елементами; обмеження щодо наближення споруд до колій; вимоги до планування територій з урахуванням протипожежних розривів, які враховуються при розбивці об'єктів.
ДСТУ 2393-94 «Геодезія. Терміни та визначення»	Уніфікований термінологічний апарат для оформлення геодезичної документації; стандартизація термінів при описі методів, приладів та мереж; правильність складання звітів та креслень.
Настанова з визначення вартості проектних, науково-проектних і вишукувальних робіт	Розрахунок вартості інженерно-геодезичних робіт; формування кошторисів на знімання, створення мережі, геодезичний супровід будівництва; вимоги до складання кошторисної документації.
ДСТУ ISO 17123-8:2018 «Польові випробування геодезичних приладів»	Методи перевірки та калібрування тахеометрів; визначення точності вимірювань; процедури тестування приладів у польових умовах; гарантування достовірності результатів вимірювань.
ЦП-0269 «Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України»	Норми геометрії колії; допустимі відхилення в плані та профілі; правила визначення параметрів кривих; вимоги до розміщення стрілочних переводів, перехідних кривих; допуски для встановлення опор і конструкцій.
Інші галузеві регламенти АТ «Укрзалізниця»	Специфічні вимоги до точності встановлення опор контактної мережі, кабельної інфраструктури, сигнальних систем; порядок ведення виконавчої зйомки та контролю під час реконструкції.

Узагальнена таблиця нормативів наочно демонструє, що кожен документ виконує власну функцію в загальній системі геодезичного супроводу залізничних проектів: одні задають точність, інші – правила

безпеки, треті – терміни, а четверті – умови експлуатації колії. Разом вони формують нормативне підґрунтя, без якого реконструкція та модернізація залізничної інфраструктури була б радше «пригода з елементами ризику», ніж регламентований інженерний процес.

Особливе місце у нормативній системі займають відомчі регламенти АТ «Укрзалізниця», які визначають специфічні вимоги до точності геодезичних робіт при реконструкції колійного господарства, споруд контактної мережі, штучних споруд та систем сигналізації. Виконання робіт повинне забезпечувати узгодження проектних рішень з реальними просторовими умовами, мінімізувати помилки під час монтажу конструкцій та гарантувати безпеку руху поїздів.

У сукупності нормативно-правова база формує комплексне правове та технологічне поле, що забезпечує високу якість геодезичних робіт і дозволяє ефективно реалізовувати проекти реконструкції в умовах зростаючих вимог до точності та надійності залізничної інфраструктури.

Особливості реконструкції залізничної інфраструктури при електрифікації. Реконструкція залізничних споруд у процесі електрифікації характеризується низкою специфічних інженерно-геодезичних завдань, головною метою яких є забезпечення точного прив'язування елементів контактної мережі, опор та кабельних систем до існуючої колійної інфраструктури. Електрифікація передбачає встановлення опор контактної мережі, підсилення земляного полотна, модернізацію колій та штучних споруд, а також реконструкцію станційних вузлів, що потребує високоточних просторових даних.

Однією з ключових особливостей є необхідність врахування геометрії колії, профілю та плану, що впливають на розташування елементів контактної мережі. Найменші відхилення у визначенні координат опор можуть призвести до порушення роботи енергетичної системи або навіть створити аварійну ситуацію.

Важливим аспектом є моніторинг деформацій під час реконструкції, оскільки інтенсивний рух поїздів та вібраційні навантаження здатні впливати на стійкість конструкцій. Тому застосування методів високоточного нівелювання, GNSS-вимірювань, лазерного сканування та тахеометричних спостережень забезпечує своєчасне виявлення змін у положенні об'єктів.

Електрифікація також вимагає інтеграції геодезичних даних у цифрові моделі залізничної інфраструктури, що забезпечує підвищення ефективності проектування, оптимізацію трасування кабельних мереж та підвищує рівень безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт.

Сучасні геодезичні методи, прилади та технології. У сучасних умовах реконструкція залізничних споруд базується на поєднанні класичних геодезичних методів з інноваційними цифровими технологіями, що дозволяють отримувати високоточні дані з мінімальними затратами часу. GNSS-технології (RTK, PPK), електронні тахеометри, лазерні сканери та безпілотні літальні апарати забезпечують комплексність і багатогранність збору просторової інформації.

GNSS-методи використовуються для створення та згущення геодезичної мережі, прямого визначення координат опор контактної мережі, контролю відповідності проекту та фактичного розташування конструкцій. *Електронні тахеометри* застосовуються для прецизійного винесення проекту в натуру, спостережень за деформаціями та виконання детальних вимірювань у складних умовах станцій, роз'їздів і мостових переходів. *Лазерне сканування* дає можливість швидко отримувати тривимірні моделі колійних споруд, платформ, мостів і тунелів, що значно спрощує аналіз просторових обмежень, проектування розташування опор та кабельних трас. *Аерофотознімання з використанням БПЛА* забезпечує оперативне оновлення планово-висотної інформації, контроль обсягів земляних робіт та моніторинг стану інфраструктури.

Використання сучасних інформаційних систем, BIM-технологій та спеціалізованого програмного забезпечення (Trimble Business Center, Leica Geo Office, Credo, AutoCAD Civil 3D) дозволяє інтегрувати результати геодезичних робіт у єдиний цифровий простір та забезпечує підвищення ефективності прийняття інженерних рішень під час реконструкції залізничних споруд.

Узагальнюючи, законодавче забезпечення визначає базові вимоги до виконання геодезичних робіт, їх точності, безпеки та документального супроводу, створюючи нормативну основу для реалізації проєктів реконструкції залізничних споруд та електрифікації залізничних ліній.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ТА РАЙОН РОБІТ

2.1 Фізико-географічна характеристика району робіт

Геодезичні вишукування, пов'язані з реконструкцією залізничних споруд із подальшою електрифікацією на дільниці Балта – Обхідна регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця», проводяться в межах Балтської міської громади Балтського району Одеської області. Дослідна територія простягається між селами Акулинка та Білине вздовж напрямку залізничної колії між станціями Балта та Обхідна.

Станція Балта розташована в с. Білине Балтської міської громади на лінії Побережжя – Підгородна, між станціями Побережжя (14,5 км) та Жеребкове (20,5 км). Місто Балта знаходиться приблизно за 8 км від станції. Обхідна є роз'їздом Одеської залізниці, що знаходиться на стику ліній Борщі – Обхідна та Подільськ – Обхідна, між станціями Борщі (3 км), Побережжя (5,7 км) та Балта (9 км). Роз'їзд функціонує з 1919 року на лінії Одеса – Балта, збудований у 1865 році; електрифікація виконана у 1990 році. На дільниці зупиняються приміські поїзди. Загальна протяжність досліджуваної ділянки становить орієнтовно 10 км (рис. 2.1).

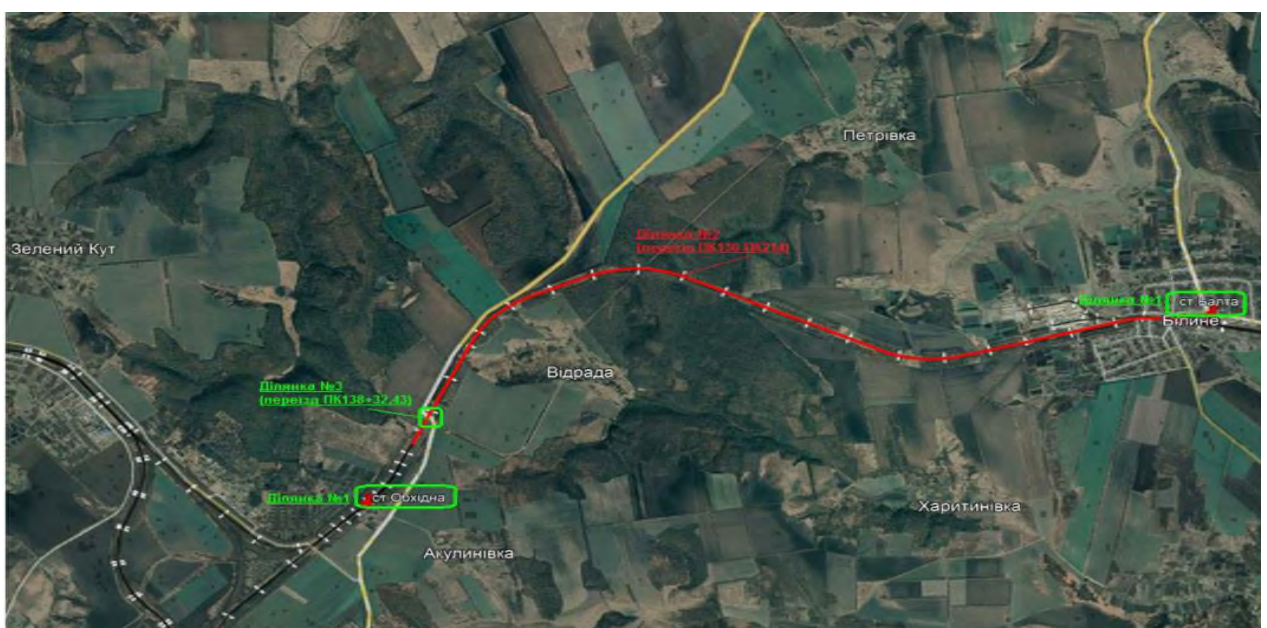


Рисунок 2.1 – Об'єкт досліджень

Кліматичні умови. Дільниця вишукувань належить до степової кліматичної зони. Відповідно до архітектурно-будівельного кліматичного районування України (ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010), територія входить до південно-східного (II) кліматичного району. Клімат характеризується помірно континентальними рисами: тривалим спекотним і переважно посушливим літом та короткою малосніжною зимою.

Середньорічна температура повітря становить $-8,6^{\circ}\text{C}$. Найвищі середньомісячні температури спостерігаються в липні ($+20,5^{\circ}\text{C}$), найнижчі – у січні ($-4,3^{\circ}\text{C}$). Річна кількість опадів коливається в межах 500–550 мм. Сніговий покрив утримується у середньому 65 днів на рік, середньорічна відносна вологість становить близько 74%. Переважаючі напрями вітру: у зимовий період – північно-західний та західний, у літній – північний. Середня швидкість вітру становить: 2,8 м/с улітку та 3,8 м/с узимку.

Характерні навантаження та кліматичні впливи згідно з ДБН В.1.2-2:2006 (додаток Е):

- розрахункове вітрове навантаження $W_0 = 450 \text{ Па}$;
- нормативне снігове навантаження $S_0 = 1170 \text{ Па}$;
- товщина стінки ожеледі $B = 23 \text{ мм}$;
- вітрове навантаження при ожеледі $W_v = 270 \text{ Па}$.

Нормативна глибина сезонного промерзання ґрунтів за п. 7.5.3 ДБН В.2.1-10:2009 становить:

- 0,70 м – для суглинків і глин;
- 0,85 м – для супісків і пісків;
- 0,90 м – для пісків середніх і гравійних;
- 1,0 м – для великоуламкових порід.

Геоморфологічні умови. Район досліджень розташований у південно-східній частині Подільської височини, яка має загальний ухил у південному напрямку та форму ерозійно-денудаційної рівнини, сформованої на піщано-глинистій товщі балтської світи. Територія характеризується степовим рівнинним рельєфом, ускладненим розгалуженою системою балок і

ярів. Основні рельєфоутворюючі процеси – еолові, елювіальні та денудаційні.

Інженерно-геологічні умови території характеризуються як прості та належать до I (першої) категорії складності відповідно до ДБН А.2.1-1:2014 (додаток Ж).

1) Ділянка №1 (ст.Балта (ПК214 – ПК218); ст.Обхідна, ПК124 – ПК136). У геоморфологічному відношенні станції Балта та Обхідна належать до рівнинної території. Рельєф ділянки частково вирівняний штучно: земляне полотно залізниці та стрілочні переводи в межах ст. Обхідна (ПК 124 – ПК 136) та ст. Балта (ПК 214 – ПК 218) сформовані насипними ґрунтами завтовшки до 1,5 м. Абсолютні відмітки поверхні на ст. Обхідна варіюють у межах 236,00 - 238,00 м, на ст. Балта – 231,00 - 232,70 м (система висот – Балтійська, координатна система – місцева).

2) Ділянка №2 (перегін Балта – Обхідна, ПК136 – ПК214) розташована в межах рівнинної території. Залізнична колія на цьому відрізку пролягає у північно-східному напрямку від станції Обхідна до станції Балта. Рельєф місцевості є складним і характеризується розвиненою яружно-балковою системою, притаманною Балтській свиті. Формування залізничного насипу здійснено шляхом улаштування земляного полотна. Абсолютні відмітки поверхні в межах досліджуваної ділянки змінюються в інтервалі 229,00 – 235,00 м.

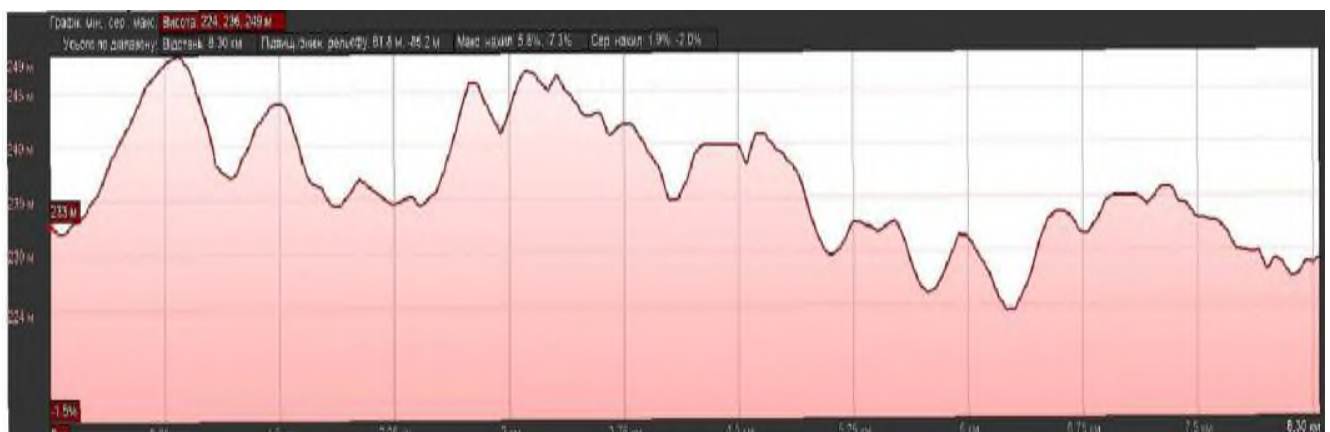


Рисунок 2.2 – Повздовжній профіль рельєфу ділянки Балта-Обхідна

3) Ділянка №3 (переїзний пост, ПК138-32,43) розташована в межах лесового плато. Рельєф характеризується переважно вирівняною поверхнею без суттєвих перепадів висот. Абсолютні висоти земної поверхні на території майданчика змінюються в діапазоні 236,20 – 237,50 м.

