УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Будівельний факультет

Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

Цифрове моделювання та оптимізація геодезичного забезпечення при експлуатації залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та практичною реалізацією у середовищі QGIS

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

ВПГЗ. 308.193.2026.ПЗ.

Розробив: студент *2* курсу
групи *216-ГЗ-Д24*
Анна ЗЕЛЕНСЬКА

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій (роботу виконано самостійно, відповідно до принципів академічної доброчесності)

Керівник: *к.т.н., доц. Анна ШЕВЧЕНКО*
Нормоконтроль: *к.т.н., доц. Євген ОРЕЛ*
Зав. кафедри: *д.т.н., проф. Угненко Є.Б*
Рецензент: *к.т.н., доц. Віталій ЛЮТИЙ*

2026

Форма № Н-9.01

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет будівельний
Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою
Освітній рівень: магістр
Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д.т.н.

_____Євгенія УГНЕНКО

« ___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

1 Тема: ***«Цифрове моделювання та оптимізація геодезичного забезпечення при експлуатації залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та практичною реалізацією у середовищі QGIS»***

керівник *к.т.н., доцент Шевченко Анна Олександрівна*
затверджені розпорядженням по будівельному факультету
від «03» листопада 2025 року № 15
2 Строк подання студентом закінченої роботи *20 грудня 2025 року*

3 Вихідні данні кваліфікаційної роботи: *отримані у період переддипломної практики згідно завдання керівника дипломного проекту*

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- Фізико-географічні умови району робіт.
- Геодезична вивченість району робіт. Порядок створення інженерно-топографічних планів.

- Огляд сучасних технологій геодезичного моніторингу залізничних колій. Методика створення цифрової моделі (GIS).
- Алгоритм оптимізації геодезичних робіт при експлуатації колії.
- Аналіз ефективності та рекомендації щодо впровадження. Практична реалізація у середовищі QGIS.

5. Перелік графічного матеріалу:

- Прилад GPS приймачем, контролер Leica CS 20.
- План залізничної колії. Загальний вигляд вузла закріплення проміжного скріплення. Поздовжній профіль залізничної колії.
- Поперечний профіль залізничної колії.
- Аналіз ефективності та рекомендації щодо впровадження. Практична реалізація у середовищі QGIS

6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання «*20*» *жовтня* 20*25* року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Цілі та задачі дослідження. Фізико-географічні умови району робіт. Геодезична вивченість району робіт робіт.	1 листопада 2025 р.	
Огляд сучасних технологій геодезичного моніторингу залізничних колій Методика створення цифрової моделі (GIS)	10 листопада 2025 р.	
Алгоритм оптимізації геодезичних робіт при експлуатації колії	20 листопада 2025 р.	
Аналіз ефективності та рекомендації щодо впровадження. Практична реалізація у середовищі QGIS	1 грудня 2025 р.	
Технічний контроль і приймання робіт. Висновки. Підготовка графічного матеріалу та оформлення згідно з вимогами до випускних кваліфікаційних робіт.	20 грудня 2025 р.	

Студент _____ *Анна ЗЕЛЕНСЬКА*

Керівник _____ *Анна ШЕВЧЕНКО*

РЕФЕРАТ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

УДК 528.31/.35

Тема випускної кваліфікаційної роботи: *Цифрове моделювання та оптимізація геодезичного забезпечення при експлуатації залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та практичною реалізацією у середовищі QGIS*

Автор *Зеленська Анна Андріївна*, студент гр. *216-ГЗ-Д24*

кафедри *вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою*

Українського державного університету залізничного транспорту, 20*25* рік;

Обсяг пояснювальної записки: 101 кількість аркушів текстової частини, 20 ілюстрацій, 6 таблиць, 3 додатки, 31 літературних джерел.

Обсяг графічного / презентаційного матеріалу: 12 кількість аркушів.

Мета та метод дослідження (виконання роботи): розробка методики цифрового моделювання та оптимізації геодезичного забезпечення залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та реалізацією процесів у програмному середовищі QGIS.

Отримані результати: аналіз сучасних технологій геодезичного моніторингу, описано алгоритм формування цифрової моделі колії в ГІС, розроблено оптимізований підхід до контролю технічного стану колії та виконано практичне застосування на прикладі перегону Балта–Обхідна.

Новизна випускної кваліфікаційної роботи: аналіз сучасних технологій геодезичного моніторингу, описано алгоритм формування цифрової моделі колії в ГІС, розроблено оптимізований підхід до контролю технічного стану колії та виконано практичне застосування на прикладі перегону Балта–Обхідна.

Область використання: у виробництві, навчальному процесі та наукових дослідженнях

Зміст

Зміст..... 5
Анотація.....6
Вступ..... 9
Загальні відомості.....12
1 Фізико-географічні умови району робіт..... 17
2 Геодезична вивченість району робіт.....21
3 Топографічне знімання.....23
3.1 Норми проєктування та технічний контроль і приймання робіт під час будівництва.....25
3.2 Порядок створення інженерно-топографічних планів.....38
3.3 Камеральні роботи.....39
3.4 Використання програмних комплексів..... 44
3.5 Огляд сучасних технологій геодезичного моніторингу залізничних колій....46
4 Технічні рішення і проєктні заходи..... 48
4.1 Основні проєктні рішення..... 49
4.2 Верхня будова колії.....52
4.3 План і профіль колії.....54
4.4 Земляне полотно..... 62
5 Методика створення цифрової моделі (GIS)..... 64
5.1 Збір та систематизація вхідних даних..... 65
5.2 Структура геоінформаційної бази.....65
5.3 Інтеграція GNSS, UAV та LiDAR.....66
5.4 Створення ЦМР та ЦМП.....66
5.5 Атрибутивне наповнення..... 67

5.6 Візуалізація та оформлення..... 67
5.7 Штучні споруди..... 68
6 Алгоритм оптимізації геодезичних робіт при експлуатації колії..... 75
6.1 Основні етапи алгоритму..... 76
6.2 Переваги використання алгоритму..... 76
6.3 Прикладне дослідження перегону Балта–Обхідна..... 77
6.4 Збір вихідних матеріалів..... 77
6.5 Аналіз ортофотоплану..... 78
6.6 Аналіз LiDAR-хмари точок..... 78
6.7 Створення цифрової моделі деформацій..... 78
6.8 Формування рекомендацій..... 79
7 Аналіз ефективності та рекомендації щодо впровадження..... 80
7.1 Порівняння традиційних та цифрових методів..... 80
7.2 Основні переваги впровадження..... 81
7.3 Рекомендації щодо впровадження..... 81
8 Практична реалізація у середовищі QGIS..... 82
8.1 Створення структури проєкту..... 82
8.2 Використані інструменти QGIS..... 82
8.3 Аналіз водовідведення..... 83
8.4 3D-моделювання..... 83
8.5 Енергоефективність та енергозбереження..... 83
8.6 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту..... 84
Висновки до випускної кваліфікаційної роботи..... 87
Список використаної літератури..... 88
Додаток А Каталог координат..... 93
Додаток Б Публікації за спеціальності..... 97
Додаток В Звіт перевірки випускної кваліфікаційної роботи на плагіат..... 99

Анотація

Тема: Цифрове моделювання та оптимізація геодезичного забезпечення при експлуатації залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та практичною реалізацією у середовищі QGIS.

У кваліфікаційній роботі розглянуто як традиційні методи знімання, такі як тахеометричні вимірювання та нівелювання, потребують значних часових ресурсів, залучення персоналу та нерідко обмеження руху поїздів. У зв’язку з цим актуальним є використання технологій дистанційного зондування Землі: GNSS-вимірювань, аерофотознімання з БПЛА, LiDAR-сканування, а також їх інтеграції у середовищі геоінформаційних систем (ГІС).

Серед сучасних інструментів цифрового опрацювання даних одним із найбільш ефективних є QGIS — вільне та потужне середовище для створення цифрових моделей, аналітики та проєктування. QGIS дозволяє об’єднувати GNSS-дані, хмари точок LiDAR, ортофотоплани та картографічні матеріали у комплексну модель інфраструктури. Таким чином, цифрове моделювання стає не лише інструментом візуалізації, але й засобом прийняття управлінських рішень.

Об'єкт дослідження: Залізнична ділянка Балтського району Одеської обл.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності та точності геодезичного забезпечення залізничної інфраструктури, зменшення витрат на моніторинг та ремонтні роботи, а також інтеграції сучасних технологій дистанційного зондування у практику залізничних компаній.

Метою даної роботи є розробка методики цифрового моделювання та оптимізації геодезичного забезпечення залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та реалізацією процесів у програмному середовищі QGIS.

У роботі проведено аналіз сучасних технологій геодезичного моніторингу, описано алгоритм формування цифрової моделі колії в ГІС, розроблено

оптимізований підхід до контролю технічного стану колії та виконано практичне застосування на прикладі перегону Балта–Обхідна.

Ключові слова: ГІС-технології, дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), NDVI, NBR, LULC-аналіз, Одеська область, залізничне проектування, впровадження QGIS.

Topic: Digital modeling and optimization of geodetic support in the operation of railway infrastructure using remote sensing data and practical implementation in the QGIS environment.

The thesis examines how traditional surveying methods, such as tacheometric measurements and leveling, require significant time resources, personnel involvement, and often restrict train traffic. In this regard, the use of Earth remote sensing technologies is relevant: GNSS measurements, aerial photography from UAVs, LiDAR scanning, as well as their integration into the environment of geographic information systems (GIS).

Among modern digital data processing tools, one of the most effective is QGIS — a free and powerful environment for creating digital models, analytics, and design. QGIS allows you to combine GNSS data, LiDAR point clouds, orthophoto plans, and cartographic materials into a comprehensive infrastructure model. Thus, digital modeling becomes not only a visualization tool, but also a means of making management decisions.

Research object: Railway section in the Balta district of the Odessa region.

The relevance of the topic is due to the need to improve the efficiency and accuracy of geodetic support for railway infrastructure, reduce the cost of monitoring and repair work, and integrate modern remote sensing technologies into the practice of railway companies.

The purpose of this work is to develop a methodology for digital modeling and optimization of geodetic support for railway infrastructure using remote sensing data and implementing processes in the QGIS software environment.

The work analyzes modern geodetic monitoring technologies, describes the algorithm for forming a digital track model in GIS, develops an optimized approach to monitoring the technical condition of the track, and performs a practical application using the example of the Balta–Obkhodna section.

Keywords: GIS technologies, remote sensing of the Earth (RSE), NDVI, NBR, LULC analysis, Odessa region, railway design, implementation of QGIS.

Вступ

Сучасний розвиток транспортної інфраструктури України та світу потребує впровадження інноваційних технологій моніторингу та управління. Залізничні колії, як один із ключових елементів транспортної системи, вимагають постійного геодезичного контролю для забезпечення безпеки руху, своєчасного виявлення деформацій та оптимізації ремонтних робіт. Традиційні методи геодезичного забезпечення, що базуються на наземних вимірюваннях, є трудомісткими та економічно затратними. У зв'язку з цим актуальним стає використання технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), GNSS-систем, UAV-фотограмметрії та LiDAR-сканування, які дозволяють отримувати високоточні дані про стан інфраструктури у короткі терміни.

Інтеграція цих даних у середовище геоінформаційних систем (GIS), зокрема у QGIS, відкриває нові можливості для цифрового моделювання та оптимізації геодезичних робіт. Використання GIS-технологій дозволяє створювати цифрові моделі залізничних колій, аналізувати їх геометрію, прогнозувати деформації та формувати рекомендації щодо експлуатації. Геодезичне забезпечення є ключовою складовою експлуатації залізничних колій, оскільки дозволяє здійснювати моніторинг технічного стану колії, визначати деформації, прогнозувати зміни та приймати інженерні рішення. Залізнична мережа є основою функціонування пасажирських та вантажних перевезень, а її технічний стан безпосередньо впливає на безпеку руху та ефективність логістичних процесів. Одним з ключових напрямів підвищення надійності залізничної інфраструктури є геодезичний моніторинг, який дозволяє виявляти деформації, осідання земляного полотна та зміни просторового положення рейкових ниток.

Традиційні методи знімання, такі як тахеометричні вимірювання та нівелювання, потребують значних часових ресурсів, залучення персоналу та нерідко обмеження руху поїздів. У зв'язку з цим актуальним є використання

технологій дистанційного зондування Землі: GNSS-вимірювань, аерофотознімання з БПЛА, LiDAR-сканування, а також їх інтеграції у середовищі геоінформаційних систем (ГІС).

Серед сучасних інструментів цифрового опрацювання даних одним із найбільш ефективних є QGIS — вільне та потужне середовище для створення цифрових моделей, аналітики та проєктування. QGIS дозволяє об'єднувати GNSS-дані, хмари точок LiDAR, ортофотоплани та картографічні матеріали у комплексну модель інфраструктури.

Таким чином, цифрове моделювання стає не лише інструментом візуалізації, але й засобом прийняття управлінських рішень.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності та точності геодезичного забезпечення залізничної інфраструктури, зменшення витрат на моніторинг та ремонтні роботи, а також інтеграції сучасних технологій дистанційного зондування у практику залізничних компаній.

Метою даної роботи є розробка методики цифрового моделювання та оптимізації геодезичного забезпечення залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та реалізацією процесів у програмному середовищі QGIS.

У роботі проведено аналіз сучасних технологій геодезичного моніторингу, описано алгоритм формування цифрової моделі колії в ГІС, розроблено оптимізований підхід до контролю технічного стану колії та виконано практичне застосування на прикладі перегону Балта–Обхідна.

У зв'язку з різким загостренням безпекової ситуації в Одеському регіоні, спричиненим широкомасштабною збройною агресією російської федерації та систематичними ракетними ударами по стратегічно важливих транспортних об'єктах, зокрема по Вознесенському мосту продемонстрували вразливість існуючих маршрутів та визначили потребу у формуванні стійких, резервних шляхів сполучення, здатних забезпечити безперервність пасажирських і вантажних перевезень, тож постала нагальна потреба у створенні альтернативних та більш стійких маршрутів залізничного сполучення. Існуючі

залізничні напрямки виявилися вразливими до ударів та перебоїв, що призвело до суттєвого обмеження пропускної здатності транспортної мережі та ускладнило логістику.

У цих умовах питання модернізації залізничної інфраструктури Балтського району набуло особливої актуальності. Район має стратегічне значення як транспортний вузол, що поєднує декілька адміністративних територій Одеської області та забезпечує вихід на міжобласні напрямки. Існуючий одноколійний перегін не забезпечує необхідної пропускної здатності в умовах зростання навантаження на інфраструктуру та потреб у резервуванні руху.

Саме тому було прийнято рішення про будівництво другого головного шляху на окремих ділянках існуючої лінії. Такий захід дозволяє суттєво підвищити пропускну спроможність перегону, забезпечити альтернативність руху поїздів у разі пошкодження або тимчасового виведення з експлуатації однієї з колій, а також зменшити залежність регіону від окремих потенційно вразливих транспортних об’єктів.

Реалізація проєкту має вагоме соціально-економічне значення для громад Балтського району. Покращення залізничного сполучення забезпечує:

- стабільність транспортних перевезень у надзвичайних ситуаціях;
- підвищення доступності населених пунктів;
- зменшення навантаження на автомобільні дороги, які в умовах активної евакуації та військової логістики швидко зношуються;
- розвиток внутрішньорегіональної мобільності населення.

Окрім того, розширення пропускної здатності залізниці створює підґрунтя для ефективної організації безпечних транспортних коридорів, що особливо важливо в умовах воєнного стану. Таким чином, добудова другого шляху на одноколійному перегоні Балтського району є не лише інженерною необхідністю, а й стратегічним рішенням, спрямованим на зміцнення транспортної стійкості та безпеки всього регіону.

Загальні відомості

В адміністративному плані дільниця проведення робіт розташована в Балтському районі Одеської області та належить до зони експлуатації АТ «Укрзалізниця». Територія характеризується помірно-континентальним кліматом із холодною зимою та теплим літом. Розрахункова температура зимового періоду становить −25 °С, глибина промерзання ґрунтів — у межах 1,2 м.

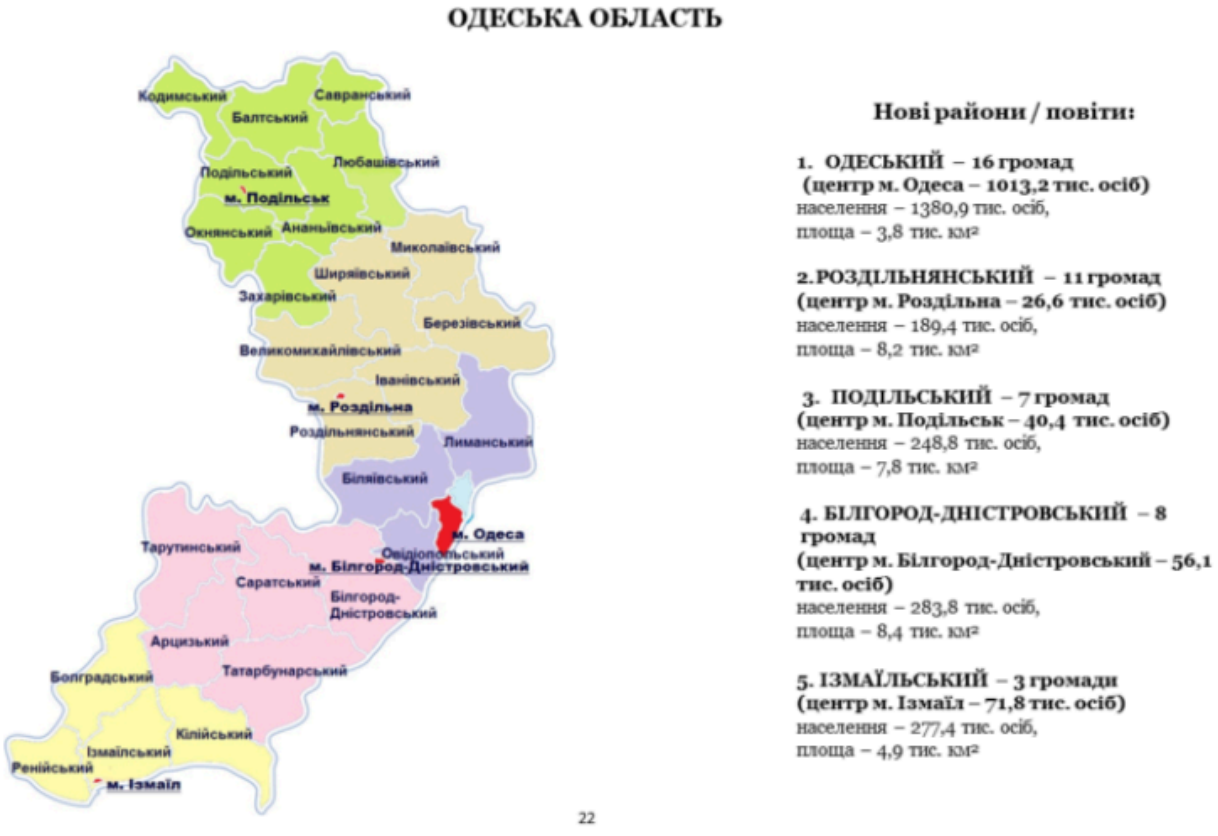


Рисунок 1 - Адміністративний поділ району проєктування

Згідно з ДБН В1.2–2:2006 для цього регіону встановлено такі нормативні навантаження:

- вітрове — 420 Па (2-й вітровий район);
- снігове — 1400 Па (4-й сніговий район).
- товщина стінки ожеледі В = 23 мм;

- вітрове навантаження при ожеледі WB = 270 Па;

Нормативна сейсмічна інтенсивність району за шкалою MSK – 64 ДБН В.1.1-12: 2014, додаток А: карта ЗСР-2004-А – 6 балів.

Категорія ґрунтів основи насипу та штучних споруд за сейсмічними властивостями – II (друга); (табл. 5.1 ДБН В.1.1-12:2014)

Площадки для реконструкції інфраструктури знаходяться у зоні експлуатації Одеської залізниці. Вишукування виконувалися у три етапи:

1. Підготовчий етап (Pre-Field Digital Planning)

Це етап планування, управління даними та розробки цифрової стратегії вишукувань.

- Отримання завдання та визначення технічних вимог (ТЗ): Детальне вивчення технічного завдання замовника, визначення необхідної точності, формату надання кінцевих даних (наприклад, 3D-модель, ГІС-шари, BIM-сумісність) та системи координат.
- Цифровий збір та аналіз вихідних даних:
    - Аналіз минулих років (архівні дані): Збір матеріалів попередніх геодезичних знімань, топографічних карт, аерофотознімків, ГІС-шарів, даних Державного земельного кадастру (ДЗК) та містобудівної документації.
    - Дистанційне зондування (ДЗЗ): Отримання та попередня обробка сучасних супутникових або аерофотознімків (наприклад, Sentinel-2, Landsat, або комерційні дані високої роздільності) для формування актуальної основи.
    - Попередня цифрова модель рельєфу (ЦМР/DEM): Завантаження та аналіз існуючої ЦМР (SRTM, EU-DEM) для попередньої оцінки складності рельєфу та планування маршрутів.
- Розробка Проєкту Виконання Робіт (ПВР): Створення детального плану із застосуванням сучасних технологій: визначення місць встановлення базових станцій GNSS/GPS, планування польотів БПЛА (дронів), вибір

оптимального обладнання (тахеометри, лазерне сканування, GNSS-приймачі) та розрахунок необхідної кількості контрольних точок.

2. Польовий етап (Digital Data Acquisition)

Фокус зміщується на швидке та точне збирання великих обсягів просторових даних за допомогою високотехнологічного обладнання.