Геологічна будова ділянки. У межах станцій Обхідна (ПК 124 – ПК 136) та Балта (ПК 214 – ПК 218) проведено комплекс інженерно-геологічних вишукувань, що передбачав детальне обстеження баластного шару та земляного полотна. В ході досліджень визначено стратиграфію, гранулометричний склад, фізичний стан ґрунтів і технічний стан елементів баласту.

Баластний шар. У результаті обстеження встановлено наявність декількох різновидів баласту, які відрізняються ступенем забрудненості та гранулометричними характеристиками:

- Шар 1 (tQ_{IV}) – баластний щебінь гранітного походження фракції $\varnothing 25$ –60 мм. Товщина шару змінюється в межах 0,2–0,8 м. Ступінь забрудненості відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-204:2009.
- Шар 1А (tQ_{IV}) – щебінь гранітний фракції $\varnothing 25$ –60 мм із домішками піску, забруднений. Товщина шару становить 0,2–0,5 м. Показники забрудненості не відповідають вимогам вищезазначеного стандарту.
- Шар 2 (tQ_{IV}) – пісок баластний жовтого кольору, маловологий, товщиною 0,1–0,8 м.

Земляне полотно. На основі польових, лабораторних і камеральних робіт визначено будову земляного полотна, яке в межах обох станцій представлено такими прошарками:

- Шар 3 (tQ_{IV}) – суглинок важкий, перевалочний, жовто-бурого кольору, напівтвердої–твердої консистенції. Пройдена товщина – до 1,0 м.
- Шар 4 (tQ_{IV}) – суглинок важкий, перевалочний, чорний або темно-жовтий, напівтвердої–твердої консистенції. Пройдена товщина – до 1,0 м.

Основа насипу. Нижчі горизонти ґрунтового масиву представлені такими інженерно-геологічними елементами:

- ІГЕ-V (pQ_{IV}) – суглинок важкий, балочний (деградований), чорний або темно-сірий, місцями з бутовою кладкою (до 0,4 м), гумусований, тугопластичної–напівтвердої консистенції. Товщина – 0,6 - 1,3 м.
- ІГЕ-VI (eQ_{III}) – суглинок важкий лесового походження, жовто-бурий, з карбонатними включеннями, напівтвердої консистенції. Пройдена товщина – до 1,5 м.
- ІГЕ-VII (aQ_{I-II}) – суглинок важкий алювіальний, сірувато-жовтий або світло-коричневий, у верхній частині з підвищеним вмістом карбонатів, твердої консистенції. Товщина – 2,7 - 4,4 м.
- ІГЕ-VIII (aQ_{I-II}) – глина легка, темно-сіра, з домішками гравію карбонатів та пісковика, твердої консистенції. Пройдена товщина – до 1,5 м.

Ґрунти шару ІГЕ-VI характеризуються просадними властивостями під дією додаткового навантаження. За класифікацією просадності вони належать до I типу. Розрахункові характеристики ґрунтів визначено для коефіцієнтів довірчої ймовірності 0,85 та 0,95.

Гідрогеологічні умови району визначаються геологічною будовою та особливостями рельєфу. У межах ділянки Балта-Обхідна під час проведення інженерно-геологічних вишукувань рівнів ґрунтових вод у пробурених свердловинах до дослідженої глибини не виявлено.

У **тектонічному відношенні** територія вишукувань приурочена до південно-західного схилу Українського кристалічного масиву. Фундамент масиву занурений на значну глибину та складений дислокованими кристалічними породами, представленими гранітами різного мінералогічного складу та мігматитами архейсько-протерозойського віку (AP–PB). Кристалічний фундамент перекритий осадовими відкладами крейдового (K), палеогенового (P), неогенового (M) та четвертинного (Q) віку.

Згідно з ДБН В.1.1-12:2014 (додаток А, карта ЗСР-2004-А), нормативна сейсмічна інтенсивність району за шкалою МШК-64 становить 6 балів.

Категорія ґрунтів основи насипів та штучних споруд за сейсмічними властивостями відповідає категорії II (табл. 5.1 ДБН В.1.1-12:2014).

Несприятливі фізико-геологічні процеси та явища в межах досліджуваної території не встановлені. Основа залізничної колії перебуває у задовільному стані з погляду забезпечення стійкості земляного полотна; видимих деформацій корінних ґрунтів не зафіксовано.

2.2 Технічна характеристика існуючої ділянки залізниці

Ділянка залізничної лінії від станції Обхідна (ПК 126+14,60) до станції Балта (ПК 218+88,65) на сучасному етапі функціонує як одноколійна, електрифікована та входить до дільниці Обхідна – Помічна з подальшим сполученням у напрямках Одеси та Вапнярки. За матеріалами служб регіональної філії «Одеська залізниця» та результатами огляду встановлено, що загальна протяжність колії, яка підлягає відновленню, становить 8 км, з яких 3.9км були демонтовані раніше, а 4.1км потребують улаштування земляного полотна. На перегоні функціонує один залізничний переїзд без чергового працівника, обладнаний автоматичною світлофорною сигналізацією. Штучні споруди представлені сімома водопропускними трубами (дві з яких розраховані під дві колії, п'ять – під одну) та шляхопроводом.

Перегін Обхідна – Балта обладнаний двостороннім кодовим автоматичним блокуванням змінного струму частотою 25 Гц із застосуванням тризначної сигналізації. Для контролю технічного стану рухомого складу на 15 км ПКІ встановлено пристрої КТСМ-01Д. На дільниці розміщено три спарені сигнальні установки (1/6, 3/4, 5/2). Дані щодо стану переїзної сигналізації та сигнальних установок передаються до мікропроцесорної системи диспетчерської централізації та диспетчерського контролю (МДЦ-У) дільниці Обхідна – Помічна.

Пропускна спроможність перегону Обхідна – Балта становить 38,5 пар поїздів на добу. Загальна протяжність ділянки становить 9,36 км. На станції

Обхідна експлуатуються дві головні та одна приймально-відправна колія; на станції Балта – дві головні, три приймально-відправні та дві інші колії. Категорія головної колії – IV. Тяга – електровозна. Максимальна допустима швидкість руху становить: для пасажирських поїздів – 100 км/год, для вантажних – 80 км/год. Добова інтенсивність руху становить 11 пар пасажирських та 34 пари вантажних поїздів. Вантажонапруженість – 42,8 млн. ткм/бр за рік.

Стан колії та земляного полотна на перегоні. Земляне полотно представлено насипами та виїмками середньої висоти до 2 м, за винятком ділянок, прилеглих до штучних споруд, де висота насипів досягає 5 м. План лінії характеризується переважанням прямих відрізків та шістьма кривими радіусами від 600 до 7000 м. Максимальний ухил становить 1,1%, однак профіль переважно сформований горизонтальними площадками та незначними поздовжніми ухилами. Узбіччя насипів та кювети у виїмках значною мірою засипані внаслідок ремонтних робіт, що виконувалися у попередні роки. За результатами інженерно-геодезичних вишукувань встановлено, що частина насипу розібрана та потребує відновлення. Основна площадка та відкоси земляного полотна вкриті деревно-чагарниковою рослинністю, що свідчить про необхідність виконання робіт з розчищення та відновлення нормального водовідведення.

Стан колії та земляного полотна на станціях.

Станція Обхідна є роз'їздом регіональної філії «Одеська залізниця» та розташована на сходженні ліній Борщі – Обхідна та Подільськ – Обхідна, між станціями Борщі (3 км), Побережжя (5,7 км) та Балта (9 км). Станція виникла у 1919 році на лінії Одеса – Балта (відкритій у 1865 році) і була електрифікована у 1990 році. Здійснюється зупинка приміських поїздів, вантажні та пасажирські операції не проводяться. Наявна одна берегова пасажирська платформа та три колії (рис 2.3).

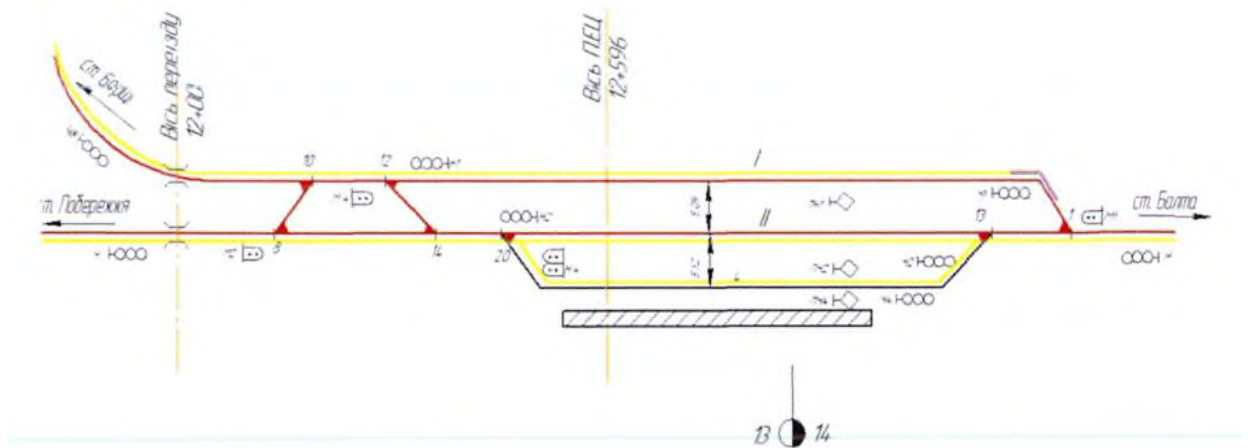


Рисунок 2.3 – Станція Обхідна

Станція обладнана електричною централізацією, ізоляцією колії та контактною мережею. Станцію Обхідна можна охарактеризувати як електрифікований залізничний роз'їзд Одеської дирекції регіональної філії «Одеська залізниця», що за функціональним призначенням належить до проміжних станцій 5 класу. Вона не виконує функцій стикового пункту. Рух поїздів на даній ділянці здійснюється у двосторонньому режимі та охоплює як пасажирські, так і вантажні поїзди. Із об'єктів станційної інфраструктури передбачено пасажирську платформу та окремі вантажні елементи. Уздовж колії №4 розташована низька пасажирська платформа завдовжки 209,4 м, що забезпечує посадку та висадку пасажирів. Характеристики колій, технічні параметри та експлікація стрілочних переводів наведені у таблицях 2.1–2.3.

Аналіз даних таблиць 2.1–2.3 засвідчує, що колійне господарство станції Обхідна має достатньо розвинену структуру та відповідає вимогам експлуатації одноколійної електрифікованої лінії. На станції функціонують дві головні та одна приймально-відправна колія, які забезпечують приймання, відправлення та пропуск поїздів усіх категорій. Корисна довжина колій (від 868 до 947 м) дає змогу розміщувати состави місткістю 59–65 умовних вагонів, що задовольняє потреби вантажного та пасажирського руху.

Таблиця 2.1 – Характеристика колій на станції Обхідна

№ колій	Назва колій	Межі колій		Довжина , м		Місткість умовних вагонів	Наявність електричної ізоляції		
		від	до	між граничними стовпчиками	корисна		електричної ізоляції	контактної мережі	пристроїв кодування колій
I	Головна для приймання, відправлення, пропускання пасажирських та вантажних поїздів усіх напрямків	12	1	1123	947	65	є	є	є
II	Головна для приймання відправлення, пропускання пасажирських та вантажних поїздів усіх напрямків	20	13	906	871	59	є	є	є
4	Приймально-відправна для приймання, відправлення пасажирських та вантажних поїздів усіх напрямків, пропускання парних пасажирських та вантажних поїздів	20	13	906	868	59	є	є	є

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики колій на станції Обхідна

№ колій	Найменування колій	Корисна довжина, м			Протяжність за типами рейок, м			Рейки	Коля		Швидкість	
		від	до	довжина	від	до	довжина		залізобет.	баласту	пасаж.	вантаж.
I	Головна	10	1	1247	H1	Ч1	947	1247	1247	щ	40	40
II	Головна	8	1	1328	H2	Ч2	871	1328	1328	щ	100	80
	З'їзд	8	10	81				81	81	щ	40	40
	З'їзд	12	14	82				82	82	щ	40	40
Всього головних ліній				2738			1818	2738	2738			
4	Приймально-відправна	20	13	1019	H4	Ч4	872	1019	1019	щ	25	25

Таблиця 2.3 – Експлікація стрілочних переводів по станції Обхідна

№ стріл. перев.	Найменування колій	Тип рейок	Марка хрестовини	Сторонність	Спосіб управління	Рід баласту	Тип брусів	Номер проекту	Швидкість			
									по прямому		по боковому	
									пасаж.	вантаж.	пасаж.	вантаж.
1	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	100	80	40	40
13	Головна	P65	1/11	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	100	80	40	40
20	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	100	80	40	40
	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	40	40	40	40
14	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	100	80	40	40
10	Головна	P65	1/11	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	40	40	40	40
8	Головна	P65	1/11	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	100	80	40	40

Усі колії обладнані електричною ізоляцією, контактною мережею та пристроями колійного кодування, що забезпечує інтеграцію в систему електричної централізації та підвищує безпеку руху. Рейкова решітка виконана з рейок типу Р65 на залізобетонних шпалах зі щебеним баластом, що характеризує високу надійність верхньої будови колії. Допустимі швидкості руху на головних коліях становлять: для пасажирських поїздів – 40–100 км/год, для вантажних – 40–80 км/год; на приймально-відправній – 25 км/год, що повністю відповідає її функціональному призначенню.

Стрілочні переводи типу 1/11 з рейок Р65 оснащені електричною централізацією та розташовані переважно на щебеному баласті з використанням залізобетонних брусів. Конструкція переводів забезпечує рух по прямому напрямку зі швидкостями 80–100 км/год, а по боковому – 40 км/год, що є стандартним показником для станційної інфраструктури такого типу.

Узагальнюючи отримані дані, можна зробити висновок, що технічний стан та конструктивні параметри колійного розвитку станції Обхідна забезпечують належний рівень пропускної та переробної спроможності, відповідають нормативним вимогам залізничної інфраструктури та створюють передумови для безпечної та ефективної організації руху поїздів.