- GNSS-вимірювання та створення геодезичної основи: Створення та згущення опорної геодезичної мережі (як правило, методами RTK/VRS або статикою GNSS) з прив'язкою до Державної геодезичної мережі (ДГМ).
- Високоточне знімання:
    - Наземне знімання: Застосування роботизованих тахеометрів та високоточних GNSS-приймачів для знімання контурів, комунікацій та характерних точок.
    - Лазерне сканування (наземне/мобільне): Збір високощільної хмари точок (point cloud) для створення деталізованих 3D-моделей об'єктів та інфраструктури, що критично важливо для BIM-проєктів.
    - Аерофотознімання з БПЛА: Виконання польотів дронами для отримання ортофотопланів, детальної ЦМР та 3D-моделей місцевості з високою роздільністю (до 1-5 см/піксель).
- Попередня польова обробка (QA/QC): Обов'язкова попередня обробка та контроль якості даних безпосередньо в польових умовах. Зведення вимірювань, перевірка збігу хмар точок, контроль відхилень для забезпечення повноти та усунення пропусків, які можуть бути виявлені лише на місці.
- Зберігання та резервування: Зібрані необроблені дані зберігаються у цифрових форматах (RAW, Rinex, LAS/LAZ) та підлягають негайному резервному копіюванню.

3. Камеральний етап (Data Processing and Deliverables)

Основна робота — інтеграція, аналіз, верифікація даних та оформлення кінцевого продукту у цифровому та звітному форматі.

- Обробка та інтеграція даних:
    - Тріангуляція аерофотознімків: Калібрування та зведення знімків БПЛА для створення точного ортофотоплану та детальної ЦМР.
    - Реєстрація хмар точок: Зведення (зшивання) хмар точок, отриманих з різних станцій наземного лазерного сканування, та їх прив'язка до єдиної системи координат.
    - Моделювання та візуалізація: Побудова 3D-моделей, горизонталей, профілів та розрізів на основі обробленої ЦМР.
- Аналіз та верифікація точності: Оцінювання точності отриманих результатів шляхом порівняння з контрольними точками та стандартами, визначеними у ТЗ.
- Створення картографічних та ГІС-матеріалів:
    - Створення цифрової топографічної основи (плану) у відповідних масштабах.
    - Формування тематичних ГІС-шарів (комунікації, контури угідь, зони обмежень).
- Складання Технічного Звіту (Digital Deliverables):
    - Оформлення технічного звіту у відповідності до чинних нормативних документів.
    - Надання результатів у цифрових форматах (Delivery): Передача замовнику всіх кінцевих даних (DWG, DXF, SHP, KML, 3D PDF, BIM-сумісні файли) та метаданих, що дозволяють інтегрувати їх у проєктне середовище (BIM/CIM).

Система координат – СК 63.

Система висот – Балтійська.

Під час проведення робіт використовувались наступні нормативно-технічні та інші директивні матеріали:

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500

2. ДБН А.2.1-1-2008 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва.

3. Національна системи координат УСК-2000.

4. Закон України "Про ліцензування видів господарської діяльності" та Постанови КМУ.

5. ДБН В.2.3-14:2006 (зі змінами) "Споруди транспорту. Мости та труби. Правила проектування"

6. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500

7. Класифікатор інформації, яка відображається на цифрових топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

1 Фізико-географічні умови району робіт

Район виконання робіт охоплює ділянку залізничної інфраструктури між станціями Балта та Обхідна, що входить до Одеської дирекції АТ «Укрзалізниця». Територія характеризується рівнинним рельєфом із локальними пониженнями, що зумовлює підвищену чутливість до підтоплень у період інтенсивних опадів. Середні абсолютні висоти коливаються в межах 120–160 м.

Клімат — помірно континентальний, з вираженою сезонністю. Зими холодні, сухі, середня температура найхолоднішого періоду — до −25 °С. Літо тепле, з нерівномірним розподілом опадів. Річна кількість опадів становить 450–500 мм, при цьому найбільші їх об’єми припадають на весняно-літній період.

Гідрографічна мережа району представлена дрібними водотоками, балками та тимчасовими стоком, що активізуються під час опадів. Наявність слабоводообмінних ґрунтів підвищує ризик застою води та формування заболочених ділянок уздовж земляного полотна.

Ґрунти переважно чорноземні та супіски. У понижених зонах спостерігається сезонне перезволоження (див. табл. 1.1 та 1.2). Ґрунтові води залягають на глибині 2,5–4,0 м. Геологічна будова представлена лесовидними породами, що вразливі до просідання при перезволоженні.

Таблиця 1.1 – Показники фізичних властивостей ґрунтів.

Природна вологість	Число пластичності	Показник текучості	Щільність ґрунту	Щільність сухого ґрунту	Щільність часток ґрунту	Коефіцієнт пористості	Ступінь вологості
(д.о.)			г\см^3			(д.о.)	
W	I_P	I_L	ρ	ρ_d	ρ_s	e	S_r
0.20	0.11	0.0	1.71	1.43	2.70	0.888	0.60

Таблиця 1.2 – Показники механічних властивостей ґрунтів.

Модуль деформації	Кут внутр. тертя	Питоме зчеплення
МПа	град.	МПа
E	φ	C
14*	20*	0.018*

Фізико-географічні умови регіону визначають необхідність постійного моніторингу стану земляного полотна та водовідвідних систем, оскільки нерівномірні деформації ґрунтової основи можуть спричиняти зміни просторового положення колії (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Фізико-географічні умови на інженерно-транспортну специфіку.

Компонент	**Традиційний опис**	**Сучасне доповнення та ГІС-аналіз**
1. Рельєф місцевості	Особливості поверхні, висоти та схили, що	**Аналіз ЦМР (DEM):** Створення **Цифрової моделі рельєфу** для автоматичного розрахунку **схилів (Slope)**, **експозиції схилів (Aspect)** та **індексу**

Компонент	Традиційний опис	Сучасне доповнення та ГІС-аналіз
	впливають на доступність.	**топографічної зволоженості (TMI)**. Визначення ерозійно-небезпечних ділянок.
2. Клімат та Агроклімат	Середньорічні температури, опади, вітровий режим.	**Просторова кліматична модель:** Аналіз кліматичних полів (**t, ГТК, сума активних температур**) із просторовою прив'язкою. Прогнозування **зон ризику посух, затоплень та аномальних погодних явищ** у контексті зміни клімату.
3. Гідрографія та Гідрологія	Наявність річок, озер, підземні води.	**Моделювання водного балансу:** Створення шарів **водоохоронних зон**, **прибережних захисних смуг (ПЗС)** та **зон можливого затоплення** (особливо важливе для залізничних об'єктів). Оцінка впливу на **рівень ґрунтових вод**.
4. Ґрунти та Родючість	Типи ґрунтів, їхня родючість, ризик ерозії.	**Ґрунтові ГІС-шари:** Використання детальних ґрунтових карт для просторового аналізу вмісту **гумусу**, **кислотності (pH)** та **гранулометричного складу**. Оцінка **деградації ґрунтів** за супутниковими індексами (NDVI, EVI).

Компонент	Традиційний опис	Сучасне доповнення та ГІС-аналіз
5. Екологічний Каркас	Флора, фауна, наявність охоронюваних видів.	**Об'єкти ПЗФ та Екомережа:** Визначення **зон екологічних обмежень** (заказники, ПЗФ). Оцінка **фрагментації ландшафту** та впливу об'єктів інфраструктури (наприклад, залізниці) на міграційні шляхи тварин.
6. Геологія та Геотехніка	Типи гірських порід, стійкість ґрунтів.	**Геотехнічні вишукування:** Визначення **інженерно-геологічних елементів** (ІГЕ) та прогнозування ризику **зсувів, осідань та карсту**. Дані критичні для проєктування фундаментів та земляного полотна (особливо під залізничні колії).

Станція Балта та Обхідна: Об'єкти Одеської залізниці. Оскільки лінії тут **електрифіковані (з 1990 р.)**, будь-які вишукування мають враховувати:

- Геодезичні роботи в охоронній зоні контактної мережі (вимагає узгодження).

- Необхідність забезпечення безпеки руху та мінімального впливу на експлуатацію колії.

Вібраційний та динамічний вплив руху поїздів на нове будівництво.

2 Геодезична вивченість району робіт

Геодезична вивченість території є достатньою для проведення інженерно-геодезичних робіт, оскільки район забезпечений матеріалами топографічних знімань та пунктами планово-висотних мереж. Під час передпроєктного аналізу зібрано інформацію про державну геодезичну мережу, відомчі геодезичні пункти та результати знімань попередніх років.

Вихідні дані доповнено новими вимірюваннями, виконаними з використанням GNSS-приймачів Leica GS07 та тахеометра Leica TS10. Застосування двох типів обладнання дало змогу забезпечити високу точність визначення координат контрольних точок та створити геодезичну основу для топографічного знімання й побудови цифрової моделі.

Пункти ДГМ та відомчої мережі, розташовані в районі виконання робіт, придатні до використання — вони збережені, мають чітко визначені координати та забезпечують надійну прив’язку. Проте додатково було створено локальні репери для підвищення надійності висотної мережі.

Топографо-геодезичні роботи виконувались приладами GPS приймачем, тахеометром Leica TS 10 сер.№ 3302390, рис. 2.1, а також контролер Leica CS 20 сер.№ 2475876, та GPS антеною Leica GS07 сер.№ 1860448 (рис. 2).



Рисунок 2.1 – Тахеометр Leica TS 10 стандартний високоточний електронний тахеометр з безвідбивним режимом 500 м та кутовою точністю 2” секунди



Рисунок 2.2 - RTK GNSS-ПРИЙМАЧ LEICA GS07 та CS20 КОНТРОЛЕР

3 Топографічне знімання

Топографічне знімання залізничної колії є важливим етапом інженерно-геодезичних робіт, спрямованих на отримання достовірної просторової інформації про планове та висотне положення елементів залізничної інфраструктури. Його результати використовуються під час проєктування, реконструкції, капітального ремонту та експлуатаційного утримання залізничних ліній. Точність і повнота топографічних даних безпосередньо впливають на безпеку руху поїздів та ефективність функціонування залізничного транспорту.

Залізнична колія є складною інженерною спорудою, що включає рейкову колію, земляне полотно, баластну призму, штучні споруди, водовідвідні елементи та об’єкти інфраструктури, розташовані в смузі відведення. Усі ці елементи потребують детального відображення на топографічних планах, що зумовлює специфічні вимоги до методики знімання, вибору масштабу та точності вимірювань. Особливу увагу приділяють фіксації геометричних параметрів колії, ухилів, кривих ділянок та прив’язці до державної геодезичної мережі.

Топографічне знімання залізничної колії виконується з урахуванням чинних нормативних документів і стандартів, які регламентують порядок виконання геодезичних робіт на об’єктах транспорту. Дотримання цих вимог забезпечує уніфікованість результатів, можливість їх подальшого використання у проєктних і експлуатаційних документах, а також інтеграцію з іншими інженерно-геодезичними матеріалами.

У сучасних умовах значного поширення набули електронні та цифрові методи знімання із застосуванням тахеометрів, GNSS-технологій та геоінформаційних систем. Це дозволяє суттєво підвищити точність і оперативність польових робіт, автоматизувати обробку результатів вимірювань та створювати цифрові топографічні плани і моделі місцевості. Використання

сучасних технологій є особливо актуальним для протяжних об’єктів, до яких належать залізничні колії.

Крім інженерних завдань, топографічне знімання залізничної колії має важливе значення для моніторингу технічного стану колійного господарства та прилеглих територій. На основі отриманих даних можна виявляти деформації земляного полотна, порушення геометрії колії, зміни рельєфу та інші фактори, що можуть впливати на безпеку експлуатації.

Таким чином, топографічне знімання залізничної колії є невід’ємною складовою інженерно-геодезичного забезпечення залізничного транспорту. Його проведення створює надійну просторову основу для прийняття технічних і управлінських рішень, спрямованих на забезпечення ефективної та безпечної експлуатації залізничної інфраструктури.

Топографічне знімання є ключовим інструментом для точного і ефективного планування та реалізації різноманітних проектів, що потребують детального розуміння просторових характеристик місцевості.

Топографічне знімання виконане з метою отримання детального відображення ситуації та рельєфу місцевості для подальшого моделювання. Польові роботи проводилися відповідно до вимог ГКНТА-2.04-02-98 та ДБН А.2.1-1-2008.

Під час виконання знімання застосовувалися такі інструменти:

- тахеометр Leica TS10;
- GNSS-приймач Leica GS07 у режимі RTK;
- контролер Leica CS20 для ведення польових журналів.

Знімання охоплювало:

- рейкову колію та елементи верхньої будови;
- водовідвідні канави та дренажні елементи;
- елементи земляного полотна;
- інженерні споруди (мости, труби, переїзди);
- об’єкти енергопостачання та зв’язку.

3.1 Норми проєктування та технічний контроль і приймання робіт під час будівництва

Під час виконання топографічного знімання залізничної колії особливого значення набуває дотримання встановлених технічних вимог і нормативів, що регламентують точність геодезичних вимірювань, повноту відображення об’єктів та порядок оформлення результатів. Отримані матеріали мають забезпечувати можливість їх подальшого використання на всіх етапах життєвого циклу залізничної інфраструктури — від проєктування та будівництва до експлуатації й реконструкції.

Топографічні матеріали, створені в результаті знімання, слугують основою для розроблення проєктних рішень щодо планового та висотного положення колії, розміщення штучних споруд, інженерних комунікацій і елементів інфраструктури. Недостатня точність або неповнота знімальних даних може призвести до помилок у проєктуванні, що, у свою чергу, негативно вплине на безпеку руху поїздів та ефективність експлуатації залізничних ліній.

У процесі виконання геодезичних робіт необхідно забезпечити чітку прив’язку результатів знімання до державної геодезичної мережі, дотримання єдиної системи координат і висот, а також правильне відображення всіх характерних елементів залізничної колії та прилеглої території. Особливу увагу приділяють контролю точності польових вимірювань, правильності камеральної обробки даних і відповідності створених топографічних планів встановленим стандартам.

Крім того, результати топографічного знімання використовуються для здійснення технічного нагляду за ходом будівельних і монтажних робіт. Вони дозволяють перевіряти відповідність фактичного положення колії та її елементів проєктним рішенням, своєчасно виявляти відхилення та приймати коригувальні заходи. Таким чином, геодезичні матеріали виступають важливим

інструментом забезпечення якості та надійності будівництва залізничних об’єктів.

У зв’язку з цим виконання топографічного знімання та подальше використання його результатів має здійснюватися у суворій відповідності до чинних нормативно-правових актів, будівельних норм і технічних регламентів, що визначають вимоги до проєктування, контролю та приймання робіт у сфері залізничного будівництва.

Проєктування та будівництво залізничних колій здійснюється відповідно до чинних нормативних документів, які регламентують вимоги до геометричних параметрів колії, точності геодезичних робіт, а також порядку виконання та контролю будівельно-монтажних процесів. Основними нормативними актами у цій сфері є державні будівельні норми (ДБН), державні стандарти України (ДСТУ), відомчі інструкції та технічні умови, що діють у системі залізничного транспорту.

Топографічне знімання залізничної колії повинно відповідати встановленим нормам точності залежно від масштабу знімання та призначення робіт. Зокрема, при зніманні для проєктування або реконструкції колій особлива увага приділяється точному визначенню планового та висотного положення осі колії, пікетажу, профілю, ухилів, а також елементів інженерної інфраструктури. Отримані геодезичні дані мають бути узгоджені з вимогами проєктної документації та єдиною системою координат і висот.

Технічний контроль геодезичних робіт здійснюється на всіх етапах — від польових вимірювань до камеральної обробки матеріалів. У процесі контролю перевіряється точність вимірювань, правильність побудови геодезичної основи, повнота відображення об’єктів на топографічних планах і відповідність оформлення матеріалів нормативним вимогам. За необхідності виконуються контрольні вимірювання та уточнення результатів знімання.

Під час будівництва або реконструкції залізничної колії результати топографічного знімання використовуються для геодезичного супроводу робіт. Це включає винесення проєктних рішень у натуру, контроль положення колії та

її елементів, а також фіксацію фактичного стану об’єкта після завершення окремих етапів будівництва. Геодезичний контроль дозволяє своєчасно виявляти відхилення від проєкту та запобігати порушенню нормативних вимог.

Приймання завершених будівельних робіт здійснюється на підставі виконавчої геодезичної документації, яка підтверджує відповідність фактичного положення залізничної колії проєктним параметрам. До складу такої документації входять виконавчі плани, профілі, акти геодезичних вимірювань та інші матеріали, що засвідчують якість виконаних робіт. Лише після позитивної оцінки результатів технічного контролю об’єкт може бути допущений до експлуатації.

Таким чином, дотримання норм проєктування, організація ефективного технічного контролю та правильне приймання геодезичних і будівельних робіт є необхідною умовою забезпечення безпеки руху поїздів, надійності залізничної інфраструктури та довготривалої експлуатації залізничних колій.

Проєктування виконувалося згідно з чинними нормативними документами, зокрема:

- ДБН В.2.3-19:2025 «Залізниці колії 1520 мм. Норми проєктування»;
- ДБН А.2.2-3:2014 «Склад і зміст проєктної документації»;
- ДСТУ Б А.2.4-33:2008 «Колії залізничні. Робочі креслення»;
- ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва (укр).»;
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва.»;
- ДСТУ Б В.2.1-21:2009 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Визначення щільності ґрунтів методом заміщення об’єму.»;
- ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. »;
- ДСТУ Б В.2.3-29:2011 «Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм (ГОСТ 9238-83, MOD).»;
- ДСТУ Б А.2.4-33:2008 «Система проектної документації для будівництва. Колії залізничні. Робочі креслення.»;

- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об`єктів будівництва. Загальні вимоги.»;
- ДСТУ Б А.2.4-2:2009 «Умовні графічні зображення та умовні познаки елементів генеральних планів та споруд транспорту.»;
- ДСТУ EN 13481-5:2018 «Залізничний транспорт. Колія. Експлуатаційні вимоги до систем кріплення. Частина 5. Системи кріплення для частини колії з рейками на поверхні та з рейками, убудованими в каналі (EN 13481-5:2012 + A1:2017, IDT).»;
- ДСТУ EN 13481-2:2018 «Залізничний транспорт. Колія. Експлуатаційні вимоги до систем кріплення. Частина 2. Системи кріплення для залізобетонних шпал (EN 13481-2:2012 + A1:2017, IDT).»;
- ЦП-0266 та ЦП-0236 — нормативні документи Укрзалізниці.
- Та інші законодавчі та нормативні документи, що діють на території України.

Застосування нормативної бази забезпечує відповідність результатів вимірювань вимогам безпеки експлуатації залізничної інфраструктури.

Згідно з «Інструкцією про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт» затвердженої наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України №19 від 17.02.2000, організація контролю та приймання топографо-геодезичних і картографічних робіт покладається на керівників підприємств, організацій та суб'єктів підприємницької діяльності, які шляхом утворення в структурі підприємства технічного відділу (підрозділу з якості), або призначенням окремим наказом відповідальних осіб, організовують роботу з проведення контролю та приймання робіт на підприємстві. Основними видами контролю, які застосовуються для визначення якості топографо-геодезичних робіт, були:

- самоконтроль

- безпосереднім виконавцем у процесі виконання роботи та підготовки матеріалів до здачі після закінчення роботи;

- контроль робіт

– начальником відділу інженерно-геодезичних вишукувань та його заступником;

- приймання виконаних робіт і готової продукції – провідними фахівцями технічного відділу ;

- інспекційний та державний контроль – не проводився;

- вхідний контроль - перевірка головним інженером проекту комплектності та якості вишукувальних матеріалів, що надійшли і плануються для використання у подальших проектних роботах.

При розробці проєкту і подальшій розробці робочої документації враховуються вимоги наступних законодавчих, нормативно-правових та нормативних документів, щодо будівництва та експлуатації об'єктів залізниці:

- Закон України «Про охорону праці»

- Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.01 № 2245-114

- ДБН А.3.2.2-2009 «Промислова безпека в будівництві»;

- НПАОП 63.21-1.25-07. Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві наказ № 43 від 3 квітня 2007 р ;

- інші нормативні та правові акти, діючі на час виконання будівельних робіт та в подальшому експлуатації об’єкту.

На будівельних об’єктах необхідно мати аптечки з медикаментами, нощі, фіксуючі шини та інщі засоби надання першої допомоги. За чисельності на об’єкті більше ніж 300 осіб генпідрядник повинен організувати роботу медпункту (з постійним медперсоналом).

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, які спрямовані на збереження здоров'я й працездатності людини в процесі роботи.

Згідно із Законом України "Про охорону праці", Кодексом законів про працю та вимогам інших нормативних актів на підприємстві повинні виконуватися заходи з охорони праці як під час виконання монтажних робіт, так і при експлуатації ділянки колії, штучних споруд, електричного обладнання та пристроїв СЦБ та зв’язку.

Проєкт розроблено з урахуванням гарантованої надійності дії та безпечних умов монтажу, а також обслуговування запроєктованих споруд та пристроїв. Враховано та передбачено дотримання габаритів зближення запроєктованих споруд з різними спорудами та підземними і наземними комунікаціями

Охорона праці під час експлуатації об’єкта

Враховуючи, що робота по обслуговуванню об’єкта працівниками колійного господарства, господарства СЦБ та зв’язку, інших працівників залізниці пов'язана з рухом поїздів і маневровою роботою, вона вимагає ретельного виконання правил і технологічних процесів кожного виду робіт.

Особливістю робіт, пов'язаних з ремонтом і утриманням ділянки колії з інженерною інфраструктурою, є їх різноманітність, зміна обставин і місць виконання. Роботи виконуються незалежно від пори року на станціях і перегонах, на електрифікованих дільницях і дільницях з тепловозною тягою, на прямих і в кривих дільницях, на насипах і в виїмках, там, де швидкість до 60 км/год. При виконанні робіт використовуються різноманітні матеріали, типи машин і механізмів, різні джерела енергозабезпечення, транспортні засоби, вантажно-розвантажувальні механізми. При цьому, інструкція передбачає заходи, які, при належному їх виконанні, гарантують безпечні умови праці і забезпечення здоров'я працівників.

Відповідальність за безпеку руху поїздів при виконанні робіт на шляху і спорудах, як дистанціями колії, так і колійними машинними станціями, іншими підприємствами повністю несе керівник робіт.