Станція Балта – електрифікована проміжна станція третього класу Одеської дирекції, розташована у селі Білине Балтської міської громади. Лінія проходить між станціями Побережжя (14,5 км) та Жеребкове (20,5 км). Станція відкрита у 1865 році та є однією з перших залізничних станцій в Україні. На території функціонують три пасажирські платформи (одна бічна та дві острівні) та шість колій (рис 2.4).

Характеристики колій та стрілочних переводів представлено у таблицях 2.4–2.5.

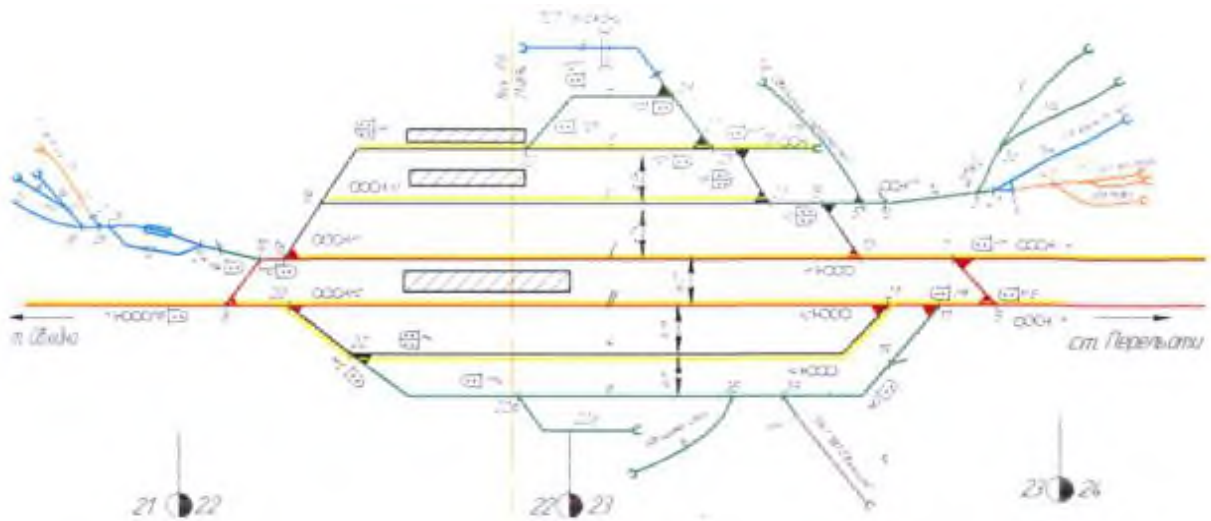


Рисунок 2.4 – Станція Балта

Корисна довжина колії №5 визначається від світлофора Н5 до світлофора Ч5. У межах цієї колії виділено ізолювані ділянки 5АП, 33СП, 5П, 27–29СП та 5БП. Довжина ізолюваної ділянки 5АП, розташованої між світлофорами Н5 та М31, становить 245 м, тоді як довжина ділянки 5П між світлофорами М29 та М21 дорівнює 425 м. Корисна довжина колії №6 визначається від граничного стовпчика стрілки № 22а до граничного стовпчика стрілки № 35. Відстій вагових вагонів під час очікування обслуговування на вагонних вагах або відправлення зі станції здійснюється на колії № 7. До складу колії № 14 входять ізолювані ділянки 1А–51СП та 51/15П. Довжина останньої, розташованої між світлофорами М1 та М3, становить 91 м. Колії №№ 4, 15, 16, 22а тимчасово закриті для руху.

До переліку негабаритних місць включено: міжколія 3–5, непарне міжколія біля колії № 14, а також парне міжколія (СП5–ПН) – непарне (СП7–ПН). Біля колій № 5 та № 3 розташовані низькі пасажирські платформи; низька платформа також наявна в межах міжколія 1–П. Під час виконання маневрових операцій поблизу високої рампи та в районах негабаритних місць на під'їзних коліях, визначених у відповідній відомості, складачу поїздів забороняється перебувати на спеціальній підніжці вагона або локомотива з боку негабаритної зони. Складач поїздів зобов'язаний дотримуватися підвищеної обережності та уважності. Перед початком руху він повинен попередити машиніста локомотива про своє місцезнаходження.

Таблиця 2.4 – Характеристика колій на станції Балта

№ колій	Назва колій	Межі колій		Довжина , м		Місткість умовних вагонів	Наявність електричної ізоляції		
		від	до	між граничними стовпчиками	корисна		електричної ізоляції	контактної мережі	пристроїв кодування колій
I	Головна для приймання, відправлення, пропускання пасажирських та вантажних поїздів в обох напрямках	16	13	1030	997	68	є	є	є
II	Головна для приймання, відправлення, пропускання пасажирських та вантажних поїздів в обох напрямках	20	21	973	940	64	є	є	є
3	Приймально-відправна для приймання, відправлення пасажирських та вантажних поїздів в обох напрямках, пропускання непарних пасажирських та вантажних поїздів	18	23	873	839	57	є	є	є
4	Приймально-відправна для приймання, відправлення вантажних поїздів в обох напрямках, пропускання парних вантажних поїздів	22	21	919	901	61	є	є	є в парному напрямку
5	Приймально-відправна для приймання, відправлення вантажних поїздів в обох напрямках	18	23	873	842	57	є	є	—
6	Навантажувально-вивантажувальна	22	17	956	359	25	—	—	—
7	Навантажувально-вивантажувальна	33	29	413	387	27	—	—	—

Таблиця 2.5 – Експлікація стрілочних переводів по станції Балта

№ стріл. перев.	Найменування колій	Тип рейок	Марка хрестовини	Сторонність	Спосіб управління	Рід баласту	Тип брусьв	Номер проекту	Швидкість			
									по прямому		по боковому	
									пасаж.	вантаж.	пасаж.	вантаж.
5	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	90	65	40	40
7	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	90	80	40	40
8	Головна	P65	1/11	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	90	65	40	40
10	Головна	P65	1/11	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	90	80	25	25
16	Головна	P65	1/11	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	90	80	40	40
20	Головна	P65	1/9	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	2215	90	65	15	15
21	Головна	P65	1/9	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	2215	90	65	15	15
13	Головна	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	90	80	25	25
17	Головна	P65	1/9	ліво	ЕЦ	щебінь	залізобет.	2215	90	65	10	10
Всього на головних коліях		9-СП										
22	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	15	15	–	10
23	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	M1740	15	15	15	15
18	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	У-1740	15	15	15	15
27	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	У-1740	25	25	–	10
25	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	У-1740	25	25	–	10
15	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	65111 ж01	15	15	–	10
33	приймально-відправні	P65	1/11	право	ЕЦ	щебінь	залізобет.	1740	25	25	–	10

Аналіз технічних параметрів колій станції Балта свідчить, що колійний розвиток характеризується достатньою пропускною та переробною спроможністю для обслуговування пасажирських і вантажних поїздів. На станції функціонують дві головні та три приймально-відправні колії, корисна довжина яких становить від 839 до 997 м, що забезпечує місткість 57–68 умовних вагонів. Це дає змогу формувати та обробляти основні типи поїздів, включно з довгими вантажними составами. Колії обладнані електричною ізоляцією, контактною мережею та пристроями колійного кодування (з частковими винятками для вантажних напрямків), що забезпечує інтеграцію у систему ЕЦ та підвищує рівень безпеки руху. Дві навантажувально-вивантажувальні колії мають значно меншу корисну довжину (359 та 387 м) і не оснащені системами електричної ізоляції та контактної мережі, що відповідає їх спеціалізованому призначенню для виконання вантажних операцій.

Стрілочні переводи виконані переважно з рейок типу Р65 та належать до марок 1/11 і 1/9, що забезпечує нормативні швидкості руху: по прямому напрямку – 90 км/год для пасажирських поїздів та 65–80 км/год для вантажних; по боковому – від 10 до 40 км/год залежно від типу переводу. Усі стрілки обладнані електричною централізацією, укладені на щебеневому баласті та залізобетонних брусах, що відповідає сучасним вимогам до станційної інфраструктури.

Узагальнюючи отримані дані, можна зазначити, що технічний стан та конструкція як колій, так і стрілочних переводів станції Балта забезпечують стабільне функціонування станції в межах її експлуатаційного призначення, створюють умови для безпечного пропускання поїздів та ефективного виконання вантажних операцій.

Стан штучних споруд. На дільниці Балта – Обхідна експлуатуються залізобетонні водопропускні труби, призначені для пропуску сезонних поверхневих стоків. Усі споруди розташовані на суходолі та мають типові конструктивні параметри, відповідні до нормативів утримання штучних споруд на залізничному транспорті.

Залізобетонна труба на 15 км ПК6 розміщена в плані на прямій ділянці колії, у поздовжньому профілі – на ухилі 2,89‰ у напрямку станції Балта. Напрямок водотоку – зліва праворуч. Довжина споруди становить 19,4 м, розмір отвору – 1×1,6 м, висота – 1,9 м. З вихідного боку облаштовано швидкотік довжиною 16,7 м. Висота насипу до підосви рейок становить 4,14 м, над верхом труби – 2,04 м. Конструктивні елементи виконані із залізобетону; швидкотік – із бетону.

Залізобетонна труба на 16 км ПК3 розташована в кривій радіусом $R = 1055$ м та на ухилі 5,79‰ у напрямку станції Балта. Водотік спрямований зліва праворуч. Довжина труби – 12,38 м, розмір отвору – 1×1,5 м, висота – 2,0 м. Насип над підосвою рейок становить 4,18 м, над верхом труби – 1,86 м. Матеріал споруди – залізобетон.

Залізобетонна труба на 17 км ПК5 розміщена в кривій $R = 1061$ м, у профілі на ухилі 6,1‰ у напрямку станції Обхідна. Водотік – зліва праворуч. Довжина споруди – 17,45 м, розмір отвору – 1×1,5 м, висота – 2,0 м. Висота насипу до підосви рейок – 5,95 м, над верхом труби – 3,63 м. Матеріал конструкції – залізобетон.

Залізобетонна труба на 18 км ПК5 розташована на прямій у плані, на ухилі 3,0‰ у поздовжньому профілі, з напрямком водотоку праворуч-наліво. Довжина труби – 11,27 м, розмір отвору – 1×1,5 м, висота – 2,0 м. Насип до підосви рейок має висоту 4,19 м, над верхом труби – 1,77 м. Споруда виконана із залізобетону.

Залізобетонна труба на 20 км ПК2 розташована в кривій радіусом $R = 1060$ м та на ухилі 4,2‰ у напрямку станції Балта. Водотік спрямований праворуч-наліво. Довжина споруди – 18,32 м, розмір отвору – 1×1,6 м, висота – 1,7 м. Висота насипу до підосви рейок становить 2,92 м, над верхом труби – 1,22 м. Матеріал конструкції – залізобетон.

Залізобетонна труба на 20 км ПК8 розташована на прямій ділянці колії, у профілі – на площадці. Довжина споруди становить 20,8 м, отвір – 1×1,6 м, висота – 1,7 м. З вихідного боку облаштовано швидкотік довжиною

5,0 м. Насип до підосви рейок має висоту 4,01 м, над верхом труби – 2,09 м. Труба виконана із залізобетону, швидкотік – із бетону. Дільниця Балта – Обхідна є одноколіійною електрифікованою, перебуває на балансі Подільської дистанції колії регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця».

Детальна інформація щодо технічного стану, недоліків та виявлених порушень у конструкції кожної штучної споруди наведена у звітах з технічного обстеження, складених окремо для кожного об'єкта.

Перетини та супутні будівлі. Ділянка колії на ПК 138+31,80 перетинається автомобільною дорогою загального користування державного значення Р-33 *Вінниця – Турбів – Гайсин – Балта – Велика Михайлівка – М-16* на км 249+500. Вказана дорога перебуває на балансі Служби відновлення та розвитку інфраструктури в Одеській області. Залізничний переїзд є одноколіійним (раніше двоколіійним, зі знятою другою колією), не обслуговується черговим працівником та оснащений засобами сигналізації.

У межах ділянки запроєктованого будівництва розташовані дві будівлі колійних постів (на 15 км та 19 км), які порушують габарит наближення споруд, у зв'язку з чим підлягають демонтажу. Технічний стан зазначених об'єктів зафіксований у відповідних технічних звітах за результатами їх обстеження.

Щодо існуючих пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ): перегін Обхідна – Балта обладнано мікропроцесорною диспетчерською централізацією (МДЦ-У) типу «Імпульс», центральний пост якої розміщено в управлінні регіональної філії «Одеська залізниця» у м. Одеса. Перегін також оснащений пристроями автоматичного блокування, виконаними відповідно до типового альбому АБ-І-К-25-50-ЕТ-82. Станції Обхідна та Балта обладнані пристроями СЦБ згідно з типовими проєктними рішеннями ЕЦ-4 та функціонують у режимі автономного управління.

Існуючі пристрої зв'язку та радіозв'язку. Існуючі системи зв'язку та радіозв'язку на проєктованій дільниці забезпечують повний спектр

необхідних каналів для організації руху поїздів з використанням електротяги змінного струму. Вони гарантують належний рівень магістрального, дорожнього та відділкового оперативно-технологічного зв'язку, а також функціонування станційного розпорядчого зв'язку.

Для вибіркового оперативно-технологічного міжстанційного телефонного зв'язку (ОТЗ) на перегоні Обхідна – Балта застосовуються три магістральні кабелі зв'язку: два кабелі типу МКПАШ $7 \times 4 \times 1.05 + 5 \times 2 \times 0.9 + 1 \times 0.9$ та один кабель МКПАБ $7 \times 4 \times 1.05 + 5 \times 2 \times 0.9 + 1 \times 0.9$. Низькочастотні канали ущільнені системами передачі типу К-6Оп. На станціях Обхідна та Балта мережі місцевого та оперативно-технологічного телефонного зв'язку переважно виконані із застосуванням кабелів з металевою оболонкою типів ТПП, ТЗБ різної ємності, а також кабелів СБПУ.

Поїзний радіозв'язок на ділянці організовано із використанням дротів ДПР як направляючої лінії. Мережі маневрового радіозв'язку функціонують на базі радіостанцій Kenwood ТК-7060, з антенами УКХ-діапазону, встановленими на дахах постів ЕЦ, що забезпечує належну якість зв'язку з урахуванням рельєфу місцевості. У якості провідного каналу поїзного радіозв'язку на станціях використовується загальний канал диспетчерського зв'язку. Для КХ-діапазону застосовуються радіостанції типу Оріон РС-6 КХ.

На всіх станціях оперативно-технологічний зв'язок організовано за допомогою апаратури КАСС-ДСП, яка на даний час є фізично зношеною та технічно застарілою. Системи двостороннього паркового зв'язку побудовані на базі обладнання гучномовного сповіщення 100У-101. Для переговорів використовуються гучномовці ГР 10/10 та спрощені переговорні пункти УНПП, підключення яких виконано кабелями СБПУ.

Існуючі пристрої контактної мережі. Існуючі пристрої контактної мережі на станціях та перегонах характеризуються комплексом технічних рішень, що відповідають вимогам експлуатації електротяги змінного струму.

Контактна підвіска головних колій станцій Балта та Обхідна представлена напівкомпенсованою ресорною ланцюговою системою

змінного струму з одним контактним проводом марки МФ-100 та несучим тросом ПБСМІ-95. Підвіска закріплена на прямих ізольованих швелерних і трубчастих консолях із посиленою ізоляцією, а також на жорстких поперечинах з нижнім фіксувальним тросом і трикутними підвісами. Контактна мережа бокових станційних колій та з'їздів виконана у вигляді напівкомпенсованої ланцюгової підвіски змінного струму з контактним проводом МОФ-100 та несучим тросом ПБСМІ-95.

На непарній колії перегону в межах діляниць ПК138 – ПК145 та ПК187 – ПК211 застосована компенсована ресорна ланцюгова підвіска змінного струму з контактним проводом марки МФ-100 та несучим тросом ПБСМІ-95, змонтована на прямих ізольованих швелерних та трубчастих консолях із посиленою ізоляцією.

Існуюча лінія ДПР напругою 27,5 кВ виконана двома проводами марки АС-50/8 і встановлена на металевих кронштейнах типу КФД з підвісними скляними ізоляторами. На станціях Балта і Обхідна ця лінія розміщена з польового боку опор контактної мережі вздовж непарної головної колії, а на перегоні – вздовж парної головної колії. Шунтуюча лінія, виконана подвійним проводом марки А-185, змонтована на металевих кронштейнах типу КФ з підвісними скляними ізоляторами з польового боку опор контактної мережі парної колії на ділянці ПК 145 – ПК 187.

Аналіз технічних характеристик залізничної ділянки Обхідна – Балта показує, що її інфраструктурні елементи загалом забезпечують необхідні умови для надійної організації руху поїздів. Колійне господарство, системи електричної централізації, контактна мережа та засоби зв'язку функціонують у межах нормативних параметрів, що дозволяє підтримувати стабільний пропускний режим як для вантажних, так і для пасажирських перевезень.

Разом з тим результати оцінювання засвідчили наявність окремих проблемних ділянок, зокрема у стані земляного полотна та окремих конструктивних елементів інженерної інфраструктури. Їхнє відновлення або модернізація є важливою умовою подальшого підвищення експлуатаційної

надійності дільниці. Зміцнення цих складових дозволить оптимізувати організацію руху, мінімізувати ризики аварійних ситуацій та забезпечити довгострокову стабільність роботи лінії.

У підсумку можна зазначити, що дільниця має достатній технічний потенціал, однак потребує цілеспрямованих відновлювальних заходів. Вчасне проведення таких робіт сприятиме підвищенню пропускної спроможності, ефективності залізничної інфраструктури та загальному покращенню рівня експлуатаційної безпеки.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ПРОЕКТУ РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ БАЛТА – ОБХІДНА

3.1 Техніко-економічне обґрунтування заходів з реконструкції залізничної дільниці Балта – Обхідна

Зростання обсягів вантажопотоку в напрямку портів Одеського регіону та інтенсивне використання під'їзних залізничних колій зумовлюють необхідність підвищення пропускної спроможності окремих дільниць регіональної філії «Одеська залізниця». Наявна інфраструктура працює практично на межі своїх можливостей: сумарна пропускна спроможність припортових станцій становить 112 поїздів на добу, тоді як фактичні потреби сягають 52–93 вантажних поїздів щодня. Подібний дисбаланс перетворює окремі перегінні дільниці на «вузькі місця», що стримують ефективність транспортного обслуговування портів та обмежують потенціал регіону у сфері логістики.

Станом на 18.01.2024 дільниця Бешкетове – Подільськ функціонує з максимальною завантаженістю (28/28 поїздів), однак визначальним обмежуючим елементом є перегін Балта – Обхідна протяжністю 8,1 км, де пропускна спроможність становить лише 38–38,5 пар поїздів на добу. Саме ця ділянка формує «пляшкове горло», що стримує можливість подальшого збільшення вантажопотоку, подовження плечей обігу поїздів та гнучкості графіка руху. Для забезпечення зростаючих потреб перевезень необхідним є технічне переоснащення перегону, зокрема будівництво другої колії та модернізація об'єктів інфраструктури. Реалізація таких заходів дозволить підвищити пропускну спроможність дільниці Бешкетове – Подільськ на 7 пар поїздів, оптимізувати організацію руху та забезпечити швидкості відповідно до вимог ДБН В.2.3-19. У перспективі це створить передумови для ефективного управління рухом і зменшення експлуатаційних витрат на всій Голтянській дільниці.

Враховуючи встановлені інфраструктурні обмеження та визначальну роль перегону Балта – Обхідна у формуванні загальної пропускної спроможності дільниці, проектом передбачено поетапну реалізацію комплексу технічних заходів, спрямованих на модернізацію існуючих споруд і впровадження другої колії. Технологічна послідовність виконання робіт забезпечує як безперервність експлуатації дільниці, так і поступове підвищення її функціональних характеристик.

Проект складається з трьох послідовних черг будівництва:

Перша черга передбачає реконструкцію штучних споруд дільниці Балта – Обхідна. На цьому етапі здійснюється приведення наявних конструкцій до нормативних вимог за технічним станом, а також подовження водопропускних труб, габарити яких є недостатніми не лише для облаштування другої колії, але й для забезпечення належного функціонування під час поточної експлуатації.

Друга черга охоплює реконструкцію залізничних споруд та безпосереднє формування інфраструктури другої колії. На цьому етапі виконується улаштування земляного полотна, верхньої будови колії та інженерних мереж, а також реконструкція станцій примикання з урахуванням двоколійного руху. Впорядкування організації руху на парний та непарний напрямки забезпечить суттєве збільшення пропускної спроможності дільниці.

Третя черга включає впровадження диспетчерської централізації на Голтянській дільниці. Перехід до диспетчерського рівня управління дозволить здійснювати дистанційне, безпечне та оптимізоване керування рухом поїздів із мінімальним залученням людських ресурсів, що, у свою чергу, сприятиме зниженню експлуатаційних витрат та підвищенню ефективності управління інфраструктурою.

Комплексна реалізація проєктних рішень забезпечить досягнення нормативних швидкостей руху відповідно до табл. 8.1 ДБН В.2.3-19: до 100 км/год для пасажирських поїздів та 80 км/год для вантажних, що істотно покращить показники пропускної та провізної спроможності дільниці.

Проведене техніко-економічне обґрунтування підтвердило, що перегін Балта – Обхідна є ключовим лімітуючим елементом у системі вантажопотоків Одеського транспортного вузла. Зростання обсягів перевезень та інтенсивний рух у напрямку портів призвели до того, що наявна інфраструктура функціонує на межі своєї пропускної спроможності. Встановлено, що саме недостатня місткість перегону Балта – Обхідна формує головне «вузьке місце», яке знижує ефективність роботи дільниці Бешкетове – Подільськ та не дозволяє повною мірою задовольнити потреби портової логістики.

Аналіз показав, що будівництво другої колії та реконструкція супутніх інженерних споруд є технічно обґрунтованими та економічно доцільними заходами. Запропонована трьохчергова схема виконання робіт забезпечує комплексний підхід до модернізації інфраструктури: від приведення штучних споруд до нормативних вимог, а саме формування двоколіїної системи та переходу на диспетчерську централізацію управління рухом. Така послідовність дозволяє мінімізувати перерви в експлуатації, підвищити безпеку та забезпечити якісне нарощування пропускної спроможності.

Реалізація проєктних рішень дасть можливість збільшити пропускну спроможність дільниці на додаткові 7 пар поїздів, оптимізувати графік руху, підвищити швидкості курсування відповідно до вимог ДБН В.2.3-19 та створити умови для ефективного управління вантажними потоками на Голтянській дільниці. Таким чином, запропоновані заходи є стратегічно важливими для забезпечення стабільної роботи транспортного коридору та підвищення конкурентоспроможності залізничної інфраструктури регіону.

3.2 Проект реконструкції залізничної дільниці Балта – Обхідна

Реконструкція штучних споруд дільниці Балта – Обхідна. У межах реконструкції залізничної дільниці Балта – Обхідна передбачено ремонт шести залізобетонних водопропускних труб, які потребують відновлення експлуатаційних характеристик. До переліку об'єктів, що підлягають реконструкції, належать такі споруди: труба на 15 км ПК 6; труба на 16 км ПК 3; труба на 17 км ПК 5; труба на 18 км ПК 5; труба на 20 км ПК 2; труба на 20 км ПК 3. Зазначені інженерні споруди є критично важливими для забезпечення надійності земляного полотна та безпечного функціонування залізничної інфраструктури, що обумовлює необхідність їх комплексного ремонту.

Основні технічні рішення реконструкції:

- Подовження труб зі сторони входу або виходу відповідно до проектної документації.
- Встановлення нових кордонних блоків вихідного та вхідного оголовків.
- Укріплення укосів насипу та русел вхідного і вихідного оголовків монолітним бетоном.
- Ремонт існуючих ділянок труб методом ін'єктування та торкрет-бетонування.
- Використання ланок та блоків із конструктивного важкого бетону (клас С25/30, водонепроникність МУ, морозостійкість Е300).
- Арматура: стержні періодичного профілю А400С та гладкого А240С відповідно до ДСТУ 3760:2019.
- Гідроізоляція швів та поверхонь виконана з використанням гумового ущільнювача, бітумної мастики та спеціальних гідроізоляційних матеріалів (Акваїзол, МазіегРгоїекі 330 ЕІ).

Реконструкційні роботи:

- Демонтаж існуючих елементів (укісні крила, кордонні камені, блоки перекриття).

- Розробка ґрунту та зворотна засипка з пошаровим ущільненням.
- Монтаж фундаментних блоків та плит.
- Встановлення ланок труби та оголовків.
- Ін'єктування, торкретування та ремонт стиків існуючих ланок.
- Антикоровісний захист бетону.
- Контроль геометрії та міцності конструкцій після монтажу.

Обсяги основних робіт (приклад для труб 15–18 км ПК):

- Демонтаж: 0,5–3,0 м³/шт.
- Розробка ґрунту: 62–188,4 м³
- Зворотна засипка ґрунту: 43,4–330 м³
- Очистка русла: 1,9–9,6 м³
- Монтаж фундаментних блоків та плит: 6–7 шт.
- Встановлення ланок труби та оголовків: 2–6 шт.
- Інші роботи: укріплення русла, торкрет-бетон, гідроізоляція, антикорозійний захист.

Реконструкцію залізничних споруд та безпосереднє формування інфраструктури другої колії.

1. Основні проектні рішення.

Перегін. На підставі аналізу вихідних даних, технічних вимог та планів Замовника, а також результатів обстеження існуючого стану земляного полотна й матеріалів інженерних вишукувань, було сформовано комплекс проектних рішень, спрямованих на забезпечення реконструкції залізничної ділянки між станціями Обхідна та Балта.

Межі проєктування. Роботи з реконструкції передбачені на перегоні від кінця захрестовинного блоку С.П. №3 ПК135+61,72 станції Обхідна до початку захрестовинного блоку С.П. №6 ПК 214+37,45 станції Балта. Загальна довжина проєктованої ділянки становить 7876 м, з яких 6438 м належать Подільській дистанції ПЧ-3 та 1438 м Вапнярській дистанції ПЧ-21.

Планування непарної колії. План непарної колії розроблено як поєднання прямих та кривих ділянок. Мінімальний радіус кривої становить

600 м (ПК 211+36 – ПК 214+30). На цій частині колії забезпечуються розрахункові швидкості руху: пасажирських поїздів до 100 км/год; вантажних поїздів – до 80 км/год.

План парної колії. План парної колії загалом зберігається в існуючому стані, з підтриманням експлуатаційних швидкостей 100 км/год для пасажирських та 80 км/год для вантажних поїздів. Винятком є однорадіусна крива на ПК 211+37 – ПК 214+10 з радіусом 600 м та перехідною кривою 60 м, де встановлено обмежені швидкості: 90 км/год для пасажирських та 70 км/год для вантажних поїздів. Зменшення швидкості зумовлене неможливістю збільшення довжини перехідної кривої до нормативних 80 м, оскільки стрілочний перевод С.П. № 8 станції Балта розміщений на прямій відповідно до вимог ДБН В.2.3-19:2018 (п. 6.5).

Земляне полотно. Проєктом передбачено відновлення та часткову перебудову земляного полотна на всій проєктній ділянці з метою приведення його параметрів до вимог сучасних нормативних документів та забезпечення надійної роботи другої колії.

Верхня будова колії. Запроєктовано укладання нової верхньої будови колії з використанням проміжного пружного скріплення типу SBS W SL-1-900-R35 відповідно до ДСТУ EN 13481-2 та ДСТУ EN 13481-5. Обладнання та технічні рішення відповідають вимогам вихідних даних Замовника.

Залізничний переїзд. На 14 км ПК 9 передбачено обладнання чергового переїзду. Проєкт включає улаштування переїзного настилу та пішохідної доріжки зі збірних залізобетонних конструкцій виробництва Старокостянтинівського заводу ЗБШ, по парній та непарній колії.

Проєктні рішення в межах станцій. Для забезпечення можливості реконструкції горловин станцій Обхідна та Балта з улаштуванням додаткових диспетчерських з'їздів передбачено комплекс технічних заходів, спрямованих на приведення колійного розвитку, стрілочних переводів та інженерних споруд до вимог чинних нормативних документів. До основних проєктних рішень належать:

- виконання ремонту стрілочних переводів з приведенням їх технічного стану до експлуатаційних норм;
- забезпечення нормативних параметрів прямих вставок між стрілочними переводами та з'їздами відповідно до вимог ДБН В.2.3-19:2018;
- збирання та заміна рейко-шпальної решітки типу Р-65 із використанням нових матеріалів виробництва ВБК на підходах до стрілочних переводів та з'їздів, з улаштуванням епюри шпал згідно з вимогами ДБН В.2.3-19:2018;
- винесення стрілочних переводів із кривих ділянок у прямі вставки з метою забезпечення нормативних геометричних параметрів та підвищення безпеки руху;
- перенесення стрілочних переводів на нові ординати згідно з проєктними рішеннями;
- приведення міжколійя до вимог ПТЕ та ДБН В.2.3-19:2018 з урахуванням габаритних, експлуатаційних та геометричних норм;
- переукладання нових ізолюючих стиків відповідно до сучасних технічних вимог;
- очищення та доведення щебеневого баластного шару до нормативних параметрів, включно з частковою або повною заміною баласту, що має недостатню несучу здатність;
- приведення поздовжніх профілів приймально-відправних колій до вимог ПТЕ, виконання виправлення колії та встановлення її у проєктне положення в поздовжньому профілі;
- доведення довжини перехідних кривих до встановлених норм відповідно до ДБН В.2.3-19:2018;
- приведення параметрів земляного полотна до нормативних вимог, виконання вирізки забрудненого баласту, відновлення та подовження водовідвідних споруд;
- усунення наявних негабаритних місць у межах станційних колій та споруд;

- приведення товщини щебеневого шару під шпалами і брусами та ширини плечей баластної призми у відповідність до вимог ДБН В.2.3-19:2018;
- реконструкція елементів контактної мережі та коригування схем розташування стрілочних переводів у зв'язку з проєктним доповненням диспетчерських з'їздів.