До обов'язків керівника робіт (дистанції колії, колійної машинної станції та інших підприємств) входить контроль за дотриманням правил безпеки і суворе дотримання технології виконання робіт.

Забороняється починати роботи до отримання керівником робіт наказу поїзного диспетчера (письмового, телефоном або радіозв'язком) і до огородження місця робіт сигналами зупинки, згідно з вимогами «Інструкції щодо забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт»

До роботи на залізниці допускаються працівники, які пройшли медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій,

Особи, молодші 18 років, не допускаються до роботи на посадах, зазначених у Правилах технічної експлуатації залізниць України, безпосередньо пов'язаних з рухом поїздів, і до робіт, пов'язаних із впливом вібрації, а також копанням глибоких і мокрих прорізів, установкою та розбиранням в них кріплень, до робіт з ремонту мостових і тунельних споруд, очищення стрілочних переводів, зварювально-наплавлювальних робіт і робіт з отруйними хімікатами та інших робіт відповідно до Переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх.

Жінки не допускаються до виконання робіт, зазначених у Переліку важких робіт та робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок, а також до підіймання і переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою, маса яких перевищує 10 кг, а постійно протягом робочої зміни - 7кг,

Навчання і перевірка знань з питань охорони праці, а також порядок допуску до самостійної роботи працівників залізниці проводиться відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15.

Працівники залізниці забезпечуються безкоштовно спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Під час виконання робіт на залізничній колії всі працівники повинні бути одягнені в робочий спецодяг оранжевого кольору із світловідбивальними смугами на тулубі, руках та ногах.

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, який його виявив, чи інша особа-свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до подання необхідної допомоги потерпілому відповідно до Порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.

Усі роботи, що пов’язані з будівництвом, модернізацією, демонтажем, ремонтом і реконструкцією колій, споруд і пристроїв колійного господарства, мають виконуватися відповідно до затверджених технологічних процесів, які регулюються нормативно-технічними документами.

Технологічні карти й інші документи, що регламентують технологічні процеси, мають містити вимоги безпеки під час їх виконання.

Працівники залізниці, які виконують роботи з обслуговування та експлуатації електроустановок і електроінструменту, повинні мати групу з електробезпеки та посвідчення. Перевірка знань електротехнічного персоналу та присвоєння відповідної групи з електробезпеки повинна проводитися у порядку, установленому НПАОП 40.1-1.21-98.

Місця проведення колійних робіт повинні бути огороджені та мати попереджувальні знаки.

Локомотивній бригаді кожного поїзда видається попередження у зв’язку з виконанням колійних робіт відповідно до нормативно-технічних актів із забезпечення безпеки руху поїздів.

У разі одночасної роботи в обсязі одного технологічного процесу на перегоні декількох господарчих поїздів усі вони незалежно від приналежності

підпорядковуються одній відповідальній особі, на яку покладено виконання цих обов’язків (далі - керівник робіт).

До початку прямування працівників до місця виконання робіт керівник робіт зобов'язаний перевірити наявність сигнальних приладів і захисних пристроїв, переконатися у тому, що заявка на видачу попереджень локомотивним бригадам поїздів прийнята до виконання.

Прямувати від місця збору на роботу та повертатися дозволяється тільки збоку від колії або узбіччям земляного полотна під керівництвом спеціально призначеної особи. Прямування до місця виконання робіт і повернення в межах станції повинно здійснюватися відповідно до схеми службових проходів та затвердженої інструкції з організації робіт і забезпечення заходів безпеки під час виконання колійних робіт.

Працівники мають прямувати, звертаючи увагу на рухомий склад, що пересувається, а також на граничні стовпчики, лотки, канави та інші перешкоди.

Під час перевезення колійного інструменту та матеріалів на колійних вагончиках, двоколісних однорейкових або одновісних візках для супроводження їх призначаються монтери колії (не менше двох), а також сигналісти попереду та позаду з переносними або ручними червоними сигналами на відстані не менше 50 м від вищезазначених візків; інші працівники йдуть узбіччям земляного полотна.

У разі неможливості пройти збоку від колії або узбіччям, прямування по колії дозволяється із дотриманням заходів безпеки:

на двоколійній дільниці працівники мають іти назустріч правильному руху поїздів;

керівник робіт зобов'язаний попередити працівників, щоб вони йшли один за одним або по два в ряду, не допускаючи відставання;

керівник із сигналами знаходиться позаду групи, огороджуючи її розгорнутим червоним прапорцем, а вночі - ліхтарем з червоним вогнем.

Перед групою має йти сигналіст, який огороджує групу сигналами зупинки; в умовах недостатньої видимості (у крутих кривих, глибоких виїмках,

у лісистій місцевості, за наявності будівель, а також у темний час доби, туман, заметіль та інших випадках) керівник робіт зобов'язаний призначити двох сигналістів, один з яких прямує попереду, а інший - позаду групи на відстані зорового зв'язку, але так, щоб поїзд, що наближається, був видимий йому на відстані не ближче 500 м від групи і вчасно подає ріжком сигнал про наближення поїзда.

Сигналісти мають іти з розгорнутими червоними прапорцями (уночі з ліхтарями з червоним вогнем) і огороджувати групу працівників, поки вона не зійде з колії.

До початку робіт у випадках, передбачених нормативно-технічними документами із забезпечення безпеки руху і цими Правилами, мають бути виставлені необхідні сигнали, сигнальні знаки «С» (про подачу свистка) і сигналісти, а також видані попередження на поїзди.

Для попередження працівників про наближення поїзда по сусідній колії під час виконання колійних робіт на одній колії дво- або багатоколійній ділянці, незалежно від того, якими сигналами огороджується місце виконання робіт, на сусідній колії встановлюються сигнальні знаки «С» (про подачу свистка), крім робіт, під час виконання яких сусідня колія огороджується сигналами зупинки.

Перед початком робіт у темний час доби, під час туману, заметілі та ін., коли видимість менше 800 м, керівник робіт вживає додаткові заходи безпеки:

подає заявку на видачу попереджень локомотивним бригадам про особливу пильність і про подачу сповіщувальних сигналів при наближенні до місця робіт;

виставляє сигналістів по обидва боки місця робіт для повідомлення працівників про наближення поїзда;

планує роботи так, щоб фронт робіт на одного керівника бригади був не більше 50 м;

- на станціях і перегонах мають застосовуватися автоматичні засоби сповіщення.

Відхід працівників з колії здійснюється на таку відстань від крайньої рейки: при наближенні поїзда - не менше 2 м; під час роботи колієукладача (крім бригади, що його обслуговує), електробаластера, прибиральної машини, рейкошліфувального поїзда та інших машин важкого типу - на 5 м; під час роботи колійного струга - на 10 м; під час роботи машин, обладнаних щебенеочисними пристроями, двоколійних і роторних снігоочисників - на 5 м у бік, протилежний викидові снігу, льоду або засмічувачів; під час роботи одноколійних снігоочисників - на 25 м.

Не дозволяється працівникам пролазити під вагонами і протягувати під ними інструмент і матеріали, а також переходити колії по зчіпних приладах вагонів.

Не дозволяється працівникам сідати на рейки, кінці шпал, баластову призму, усередині колії і на міжколійя, а також на стелажі покілометрового запасу рейок.

Під час виконання колійних робіт в умовах недостатньої видимості (у крутих кривих, глибоких виїмках, лісистій місцевості, за наявності будівель і інших умов, що погіршують видимість), у разі робіт з інструментом (електричним, пневматичним та ін.), що погіршує чутність, якщо робота не вимагає огородження сигналами зупинки, керівник робіт зобов'язаний для попередження працівників про наближення поїздів установити автоматичну сповіщувальну сигналізацію; у разі відсутності такої сигналізації керівник робіт повинен поставити з боку поганої видимості або чутності сигналіста з духовим ріжком якнайближче до бригади, що працює, так, щоб поїзд, що наближається, було видно сигналістові на відстані не менше 500 м від місця робіт при встановленій швидкості до 120 км/год уключно і 800 м при швидкості більше 120 км/год.

У тих випадках, коли відстань видимості від сигналіста до поїзда, що наближається, становить менше 500 м від місця робіт при установленій швидкості до 120 км/год включно і 800 м при швидкості більше 120 км/год, основний сигналіст ставиться далі та виставляється проміжний сигналіст також

з духовим ріжком для повторення сигналів, що подаються основним сигналістом.

Кількість сигналістів визначається, враховуючи місцеві умови видимості, чутності та швидкості руху поїздів. У цих випадках мають видаватися попередження локомотивним бригадам поїздів про більш часті подачі сповіщувальних сигналів.

Перелік місць з недостатньою видимістю та порядок огородження місця проведення робіт затверджуються керівництвом дистанції колії.

Схеми огородження повинні складатися в чотирьох екземплярах, один з яких зберігається в технічному відділі підприємства, другий - у майстра шляхового, третій - у бригадира колії, а четвертий - вивішується в приміщенні збору працівників.

У всіх випадках під час виконання робіт на коліях і стрілочних переводах станції керівник робіт робить відповідний запис у журналі із зазначенням місця та часу виконання колійних робіт, кількості працівників і прізвища старшого групи, засобів оповіщення про наближення рухомого складу.

Черговим по станції (поїзним диспетчером) видаються письмові попередження бригадам маневрових локомотивів про час і місце виконання колійних робіт.

Під час виконання робіт з ліквідації несправностей, що виникли несподівано, запис про початок і закінчення робіт дозволяється замінювати телефонограмою, переданою керівником робіт черговому по станції (на ділянках з диспетчерською централізацією - поїзному диспетчерові) з наступним особистим підписом керівника в журналі.

Порядок сповіщення локомотивних і складацьких бригад про місце виконання колійних робіт, а колійних бригад - про рух поїздів і маневрових составів на станції встановлює начальник дирекції залізничних перевезень.

Під час наближення поїзда або при подачі сигналу сигналіста (хоча б і незрозумілого) керівник робіт зобов'язаний негайно подавати команду про припинення робіт, про підготовку колії для пропуску поїзда і про відхід

працівників з колії, а також перевірити, чи прибрані інструмент і матеріали з колії за межі габариту рухомого складу.

У разі достатньої видимості фронт робіт під керівництвом бригадира колії не повинен перевищувати 200 м, при цьому дозволяється не виставляти проміжних сигналістів.

Працівникам дозволяється повертатися для продовження робіт тільки з дозволу керівника робіт після того, як він переконається, що слідом за поїздом немає підштовхувального локомотива або дрезини і що по колії, на якій виконуються роботи, не рухається поїзд чи інший рухомий склад.

Під час виконання робіт у «вікно» або в разі огородження місця виконання робіт сигналами зупинки на одній з колій двоколійної ділянки сигналісти, що охороняють петарди і жовтий сигнал, подають сигнали ріжком про наближення поїзда по сусідній колії.

Керівник дає команду на припинення робіт на колії і про відхід з неї.

Під час наближення до місця виконання колійних робіт машиніст локомотива має подати сповіщувальний сигнал, починаючи з кілометра, що передує зазначеному в попередженні, незалежно від наявності переносних сигналів.

Сповіщувальні сигнали подаються також при наближенні поїзда до переносних і ручних сигналів, що вимагають зменшення швидкості, сигнальним знаком «С» (про подачу свистка) до виїмок, кривих ділянок колії, тунелів, переїздів, знімних автодрезин, колійних вагончиків та інших знімних рухомих одиниць, при наближенні до людей, що знаходяться на колії, і в інших випадках, зазначених у наказах по залізниці.

Під час прямування поїзда по неправильній колії, а також у разі туману, снігопаду та інших несприятливих умов, що знижують видимість та чутність, сповіщальний сигнал повторюється кілька разів.

3.2 Порядок створення інженерно-топографічних планів

Інженерно-топографічні плани формувалися відповідно до встановлених вимог щодо змістовного наповнення, точності та повноти відображення об’єктів. Польові топографо-геодезичні роботи виконувалися у масштабі 1:500 із застосуванням сучасних електронних тахеометрів та GNSS-технологій.

Основні етапи створення планів:

- закладання та розвиток геодезичної основи;
- проведення польових вимірювань та збір первинних даних;
- камеральне опрацювання матеріалів та контроль точності;
- побудова цифрових топографічних планів у програмному середовищі Digitals;
- візуалізація результатів та підготовка графічних матеріалів.

Регламент створення інженерно-топографічних планів, їх зміст та допустимі параметри точності визначаються положеннями Технічного завдання, «Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500», а також ДБН 2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва». При цьому застосовуються чинні «Умовні знаки для топографічних планів» відповідних масштабів із урахуванням доповнень та роз’яснень Укргеодезкартографії та Міністерства регіонального розвитку України щодо особливостей їх використання.

Технологічні процеси та технічні вимоги до топографічних планів у масштабах від 1:500 до 1:5000 є обов’язковими для всіх організацій, що здійснюють діяльність у цій сфері, незалежно від їх відомчої належності.

Джерела топографо-геодезичної інформації

Вихідні дані отримано наземним методом шляхом топографічного знімання із використанням електронних тахеометрів та польових комп’ютерів, оснащених спеціалізованим програмним забезпеченням.

Згідно з технічними характеристиками, застосовані тахеометри забезпечують вимірювання кутів із середньою похибкою 5”, а лінійних відстаней — за формулою ((2+2xD)) мм, де (D) — довжина виміряної лінії у кілометрах. Отримані координати точок наведено у Додатку А.

3.3 Камеральні роботи.

Після завершення польового етапу виконано камеральну обробку, яка включала:

- перевірку вимірювань та ліквідацію помилок;
- обчислення координат та висот точок;
- формування цифрових моделей місцевості;
- створення електронних топографічних планів.

Обробка проводилася у програмному комплексі Digitals. Було виконано коректуру геометрії, виправлення топологічних помилок, узгодження горизонталей та підписів.

Результати інженерно-топографічних знімань, окрім традиційного графічного подання, представлені також у вигляді цифрового інженерно-топографічного плану та його візуалізованої форми — електронного інженерно-топографічного плану.

Цифровий інженерно-топографічний план являє собою цифрову модель місцевості, сформовану з урахуванням принципів картографічної генералізації у прийнятих для планів проекціях, системі розграфлення, координат та висот. Така модель записується на машинні носії.

Електронний інженерно-топографічний план — це цифровий план, який візуалізується за допомогою програмних та технічних засобів у прийнятій системі умовних знаків.

Оформлення матеріалів зйомки у цифровій, електронній та графічній формах здійснювалося із використанням програмного комплексу Digitals. Після

візуалізації цифрової інформації відповідно до створеного каталогу умовних знаків та інформаційної структури було проведено редагування та коректуру даних.

Основні принципи коректури та редагування цифрової інформації:

- забезпечення повноти та коректності перенесення даних, отриманих приладами;
- правильна класифікація об’єктів місцевості, відображених на планах;
- внесення цифрових значень кількісних та якісних характеристик об’єктів згідно з розробленою системою класифікації та кодування інформації;
- коректність топологічних зв’язків між об’єктами плану та узгодження елементів змісту;
- відповідність кількісних та якісних характеристик об’єктів визначеним параметрам;
- дотримання граматичних норм;
- пошарова організація карти;
- відповідність позначок висот горизонталям та навпаки;
- дотримання граничних відстаней між горизонталями при їх зближенні, правильність розташування бергштрихів та підписів горизонталей;
- коректність подання інформації для конвертації в обмінні формати;
- оптимальна щільність елементів ситуації та підписів;
- правильність зображення контурів та заповнення їх умовними знаками, площинних фонових елементів.

Заключним процесом створення цифрових топографічних планів було відображення планів за допомогою ЕОМ і систем графічного виводу на паперові носії.

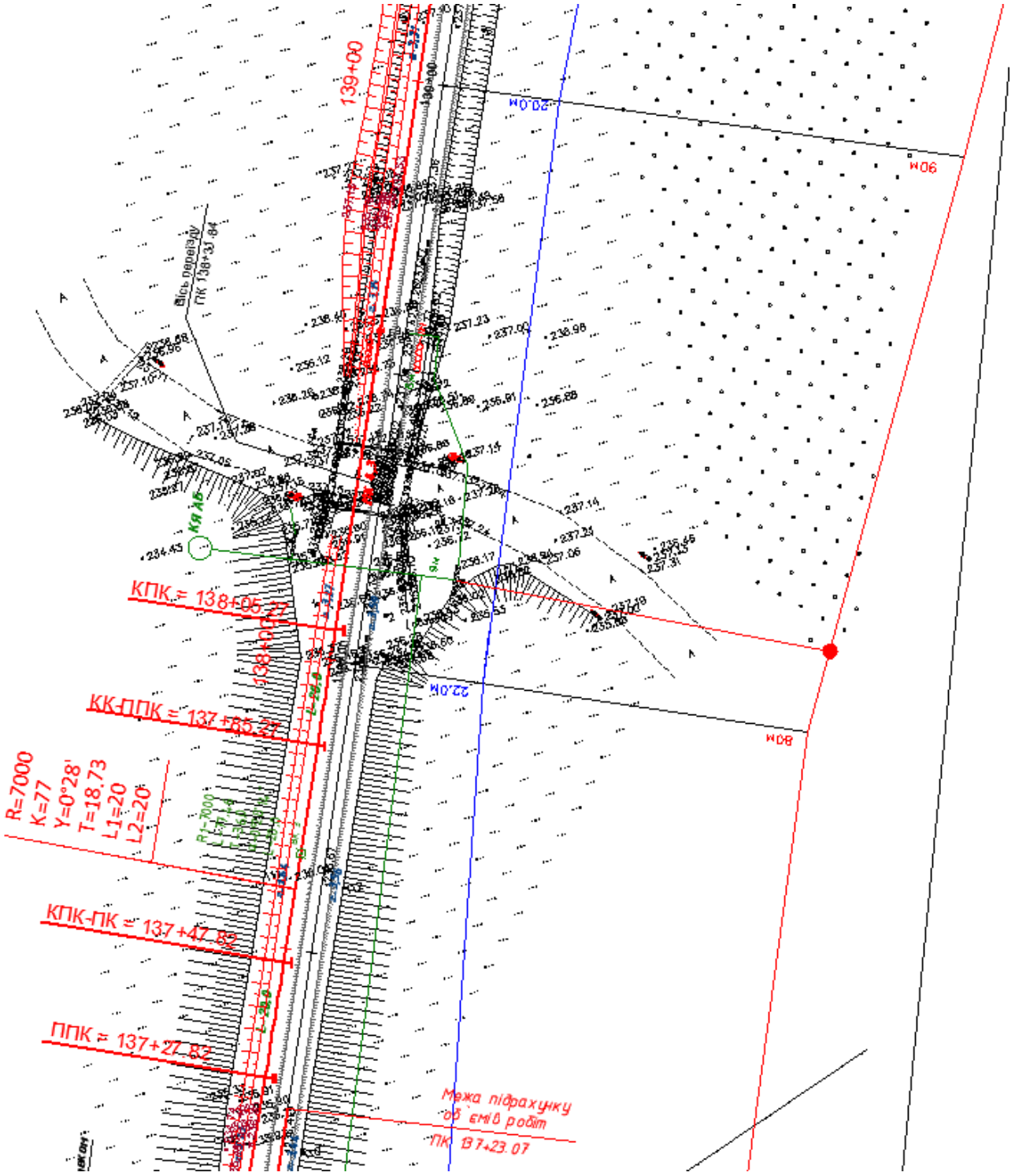


Рисунок 3.3.1 – План залізничної колії

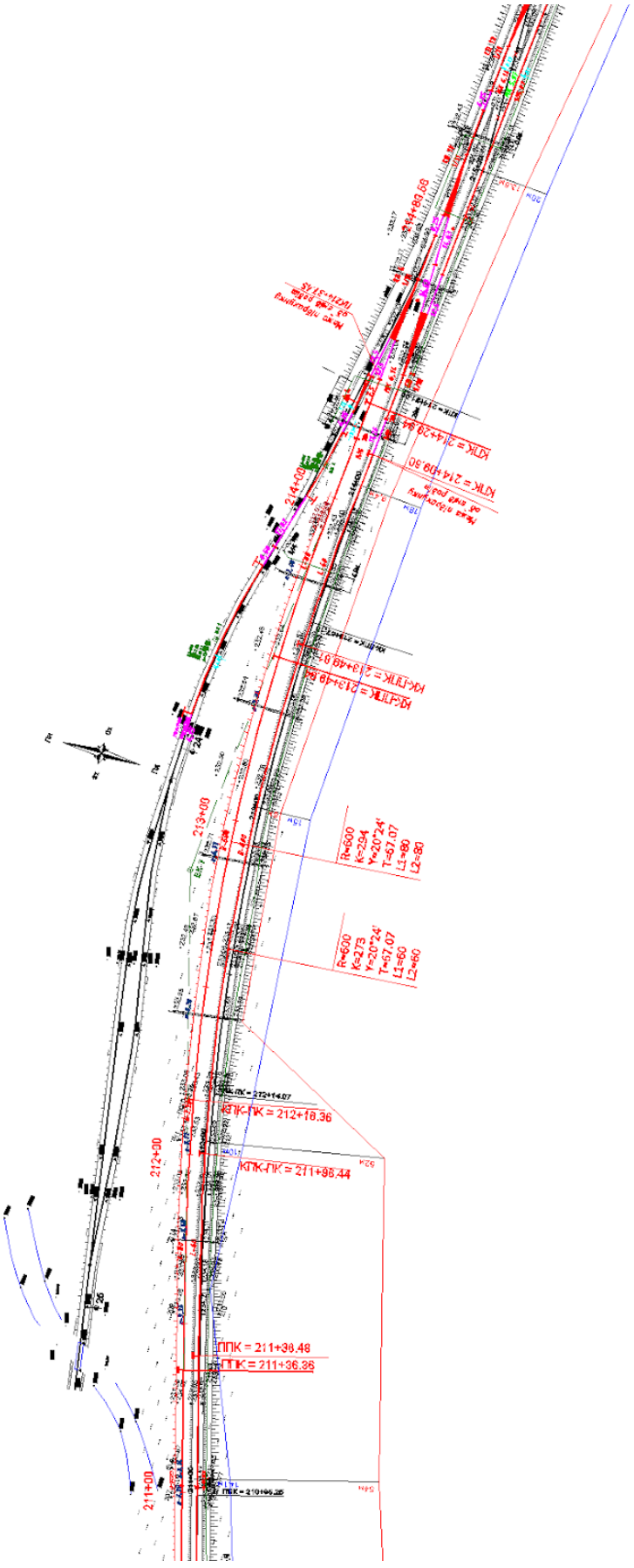


Рисунок 3.3.2 – План залізничної колії

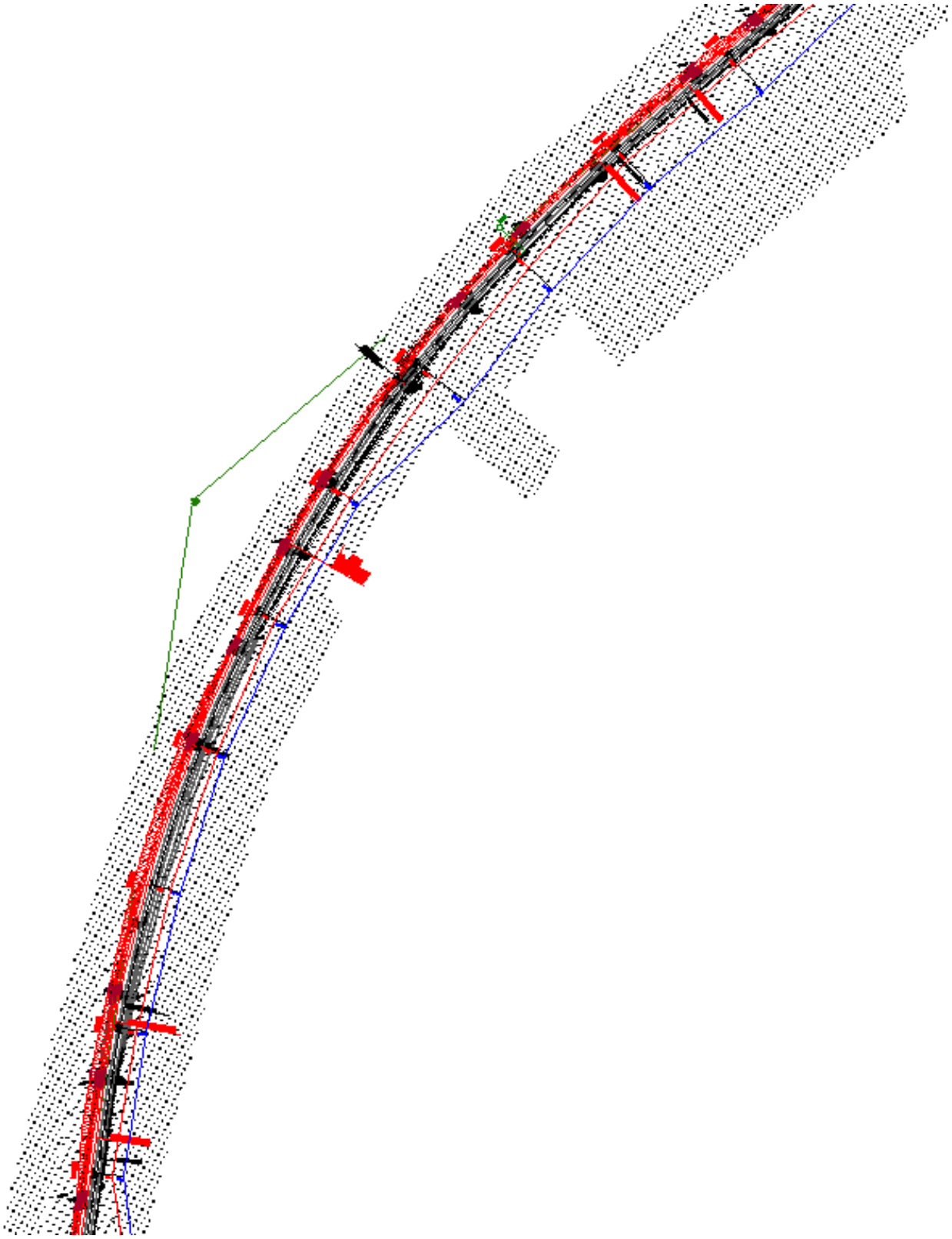


Рисунок 3.3.3 – План залізничної колії

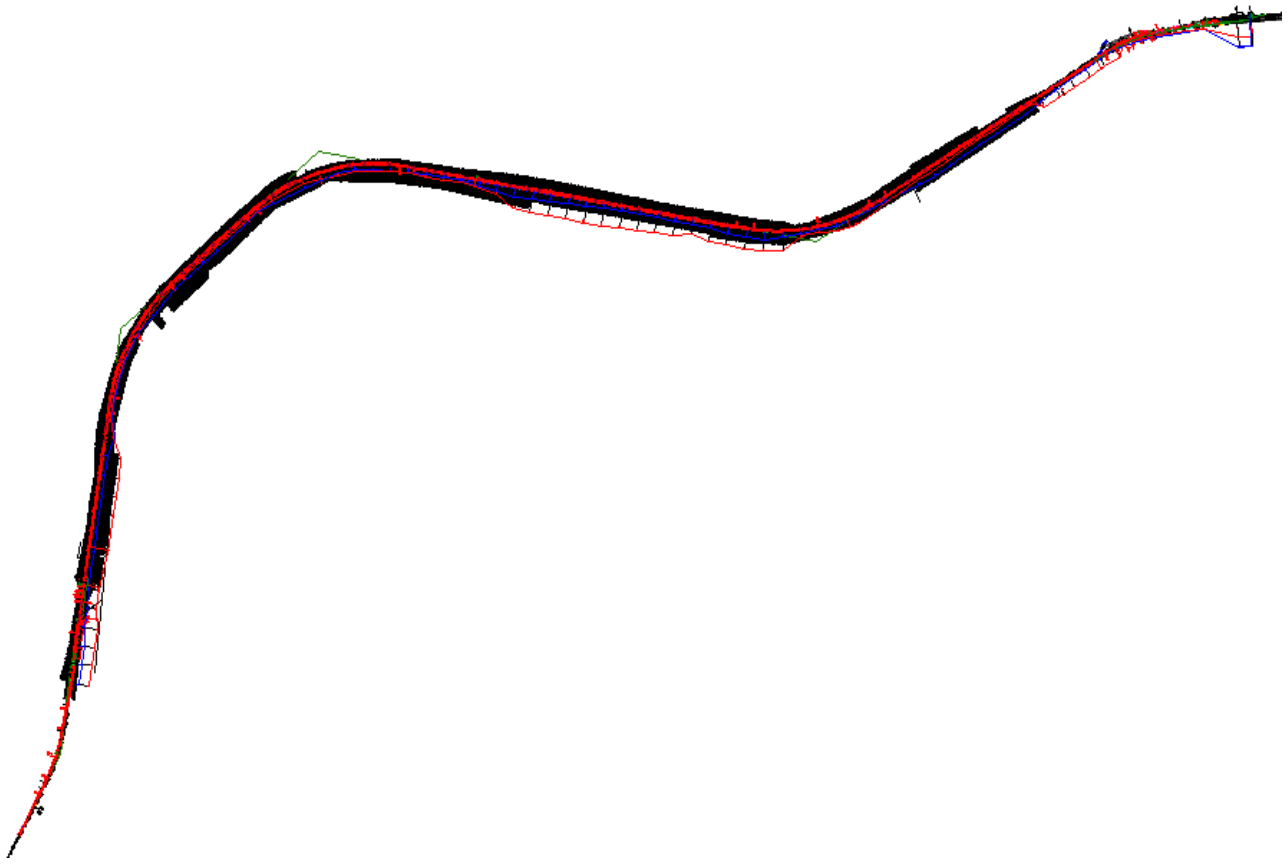


Рисунок 3.3.4 – План залізничної колії

3.4 Використання програмних комплексів

Програмні комплекси становлять невід'ємну складову сучасних технологій, адже вони істотно спрощують та автоматизують різноманітні види діяльності у багатьох галузях. Такі системи являють собою інтегровані набори програмного забезпечення, призначені для виконання специфічних завдань — від проектування та аналізу даних до управління бізнес-процесами й освітніх рішень.

У сфері інженерії та архітектури програмні комплекси застосовуються для створення високоточних тривимірних моделей будівель і споруд. Це дає змогу

фахівцям оцінювати проєкти ще до початку їх реалізації. У медицині подібні системи використовуються для діагностики та планування лікування, що забезпечує підвищену точність і ефективність медичних процедур.

У бізнесі програмні комплекси, зокрема ERP-системи, дозволяють автоматизувати управління ресурсами підприємства, включаючи фінанси, запаси, виробничі процеси та кадровий облік. В освітній сфері вони сприяють створенню віртуальних класів та онлайн-курсів, роблячи навчання більш доступним, інтерактивним і гнучким.

Загалом використання програмних комплексів сприяє зростанню продуктивності, оптимізації витрат і підвищенню якості виконуваних робіт, що робить їх ключовим інструментом сучасного світу (див. табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Використані програмні комплекси

Назва програмного забезпечення	**Розділ в якому застосовувалося**
Програмний комплекс „Проект-XXI” 7.7.1	Автоматизований розрахунок кошторисної вартості проєктно-вишукувальних робіт
Офісний пакет Word , Excel	Оформлення текстової частини проєкту та виконання прикладних інженерних розрахунків
Програмний комплекс „Єол 2000”	Розділ ”Оцінка впливу на навколишнє середовище „ (ОВНС)
Графічний пакет AutoCAD	Оформлення графічних матеріалів проєкту. Креслень
Прикладне програмне забезпечення власної розробки для виконання інженерних розрахунків та виконання креслень поздовжніх та поперечних профілів	Оформлення графічних матеріалів проєкту, креслень поздовжніх та поперечних профілів

Використання зазначених програмних засобів забезпечило високу точність, автоматизацію процесів та якісне опрацювання інженерно-геодезичних даних.

3.5 Огляд сучасних технологій геодезичного моніторингу залізничних колій

Сучасні технології геодезичного моніторингу залізничних колій забезпечують значно вищу точність, оперативність та комплексність аналізу технічного стану інфраструктури. Вони дозволяють здійснювати моніторинг у режимі реального часу, швидко оновлювати цифрові моделі місцевості та своєчасно виявляти небезпечні деформації.

3.5.1 GNSS-технології (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) сьогодні є базовим інструментом для визначення просторового положення елементів колії. В режимах RTK/NRTK забезпечується сантиметрова точність визначення координат. Переваги: висока точність, швидкість отримання даних, можливість моніторингу без зупинки руху, мінімальні трудові витрати. Недоліки: обмеження через багатопроменевість, залежність від видимості супутників, можливі перешкоди поблизу ліній електропередач.

3.5.2 UAV-фотограмметрія

Безпілотні літальні апарати дозволяють створювати ортофотоплани, цифрові моделі рельєфу та хмари точок з високою деталізацією. Застосовується для:

- аналізу стану земляного полотна;
- контролю відводів води;
- визначення деформацій баластної призми;
- швидкого обстеження великих площ. Переваги: швидкість, безпека, надвисока роздільна здатність.

3.5.3 LiDAR-сканування

Лазерне сканування (наземне або з UAV) дає можливість отримати міліметрову точність моделювання. LiDAR застосовується для:

- моделювання профілю рейкової колії;
- точного аналізу просідань;
- визначення об’ємів земляних мас;
- створення надщільних хмар точок.

3.5.4 Наземні методи контролю такі як тахеометрія, нівелювання, геометричні вимірювання залишаються необхідними, але мають значні недоліки:

- висока трудомісткість;
- залежність від погодних умов;
- потреба у значному персоналі;
- у деяких випадках часткове обмеження руху.

3.5.5 Інтегрована система моніторингу

Поєднання GNSS, UAV та LiDAR створює багаторівневу систему контролю та дозволяє перейти до проактивної моделі утримання колії, коли ремонтні роботи виконуються заздалегідь на основі прогнозу цифрових змін, а не лише після появи видимих.

4 Технічні рішення і проєктні заходи

Розроблення технічних рішень і проєктних заходів у сфері залізничного транспорту України є комплексним процесом, спрямованим на забезпечення безпеки руху поїздів, підвищення пропускної спроможності колій, надійності інфраструктури та ефективності її експлуатації. Умови функціонування залізничної мережі України, зокрема значна протяжність колій, різноманітність природно-кліматичних умов і високий рівень зношеності окремих елементів інфраструктури, зумовлюють необхідність застосування сучасних інженерних та геодезичних підходів при проєктуванні та модернізації залізничних об’єктів.

Одним із ключових технічних рішень є оптимізація планового та поздовжнього профілю залізничної колії. Проєктні заходи передбачають уточнення радіусів кривих, величин ухилів і перевищень, що забезпечує дотримання нормативних швидкостей руху та зменшення динамічних навантажень на рухомий склад і верхню будову колії. При цьому особлива увага приділяється реконструкції ділянок із підвищеним зношенням колії, де застосовуються заходи з виправлення геометрії колійного розвитку та укріплення земляного полотна.

Важливим напрямом проєктних рішень є удосконалення конструкції верхньої будови колії. У межах проєктів передбачається використання безстикової колії, залізобетонних шпал, сучасних рейкових скріплень і баластних матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками. Такі заходи сприяють зменшенню витрат на утримання колії, підвищенню її стабільності та подовженню міжремонтних періодів, що є особливо актуальним для основних магістралей АТ «Укрзалізниця».

Проєктні заходи також охоплюють модернізацію штучних споруд і об’єктів інженерної інфраструктури, зокрема мостів, водопропускних труб, підпірних стінок і дренажних систем. Технічні рішення у цій сфері спрямовані на забезпечення стійкості земляного полотна, захист колії від підтоплення та

ерозійних процесів, а також підвищення надійності споруд в умовах інтенсивної експлуатації та змін клімату.

Суттєве значення мають проєктні заходи з упровадження сучасних геодезичних і геоінформаційних технологій. Використання електронних тахеометрів, GNSS-обладнання, безпілотних літальних апаратів і ГІС-систем дозволяє підвищити точність проєктних рішень, оперативно контролювати стан колії та здійснювати моніторинг деформацій інфраструктурних об’єктів. У межах залізниць України такі технології дедалі активніше застосовуються під час реконструкції та капітального ремонту колій.

Окремий блок технічних рішень стосується забезпечення безпеки руху та охорони праці. Проєктні заходи передбачають удосконалення систем сигналізації, централізації та блокування, оптимізацію планування станційних територій, а також впровадження заходів щодо зменшення впливу людського фактора. Це дозволяє знизити аварійність і підвищити рівень експлуатаційної надійності залізничної мережі.

Таким чином, технічні рішення і проєктні заходи у системі залізничного транспорту України мають комплексний характер і спрямовані на модернізацію інфраструктури, підвищення ефективності її використання та забезпечення стабільного функціонування залізниць відповідно до сучасних вимог безпеки, економічної доцільності та сталого розвитку.

4.1 Основні проєктні рішення

Для можливості реалізації запланованих Замовником робіт по реконструкції залізничної колії між станцією Обхідна та станцією Балта, на основі аналізу вихідних даних, побажань та планів, наданих Замовником, а також результатів огляду існуючого стану земляного полотна і виконаних інженерних вишукувань були прийняті наступні загальні проєктні рішення:

- Роботи з реконструкції залізничної колії перегону Балта-Обхідна починаються з ПК 140+00 м до ПК 188+00 м загальна протяжність складає - 4800 п.м. (Подільська дистанція ПЧ-3 = 4800п.м).

План непарної колії запроєктовано з прямих та кривих ділянок. Мінімальний радіус кривих - 1060м. ПК147+24 – ПК 155+68, де максимальна швидкість пасажирських поїздів 100 км/год., вантажних 80км/год. Згідно розрахунків виконаних за ЦП-0236 «Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії», на цій ділянці колії прийнята згідно завдання на проєктування максимальна допустима швидкість руху пасажирських поїздів 100 км/год. та вантажних 80 км/год., яка задовольняє вимогам по допустимим швидкостям руху залежно від крутизни відводу підвищення зовнішньої рейки в кривих, та не перевищенню допустимого непогашеного прискорення відповідно до пасажирських поїздів $0.7 м/с^2$ і вантажних 0,3 $м/с^2$.

План парної колії залишається існуючим з швидкістю пасажирських поїздів 100 км/год., вантажних 80км/год.

На ділянці між станціями Обхідна та Балта передбачено відновлення та перебудова земляного полотна.

Вкладання нової верхньої будови колії з проміжним пружним скріпленням SBS W SL-1-900-R35 відповідно до ДСТУ EN 13481-2 та ДСТУ EN 13481-5 згідно вимог вихідних даних Замовника.

Відомість

величини підвищення зовнішньої рейки в кривих по об'єкту **«Реконструкція споруд залізниці з електрофікацією дільниці Балта - Обхідна регіональної філії "Одеська залізниця" АТ "Укрзалізниця" »** для "Подільскої та Вапнярської дистанції колії "

Розрахунок виконаний виходячи з найбільшої, після капітального ремонту колії швидкості руху поїздів

а) пасажирських 100 км/год

б) вантажних 80 км/год

№ п/п	Місце знаходження кривої км+м		Довжина кривої	Радіуси м	Проєктна довжина перехідної кривої		Швидкість						Середньозважена квадратична швидкість	Підвищення						Відвід підвищення в мм/м		Непогашене прискорення	Примітка
							Допустима в теперішній час за наказом нач. залізниці		Допустима після реконструкції колії		По тяговим розрахункам			Існуюче	Розрахункове мінімальне		Розрахункове середнє	Рекомендоване	Прийнято службою колії				
	Початок	Кінець			L1	L2	Вант.	Пас.	Вант	Пас.	Вант	Пас.			Пас.	Вант.				L1	L2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Балта - Обхідна непарна																							
1	13 + + 601	13 + + 673	72	7000	20	20	–	–	80	100	72	91	73	–	0	0	9	0	0	0.00	0.00	0.11	
2	13 + + 728	13 + + 805	77	7000	20	20	–	–	80	100	72	91	73	–	0	0	10	0	0	0.00	0.00	0.11	
3	14 + + 724	15 + + 568	844	1060	80	80	–	–	80	100	72	91	73	–	3	26	63	40	40	0.50	0.50	0.48	
4	16 + + 31	17 + + 36	1005	1065	80	80	–	–	80	100	72	91	73	–	2	26	63	40	40	0.50	0.50	0.48	
5	18 + + 845	19 + + 430	585	1070	100	100	–	–	80	100	72	91	73	–	2	26	62	40	40	0.40	0.40	0.48	
Балта - Обхідна непарна																							
6	21 + + 136	21 + + 430	294	600	80	80	–	–	80	100	72	91	73	–	93	84	111	100	100	1.25	1.25	0.67	
Балта - Обхідна парна																							
1	21 + + 137	21 + + 410	273	600	60	60	–	–	70	90	60	80	53	–	54	53	59	70	70	1.17	1.17	0.61	

1.Тип локомотива: Пасажирські : ВЛ-60, 80, ЕР-9

Вантажні : ВЛ-80Т, ВЛ80С, 2ЕС5К, 2ЕЛ5, ЧМЄ3

2. Вага поїздів: Парна колія

Вантажні 4600/4600 т

Пасажирські: 1100 т

3. Кількість поїздів: Непарна

Вантажні 40

Пасажирські 14

Рисунок 4.1 - Відомість величини підвищення зовнішньої рейки в кривих

4.2 Верхня будова колії

Верхня будова колії є одним із ключових елементів залізничної інфраструктури, від технічного стану та конструктивних рішень якої безпосередньо залежить безпека руху поїздів, комфорт перевезень і довговічність експлуатації залізничних ліній. Вона забезпечує сприйняття та рівномірний розподіл навантажень від рухомого складу на нижні шари колії, а також формує необхідні геометричні параметри колійного шляху.

У сучасних умовах експлуатації залізниць України верхня будова колії зазнає значних динамічних і статичних навантажень, що зумовлено інтенсивністю руху, зростанням осьових навантажень і підвищенням швидкостей руху поїздів. Це вимагає застосування удосконалених конструкцій рейок, шпал, баластного шару та рейкових скріплень, які відповідають чинним нормативним вимогам і забезпечують надійність колії впродовж усього терміну експлуатації.

Раціональний вибір типу верхньої будови колії, матеріалів і конструктивних рішень є важливим завданням проєктування, реконструкції та утримання залізничних шляхів. При цьому враховуються умови експлуатації, клас колії, характер перевезень, природно-кліматичні особливості території та вимоги АТ «Укрзалізниця» щодо безпеки та економічної ефективності.

Подальший розгляд елементів верхньої будови колії, їхніх функцій і технічних характеристик дозволяє оцінити їхню роль у забезпеченні стабільності колійного розвитку та визначити напрями підвищення ефективності експлуатації залізничної інфраструктури.

В проєкті по непарній колії передбачено:

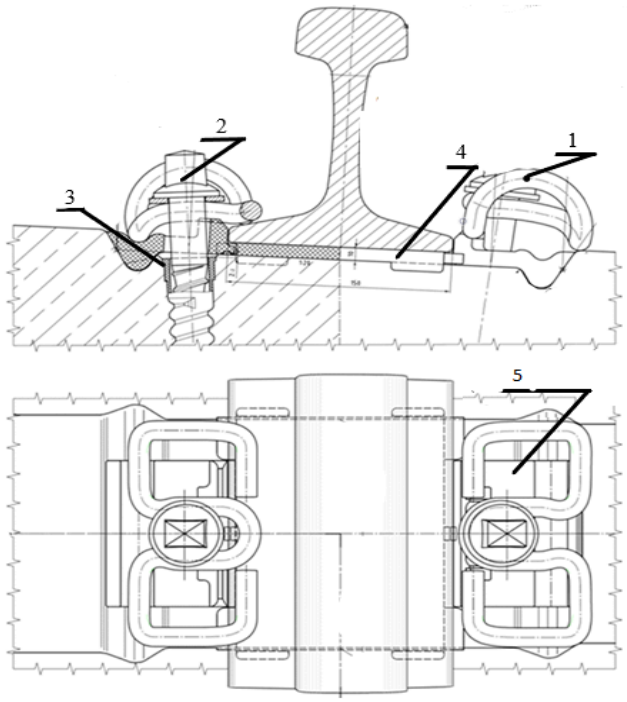
- Тип рейок Р-65 нові.