2. Колійний розвиток станцій. У складі робочого проєкту передбачено комплекс технічних рішень, спрямованих на модернізацію колійного розвитку станції Обхідна та Балта, забезпечення нормативних параметрів інфраструктури та підвищення експлуатаційної надійності об'єкта. Проєктні заходи охоплюють демонтаж застарілих елементів колійного господарства, установлення нових стрілочних переводів, коригування планово-профільних параметрів колій та приведення їх до норм чинних нормативних документів.

Станція Обхідна. *Основні технічні рішення.*

1. Демонтаж та перенесення стрілочних переводів:

- демонтовано стрілочний перевід СП №1 проєкту 1740 Р-65 М1/11 з подальшим його перенесенням на нову ординату;
- запроєктовано та влаштовано нові диспетчерські з'їзди СП №1 – СП №3 та СП №5 – СП №7 (проєкт 1740 Р-65 М 1/11).

2. Коригування геометричних параметрів колій:

- приведення плану та профілю головних колій до вимог ПТЕ та ДБН В.2.3-19:2019;
- забезпечення паралельності міжколійя відповідно до СТП 06-046-2020 для коректного укладання стрілочних переводів;
- доведення товщини баластного шару під стрілочними переводами та на коліях до нормативних параметрів.

3. Заміна верхньої будови колії: виконана заміна рейко-шпальної решітки типу Р-65 на нову Р-65 із застосуванням залізобетонних шпал у межах з'їздів та на коліях, які переносяться на нові осі.

Характеристика робіт по стрілочних переводах:

- *СП №1 Р-65 М 1/11, правий, проєкт 1740.* Запроєктований зі зміщенням ординати на 76,05 м. Устатковується пригоноюю ланкою Р-65 довжиною 12,5 м на залізобетонних шпалах та захрестовинним блоком 12,5/9,97 м. Передбачено перекладання 94,46 м колії головного напрямку II та установлення нового ізолюючого стика на з'їзді СП №1 – СП №3.
- *СП №3 Р-65 М 1/11, правий, проєкт 1740.* Укладається новий стрілочний перевід. У місці стику рамної рейки проєктом передбачено пряму вставку завдовжки 12,5 м на залізобетонних шпалах, а також блок 12,5/9,97 м. Роботи по головній колії I станції Балта віднесено до колій перегону.
- *СП №5 Р-65 М 1/11, лівий, проєкт 1740.* Розташовується на новій ординаті. Передбачено укладання захрестовинного блоку 12,5/9,97 м та нового ізолюючого стика для з'їзду СП №5 – СП №7. Переукладання ділянки головної колії I включає: пряму 296,49 м, криву радіусом $R = 1070$ м довжиною 473,54 м та пряму 239,89 м, що забезпечує приведення міжколійя і профілю до вимог ПТЕ та ДБН В.2.3-19:2019.
- *СП №7 Р-65 М 1/11, лівий, проєкт 1740.* Укладається на новій ординаті. Передбачено пригонову ланку 12,5 м та блок 12,5/9,97 м.
- *СП №13 Р-65 М 1/11, лівий, проєкт 1740.* Залишається в експлуатації без заміни. Для приведення профілю СП №13 та головної колії №II до вимог ПТЕ та ДБН В.2.3-19:2019 виконується виправлення колії з установленням її у проєктне положення.

Поздовжні ухили головних колій. Відповідно до ТРА станції Обхідна, на головних коліях №I та №II не здійснюються вантажні операції та маневри з відчепленням локомотивів. Колії призначені для приймання, відправлення та пропуску поїздів. У зв'язку з цим поздовжній профіль запроєктовано з максимальними ухилами: колія №I – до 9,59 ‰, колія №II – до 9,59 ‰.

З метою узагальнення інформації щодо стану стрілочних переводів до та після реконструкції, а також визначення обсягів виконаних колійних робіт, у таблицях 3.1–3.3 наведено відповідні відомості. Ці дані дозволяють

комплексно оцінити обсяг модернізації та зміни у колійному господарстві станції Обхідна.

Таблиця 3.1 – *Відомість стрілочних переводів до реконструкції по станції Обхідна*

№	Тип рейки	Марка хрестовини	Сторонність	Спосіб управління	Вид баласту	Тип стріл. пер.	Тип брусьв
1	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.

Таблиця 3.2 – *Відомість стрілочних переводів після реконструкції по станції Обхідна*

№	Тип рейки	Марка хрестовини	Сторонність	Спосіб управління	Вид баласту	Тип стріл. пер.	Тип брусьв
1	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
3	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
5	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
7	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
13	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.

Примітка: СП №13 виправляється в плані таа профілі без переукладання.

Таблиця 3.3 – *Відомість об'ємів колійних робіт по станції Обхідна*

№	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	Розбирання стрілочних переводів МІ/11 Р-65 (1740) з/б	комплект	1	
2	Розбирання ланок із рейок Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на з/б шпалах	км	1,4776	
3	Укладання стрілочних переводів МІ/11 Р-65 (1740)	комплект	4	нові
4	Укладання ланок із рейок типу Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на з/б шпалах	км	0,8901	нові
5	Укладання ланок із рейок типу Р-65 при епюрі шпал 2000 шт/км на з/б шпалах	км	0,4735	нові
6	Укладання ланок із рейок Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на зб. шпалах (Захрест. Блоки) ч (32 з/б шпал)	км	0,0899	нові

Продовження таблиці 3.3

№	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
7	Рихтування колії	км	0,108	
8	Виправка СП 1/11 Р65	комплект	1	
9	Виправка колії	км	0,0369	
10	Демонтаж та монтаж ізолюючих стиків	комплект (пар)	4	нові
11	Баластування стрілочних переводів (СТП 06-009:2021)	м ³	640	
12	Баластування колії	м ³	1847	
13	Зрізання баласту стрілки Колія	м ³	228 3720	
14	Стикові з'єднувачі: мідні	шт	248	

Аналіз даних, наведених у таблицях 3.1–3.3, свідчить про суттєве оновлення колійного господарства станції Обхідна. Після реконструкції кількість експлуатованих стрілочних переводів типу Р-65 М 1/11 збільшилася та була доповнена новими елементами стрілично-перевідного господарства. При цьому СП №13 збережено в роботі з виконанням лише профільного виправлення без переукладання.

Обсяги колійних робіт підтверджують комплексний характер модернізації: виконано демонтаж застарілих елементів, укладено нові стрілочні переводи, здійснено значні роботи з перекладання колій, баластування та встановлення ізолюючих стиків. Сукупність цих заходів забезпечила приведення параметрів верхньої будови колії до вимог нормативних документів та підвищила надійність, безпеку й пропускну спроможність інфраструктури станції.

Станція Балта. Основні технічні рішення:

1. Демонтаж та перенесення стрілочних переводів

- демонтовано стрілочний з'їзд СП №10 – СП №8 (проект 1740, Р-65 М1/11) із подальшим перенесенням на нову ординату відповідно до скоригованої схеми колійного розвитку;

- запроєктовано та влаштовано новий диспетчерський з'їзд СП №14 – СП №12 (проект 1740 Р-65 М1/11), що забезпечує покращення маршрутної організації та підвищення пропускної спроможності;
- виконано заміну стрілочних переводів СП №6, СП №20, СП №22 (проект 2215, МІ 1/9) на сучасні стрілочні переводи типу Р-65 М1/11 (проект 1740), які відповідають підвищеним експлуатаційним навантаженням;
- проведено заміну скидальної стрілки СП №4 типу Р-50 на стрілочний перевід типу Р-65 з перенесенням її осі у проектне положення.

2. Коригування геометричних параметрів колій

- приведено планові та профільні параметри приймально-відправних і станційних колій до вимог ПТЕ та ДБН В.2.3-19:2019;
- забезпечено нормативне міжколійя при корекції осей та перенесенні стрілочних переводів відповідно до СТІ 06-046-2020;
- виконано коригування осей колій №4 і №6 з метою усунення негабаритних місць та оптимізації подовжнього профілю;
- доведено товщину та структуру баластного шару під стрілочними переводами і на суміжних ділянках колій до нормативних значень із частковою заміною забрудненого щебеню.

3. Заміна верхньої будови колії

- здійснено заміну рейко-шпальної решітки типу Р-65 на нову Р-65 із застосуванням залізобетонних шпал на ділянках перенесених та нових стрілочних переводів, а також у межах виправлення осей колій;
- улаштовано нові пригонові ланки довжиною 12,5 м та захрестовинні блоки 12,5/9,97 м відповідно до проектних рішень;
- встановлено нові ізолюючі стики (9 комплектів), необхідні для коректної роботи систем СЦБ.

Характеристика робіт по стрілочних переводах:

- демонтаж застарілого стрілочного з'їзду СП №10 – СП №8 (проект 1740, Р-65 М1/11) і його перенесення на нову ординату з урахуванням оптимізації колійного розвитку;

- улаштування нового диспетчерського з'їзду *СП №14 – СП №12*, що забезпечує додаткові можливості маршрутної організації та скорочення часу маневрових операцій;
- заміна стрілочних переводів *СП №6, СП №20, СП №22* з хрестовинами марки МІ 1/9 (проект 2215) на сучасні хрестовини МІ/11 (проект 1740) з рейками типу Р-65, що забезпечує підвищену швидкість проходження рухомого складу та збільшену довговічність вузла;
- заміна скидальної стрілки *СП №4 типу Р-50 на Р-65*, з одночасною корекцією ординати та осі під'їзної колії для забезпечення відповідності геометричним нормам;
- переорієнтація частини стрілочних переводів (зміна сторонності) відповідно до нової схеми диспетчерських з'їздів, що дозволило оптимізувати маршрути руху;
- переукладання приймально-відправних колій *№4 і №6*, включно зі зміною осей, що унеможливило виникнення негабаритних місць і забезпечує відповідність міжколійя вимогам ПТЕ;
- заміна рейко-шпальної решітки *типу Р-65* на залізобетонних шпалах в межах нових та перенесених стрілочних переводів;
- установлення нових ізолюючих стиків у кількості 9 комплектів, необхідних для коректної роботи систем сигналізації, централізації та блокування;
- доведення товщини баластного шару під стрілочними переводами до нормативних параметрів із частковою заміною забрудненого щебеню.

Для узагальнення первинних технічних характеристик стрілочного господарства станції до та після реконструкції, а також для аналізу обсягів виконаних колійних робіт, у таблицях 3.4–3.6 наведено відповідні зведені дані.

**Таблиця 3.4 – Відомість стрілочних переводів до реконструкції
по станції Балта**

№	Тип рейки	Марка хрестовини	Сторонність	Спосіб управління	Вид баласту	Тип стріл. пер.	Тип брусьв
8	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
10	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	M1740	залізобет.
20	P65	1/9	правий	ЕЦ	щебінь	2215	залізобет.
22	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	M1740	залізобет.
4	P50		лівий	ЕЦ	щебінь		дерев.

**Таблиця 3.5 – Відомість стрілочних переводів після реконструкції
по станції Балта**

№	Тип рейки	Марка хрестовини	Сторонність	Спосіб управління	Вид баласту	Тип стріл. пер.	Тип брусьв
8	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
10	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
12	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
14	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
20	P65	1/11	лівий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
22	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
6	P65	1/11	правий	ЕЦ	щебінь	1740	залізобет.
4	P65	Скидал.	лівий	ЕЦ	щебінь		залізобет.

Аналіз вихідних даних свідчить, що станція Балта зазнала комплексної модернізації стрілично-перевідного та колійного господарства. Порівняння таблиць 3.4 та 3.5 демонструє повну заміну застарілих стрілочних переводів типу МІ 1/9 (проект 2215) та скидальної стрілки Р-50 на сучасні елементи типу МІ 1/11 (проект 1740) із рейками Р-65 на залізобетонних брусах. Також змінено сторонність окремих переводів відповідно до нової схеми колійного розвитку, що забезпечило покращення умов маневрової роботи та оптимізацію маршрутів.

Таблиця 3.6 – Відомість об'ємів колійних робіт по станції Балта

№	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	Розбирання стрілочних переводів МІ/11 Р-65 (1740) з/б МІІ/9 Р-65 (2215) з/б	комплект	3 1	
2	Розбирання скидальної стрілки Р50	комплект	1	
3	Розбирання ланок із рейок Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на з/б шпалах	км	0,4995	
4	Розбирання ланок із рейок Р-50 при епюрі шпал 1840 шт/км на з/б шпалах	км	0,290	
5	Укладання стрілочних переводів МІ/11 Р-65 (1740)	комплект	7	нові
6	Укладання скидального стрілочного переводу Р65	комплект	1	новий
7	Укладання ланок із рейок типу Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на з/б шпалах	км	0,3254	нові
8	Укладання ланок із рейок типу Р-65 при епюрі шпал 2000 шт/км на з/б шпалах	км	0,0864	нові
9	Укладання ланок із рейок Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на зб. шпалах (Захрест. Блоки) ч (56 з/б шпал)	км	0,1585	нові
10	Укладання ланок із рейок перехідних Р50/Р-65 при епюрі шпал 1840 шт/км на зб. шпалах	км	0,01875	нові
11	Укладання ланок із рейок типу Р65 при епюрі шпал 1840 шт/км на з/б шпалах (СКД65-Б)	км	0,1057	нові
12	Рихтування колії Р-6536	км	0,1057	
13	Демонтаж та монтаж ізолюючих стиків Р-65	Комплект (пар)	9	нові
14	Баластування стрілочних переводів (СТП 06-009:2021)	м ³	1173	
15	Баластування колії	м ³	749,3	
16	Зрізання баласту стрілки Колія	м ³	423,5 360	
17	Стикові з'єднувачі: мідні	шт	180	

Значні обсяги робіт, наведені у таблиці 3.6, підтверджують комплексний характер реконструкції.