- Безстикова колія запроєктована без сезонних розрядок температурних напружень в плітях з вкладанням «коротких» плітей та подальшою зваркою в «довгу» пліть.

- Укладання високоміцних ізолюючих стиків поза межами кривих ділянок колії.

- Тип проміжного скріплення – нове пружне дюбельне SBS W SL-1-900-R65 згідно ДСТУ EN13481-5:, ДСТУ EN13481-2.

- Елементи пружного скріплення повинні бути сертифіковані органами сертифікації в Україні. Загальний вигляд вузла закріплення проміжного скріплення SBS W SL-1-900-R65 до залізобетонної шпали Ш 9.2 (рис..4.2).



№	Назва
1	Клема пружна Skl SL-1
2	Шуруп колійний Ss 35/Uls 7
3	Дюбель пластмасовий Sdue-S3
4	Плита кутонаправляюча Wfp SL-2
5	Прокладка підрейкова Zw 900-SI-2-100

Рис. 4.2 - Загальний вигляд вузла закріплення проміжного скріплення

Шпали залізобетонні Ш 9.2 під проміжне скріплення SBS W SL-1-900-R65, клас бетону не менше С35/45 (вимоги таблиці 8.1 ДБН В.2.3-19:2025) з епюрою не менше 1840 шт./км. у прямих та кривих ділянках колії радіусом 1200 м та більше, у кривих радіусом менше 1200 м з епюрою 2000 шт./км. Протяжність рейко-шпальної решітки для Подільської дистанції колії з епюрою 1840 шт./ км складає 3,699 км, з епюрою 2000 шт./км 2,739 км.

- Температура закріплення безстикової колії на пружному скріплені SBS W SL-1-900-R65 розрахована згідно додатку 1 “Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях

України, ЦП-0266”. Враховуючи, що проміжне скріплення пружне дюбельне, допустимі інтервали зміни температури рейкових плітей прийняті за таблицями Д3.1, Д3.2 як для пружного скріплення КПП без сезонних розрядок напружень на прямих і кривих ділянках колії. Температура закріплення безстикової колії може бути уточнена виконавцем на основі отриманих даних з експлуатаційних випробувань. Межі температурних інтервалів закріплення приведені на аркуші КЗ - 3 .

- Баласт щебеневий, ширина плеча баластної призми не менше 45 см згідно ДБН 3.2. -19-2018. (табл.. 8.4), товщина щебеневого шару під шпалою не менше 35 см, як для III категорії колії ДБН 3.2.-19-2018.(табл.. 8.4).

3.2.2. В проєкті по існуючій парній колії передбачено:

- Введення в температурний діапазон існуючих плітей безстикової колії у зв’язку з перенесенням ізолюючих стиків в прямі ділянки колії.

4.3 План і профіль колії

План і профіль колії є основними геометричними характеристиками залізничного шляху, які визначають просторове положення колії та безпосередньо впливають на умови руху поїздів, рівень безпеки та ефективність експлуатації залізничної інфраструктури. Від правильності проєктування плану і профілю залежить дотримання нормативних швидкостей руху, плавність проходження поїздів і зменшення динамічних навантажень на елементи колії та рухомий склад.

У сучасних умовах функціонування залізниць України формування плану та поздовжнього профілю колії здійснюється з урахуванням інтенсивності руху, типу перевезень, класу колії та природно-географічних умов території. Особливу увагу приділяють проєктуванню кривих ділянок, вибору радіусів заокруглень, величин перевищення зовнішньої рейки, а також оптимізації

поздовжніх ухилів, що забезпечує раціональне поєднання технічної доцільності та економічної ефективності.

Під час реконструкції або модернізації існуючих колій план і профіль підлягають уточненню на основі результатів геодезичних вимірювань і топографічного знімання. Це дозволяє виявити відхилення від проєктних параметрів, усунути дефекти геометрії колії та підвищити рівень безпеки руху. При цьому важливу роль відіграє дотримання вимог чинних нормативних документів і технічних інструкцій АТ «Укрзалізниця».

Розгляд плану і профілю колії як єдиної системи просторових параметрів дає змогу комплексно оцінити стан залізничного шляху та обґрунтувати технічні рішення, спрямовані на покращення експлуатаційних показників і довговічності залізничної колії.

Поздовжній профіль та план колії запроєктовані згідно ДБН В.2.3-19:2025 «Споруди транспорту. Залізниці колії 1520мм. Норми проектування»

3.3.1. По непарній колії в повздовжньому профілі передбачено:

- елементами проєктування рейок як можна більшої довжини при найменшій алгебраїчній різниці ухилів суміжних елементів згідно ДБН В.2.3-19:2025 пункт 6.4, таб.6.1. Мінімальна довжина проєктного елемента профілю колії складає 100м.

- максимальний проєктний ухил колії 10.93 ‰ з ПК 160+00м до ПК 163+00м.

- згідно ДБН В.2.3-19:2025 радіуси вертикальних кривих колії 15000м.

- запроєктовано зрізання існуючого баластного та земляного полотна для можливості влаштування односхильного поперечного перерізу основної площадки з ухилом 4 ‰.

- проєктний пікетаж що є будівельним на час проведення реконструкції, розбитий по вісі проєктної непарної колії ПК 140+00 до ПК 188+00 для можливості підрахунку обсягів робіт при будівництві. Після реконструкції ділянки пікетаж буде відновлено по парній колії згідно ПТЄ п.3.7. ділянки, на яких виконується реконструкція колії та інші роботи, що викликають зміну

плану й профілю, перевіряються виконавцями робіт після їх закінчення з поданням у дистанцію колії, а на станціях - і начальнику станції відповідної документації.

- план лінії представлений прямими та кривими ділянками. Довжина запроєктованих кривих складає 1849м. (38,5%) На даній ділянці запроєктовано дві однорадіусні криві: 1) 3) ПК 147+24м – ПК 155+68м. радіус-1060м., 4) ПК 160+31м – ПК 170+36м. радіус-1065м.

3.3.2. По парній колії передбачено:

- рихтування парної колії в прямій ділянці довжиною 1200 м з ПК 173+00до ПК 185+00 для приведення міжколії до величини не менше 4100 мм.

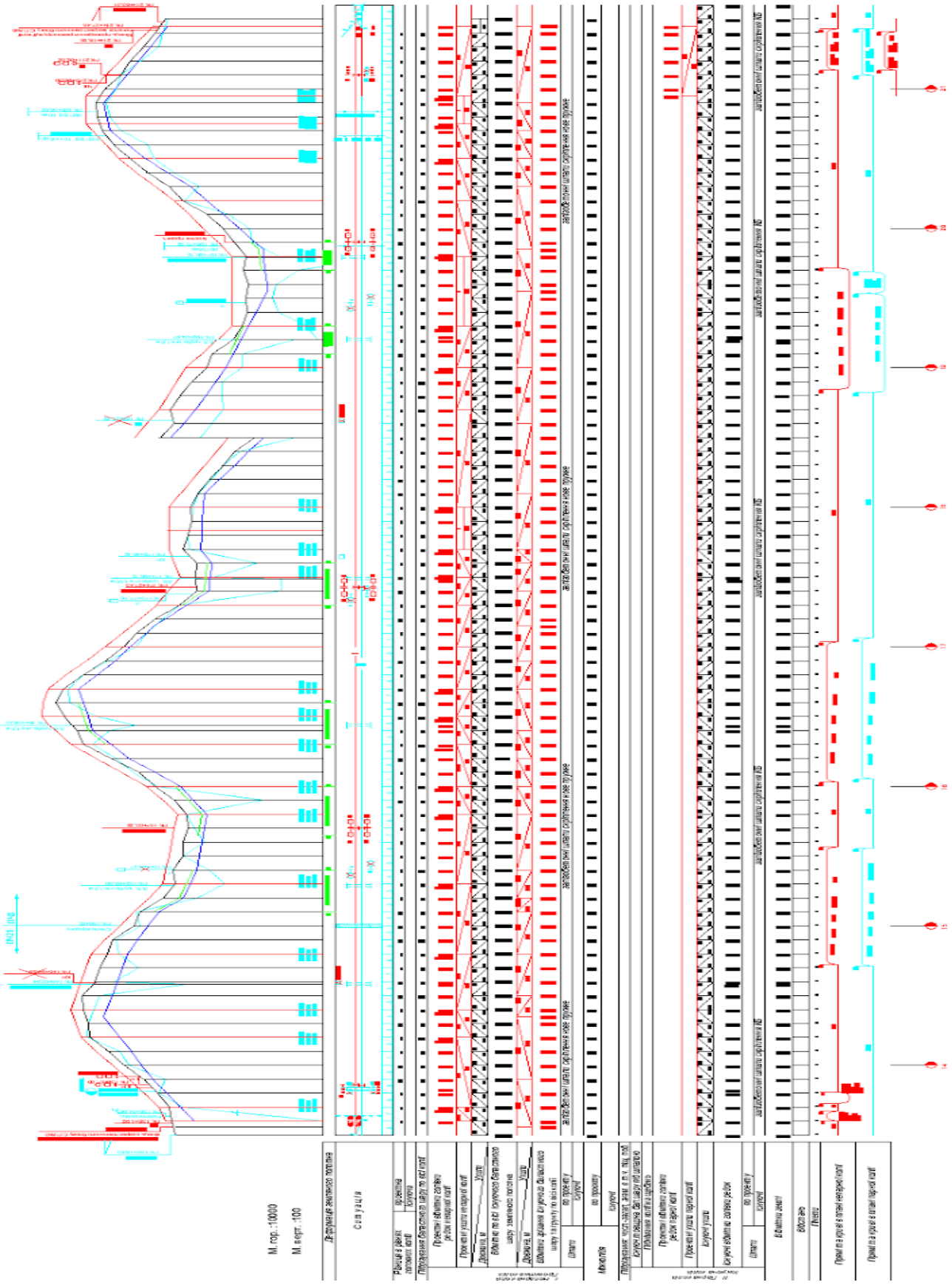


Рисунок 4.3.1 – Поздовжній профіль залізничної колії запроектованої ділянки

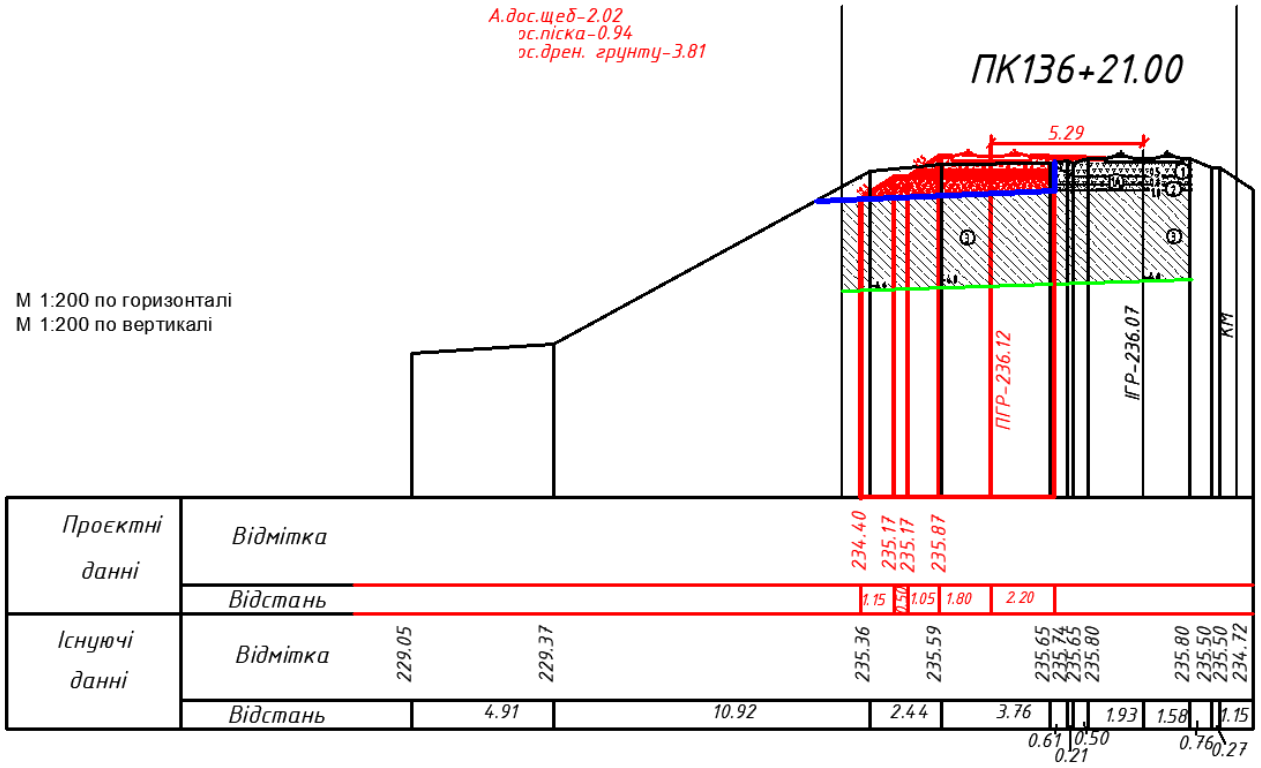


Рисунок 4.3.2 – Поперечний профіль залізничної колії

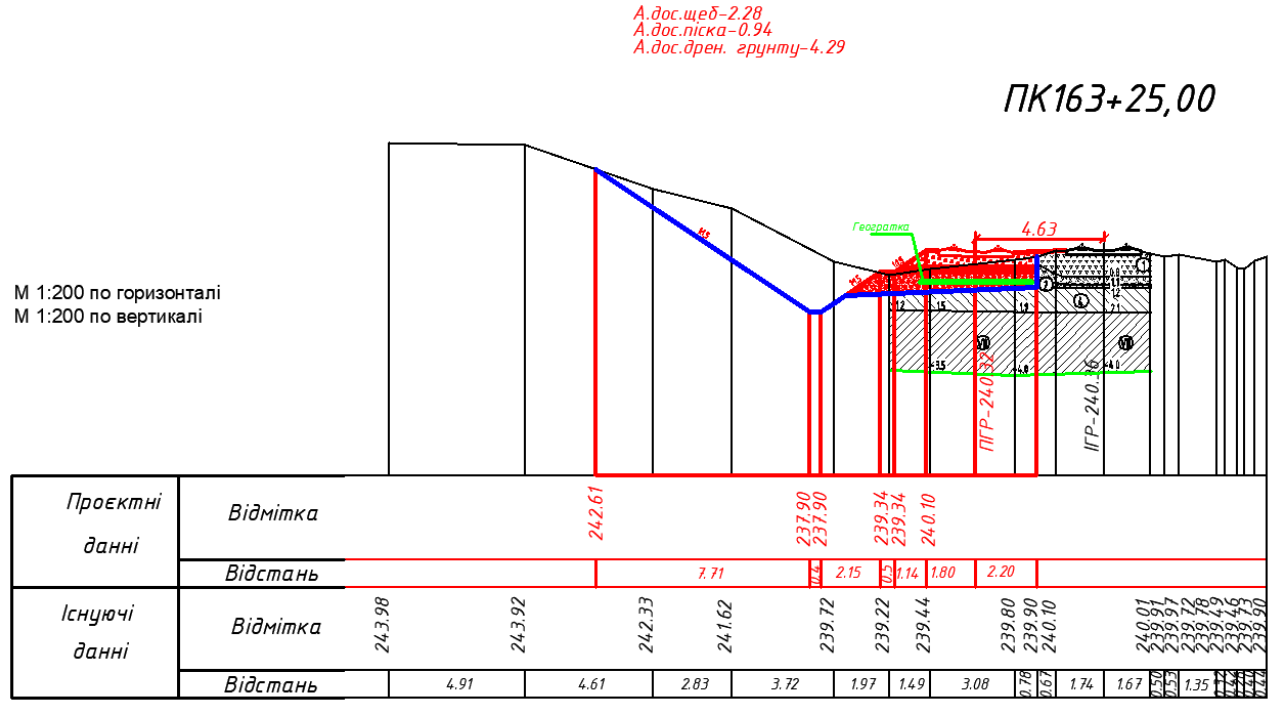


Рисунок 4.3.3 – Поперечний профіль залізничної колії

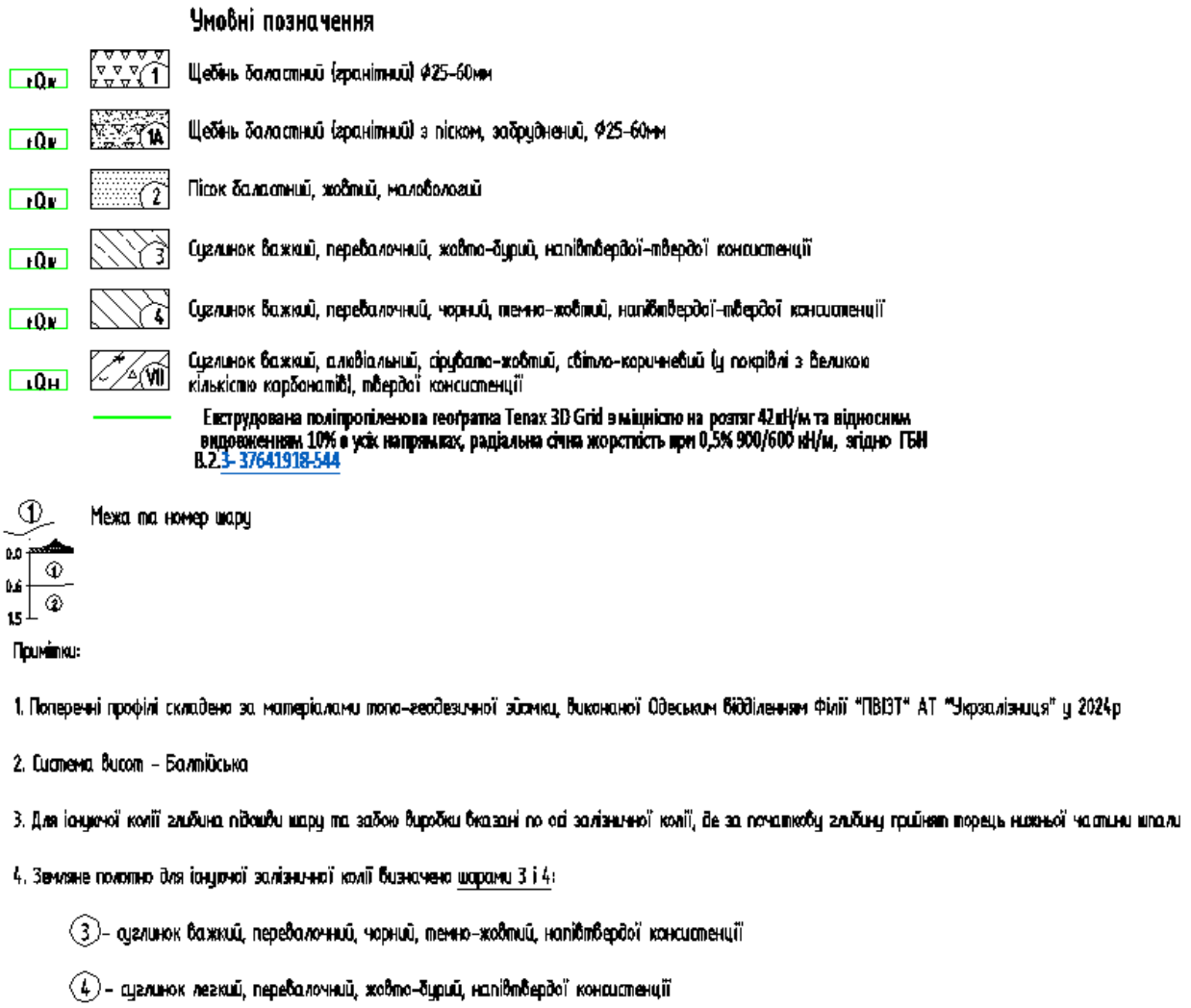


Рисунок 4.3.4 – Умовні позначення, що використовуються при нанесенні профілю

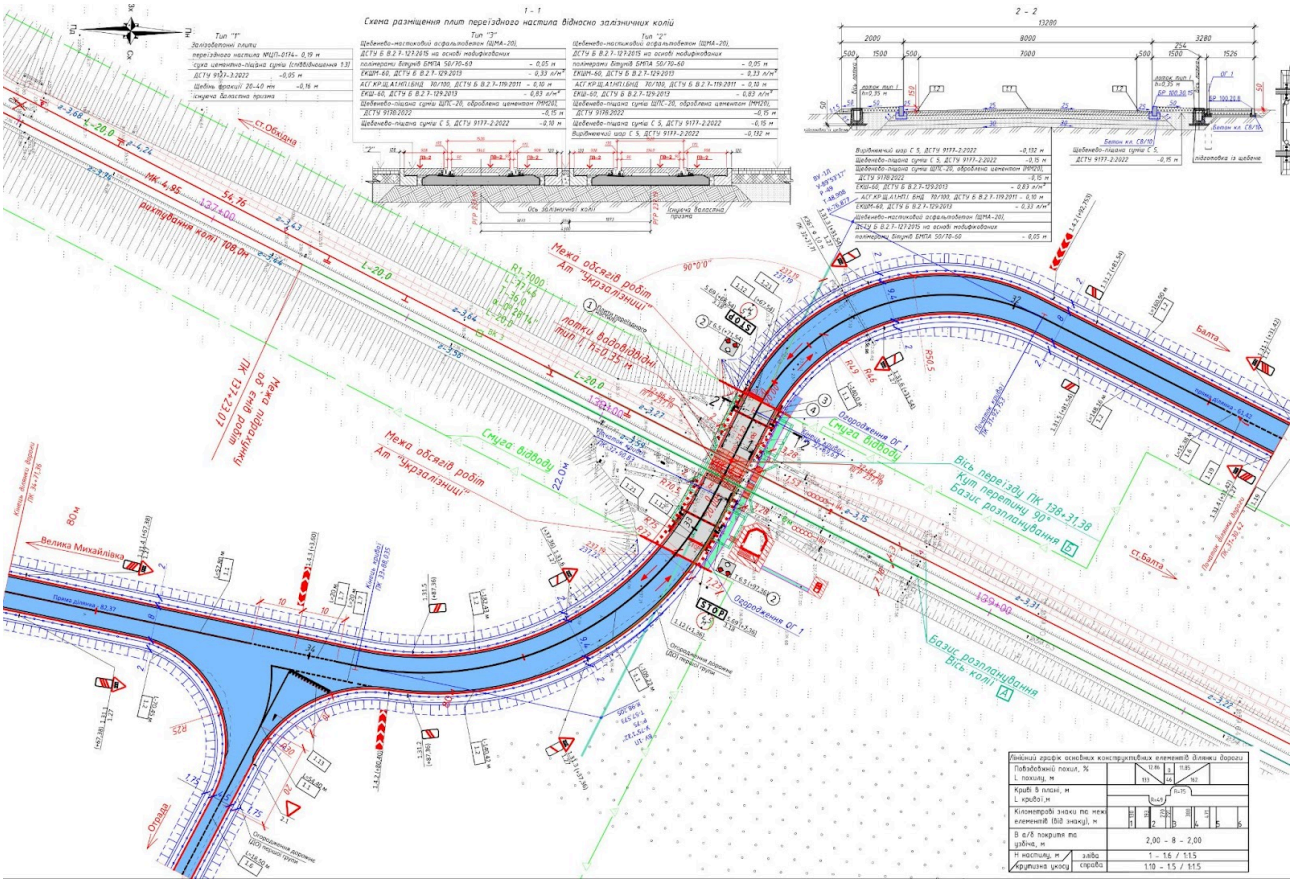


Рисунок 4.3.5 – План переїзду залізничної колії

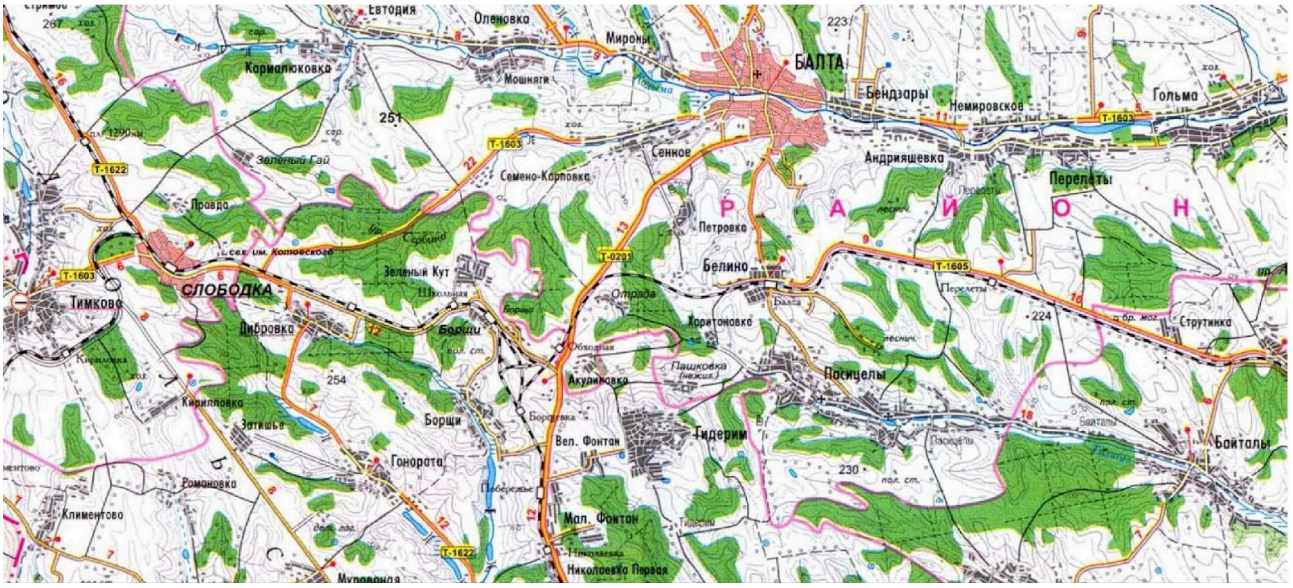


Рисунок 4.3.6 – Детальна топографічна та дорожня карта регіону

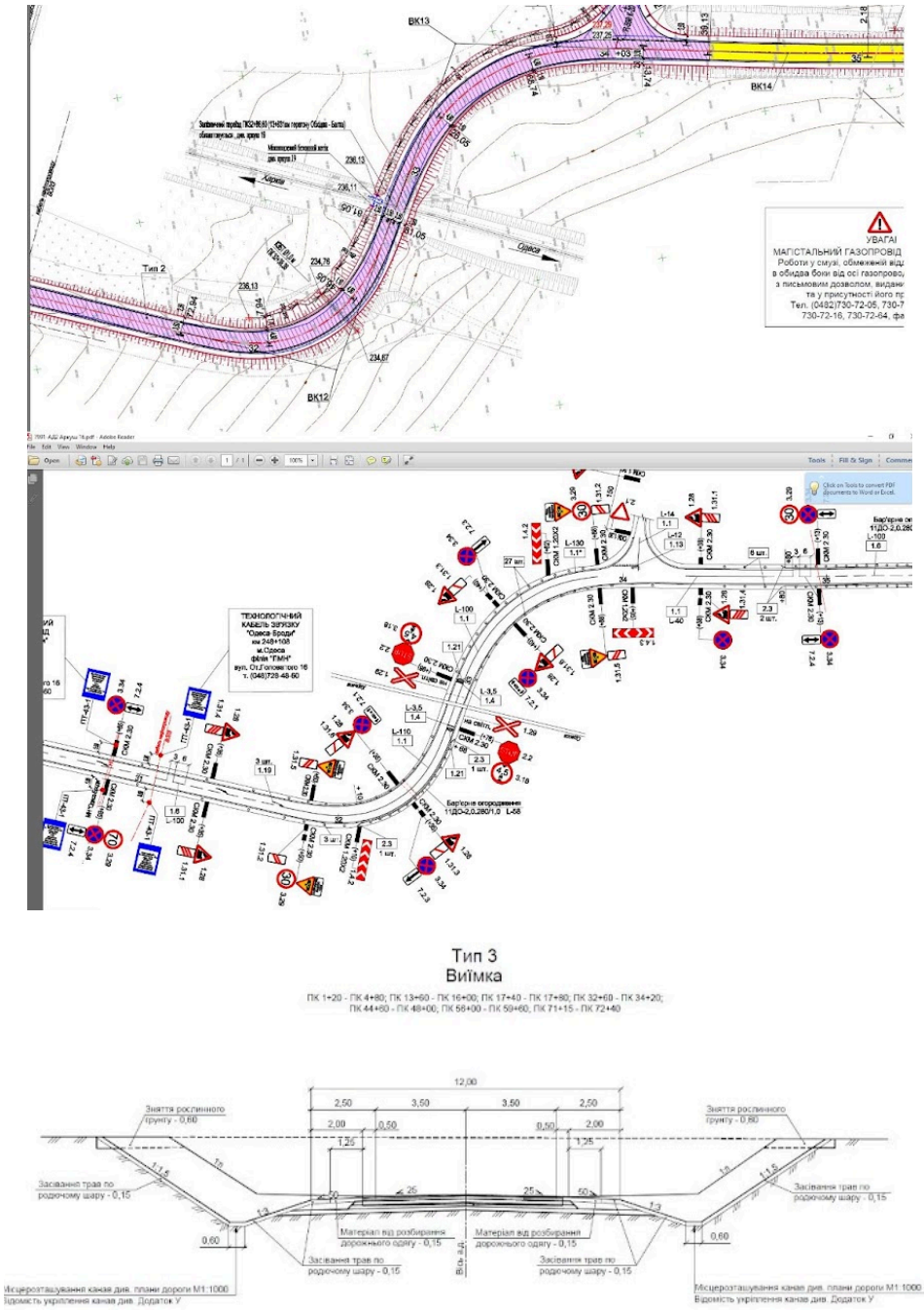


Рисунок 4.3.7 – Схема розміщення плит переїзного настилу

4.4 Земляне полотно

Конструкція земляного полотна прийнята у відповідності з нормами і вимогами ДБН В.2.3-19:2025 «Залізниці 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»

4.4.1. Ширина основної площадки земляного полотна ремонтованої ділянки забезпечує розміщення баластної призми зі збереженням розміру узбіч не менше 0,5 м згідно з ДБН В.2.3-19:2025.

4.4.2. В комплексі з виконанням робіт з реконструкції дільниці передбачено:

- видалення забрудненого баластового шару та верхню частину дефектного земляного полотна на висоту конструктивного шару, визначену проєктом. Висота зрізання визначена на поперечних профілях (дивись креслення земляне полотно КЗ2). Для швидкого відводу атмосферних вод з земполотна профіль основи на яку буде укладатися підсилюючий шар (дренуючий ґрунт), запроєктовано з ухилом 4‰,

- відсипання конструктивного шару з дренуючого ґрунту. До дренуючих ґрунтів згідно з ДБН В 2.3:2018 табл. 7.1, відносяться ґрунти які мають за максимальної щільності за стандартним ущільненням коефіцієнт фільтрації не менше ніж 0,5м /добу і мають у гранулометричному складі не більше ніж 10% часток розміром менше ніж 0,1 мм. Конструктивний шар укладають шарами товщиною 0.2 - 0.3м з ущільненням кожного шару до значень модуля деформації не менше 80 МПа. (згідно «Правил улаштування основної площадки земляного полотна при виконанні капітального ремонту колії» ЦП-0204). Передбачено підсилення основної площадки геоґраткою загальною довжиною 1250п.м: ПК 151+00м. – ПК 154+00м., ПК 156+50м. – ПК 160+00м., ПК

163+00м. – ПК 166+00м., ПК 173+00м. – ПК 176+00м., , укладають. на висоті 20см від основної площадки земляного полота У проєкті розглядається екструдована поліпропіленова геоґратка Tenax 3D Grid з міцністю на розтяг 42кН/м та відносним видовженням 10% в усіх напрямках, радіальна січна жорсткість при 0,5% 900/600 кН/м, згідно ГБН В.2.3- 37641918-544 При використанні геоґратки інших виробників ,її механічні властивості повинні бути не нижчі, ніж наведені у таб. А2 ЦП – 0204. Укладання геоґратки передбачене у продольному напрямку на ширину 4м. При ширині рулонів 4,0 м перевитрати матеріалу не становить.

В місцях з недостатньою шириною основної площадки, виконання нарізання штрабів та приведення укосів до нормативних вимог ухилом не менше 1:1.5 згідно з ДБН В.2.3-19:2025, як на кресленні КЗ2 арк. 4-8 Земляне полотно.

Нарізання кюветів для забезпечення надійності конструкції земляного полотна і відведення поверхневих вод які потрапляють до земляного полотна . Крутизна відкосів кюветів прийнята 1:1.5 , глибина 0,6м, а ширина по дну 0,4м.

4.4.3. Далі виконується баластування та укладання рейко-шпальної решітки

4.4.4. Роботи по приведенню основної площадки земляного полотна виконують послідовно, що розкрито в проєкті організації будівництва, розроблено у Томі №2 даного проєкту

4.4.5. Роботи по зрізанню та плануванню узбіч повинні виконуватися після узгодження з керівництвом ШЧ і ЕЧ для забезпечення збереження кабелів зв'язку та електропостачання.

5 Методика створення цифрової моделі (GIS)

Створення цифрової моделі залізничної інфраструктури є ключовим етапом для всебічного аналізу технічного стану колії, прогнозування деформацій та підвищення ефективності інженерних рішень. Цифрова модель дозволяє інтегрувати GNSS-вимірювання, UAV-фотограмметрію, LiDAR-сканування та дані традиційного знімання у єдину просторову структуру.

Методика створення цифрової моделі передбачає поетапну обробку вихідних даних із приведенням їх до єдиної системи координат і висот, що відповідає вимогам чинних нормативів залізничного транспорту України. На початковому етапі здійснюється підготовка геодезичної основи, яка включає опорні GNSS-пункти та репери, що забезпечують необхідну точність просторової прив’язки. Це створює базу для подальшого суміщення різнорідних джерел просторової інформації.

Наступним етапом є формування цифрової моделі рельєфу (ЦМР) та цифрової моделі поверхні (ЦМП), які відображають як природні, так і штучні елементи залізничної інфраструктури. На основі хмар точок LiDAR або фотограмметричних даних UAV виконується фільтрація та класифікація об’єктів, зокрема земляного полотна, верхньої будови колії, інженерних споруд і прилеглої території. Це дозволяє детально відобразити просторову структуру колії та оцінити її геометричні параметри.

У середовищі ГІС створюється багатошарова модель залізничної інфраструктури, що включає осьову лінію колії, пікетаж, план і профіль, елементи верхньої будови, штучні споруди та зони інженерних обмежень. Кожен шар супроводжується атрибутивною інформацією, яка містить технічні характеристики, результати обстежень і дані моніторингу. Такий підхід забезпечує можливість комплексного аналізу стану об’єкта та підтримує прийняття проєктних рішень.

Завершальним етапом методики є перевірка точності цифрової моделі та її валідація шляхом порівняння з контрольними геодезичними вимірюваннями. Отримана ГІС-модель використовується для аналізу деформацій колії, моделювання сценаріїв розвитку інфраструктури, планування ремонтних робіт і підвищення рівня безпеки руху. Таким чином, цифрова модель виступає ефективним інструментом управління залізничною інфраструктурою в системі АТ «Укрзалізниця».

5.1 Збір та систематизація вхідних даних

Для побудови моделі використовуються такі дані:

- GNSS-вимірювання опорних точок, реперів та вузлових елементів колії;
- результати тахеометричного знімання;
- ортофотоплани, отримані з БПЛА;
- LiDAR-хмари точок;
- матеріали попередніх обстежень;
- топографічні карти, схеми, відомості.

Усі дані приводяться до єдиної системи координат (СК-63 або УСК-2000) та висотної системи (Балтійська).

5.2 Структура геоінформаційної бази

Для зручності аналізу дані поділяються на тематичні шари:

- геодезична основа;

- вісь колії та конструктивні елементи;
- земляне полотно (укоси, берми, канави);
- інженерні споруди (мости, труби, переїзди);
- об’єкти енергопостачання;
- ортофотоплани;
- LiDAR-хмари точок;
- цифрові моделі поверхні та рельєфу.

5.3 Інтеграція GNSS, UAV та LiDAR

Для створення повної картини інфраструктури дані різних типів поєднуються:

- **GNSS** – забезпечує точну прив’язку і контроль координат;
- **UAV** – дає ортофото високої роздільності та моделі рельєфу;
- **LiDAR** – створює надточні хмари точок, включаючи дрібні деформації.

Після інтеграції виконується геометрична та семантична узгодженість.

5.4 Створення ЦМР та ЦМП

На основі хмари точок формуються:

- **ЦМР** (цифрова модель рельєфу),
- **ЦМП** (цифрова модель поверхні).

Це дозволяє аналізувати:

- ухили,
- накопичення води,

- деформації земляного полотна,
- небезпечні ділянки з поганим водовідведенням.

5.5 Атрибутивне наповнення

Кожному об'єкту надаються атрибути:

- стан,
- дата знімання,
- тип конструкції,
- категорія значущості,
- попередні ремонти.

Це дозволяє швидко відбирати та аналізувати потрібні ділянки.

5.6 Візуалізація та оформлення

У GIS-середовищі виконується:

- стилізація шарів,
- створення підписів,
- виготовлення карт,
- 3D-візуалізації,
- підготовка матеріалів для звітів.

5.7 Штучні споруди

Штучні споруди на залізниці — це інженерні конструкції, призначені для забезпечення безперервності та безпеки руху поїздів при перетині природних або штучних перешкод. До таких споруд належать мости, віадуки, тунелі, шляхопроводи, підпірні стінки, водопропускні труби та інші елементи, що гарантують стабільність і функціональність залізничної інфраструктури.

Водопропускні труби — спеціальні інженерні конструкції, які забезпечують пропуск води під залізничними коліями. Їх основна функція полягає у виконанні дренажних завдань, що запобігає затопленню та ерозії залізничного полотна.

Призначення:

• Використовуються для перетину залізничної колії водотоками, дренажними каналами або для відведення поверхневих вод.

• Забезпечують природний перетік води через залізничний насип, підтримуючи стабільність полотна.

Конструкція та матеріали:

• Водопропускні труби виготовляються з бетону, залізобетону, металу, пластику або гофрованої сталі.

• Вибір матеріалу визначається гідрологічними умовами, величиною навантажень та вимогами до довговічності на конкретній ділянці залізниці.

Типи:

• Круглі труби — найбільш поширений тип, діаметр яких варіюється залежно від обсягу пропускної води.

• Коробчасті труби — прямокутні або квадратні конструкції, що застосовуються у випадках, коли необхідна підвищена пропускна здатність або використання круглих труб є недоцільним.

Проектування та монтаж:

• Проектування здійснюється з урахуванням місцевих гідрологічних характеристик: обсягів води, максимальних рівнів та швидкості потоку.

• Монтаж включає підготовку траншеї, встановлення труби, ущільнення ґрунту навколо неї та організацію належного водовідведення.

Обслуговування:

• Регулярне технічне обслуговування необхідне для запобігання засміченню, пошкодженню чи руйнуванню конструкцій.

• Перевірка здійснюється на предмет блокувань, корозії та інших дефектів, що можуть впливати на функціональність труб.

Значення:

Водопропускні труби є ключовими елементами залізничної інфраструктури, які забезпечують стабільність та безпеку залізничних шляхів шляхом організації ефективного відведення води.

Згідно із завданням на проектування та технічними висновками, під час реконструкції відповідної дільниці ремонту підлягають чотири водопропускні труби.

Залізобетонна труба на 15 км ПК6 дільниці Балта – Обхідна

Дільниця Балта – Обхідна одноколійна електрифікована, ділянка колії знаходиться у віданні Подільської дистанції колії регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця». В плані труба розташована в прямій, в профілі – на ухилі 2,8‰ в бік ст. Балта. Водотік зліва – праворуч.

Довжина труби – 19,4 м, отвір – 1х1,6, висота – 1,9м. Довжина швидкотоку (гасника швидкості) з вихідної сторони – 16,7 м. Висота насипу до підошви рейок – 4,14 м, над верхом труби – 2,04 м.

Матеріал труби – залізобетон, швидкоток – бетон.

Труба розташована на суходолі та призначена для пропуску сезонних поверхневих потоків води.