У підсумку реконструкція забезпечила формування сучасної, технологічно виваженої схеми колійного розвитку станції Балта. Параметри

верхньої будови колії приведено до нормативного стану, підвищено рівень безпеки руху та створено умови для ефективної експлуатації інфраструктури.

3. План та профіль.

Перегін. Поздовжній профіль і план колії розроблено відповідно до вимог ДБН В.2.3-19:2018 «Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. Норми проектування».

1) Непарна колія. У поздовжньому профілі непарної колії передбачено такі технічні рішення:

- Елементи профілю запроєктовано максимально можливої довжини з мінімальною алгебраїчною різницею ухилів суміжних ділянок, що відповідає вимогам п. 6.4 та табл. 6.1 ДБН В.2.3-19:2018; мінімальна довжина елемента становить 100 м.
- Максимальний проектний ухил складає 10,93‰ на ділянці від ПК 160+00 до ПК 163+00.
- Радіуси вертикальних кривих визначено відповідно до п. 6.5 ДБН В.2.3-19:2018 і прийнято $R = 15\,000$ м.
- Передбачено зрізання існуючого баластного та земляного полотна для забезпечення влаштування односхильної основної площадки з поперечним ухилом 4‰.
- Будівельний пікетаж, що використовується у період реконструкції, розміщено вздовж осі проектної непарної колії від кінця захрестовинного блоку СП №3 станції Обхідна (ПК 135+61,72) до початку захрестовинного блоку СП №6 станції Балта (ПК 214+37,45). Це забезпечує можливість точного підрахунку обсягів будівельних робіт.
- Після завершення реконструкції пікетаж буде *відновлено по парній колії*, відповідно до вимог ПТЕ (п. 3.7), з поданням виконавчої документації в дистанцію колії та, у межах станцій – начальнику станції.

План непарної колії складається з прямих ділянок і шести однорадіусних кривих загальною довжиною 3165 м (40,2‰). Запроєктовані криві:

1. ПК 136+01 – ПК 136+73, $R = 7000$ м
2. ПК 137+28 – ПК 138+05, $R = 7000$ м
3. ПК 147+24 – ПК 155+68, $R = 1060$ м
4. ПК 160+31 – ПК 170+36, $R = 1065$ м
5. ПК 188+45 – ПК 197+17, $R = 1070$ м
6. ПК 211+36 – ПК 214+30, $R = 600$ м

2) Парна колія. У межах реконструкції парної колії передбачено:

- Переукладання ділянки від ПК 209+50 до ПК 214+09,78 у зв'язку зі зміною плану лінії та перебудовою горловини станції Балта; рихтування становить до 1,5 м, загальна протяжність переукладання – 460 м.
- Проектний поздовжній ухил прийнято величиною 5,58‰.
- Запроектовано однорадіусну криву ПК 211+37 – ПК 214+10 з радіусом 600 м.
- Виконано рихтування прямої ділянки парної колії довжиною 1200 м (ПК 173+00 – ПК 185+00) для забезпечення міжколійя не менше 4100 мм.

В межах станцій. Поздовжні профілі головних і приймально-відправних колій, які переукладаються, розроблено з урахуванням ув'язки з існуючими параметрами у відповідності до вимог п. 6.16 ДБН В.2.3-19:2018.

На станції Обхідна різниця проектних відміток не перевищує 70 мм, що відповідає вимогам п. 6.15 ДБН В.2.3-19:2018. Максимальний ухил у межах стрілочних переводів становить: 8,1‰ по СП №5 станції Обхідна та 3,97‰ по СП №8 станції Балта (п. 6.37 ДБН В.2.3-19:2018). Мінімальна довжина елементів профілю у межах стрілочних переводів становить не менше 50 м (п. 6.33), а на головних та приймально-відправних коліях – не менше 100 м (п. 6.4). Стрілочні переводи запроектовано в прямих ділянках, що відповідає вимогам п. 6.50 ДБН В.2.3-19:2018. У плані колії представлено прямими та кривими; найменші радіуси становлять:

- $R = 1070$ м – на головній колії №1 станції Обхідна;
- $R = 700$ м – на головній колії №2 станції Балта;
- $R = 300$ м – на приймально-відправній колії №4 станції Балта.

4. Земляне полотно.

Перегін. На перегоні конструкція земляного полотна проєктована відповідно до вимог чинної нормативної бази, а саме ДБН В.2.3-19:2018 «Споруди транспорту. Залізничі колії 1520 мм. Норми проєктування», ДНОАП 45.11-7.15 «Спорудження земляного полотна залізниць і автомобільних доріг», ЦП 0204 «Правила улаштування основної площадки земляного полотна при виконанні капітального ремонту та модернізації колії», ЦП-0072 «Інструкція з утримання земляного полотна залізниць України».

Ширина основної площадки земляного полотна на ремонтівній ділянці забезпечує можливість розміщення баластної призми зі збереженням мінімальної ширини узбіч не менше 0,5 м, що відповідає п. 7.8 ДБН В.2.3-19:2018. У складі комплексу робіт з реконструкції передбачено такі основні технічні заходи:

Видалення забрудненого баластового шару та верхньої частини дефектного земляного полотна до проєктної глибини. Висота зрізання визначена на поперечних профілях. Для ефективного водовідведення поверхню основи, на яку укладається дренажний шар, проєктовано з ухилом 4‰.

Улаштування конструктивного шару з дренажного ґрунту. Згідно з табл. 7.1 ДБН В.2.3-19:2018, до дренажних відносять ґрунти з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,5 м/добу та вмістом часток <0,1 мм у кількості не більше 10 %. Шар укладається товщиною 0,2–0,3 м з ущільненням до модуля деформації не менше 80 МПа (ЦП-0204).

Підсилення основної площадки геограткою загальною довжиною 1650 м (ПК 151+00 – ПК 154+00; ПК 156+50 – ПК 160+00; ПК 163+00 – ПК 166+00; ПК 173+00 – ПК 176+00; ПК 191+00 – ПК 193+00; ПК 197+00 – ПК 199+00). Укладання геогратки передбачено на висоті 20 см від поверхні основної площадки.

Приведення укосів до нормативних параметрів. У місцях недостатньої ширини основної площадки виконують нарізання штрафів та формування укосів з ухилом не крутішим ніж 1:1,5 відповідно до табл. 7.3 ДБН В.2.3-19:2018.

Нарізання кюветів для забезпечення стабільності земляного полотна та гарантованого відведення поверхневих вод. Прийнято такі параметри: відкоси 1:1,5, глибина 0,6 м, ширина по дну – 0,4 м.

Зведені обсяги виконання земляних робіт та робіт у межах баластного шару наведено у таблиці 3.7. Така структура дозволяє узагальнити фактичні та проєктні дані щодо відновлення та підсилення земляного полотна на ділянці.

Таблиця 3.7 – *Об'єм робіт по баластному шару та земляному полотну*

№	Найменування	Вапнярська дистанція, м ²	Подільська дистанція, м ²	Загальний, м ²
1	Зрізання засміченого щебеню	435,52	1636,14	2071,66
2	Зрізання засміченого ґрунту	1665,70	5237,79	6949,39
3	Зрізання щебеню з піском	7311,47	20730,13	28041,60
4	Досипання щебеню	3111,72	14285,62	17397,34
5	Досипання піску	1389,84	5029,30	6419,14
6	Досипання дренажного ґрунту	4641,95	16821,59	21463,54
7	Нарізання кюветів	2416,61	8149,27	10565,88

Аналіз наведених у таблиці обсягів робіт свідчить, що реконструкція земляного полотна та баластного шару має комплексний характер і включає значні за масштабом операції з видалення забруднених матеріалів, відсипання нових конструктивних шарів та формування водовідвідних елементів. Найбільші обсяги припадають на роботи зі зрізання щебеню з піском та досипання дренажного ґрунту, що вказує на потребу у повномасштабному відновленні несучої здатності земляного полотна. Виконаний комплекс заходів забезпечує приведення конструкції земляного полотна до сучасних нормативних вимог, підвищує його стійкість,

довговічність і здатність ефективно працювати під навантаженнями залізничної інфраструктури.

В межах станцій. У межах станційної території ширину земляного полотна прийнято за існуючими параметрами, оскільки виконання робіт обмежується верхньою будовою колії, зокрема баластним шаром щебеню. Поздовжні водовідвідні споруди до зони капітального ремонту стрілочних переводів не включаються, а відведення поверхневих вод від реконструйованої колії та стрілочних переводів здійснюється за рахунок наявної водовідвідної системи.

3.3 Геодезичні роботи при реконструкції споруд залізниці з електрифікацією на прикладі ділянки Балта – Обхідна

Геодезичне забезпечення реконструкції ділянки Балта – Обхідна виконувалося як комплекс взаємопов'язаних робіт, спрямованих на отримання достовірної просторової інформації, необхідної для прийняття точних проєктних рішень та контролю якості будівельно-монтажних процесів.

Прилади, використані під час польових робіт, відповідають вимогам сучасної інженерної геодезії. Застосовувалися GNSS-приймачі типу CP5 (антена Leica C507, контролер Leica CS20), а також електронний тахеометр Leica T510, які забезпечують вимірювання з точністю, регламентованою нормативними документами (похибка кутових вимірювань 3"–5", лінійних – 2–2 мм + 2 ppm). Для камеральних робіт застосовано програмний комплекс Panorama / Digital (ПП) відповідно до класифікаторів топографічної інформації та каталогу умовних знаків.

Основні етапи геодезичних робіт в даній кваліфікаційній роботі сохоплювали:

1. Створення та відновлення геодезичної опорної мережі. Метою даного етапу було формування точного просторового каркасу для подальших вимірювань. Проведено рекогностування території з оцінкою технічного

стану існуючих пунктів державної геодезичної мережі. Закладено додаткові тимчасові та постійні пункти планово-висотної основи з урахуванням особливостей реконструкції стрілочних переводів, горловин станцій та диспетчерських з'їздів. Координати пунктів визначено з використанням GNSS-методів та тахеометричних вимірювань. Створена мережа стала базою для всіх наступних геодезичних процесів.

2. Виконання інструментальної зйомки існуючого стану колійного розвитку. Метою даного етапу було отримання актуальної інформації про фактичний стан інфраструктури. Виконано детальне знімання головних та приймально-відправних колій, стрілочних переводів, платформ, водовідвідних споруд. Отримані дані використано для коригування плану та поздовжнього профілю колії відповідно до вимог ПТЕ та ДБН В.2.3-19:2018. Зафіксовано геометричні параметри міжколійя, радіусів кривих та стрілочних вузлів. Створено точну модель існуючого стану, яка стала основою для проєктних рішень.

3. Геодезичний супровід робіт із перенесення та влаштування стрілочних переводів. Метою даного етапу було забезпечення точного розташування стрілочних переводів згідно з проєктною документацією. Виконано розбиття нових ординат розташування СП, здійснено контроль паралельності та нормативних відстаней між коліями на ділянках формування диспетчерських з'їздів. Під час монтажу проводився постійний геодезичний моніторинг положення стрілочних переводів. Це дозволило гарантувати безпечну експлуатацію та відповідність проєктним параметрам.

Значення цих видів робіт: гарантія безпечної експлуатації та відповідності проєктним параметрам.

4. Геодезичний контроль робіт на земляному полотні. Метою даного етапу було забезпечення відповідності земляних робіт проєктним рішенням. Винесено проєктні поперечні профілі для зрізання забрудненого баласту та дефектного ґрунту, зафіксовано межі відсипання конструктивного шару з дренаючого матеріалу. Контрольовано відповідність фактичних ухилів

основної площадки проєктним значенням (4 ‰), перевірено геометрію кюветів, укосів та ширину основної площадки. Правильна підготовка земляного полотна є критичною для довговічності верхньої будови колії.

5. Геодезичний моніторинг точності укладання верхньої будови колії.

Метою даного етапу було забезпечення точності монтажу рейко-шпальної решітки та баластного шару. Контрольовано правильність укладання решітки типу Р-65 на нових осях, товщину баластного шару, положення колії у плані та профілі. Після завершення основних робіт виконано виконавчу зйомку. Це дозволило забезпечити безпечний рух поїздів та відповідність нормативним вимогам.

6. Виконавча геодезична документація. Метою завершального етапу було фіксування результатів реконструкції та їх інтеграція в галузеві інформаційні системи. Складено виконавчі схеми розташування стрілочних переводів, колій, водовідвідних споруд. Підготовлено матеріали для оновлення колійного паспорта та подальшого внесення даних у відповідні цифрові бази. Значення цих видів робіт: створюється офіційна база даних для подальшої експлуатації та ремонту.

Перелік геодезичних робіт, виконаних у межах реконструкції ділянки Балта – Обхідна, наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Геодезичні роботи при реконструкції дільниці Балта – Обхідна

Етап робіт	Мета	Методика виконання	Значення
1. Створення та відновлення геодезичної опорної мережі	Забезпечити точну просторову основу для всіх вимірювань	Рекогностування існуючих пунктів; закладання нових постійних і тимчасових пунктів; визначення координат GNSS та тахеометрією	База для всіх наступних геодезичних процесів
2. Інструментальна зйомка існуючого стану колійного розвитку	Отримати актуальну картину інфраструктури	Детальна тахеометрична зйомка колій, стрілок, платформ, споруд; складання планів і профілів	Точна модель існуючого стану для проєктних рішень
3. Супровід перенесення та влаштування стрілочних переводів	Забезпечити правильне положення стрілок	Розбиття осей і ординат; контроль нормативних відстаней; моніторинг під час монтажу	Гарантія безпечної експлуатації та відповідності проєкту
4. Контроль земляного полотна	Відповідність земляних робіт проєкту	Винос поперечних профілів; фіксація меж відсипання; контроль ухилів, геометрії кюветів та укосів	Довговічність верхньої будови колії
5. Моніторинг укладання верхньої будови колії	Точність монтажу рейко-шпальної решітки та баласту	Контроль положення колії у плані й профілі; перевірка товщини баласту; виконавча зйомка	Безпечний рух поїздів та відповідність стандартам
6. Виконавча геодезична документація	Зафіксувати результати реконструкції	Складання виконавчих схем; оновлення колійного паспорта; внесення даних у галузеві системи	Офіційна база даних для експлуатації та ремонту

Виконання знімальних і розбивочних робіт на досліджуваній території. Виконання знімальних і розбивочних робіт у межах реконструкції дільниці Балта – Обхідна включало послідовність практичних дій, спрямованих на отримання точних даних про фактичний стан колії та перенесення проєктних рішень у натуру.