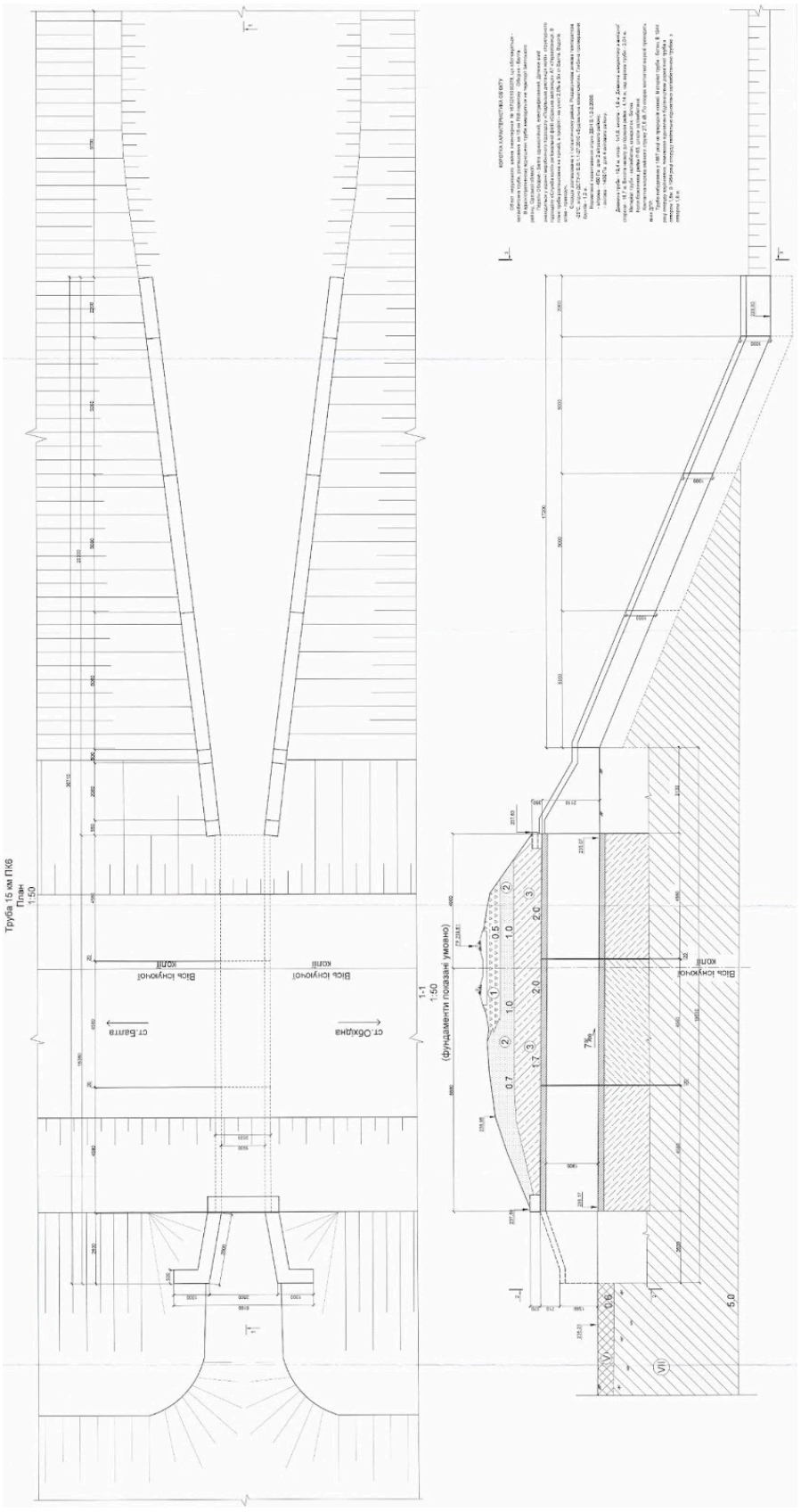


Рисунок 5.7.1 – Обмірне креслення труби на 15 км ПК6

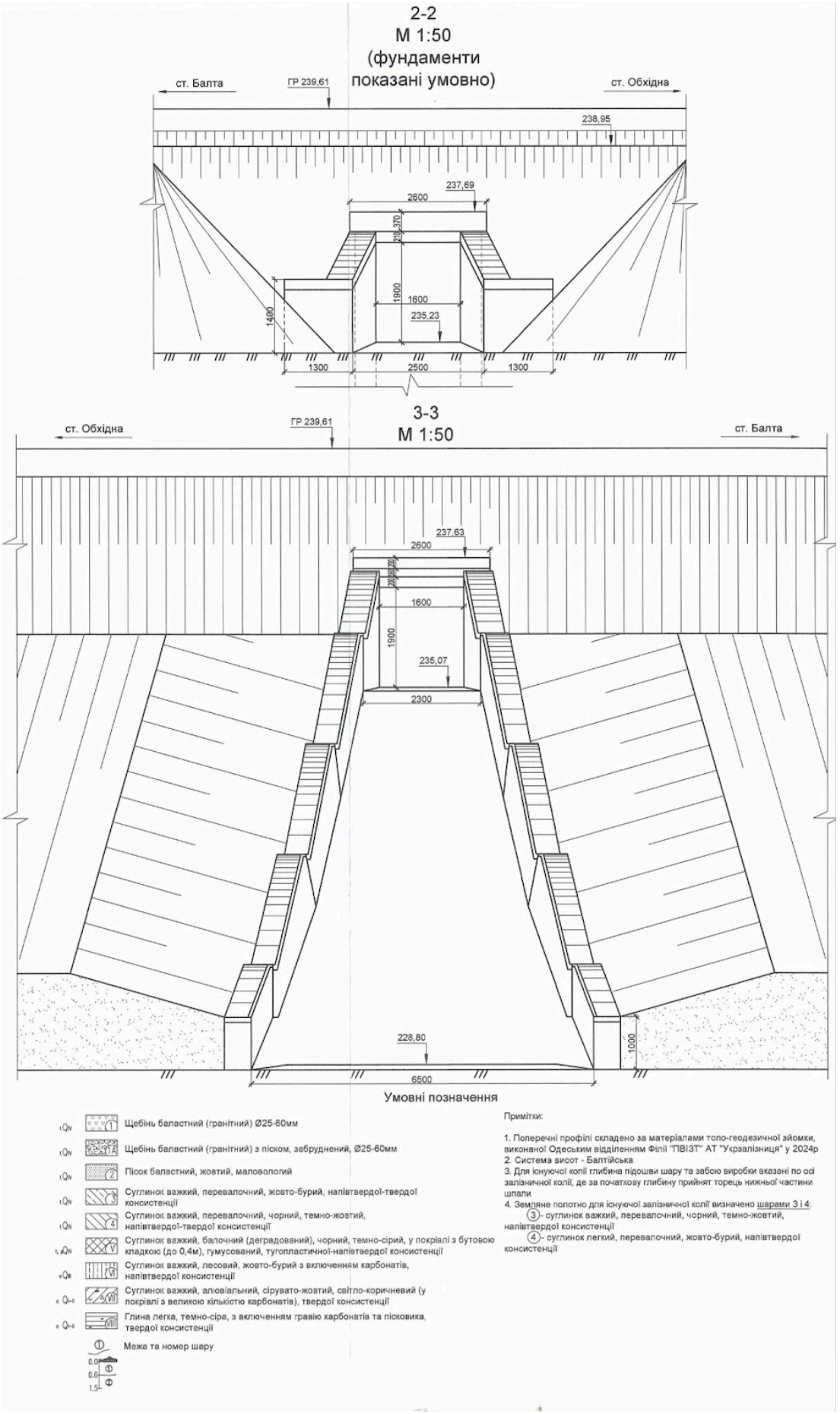


Рисунок 5.7.2 – Обмірне креслення труби на 15 км ПК6

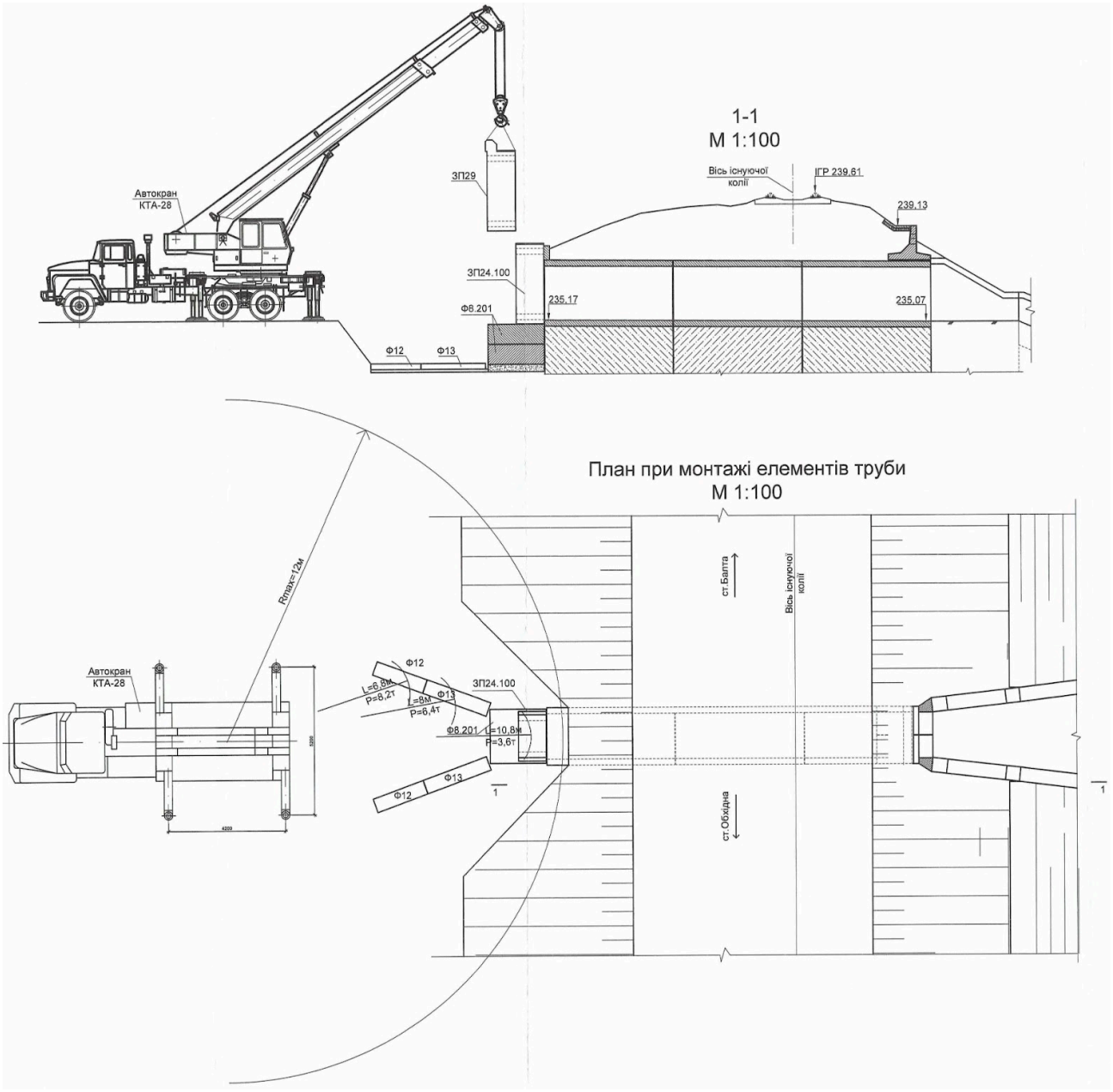


Рисунок 5.7.3 – Роботи при реконструкції труби

Залізобетонна труба на 16 км ПК3 дільниці Балта – Обхідна

Дільниця Балта – Обхідна одноколійна електрифікована, ділянка колії знаходиться у віданні Подільської дистанції колії регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця». В плані труба розташована в кривій R=1055 м, в профілі – на ухилі 5,7‰ в бік ст. Балта. Водотік зліва – праворуч.

Довжина труби – 12,38 м, отвір – 1х1.5, висота – 2,0 м. Висота насипу до підошви рейок – 4,18 м, над верхом труби – 1,86 м.

Матеріал труби – залізобетон.

Труба розташована на суходолі та призначена для пропуску сезонних поверхневих потоків води.

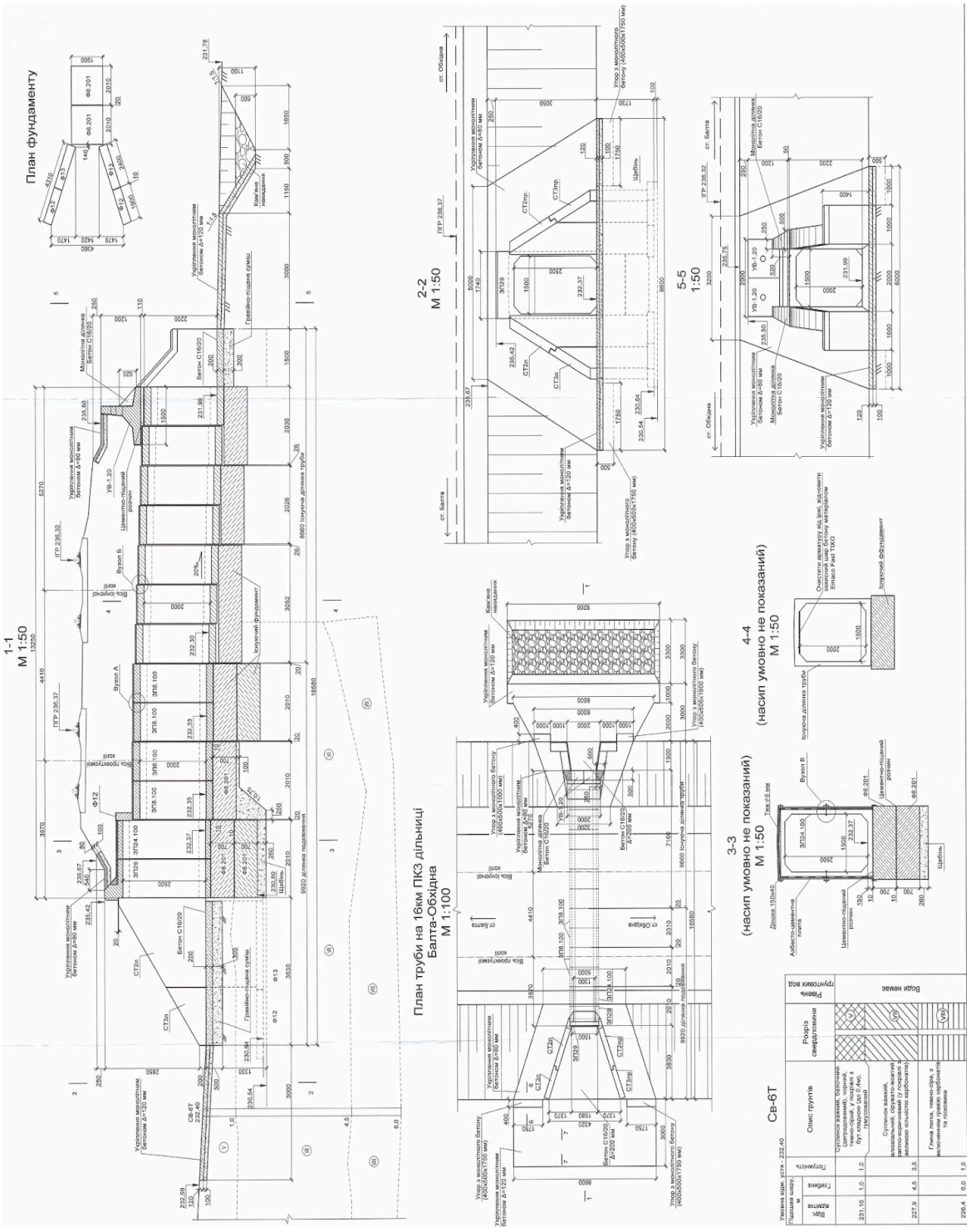


Рисунок 5.7.4 – План труби на 16 км ПК3

Залізобетонна труба на 17 км ПК5 дільниці Балта – Обхідна

Дільниця Балта – Обхідна одноколійна електрифікована, ділянка колії знаходиться у віданні Подільської дистанції колії регіональної філії «Одеська залізниця» АТ «Укрзалізниця». В плані труба розташована в кривій R=1061 м, в профілі – на ухилі 6,1‰ в бік ст. Обхідна. Водотік зліва – праворуч.

Довжина труби – 17,45 м, отвір – 1х1.5, висота – 2,0 м. Висота насипу до підошви рейок – 5,95 м, над верхом труби – 3,63 м.

Матеріал труби – залізобетон.

Труба розташована на суходолі та призначена для пропуску сезонних поверхневих потоків води.

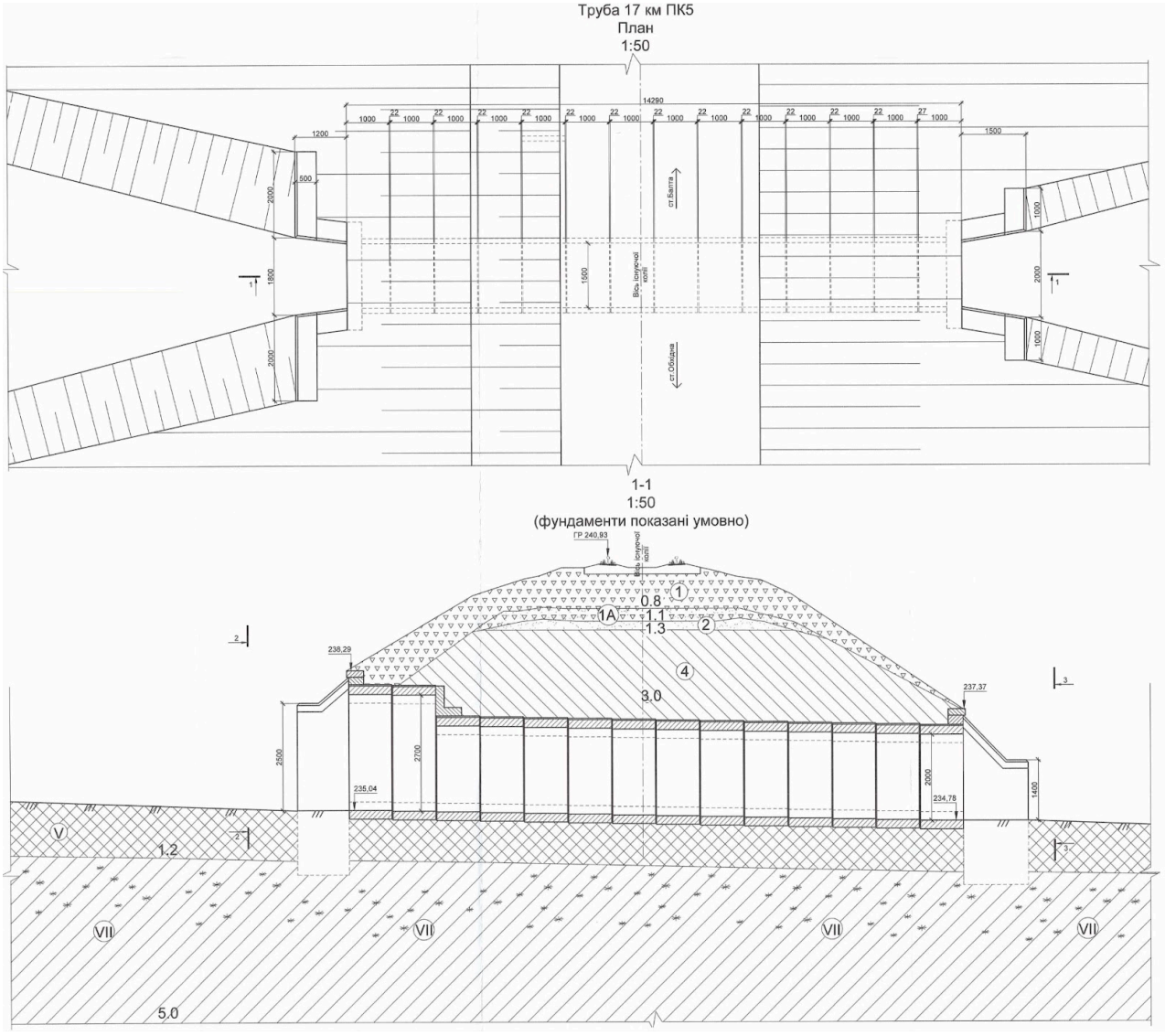


Рисунок 5.7.5 – План труби на 17 км ПК5

6 Алгоритм оптимізації геодезичних робіт при експлуатації колії

Запропонований алгоритм поєднує традиційні методи з сучасними цифровими технологіями і спрямований на перехід від реактивної моделі ремонту до проактивної, коли проблеми попереджаються ще до появи видимих дефектів.

На першому етапі алгоритму здійснюється планування геодезичних робіт з урахуванням класу колії, інтенсивності руху поїздів і результатів попередніх обстежень. Формується перелік контрольних ділянок і точок спостереження, для яких визначаються періодичність вимірювань і допустимі відхилення геометричних параметрів. Це дозволяє раціонально розподіляти ресурси та зосереджувати увагу на найбільш проблемних або навантажених відрізках колії.

Другий етап передбачає виконання польових вимірювань із застосуванням GNSS-обладнання, електронних тахеометрів, мобільних вимірювальних систем, а за потреби — безпілотних літальних апаратів. Отримані дані оперативно передаються до ГІС-середовища, де здійснюється їх первинна перевірка, фільтрація та приведення до єдиної системи координат. Такий підхід зменшує вплив людського фактора і скорочує час між зніманням та аналізом результатів.

На наступному етапі виконується просторово-часовий аналіз геодезичних даних з використанням цифрової моделі колії. Порівняння поточних вимірювань із архівними даними дозволяє виявляти тенденції розвитку деформацій, осідань або відхилень планово-висотного положення колії. За допомогою ГІС-інструментів формуються тематичні карти ризику, що відображають рівень технічного стану окремих ділянок.

Завершальним етапом алгоритму є прийняття управлінських і технічних рішень на основі результатів аналізу. Дані геодезичного моніторингу використовуються для планування поточного утримання, середнього або капітального ремонту колії, а також для коригування проєктних рішень. Інтеграція результатів у єдину інформаційну систему АТ «Укрзалізниця»

забезпечує безперервний контроль стану інфраструктури та підвищує ефективність експлуатації залізничної колії.

Таким чином, запропонований алгоритм оптимізації геодезичних робіт сприяє підвищенню точності моніторингу, зниженню експлуатаційних витрат і забезпеченню високого рівня безпеки руху поїздів, що відповідає сучасним вимогам розвитку залізничного транспорту України.

6.1 Основні етапи алгоритму

Основні етапи алгоритму включають наступне:

1. Періодичні GNSS-вимірювання – контроль геодезичної основи та ключових елементів.
2. UAV-моніторинг стану земляного полотна – оцінка відводів води, стану укосів, розмивів.
3. LiDAR-сканування – визначення міліметрових змін геометрії колії.
4. Інтеграція даних у QGIS – формування єдиної цифрової моделі.
5. Просторовий аналіз – виявлення деформацій, зміщень, осідань.
6. Виявлення аномалій і формування прогнозів – аналіз тенденцій зміни положення рейок.
7. Створення рекомендацій щодо ремонту – планування робіт на основі цифрових даних.

6.2 Переваги використання алгоритму

- зменшення обсягів польових робіт на 40–60%;
- підвищення безпеки робіт;

- швидке отримання результатів;
- моніторинг без зупинки руху поїздів;
- висока точність виявлення деформацій;
- можливість довгострокового прогнозування.

6.3 Прикладне дослідження перегону Балта–Обхідна

Прикладне дослідження проводилося на ділянці залізничної інфраструктури між станціями **Балта** та **Обхідна**, що входить до експлуатаційної зони Одеської залізниці. Мета дослідження – оцінка технічного стану колії та грунтової основи, виявлення деформацій та перевірка ефективності застосування сучасних цифрових технологій моніторингу.

6.4 Збір вихідних матеріалів

Було зібрано і приведено до єдиної системи такі дані:

- GNSS-вимірювання опорних пунктів та реперів;
- тахеометричні пікети на проблемних ділянках;
- UAV-аерофотознімання для отримання ортофотоплану;
- LiDAR-сканування укосів і баластної призми;
- наявні топографічні плани попередніх років.

6.5 Аналіз ортофотоплану

Ортофотоплан дозволив виявити:

- локальні осідання колії;
- заростання водовідвідних канав;
- зони застою води після опадів;
- розмивання укосів;
- нерівномірність баласту.

6.6 Аналіз LiDAR-хмари точок

LiDAR-дані показали:

- зміщення колії до **18 мм** на окремих пікетах;
- осідання земляного полотна до **4–7 см**;
- горизонтальні зсуви укосів;
- порушені ділянки баластної призми.

LiDAR забезпечив міліметрову точність аналізу, що неможливо досягти традиційними методами.

6.7 Створення цифрової моделі деформацій

У середовищі QGIS виконано:

- порівняння цифрових моделей різних років;
- побудову карт осідань;

- профілювання поздовжнього та поперечного напрямків колії.