1. Детальне знімання існуючого стану колій та споруд. Зйомка проводилася бригадою у складі 3 виконавців із застосуванням електронного тахеометра Leica T510 та GNSS-приймача CP5 (Leica C507 + CS20). Виконано такі роботи:

- проведено рекогностування всієї дільниці протяжністю 9,36 км;
- на станційних горловинах виконано знімання всіх стрілочних переводів: положення гостряків, кореневих частин, хрестовин, рамних рейок;
- знято фактичні осі головних, приймально-відправних і під'їзних колій;
- виконано вимірювання ширини міжколійя через кожні 20 м;
- зафіксовано радіуси кривих та положення точок початку/кінця кривих (ПКК та ККК);
- виконано знімання платформ, опор контактної мережі, водовідвідних каналів, кюветів, труб, мостових споруд;
- знято поперечники земляного полотна через 20–25 м.

Вимірювання проводили у режимах RTK та тахеометричного ходу з досягненням точності: в плані план: ± 10 – 20 мм, по висоті: ± 15 мм.

Дані камерально опрацьовані в Panorama / Digital, створено цифрову модель існуючого стану.

2. Підготовка проєктних координат для винесення. Після отримання вихідних вимірювань було виконано:

- прив'язку проєкту реконструкції до координатної основи (СК-63);
- формування координат осі колії через кожні 10 м;
- визначення координат кореневих точок стрілочних переводів, хрестовин, початку та кінця кривих;

- створення файлів *.csv/*.xml для завантаження в контролер тахеометра Leica CS20;
- підготовку робочих розбивочних схем (вісь, пікетаж, ширина земляного полотна, межі відсипання).

3. *Винос осі колії в натуру.* Практичні розбивочні роботи виконано з використанням тахеометра Leica T510. Конкретні дії:

- винесено проєктні точки осі колії через кожні 25–50 м на прямих та через 10–20 м у кривих;
- точки закріплювали дерев'яними кілками з фарбованими мітками;
- на кривих винесено точки кривизни, точки початку/кінця перехідної кривої, головні ординати;
- для стрілочних переводів винесено: положення осі стрілки, положення гостряків, осьове положення хрестовини, відстані між рамними рейками;
- для земляного полотна винесено: верхню бровку укосу, положення кюветів, межі зрізання забрудненого баласту, точки підсипання конструктивного шару.

Точність виносу контролювалася повторними вимірюваннями, допустиме відхилення – до 10 мм.

4. *Геодезичний контроль під час монтажу.* У процесі реконструкції виконано постійний контроль положення колії:

- перевірено ширину колії: 1520 ± 8 мм;
- контроль рівняння та перевищень рейкових ниток кожні 10 м;
- контроль товщини і висоти баластного шару;
- після укладання стрілочних переводів – перевірка їх фактичної геометрії (паралельність, відстані, рівність осей);
- перевірка планового положення колії щодо проєктної осі;
- контроль відсипки земляного полотна: ухил основної площадки 4 ‰.

Результати записувалися в журнал геодезичного контролю.

5. *Виконавче знімання після завершення монтажу.* Після завершення будівельних робіт виконано повний комплекс виконавчих вимірювань:

- знімання осі колії для складання виконавчого поперечного та поздовжнього профілю;
- виконавче знімання стрілочних переводів з фіксацією положення всіх конструктивних частин;
- знімання станційних горловин та балансних ділянок;
- знімання земляного полотна: ширина основної площадки, положення кюветів, укосів;
- знімання опор контактної мережі та інженерних споруд.

На основі даних сформовано:

- виконавчі плани масштабу 1:500;
- виконавчі поздовжні профілі;
- виконавчі схеми стрілочних переводів;
- технічний звіт з геодезичного супроводу.

У процесі реконструкції залізничної дільниці Балта–Обхідна з електрифікацією геодезичні роботи відіграли ключову роль у забезпеченні точності проєктних рішень, контролі якості будівельно-монтажних процесів та формуванні актуальної просторової інформації. Комплекс геодезичного супроводу охоплював усі етапи реконструкції: від створення опорної мережі до оформлення виконавчої документації. Застосування сучасних вимірювальних приладів та програмного забезпечення дозволило досягти високої точності геометричних параметрів, що є критично важливим для безпечної експлуатації залізничної інфраструктури. Геодезичний моніторинг забезпечив своєчасне виявлення та усунення відхилень, а виконавча документація стала основою для оновлення галузевих інформаційних систем.

Таким чином, геодезичне забезпечення реконструкції дільниці Балта – Обхідна є прикладом ефективної інтеграції інженерної геодезії в процес модернізації залізничного транспорту, що відповідає сучасним вимогам точності, надійності та цифровізації інфраструктурних даних.

3.4 Рекомендації щодо вдосконалення геодезичного забезпечення реконструкції залізниць

На підставі аналізу виконаних геодезичних робіт при реконструкції дільниці Балта – Обхідна та світових тенденцій розвитку інженерної геодезії, запропоновано комплекс заходів щодо підвищення ефективності, точності та цифровізації геодезичного супроводу подібних проектів.

1. *Впровадження технологій безперервного моніторингу та "цифрового двійника" об'єкта.* Рекомендується вийти за рамки періодичних контрольних вимірювань до створення системи постійного спостереження за критично важливими параметрами.

- *Стаціонарні автоматичні системи моніторингу.* Для ділянок із складними інженерно-геологічними умовами або високошвидкісних перегонів слід встановлювати датчики та роботизовані тахеометричні станції (наприклад, Leica TM60, Trimble S9). Вони забезпечують автоматичний контроль деформацій земляного полотна, опор контактної мережі та сполучних споруд з частотою вимірювань від кількох разів на годину до разів на день. Дані передаються у центр обробки в режимі онлайн, що дозволяє оперативно реагувати на небезпечні тенденції.

- *Формування "цифрового двійника" (Digital Twin).* Замість окремих виконавчих планів рекомендується створювати динамічну тривимірну інформаційну модель усієї дільниці. Ця модель, розроблена в BIM-середовищі (наприклад, Autodesk Civil 3D, Bentley OpenRail), інтегрує: геодезичні дані (координати, висоти), проєктну документацію (3D-моделі стрілочних переводів, сполучних споруд), атрибутивну інформацію (серійні номери рейок, дати укладання, технічні характеристики), дані моніторингу. Це дозволить проводити віртуальне моделювання впливу нових навантажень, планувати ремонти та має стати єдиним джерелом правди для всіх учасників життєвого циклу об'єкта.

2. Оптимізація використання GNSS-технологій та інтеграція з безпілотними апаратами.

- *Розгортання власної мережі базових станцій (RTN).* Замість використання комерційних мереж або тимчасових баз рекомендовано для великомасштабних проектів реконструкції залізниць створювати локальну мережу високоточних GNSS-базових станцій. Це суттєво підвищить надійність та доступність RTK-корекцій по всій довжині дільниці, особливо в районах з поганим покриттям мобільним інтернетом.

- *Масштабне застосування БПЛА (дронів) з ЛІДАР та фотограмметричним обладнанням.* Для інвентаризації, обстеження земляного полотна, моніторингу об'ємів земляних робіт та зйомки важкодоступних місць (укоси, верхні будови мостів) необхідно залучати БПЛА. ЛІДАР-зйомка дозволить отримувати точну цифрову модель місцевості (ЦММ) навіть під покривом лісу або чагарників для проектування водовідведення. Фотограмметрична зйомка забезпечить ортофотоплани високої роздільної здатності для детальної візуалізації та вимірювань. Це в рази прискорить збір даних та підвищить безпеку геодезистів, виключаючи необхідність знаходження на колії під час руху поїздів.

3. Уніфікація та автоматизація процесів обробки даних та формування документації.

- *Розробка стандартизованих шаблонів і чек-листів.* Для усунення людського фактору та прискорення камеральних робіт необхідно створити: типові шаблони для журналів геодезичного контролю (у цифровому вигляді), автоматизовані звіти про виконані розбивочні роботи, чек-листи для кожного етапу (зйомка стрілки, контроль колії), інтегровані в планшет польового контролера.

- *Використання спеціалізованого програмного забезпечення для залізничної геодезії.* Рекомендується поступовий перехід від універсальних CAD-систем (типу Panorama) до спеціалізованих рішень, орієнтованих на BIM (наприклад, Leica Infinity, Trimble Business Center з модулями для

залізниць). Такі ПЗ дозволяють автоматично обчислювати всі параметри колії (розрахунок ординат, переходів кривих), генерувати креслення за стандартами залізничної галузі та безпосередньо експортувати дані у формати для роботи з контролерами та роботизованими тахеометрами.

4. Підвищення кваліфікації персоналу та організаційні заходи.

- *Підготовка фахівців з комплексними навичками.* Сучасний інженер-геодезист на залізничному будівництві повинен володіти не лише навичками роботи з тахеометром, а й розуміти принципи GNSS, обробки даних БПЛА, роботи в BIM-середовищі та основами галузевих нормативів (ПТЕ, ДСТУ Б В.2.3-19).

- *Введення посади "Координатора BIM-моделі".* У складі геодезичної служби будівельної організації. Цей фахівець відповідатиме за актуалізацію "цифрового двійника", взаємодію з проектними інститутами та підготовку геопросторових даних для передачі експлуатаційній службі.

- *Чітка регламентація процедур передачі геопросторових даних* між генпідрядником, субпідрядниками та замовником на початку та в кінці проекту. Це має включати узгодження систем координат, формату даних, переліку обов'язкової атрибутивної інформації.

Запропоновані рекомендації спрямовані на трансформацію геодезичного забезпечення з набору окремих послуг в єдину цифрову інформаційно-вимірювальну систему, інтегровану в життєвий цикл залізничної інфраструктури. Їх впровадження дозволить: підвищити точність та оперативність контролю будівельно-монтажних робіт, знизити ризики людських помилок і виробничого травматизму, скоротити терміни виконання геодезичних робіт, сформувати повноцінну цифрову основу для переходу до систем предиктивної (передбачувальної) експлуатації та "розумних" залізниць (Smart Railway). Таким чином, вдосконалення геодезичного забезпечення є стратегічним кроком для підвищення технологічного рівня всієї галузі залізничного будівництва та ефективного використання коштів на реконструкцію.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження, спрямоване на всебічну оцінку умов, нормативного забезпечення та технічних аспектів реконструкції й електрифікації ділянки залізниці Балта – Обхідна. Аналіз охопив як загальні засади проєктування та регламентації інженерно-геодезичних робіт, так і специфіку природних, технічних та експлуатаційних умов досліджуваної території.

Особливу увагу приділено взаємозв'язку між нормативною базою, фізико-географічними та інженерно-геологічними характеристиками району, реальним технічним станом інфраструктури та тими практичними рішеннями, що були реалізовані під час модернізації колійного розвитку, штучних споруд і контактної мережі. Проведений аналіз дозволив визначити роль геодезичного забезпечення як ключової ланки, саме воно забезпечило точність реалізації проєктних рішень, контроль геометричних параметрів і створення актуальної виконавчої документації.

Узагальнення отриманих результатів дало змогу сформувати комплекс висновків, у яких послідовно окреслено нормативні передумови виконання робіт, природні та технічні фактори, що впливають на проєктні рішення, стан існуючої інфраструктури, техніко-економічні характеристики ділянки, а також основні інженерні та геодезичні дії, реалізовані в межах реконструкції.

Нижче наведено ключові результати, отримані в ході дослідження, які відображають загальну логіку виконаної роботи та підтверджують досягнення поставленої мети.

1. Аналіз нормативно-правової бази показав, що інженерно-геодезичні роботи на об'єктах залізничної інфраструктури виконуються в умовах чітко вибудованої системи регуляторних документів, яка охоплює всі етапи від формування геодезичної основи до контролю точності просторового положення конструктивних елементів. Законодавчі акти України визначають загальні засади організації геодезичної діяльності, порядок використання координатних систем, правила експлуатації земель транспорту та вимоги до

безпеки залізничних об'єктів. У свою чергу, державні будівельні норми і стандарти деталізують процедури виконання знімань, розбивочних робіт, ведення технічної документації, перевірки геометричних параметрів та контролю стану колійного господарства. Вимоги ДБН В.1.3-2:2010 та ДБН В.2.3-19:2018 формують нормативний каркас перенесення проектних рішень у натуру, тоді як ДБН А.2.1-1:2014 визначає принципи організації вишукувальних робіт. Стандарти ДСТУ та галузеві інструкції забезпечують єдність термінології, достовірність вимірювань і коректність контролю просторових параметрів.

2. Узагальнена таблиця нормативних документів розроблена в кваліфікаційній роботі свідчить про чітку структурованість системи регламентації геодезичного забезпечення залізничних проєктів. Кожен документ виконує визначену функцію в межах єдиної нормативної системи: одні встановлюють вимоги до точності геодезичних вимірювань, інші регламентують питання техногенної та пожежної безпеки, окремі визначають термінологічні положення та стандарти виконання робіт, а також умови експлуатації залізничної колії. Сукупність цих документів формує комплексне нормативне підґрунтя, яке забезпечує технологічну узгодженість, безпечність і надійність процесів реконструкції та модернізації об'єктів залізничної інфраструктури. Без такого регуляторного забезпечення виконання робіт набуло б невизначеного та ризикованого характеру, що суперечило б принципам інженерної практики. Таким чином, огляд нормативних документів дозволяє обґрунтовано визначити вимоги, яких необхідно дотримуватися при виконанні геодезичних робіт на об'єктах залізничного транспорту, та слугує базою для подальшого технологічного розділу кваліфікаційної роботи.

3. У межах досліджуваної залізничної дільниці Балта – Обхідна встановлено комплекс фізико-географічних, кліматичних, геоморфологічних та інженерно-геологічних умов, що визначають специфіку виконання геодезичних та інженерних вишукувань під час реконструкції й

електрифікації залізничної інфраструктури. Територія робіт належить до степової зони з помірно континентальним кліматом, який характеризується високою річною амплітудою температур, посушливим літом і нестійким сніговим покривом. Кліматичні навантаження та норми промерзання ґрунтів відповідають вимогам чинних нормативних документів і мають бути враховані під час проєктування конструкцій залізничного полотна та опор контактної мережі. Геоморфологічно район розташований у межах південно-східної частини Подільської височини із переважанням рівнинного рельєфу, ускладненого яружно-балковою системою. У штучно вирівняних ділянках, що сформовані насипними ґрунтами, фіксуються незначні перепади абсолютних висот, тоді як природні перегінні відрізки характеризуються більш контрастним рельєфом. Інженерно-геологічні вишукування засвідчили просту будову геологічного розрізу (І категорія складності), представленого товщею суглинків і глин різного генезису, які формують основу залізничного полотна. Виділені інженерно-геологічні елементи мають різні фізико-механічні властивості, серед яких особливу увагу слід приділити лесовим суглинкам ІГЕ-VI, що проявляють просадні властивості І типу. Структура баластного шару є неоднорідною: поряд із ділянками, де стан баласту відповідає вимогам ДСТУ, зафіксовано зони забруднення (шар 1А), що можуть потребувати коригувальних заходів під час реконструкції. Земляне полотно загалом перебуває в задовільному стані, а ознак небезпечних геологічних процесів не виявлено, що сприяє стабільності основи залізничної колії. Гідрогеологічні умови є сприятливими: рівнів ґрунтових вод у межах досліджених глибин не встановлено, що знижує ризик підтоплення та розущільнення основи насипу. Територія має помірну сейсмічність (6 балів за МШК-64), а ґрунти віднесено до II категорії за сейсмічними властивостями. Узагальнюючи, фізико-географічні та інженерно-геологічні умови ділянки Балта – Обхідна є сприятливими для проведення реконструкції та подальшої електрифікації залізничної інфраструктури. Водночас їхні особливості, зокрема наявність просадних лесових ґрунтів та

локально забруднених баластних шарів, мають бути обов'язково враховані при розробленні проектно-технічних рішень.

4. Проведений аналіз технічного стану залізничної дільниці від станції Обхідна до станції Балта свідчить, що вона має сформовану інфраструктуру одноколіїної електрифікованої лінії, яка забезпечує стабільний пропуск поїздів у пасажирському та вантажному сполученні. Основні параметри колій, штучних споруд, систем сигналізації та диспетчерського контролю відповідають чинним нормативним вимогам і дають змогу підтримувати рух із допустимими експлуатаційними швидкостями. Разом з тим наявні технічні недоліки: частково демонтоване земляне полотно, засміченість узбіч, заростання відкосів, а також необхідність відновлення окремих ділянок колії, що засвідчують потребу у комплексних відновлювальних роботах.

5. Станції Обхідна та Балта характеризуються достатньо розвиненою колійною структурою, наявністю сучасних систем електричної централізації, ізоляції колій та контактної мережі. Технічні характеристики головних і приймально-відправних колій забезпечують приймання та відправлення поїздів усіх категорій, а швидкісні параметри стрілочних переводів відповідають вимогам безпечної експлуатації. Особливістю станції Балта є її складніша структура та більша кількість колій, ізольованих ділянок і платформ, що зумовлює підвищені вимоги до організації маневрової роботи та дотримання заходів безпеки. У цілому ділянка Обхідна – Балта характеризується достатнім технічним рівнем для забезпечення пропускнуєї спроможності 38,5 пар поїздів на добу та вантажонапруженості 42,8 млн. ткм/бр на рік. Наявні обмеження пов'язані переважно зі станом земляного полотна та потребою в оновленні окремих конструктивних елементів інфраструктури. Розв'язання цих питань створить підґрунтя для подальшої модернізації лінії, підвищення її надійності та ефективності роботи.

6. Аналіз техніко-економічних показників дільниці Балта – Обхідна підтвердив, що існуюча залізнична інфраструктура працює на межі своєї пропускнуєї спроможності, а перегін Балта – Обхідна є визначальним

фактором, який обмежує ефективність руху поїздів на дільниці Бешкетове – Подільськ. Невідповідність пропускної здатності фактичним вантажопотокам створює «вузькі місця», що стримують розвиток логістичних процесів у регіоні. Проєкт реконструкції передбачає комплексну модернізацію інфраструктури з поетапним виконанням робіт: реконструкцію штучних споруд, будівництво другої колії з модернізацією залізничних споруд та впровадження диспетчерської централізації управління рухом. Така послідовність забезпечує безперервність експлуатації, підвищення пропускної спроможності дільниці, оптимізацію організації руху та зниження експлуатаційних витрат. Реалізація проєкту дозволить збільшити щоденний пропуск поїздів, покращити швидкісні параметри руху, підвищити ефективність управління та створить передумови для стабільного розвитку залізничного транспортного комплексу Одеського регіону.

7. У межах реконструкції та електрифікації дільниці Балта – Обхідна виконано комплекс технічних рішень, спрямованих на модернізацію всієї інфраструктури. Основний акцент був зроблений на підвищенні надійності, пропускної спроможності та безпеки руху поїздів. По-перше, проведено відновлення й укріплення шести водопропускних труб. Це дозволило стабілізувати роботу земляного полотна й забезпечити довготривалу роботу споруд у умовах інтенсивних навантажень. По-друге, виконано комплексну модернізацію перегонів і станцій. Коригування плану та профілю колій, посилення земляного полотна, укладання нової верхньої будови колії – усе це створює умови для стабільного руху з проєктними швидкостями та повноцінного функціонування двоколійної системи. Окремий блок робіт стосувався стрілочних переводів. Проведені перенесення, заміна та переукладання дозволили привести їх у відповідність до нормативних вимог та підвищити рівень безпеки. Фактично стрілочні переводи було адаптовано під майбутню інтенсивність руху та нову схему станцій.

Загалом, реалізовані інженерні рішення сформували цілісну й технічно обґрунтовану систему модернізації дільниці. У результаті

підвищено надійність споруд, покращено водовідведення, забезпечено відповідність сучасним нормам та створено всі передумови для електрифікації й подальшого розвитку інфраструктури.

8. Розглянуто комплекс питань, пов'язаних з геодезичним забезпеченням, яке виступає ключовим елементом у процесі модернізації залізничної інфраструктури. В результаті виконаних досліджень:

- сформовано та відновлено геодезичну опорну мережу, що забезпечила точність усіх подальших вимірювань;
- проведено інструментальну зйомку існуючого стану колійного розвитку, яка дала змогу створити актуальну модель інфраструктури;
- здійснено геодезичний супровід монтажу стрілочних переводів та контроль земляного полотна, що гарантувало відповідність робіт проєктним рішенням;
- виконано моніторинг укладання верхньої будови колії та оформлено виконавчу документацію для внесення даних у галузеві інформаційні системи.

9. У результаті опрацювання сучасних підходів та практичного досвіду геодезичного супроводу реконструкції ділянки Балта – Обхідна сформовано комплекс рекомендацій, спрямованих на істотне підвищення ефективності та технологічного рівня геодезичних робіт. Аналіз засвідчив необхідність переходу від традиційних інструментальних методів до інтегрованих цифрових рішень, що забезпечують безперервність контролю, високу точність та оперативність прийняття технічних рішень. Запропоновані заходи охоплюють чотири ключові напрями. По-перше, впровадження систем автоматизованого моніторингу та створення «цифрового двійника» об'єкта дає змогу забезпечити постійний контроль просторових параметрів та оперативне виявлення деформацій. По-друге, оптимізація використання GNSS-технологій у поєднанні з БПЛА значно прискорює процес збору вихідних даних, підвищує їхню точність і мінімізує присутність персоналу в небезпечних зонах. По-третє, автоматизація камеральних робіт і

стандартизація документації сприяють зменшенню впливу людського фактору та забезпечують сумісність даних між усіма учасниками проєкту. По-четверте, удосконалення системи підготовки кадрів, включно із запровадженням функції BIM-координатора, формує умови для ефективної роботи з великомасштабними цифровими моделями. Комплексна реалізація цих рекомендацій дає змогу не лише підвищити точність і надійність геодезичного забезпечення будівельно-монтажних робіт, а й створює підґрунтя для переходу до концепції «розумних» залізниць та предиктивної експлуатації інфраструктури. Це робить геодезичний супровід невід’ємним елементом цифрової трансформації галузі та сприяє підвищенню економічної ефективності проєктів реконструкції.

10. У ході виконання кваліфікаційної роботи було досліджено особливості геодезичного забезпечення реконструкції та електрифікації залізничних споруд на прикладі дільниці Балта – Обхідна. Встановлено, що успішне виконання таких робіт значною мірою залежить від правильного вибору методів геодезичних вимірювань, застосування сучасних приладів, а також чіткої організації технологічних процесів. Дослідження практичного виконання робіт на дільниці Балта – Обхідна продемонструвало ефективність застосування GNSS-технологій, електронних тахеометрів та цифрової обробки результатів.

Оцінка точності геодезичних робіт показала, що основні помилки пов’язані з впливом рельєфу, температурними коливаннями, щільністю геодезичних ходів та організацією польових робіт. Запропоновані рекомендації щодо використання лазерного сканування, автоматизованих систем контролю, інтеграції BIM-рішень та удосконалення технології моніторингу дозволяють підвищити точність, швидкість та безпеку геодезичного забезпечення. Отримані результати підтверджують важливість комплексного підходу до організації геодезичних робіт і можуть бути використані під час планування реконструкційних та електрифікаційних проєктів на інших дільницях залізничної інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геодезія: підручник / за ред. В. П. Трофимчука. Київ: КНУБА, 2018. 512 с.
2. Даншина С.Ю., Андреев С.М. Дистанційне зондування як ефективний інструмент проектування доріг. Авіаційно-космічна техніка і технологія. 2023. № 2. С. 75 – 84. DOI: <https://doi.org/10.32620/aktt.2023.2.08>
3. ДБН А. 2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва. [Чинний від 2015-06-30]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Державне підприємство «Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань» «УкрНДІНТБ», 2014. URL: <https://salo.li/9e3C333>.
4. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. [Чинний від 2010-09-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с. URL: <https://salo.li/20651C9>
5. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2022-09-01]. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78683
6. ДБН В.2.3-19:2018. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування. [Чинний від 2019-04-01]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Український державний університет залізничного транспорту, Мінрегіон України, 2018. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=80894.
7. ДБН В.1.1-7. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Український

науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456

8. ДСТУ 2393-94. Геодезія. Терміни та визначення [Чинний від 1995-01-01]. К.: Держстандарт України, 1994. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65664

9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний від 2017-04-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 47 с.

10. ДСТУ ISO 17123-8:2018 Оптика та оптичні прилади. Процедури польових випробувань геодезичних та топографічних приладів. Частина 8. Приймачі ГНСС, що працюють у режимі вимірювань у реальному часі (RTK) [Чинний від 2020-01-01]. К. : ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»), 2018. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81841

11. Земельний кодекс України: Закон України від 25.10.2001 № 2768-III. Дата оновлення: 31.10.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2768-14>

12. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Наказ КМУ від 23.06.1998 р. № 393/2833. Київ: Головне управління геодезії, картографії та кадастру України, 1999. 156 с.

13. Інформація про Українські залізниці [Online]. URL: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-ukrainski-zaliznici.html>

14. Настанова з визначення вартості проектних, науково-проектних, вишукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво: Кошторисні норми України [Чинний від 2021-11-08]. К., 2021. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=96363

15. Нормативно-правові акти в сфері геодезії та картографії. Інформаційно-довідковий ресурс GeoGuide.com.ua. URL: <https://geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=4504>

16. Островський А.Л., О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський. Геодезія. Частина II. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. 562 с.

17. Про залізничний транспорт: Закон України від 04.07.1996 № 273/96-ВР. Дата оновлення: 31.10.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80#Text>

18. Про метрологію та метрологічну діяльність: Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII. Дата оновлення: 15.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text>

19. Про національну інфраструктуру геопросторових даних: Закон України від 13 квітня 2020 р., № 554-IX. Дата оновлення: 31.12.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text>

20. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність: Закон України від 23.12.1998р. №353-XIV. Дата оновлення: 08.06.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>.

21. Про транспорт: Закон України від 10.11.1994р. № **232/94-ВР**. Дата оновлення: 28.05.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80#Text>

22. Програмне забезпечення AutoCad Civil 3D URL: <https://www.itech.net.ua/ua/autocad-civil-3d>

23. Ратушняк Г.С., Панкевич О.Д., Бікс Ю.С., Вовк Т.Ю. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 1: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2014. 98 с.

24. Топографо-геодезична та картографічна діяльність (законодавчі та нормативні акти). Частина I. *Головне управління геодезії, картографії та кадастру*. Київ: 2000. 405 с.

25. Транспорт України / за ред. І. Петренко. Київ: Державна служба статистики, 2022. 114 с.

26. Шевченко Т.Г., Мороз О.І., Тревого І.С. Геодезичні прилади: підручник / за редакцією Т.Г.Шевченка. Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2006. 464 с.

27. Хільчевський В.О., Гнатишин М.С., Полянський В.В. Геодезичні роботи при будівництві та реконструкції лінійних споруд. К.: КНУБА, 2014.

28. ЦП-0269. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. [Чинний від 2012-05-01]. Дніпро: Дніпропетровський Національний Університет Залізничного Транспорту, 2012. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82294

29. Butenko O., Horelik S., Zynyuk O. Geospatial data processing characteristics for environmental monitoring tasks. Architecture civil engineering environment. 2020. Vol. 13, Issue1. P. 103 – 114. DOI: <https://doi.org/10.21307/ACEE-2020-008>

30. Danshyna S., Nechausov A., Andrieiev S. Information technology of transport infrastructure monitoring based on remote sensing data. Radio Electronics, Computer Science, Control. №. 4 (63). 2022. P. 86 – 97. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-4-7>

31. GNSS, IMU, camera and LIDAR technology characterization for railway ground truth and digital map generation / O.G. Crespillo [at el.]. Transportation Research Procedia. 2023. Vol. 72. P. 1029 – 1036. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.532>

32. GPR monitoring for road transport infrastructure: A systematic review and machine learning insights / M. Rasol [at el.]. Construction and Building Materials. 2022. Vol. 324. Article 126686. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126686>

33. Handbook of Optical and Laser Scanning [Online] / edited by G. F. Marshall, G. E. Stutz. CRC Press, 2018. 778 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315218243>

34. Impact of high-speed railway construction on spatial patterns of regional economic development along the route: A case study of the Shanghai–Kunming high-speed railway / Ch. Wang [at el.]. Socio-Economic Planning Sciences. 2023. Vol. 87, Part B. Article 101583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101583>

35. Innovative Trends in Railway Condition Monitoring / I. Bondarenko, V. Lukoševičius, R. Keršys, L. Neduzha. Transportation Research Procedia. 2024. Vol. 77. P. 10 – 17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.01.002>

36. Integration of InSAR and GPR techniques for monitoring transition areas in railway bridges / F. D'Amico, V. Gagliardi, L. B. Ciampoli, F. Tosti. NDT & E International. 2020. Vol. 115. Article 102291. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2020.102291>

37. Kampczyk A., Dybeł K. Integrating surveying railway special grid pins with terrestrial laser scanning targets for monitoring rail transport infrastructure. Measurement. 2021. Vol. 170. Article 108729. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108729>

38. Road extraction in remote sensing data: A survey / Z. Chen [et al.]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2022. Vol. 112. Article no. 102833. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102833>