Виявлено:

- збільшення амплітуди деформацій на 12% за останні 2 роки;
- прогресуюче просідання окремих ділянок земляного полотна.

6.8 Формування рекомендацій

На основі аналізу сформовано такі рекомендації:

1. Очистити водовідвідні канави на пікетах з поганим стоком.
2. Виконати підсипку баласту на 11-и ділянках.
3. Здійснювати GNSS-моніторинг 1 раз на місяць.
4. Провести повторне LiDAR-сканування через 6 місяців.
5. Виконати локальне ущільнення земляного полотна на ділянках із просіданням >5 см.

7 Аналіз ефективності та рекомендації щодо впровадження

Дослідження показало значну ефективність застосування цифрових технологій у порівнянні з традиційними інженерно-геодезичними методами.

7.1 Порівняння традиційних та цифрових методів

Порівняння традиційних та цифрових методів наведені у таблиці 7.1

Таблиця 7.1 – Порівняння традиційних та цифрових методів

Показник	Традиційні методи	Цифрові технології
Точність	середня	висока (1–3 мм)
Польові роботи	значні витрати часу	у 3–5 разів менше
Персонал	3–5 осіб	1–2 особи
Необхідність зупинки руху	можлива	відсутня
Прогнозування	відсутнє	наявне
Повнота даних	обмежена	багатошарова цифрова модель

7.2 Основні переваги впровадження

Основні переваги впровадження цифрових технологій у проектування та моніторинг стану залізничної інфраструктури:

- мінімізація трудових витрат;
- швидке отримання результатів;
- можливість моніторингу у важкодоступних місцях;
- підвищення безпеки персоналу;
- точне прогнозування майбутніх деформацій;
- інтеграція всіх даних у єдину цифрову платформу QGIS.

7.3 Рекомендації щодо впровадження

Після вивчення та аналізу викладеного матеріалу можна позначити наступні кроки впровадження:

1. Використовувати UAV для планових оглядів один раз на пів року.
2. Організувати GNSS-контроль ключових пікетів у режимі регулярного моніторингу.
3. Використовувати LiDAR щонайменше 1 раз на рік.
4. Створити централізовану GIS-базу даних інфраструктури.
5. Застосовувати QGIS як основну платформу технічного аналізу.

8 Практична реалізація у середовищі QGIS

QGIS було використано як основну платформу для створення цифрової моделі та аналізу деформацій залізничної інфраструктури.

8.1 Створення структури проєкту

У QGIS створено проєкт, що містить такі шари:

- GNSS-точки;
- тахеометричні пікети;
- вісь колії;
- ортофотоплан;
- LiDAR-хмари точок;
- цифрові моделі рельєфу (ЦМР) та поверхні (ЦМП);
- карти деформацій та ухилів.

8.2 Використані інструменти QGIS

- Profile Tool – побудова поздовжніх та поперечних профілів;
- Raster Terrain Analysis – ухили, експозиції, кривини;
- CloudCompare (plugin) – аналіз хмари точок;
- Heatmap – побудова теплових карт деформацій;
- Slope / Hillshade – візуалізація рельєфу;
- Temporal Controller – аналіз змін у часі.

8.3 Аналіз водовідведення

У QGIS побудовано:

- моделі напрямку стоку;
- карти акумуляції води;
- зони можливих підтоплень.

8.4 3D-моделювання

На основі LiDAR та UAV створено:

- 3D модель колії;
- 3D-модель укосів та земляного полотна;
- 3D-просторові профілі для оцінки деформацій.

8.5 Енергоефективність та енергозбереження

Об’єкт реконструкції споруд залізниці на ділянці Балта - Обхідна є лінійним об’єктом інженерно - транспортної інфраструктури у визначенні статті 4 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності».

Під час виконання робіт по реконструкції колії передбачається використання новітньої техніки, механізмів та інструментів які споживають малий об’єм електричної енергії та паливно-мастильних матеріалів .

Елементи та параметри запроектованої колії передбачено з урахуванням оптимальних параметрів для можливості подальшої експлуатації рухомого складу з досягнення максимальної ефективності використання

паливно-енергетичних ресурсів і одночасному зниженні техногенного впливу на навколишнє природне середовище, а саме поздовжній профіль колії прийнятий у вигляді площадок і ухилів, для можливості зупинки та рушенню з місця локомотиву з максимальною вагою при мінімальних затратах дизельного палива.

Забезпечення необхідного рівня пропускної спроможності колії буде сприяти подальшому розвитку не тільки підприємств району тяжіння напрямку, а і більшості галузей господарського комплексу України а також вирішить питання пропускної спроможності напрямку на віддалену перспективу.

Облік електроенергії здійснюється електронними лічильниками, встановленими в КТП, що дає можливість формування графіка навантаження та можливості ведення моніторингу параметрів мережі.

Перетини живлячих кабелів перевірені по втраті напруги, що не перевищує допустимих значень, що дозволяє подачу якісної електроенергії.

Проектом прийняті такі рішення та обладнання, що забезпечують раціональне і економне використання електроенергії:

- за рахунок побудови оптимальних живильних мереж;
- за рахунок застосування LED світильників.

8.6 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту

Інженерно-технічні заходи цивільного захисту передбачають під час розроблення проєктної документації згідно з 1.9 ДБН В.1.2-4:2019 для об’єктів, визначених в Кодексі цивільного захисту:

− що можуть спричинити виникнення НС та вплинути на стан захисту населення і територій;

− що забезпечують стале функціонування держави в умовах НС та в особливий період;

− споруд підземного простору населених пунктів, що планується використовувати для укриття населення;

− будівництво яких планується на території небезпечних зон згідно з ДБН В.1.2-4:2019.

- можливого небезпечного та значного (сильного) радіоактивного забруднення;

- зони можливого хімічного забруднення;

- можливого катастрофічного затоплення, можливих значних (сильних) руйнувань міст та об’єктів віднесених до відповідних груп та категорій з цивільного захисту.

− будівництво яких планується на території небезпечних зон згідно з ДБН В.1.2-4:2019.

-можливого небезпечного та значного (сильного) радіоактивного забруднення;

-зони можливого хімічного забруднення;

-можливого катастрофічного затоплення, можливих значних (сильних) руйнувань міст та об’єктів віднесених до відповідних груп та категорій з цивільного захисту.

Для можливості підвищення пропускної спроможності головної колії - кошторисною документацією, відповідно до вихідних даних, передбачено виконання робіт по заміні скріплення та шпал.

Проєктні рішення та заходи по об’єкту реконструкції перегону Балта – Обхідна не входять до «Переліку об’єктів, що належать суб’єктам господарювання, проєктування яких здійснюється з урахуванням вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту» затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 09 січня 2014 р. № 6 та додатку А ДСТУ 8773:2018 «Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об’єктів. Основні положення»

Будівництво об’єкту передбачене виключно в межах земельної ділянки (полоси відводу), що належить замовнику будівництва, тому відповідно до п. 2 наказу Міністерства оборони України від 14.11.2013 р за №771 отримання технічних умов від Державної служби України по надзвичайним ситуаціям не вимагається.

Висновки до випускної кваліфікаційної роботи

У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Цифрове моделювання та оптимізація геодезичного забезпечення при експлуатації залізничної інфраструктури з використанням даних дистанційного зондування та практичною реалізацією у середовищі QGIS» було здійснено комплексне дослідження сучасних методів геодезичного моніторингу та їх інтеграції у цифрові середовища.

У роботі виконано комплексне дослідження стану залізничної інфраструктури з використанням сучасних цифрових технологій: GNSS, UAV-фотограмметрії, LiDAR-сканування та GIS-аналізу. Створено детальну цифрову модель колії та земляного полотна, що дозволило виявити деформації, порушення роботи дренажних систем та ризикові ділянки.

Запропонований алгоритм оптимізації геодезичних робіт дозволяє:

- скоротити трудовитрати;
- підвищити точність аналізу;
- мінімізувати потребу у виході персоналу на колію;
- забезпечити проактивне технічне утримання;
- суттєво підвищити безпеку експлуатації колії.

Робота довела, що застосування технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), GNSS-вимірювань, UAV-фотограмметрії та LiDAR-сканування у поєднанні з інструментами QGIS дозволяє значно підвищити точність, оперативність та економічну ефективність геодезичного забезпечення залізничної інфраструктури.

Основні результати дослідження:

• Розроблено методику цифрового моделювання залізничних колій, яка базується на інтеграції GNSS-даних, хмар точок LiDAR та ортофотопланів у єдиній ГІС-системі.

• Встановлено переваги використання QGIS як універсального середовища для аналізу, моделювання та візуалізації геодезичних даних.

• Обґрунтовано необхідність переходу від традиційних методів вимірювань до цифрових технологій, що забезпечують безперервний моніторинг та прогнозування деформацій.

• Практично реалізовано алгоритм контролю технічного стану колії на прикладі перегону Балта–Обхідна, що підтвердило ефективність запропонованих рішень.

Інтеграція всіх даних у QGIS показала високу ефективність як інструменту комплексного аналізу та є перспективним напрямом цифрової трансформації залізничної галузі.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до оптимізації геодезичного забезпечення, який поєднує традиційні методи з сучасними цифровими технологіями. Практичне значення полягає у можливості впровадження розробленої методики у виробничу діяльність АТ «Укрзалізниця» та використання її у навчальному процесі для підготовки майбутніх інженерів-геодезистів.

Таким чином, робота підтвердила актуальність та перспективність цифрового моделювання як інструменту управління залізничною інфраструктурою.

Список використаної літератури

1 Земельний Кодекс України [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.12.2002. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text. - (Дата звернення: 12.01.2024).

2 Закон України «Про землеустрій» » : за станом на 22 травня 2003р. / Верховна рада України. –Офіц. вид. – К. : Парлам.. вид-во, 2003. – 120 с. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text. - (Дата звернення: 12.01.2024)

3 Закон «Про фермерське господарство» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.12.2003. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/973-15#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

4 Закон «Про сільськогосподарську кооперацію» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.12.2020. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/819-20#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

5 Закон «Про особисте селянське господарство», [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 17.11.2005. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/742-15#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

6 Землевпорядне проектування: Навчальний посібник / Т.С. Одарюк та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 292 с.

7 Лісовий кодекс України – [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 21.01.1994. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

8 Водний кодекс України –[Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 06.06.1995. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

9 Закон України «Про охорону навколишнього середовища» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 26.06.1991. – Режим

доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

10 Закон України «Про основи містобудування» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 16.11.1992. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2780-12#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

11 Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України по збереженню родючості ґрунтів» [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 04.06.2009. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1443-17#Text - (Дата звернення: 12.01.2024)

12 Наказ про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель [Електронний ресурс] затв. Верховною радою України 01.11.2010. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1011-10#Text - (Дата звернення: 12.01.2024).

13 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення і оформлення [Текст]: методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській звітності. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 54 с.

14 Богіра М.С. Землевпорядне проектування: теоретичні основи і територіальний землеустрій : навч. посіб. / М.. Богіра, В.І. Ярмолюк; за ред.. к.е.н. М. С. Богіри. – Аграрна освіта, 2011. – 416 с.

15 Методичні вказівки до практичних і самостійної роботи з дисципліни «Землевпорядні вишукування і проектування» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» / Батракова А.Г., Казаченко Л.М. – Х. : ХНАДУ. – 2018. – 48 с. – Режим доступу : http://files.khadi.kharkov.ua.

16 ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. — К, 1995. — 38 с.

17 Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня всіх форм навчання зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітньої програми «Геодезія, землеустрій та кадастр» / укладачі : Є. Б. Угненко, А. О. Шевченко, О. М.

Ужвієва, Н. І. Сорочук ; кафедра вишукувань та проєктування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 52 с

18 Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст. 668. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12.

19 Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18 січня 2001 р. № 2245-III. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, № 15, ст. 73. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14

20 ДБН А.3.2.2-2009. Промислова безпека в будівництві. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 64 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a_3_2_2_2009_promislova_bezpeka_v_budivnictvi/2-1-0-1048

21 НПАОП 63.21-1.25-07. Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві: наказ № 43 від 3 квітня 2007 р. Київ: Міністерство праці та соціальної політики України, 2007. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0323-07

22 Третяк А.М., Третяк В.М. Концептуальні засади новітньої інституціонально-поведінкової економічної теорії для економіки землекористування України. MODERN PROBLEMS IN SCIENCE. Abstracts of VIII International Scientific and Practical Conference Prague, Czech Republic. November 09—12, 2020. С. 163—166.

23 Documentation for QGIS 3.40. Режим доступу : https://docs.qgis.org/3.40/en/docs/index.html

24 Anthea L. Mitchell, Ake Rosenqvist, Brice Mora Current remote sensing approaches to monitoring forest degradation in support of countries measurement, reporting and verification (MRV) systems for REDD+.Режим доступу : https://link.springer.com/article/10.1186/s13021-017-0078-9?utm_source=chatgpt.com.

25 Marzhan Sadenova, Nail Beisekenov, Petar Sabev Varbanov Assessing the effectiveness of RS, GIS, and AI data integration in analysing agriculture

performance to enable sustainable land management. Режим доступу :https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-024-00625-4?utm_source=chatgpt.com

26 Sha Huang, Lina Tang, Joseph P. Hupy, Yang Wang, Guofan Shao A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensingРежим доступу : https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-020-01155-1?utm_source=chatgpt.com.

27 Romano Lottering,Kabir Peerbhay andSamuel Adelabu Remote Sensing Applications in Agricultural, Earth and Environmental Sciences. Режим доступу : https://www.mdpi.com/2076-3417/15/8/4537?utm_source=chatgpt.com

28 Hoekman, D.; Kooij, B.; Quiñones, M.; Vellekoop, S.; Carolita, I.; Budhiman, S.; Arief, R.; Roswintiarti, O. Wide-Area Near-Real-Time Monitoring of Tropical Forest Degradation and Deforestation Using Sentinel-1. Remote Sens. 2020, 12, 3263.

29 Kumar, S.; Meena, R.S.; Sheoran, S.; Jangir, C.K.; Jhariya, M.K.; Banerjee, A.; Raj, A. Chapter 5—Remote sensing for agriculture and resource management. In Natural Resources Conservation and Advances for Sustainability; Jhariya, M.K., Meena, R.S., Banerjee, A., Meena, S.N., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2022; pp. 91–135.

30 Sibiya, B.; Lottering, R.; Odindi, J. Discriminating commercial forest species using image texture computed from a WorldView-2 pan-sharpened image and partial least squares discriminant analysis. Remote Sens. Appl. Soc. Environ. 2021, 23, 100605

31 Hejmanowska, B.; Kramarczyk, P. Assessing Land Cover Changes Using the LUCAS Database and Sentinel Imagery: A Comparative Analysis of Accuracy Metrics. Appl. Sci. 2025, 15, 240.

Додаток А Каталог координат

1887,5294269.8213,3302530.3299,235.9964
1886,5294270.6219,3302528.6398,236.3386
1885,5294271.3407,3302527.5166,236.7430
1884,5294271.7153,3302526.7881,237.0406
1883,5294271.7943,3302524.1611,236.7588
1882,5294272.1110,3302523.2327,236.4618
1881,5294274.8088,3302517.0271,236.3673
1880,5294281.5672,3302524.4987,236.6573
1879,5294279.0504,3302530.1242,237.1305
1878,5294285.4082,3302535.6351,236.6313
1877,5294286.1976,3302536.0658,236.6758
1876,5294290.7790,3302528.7244,236.9066
1875,5294293.4566,3302526.9087,236.5988
1874,5294293.6520,3302526.0966,236.0626
1873,5294293.9054,3302525.7071,235.8434
1872,5294294.0758,3302525.4506,235.8585
1871,5294294.1757,3302525.1876,236.0377
1870,5294290.3837,3302525.1836,236.6246
1869,5294290.3746,3302522.2091,235.7433
1868,5294292.0545,3302520.6909,235.6072
1867,5294295.3578,3302522.1824,235.7667
1866,5294298.5690,3302495.5842,234.4287
1865,5294299.2521,3302511.8349,235.1250
1864,5294308.8777,3302503.2857,235.2672
1863,5294328.3720,3302500.9027,237.0966
1862,5294326.4808,3302497.0382,237.1156
1861,5294325.9956,3302495.6864,237.0448
1860,5294325.4028,3302494.7312,236.3794
1859,5294325.2885,3302493.3499,236.0458
1858,5294324.4381,3302493.7984,236.0310
1857,5294313.3004,3302506.6046,236.9871
1856,5294311.2951,3302506.7155,236.8668
1855,5294313.2690,3302508.4532,237.0481
1854,5294315.9276,3302512.0835,237.1110
1853,5294305.1219,3302516.6553,236.8601
1852,5294306.6895,3302517.5866,237.0676
1851,5294300.8854,3302522.7949,236.7037
1850,5294302.3931,3302522.2387,236.9560
1849,5294303.8512,3302522.7679,237.1464
1848,5294306.1484,3302526.8899,237.2012
1847,5294306.1456,3302526.8906,237.2055
1846,5294300.8230,3302528.7084,237.1498
1845,5294300.8724,3302527.2012,237.1618
1844,5294298.8989,3302528.6919,235.8539
1843,5294299.6581,3302527.8041,237.0136
1842,5294298.5057,3302530.0377,237.0915
1841,5294298.1080,3302529.4382,236.7424
1840,5294299.3495,3302531.5048,237.1858
1839,5294296.9751,3302533.5661,237.0503
1838,5294293.3809,3302550.6023,237.2574
1837,5294290.3807,3302548.4971,237.2425
1836,5294290.4408,3302546.8566,237.1170
1835,5294287.1327,3302543.4326,236.7182
1834,5294280.5434,3302533.4601,236.6256
1833,5294277.4471,3302536.7053,235.9259
1832,5294277.2778,3302537.7588,235.8256
1831,5294283.6254,3302538.8804,236.0974
1830,5294284.0550,3302537.8474,236.0596
1829,5294289.7651,3302540.2233,236.1555
1828,5294289.9804,3302539.1346,236.1039
1827,5294290.3843,3302537.5591,236.8102
1826,5294292.9180,3302539.9292,236.7197
1825,5294293.8448,3302540.6708,237.1451
1824,5294293.3879,3302540.4742,236.1629
1823,5294293.6366,3302539.6646,236.8949
1822,5294293.2383,3302540.9660,236.7168
1821,5294293.5389,3302542.8977,237.1640
1820,5294294.3690,3302541.3234,237.1211
1819,5294295.7330,3302538.8154,237.1940
1818,5294296.1221,3302537.9348,237.1852
1817,5294297.1678,3302535.6355,237.1971
1816,5294299.4192,3302531.6213,237.1972
1815,5294308.3397,3302533.4769,236.7435
1814,5294305.6508,3302539.2332,237.0477
1813,5294303.2274,3302544.3920,236.8566
1812,5294303.1555,3302544.5875,236.4887
1811,5294272.0275,3302534.9181,236.2757
1810,5294270.8579,3302537.0162,236.5969
1809,5294270.7185,3302536.3337,235.0246
1808,5294275.4793,3302538.2231,235.4338
1807,5294273.2046,3302545.8968,235.5322
1806,5294278.0345,3302544.7572,236.0238
1805,5294282.4784,3302546.8457,236.1695
1804,5294279.8536,3302555.0901,236.5205
1803,5294280.2267,3302556.3170,236.9416
1802,5294282.0181,3302564.3373,237.2052
1801,5294279.2112,3302560.9436,237.0563
1800,5294265.7918,3302565.4182,235.8635
1799,5294267.1313,3302568.0001,237.0035
1798,5294268.1294,3302569.6498,237.1907
1797,5294276.0238,3302580.4134,236.4561
1796,5294274.6332,3302578.9455,237.1329
1795,5294272.9286,3302577.2447,237.3124
1794,5294286.5078,3302566.5084,237.1384
1793,5294296.3475,3302553.8325,237.1351
1792,5294299.3371,3302553.0945,237.1405
1791,5294299.1422,3302550.0967,237.1559
1790,5294299.3852,3302548.9916,237.1328
1789,5294301.5417,3302544.4216,237.1776
1788,5294302.8525,3302544.8669,236.0584
1787,5294302.4859,3302545.3976,237.2087
1786,5294302.9830,3302544.0895,237.2264
1785,5294302.2165,3302543.4804,237.2181
1784,5294302.9975,3302542.2146,237.2029
1783,5294303.4510,3302541.2777,237.2207
1782,5294304.5386,3302538.9537,237.2056
1781,5294305.2609,3302537.2993,237.2149
1780,5294306.4210,3302534.0688,237.1872
1779,5294307.4149,3302533.2242,237.2232
1778,5294308.3616,3302533.3636,236.0699
1777,5294307.8437,3302533.9528,237.1768
1776,5294308.3799,3302532.6465,237.1229
1775,5294306.7821,3302525.8171,237.3490
1774,5294314.9514,3302513.2197,237.2789
1773,5294332.8534,3302506.2952,236.6788
1772,5294332.2076,3302505.7536,236.9623

1771,5294331.4800,3302504.7349,237.1066
1770,5294319.1080,3302515.0492,237.1417
1769,5294309.3020,3302528.9157,237.2563
1768,5294313.0686,3302534.8193,236.2156
1767,5294312.6960,3302535.7288,236.2229
1766,5294313.9983,3302537.5771,236.7363
1765,5294318.9098,3302539.2138,236.7272
1764,5294318.6061,3302538.4299,236.3336
1763,5294318.6800,3302538.1368,236.1145
1762,5294318.8297,3302537.7699,236.0808
1761,5294318.9905,3302537.4066,236.2923
1760,5294317.0052,3302531.5506,236.6743
1759,5294317.8921,3302524.5176,236.2566
1758,5294322.6240,3302528.9233,236.1239
1757,5294329.2231,3302533.5005,236.4002
1756,5294326.7460,3302539.7485,236.6160
1755,5294323.5604,3302546.6268,236.6881
1754,5294323.0051,3302547.5944,236.8649
1753,5294322.7655,3302550.0961,237.1663
1752,5294311.3605,3302544.9858,237.0913
1751,5294313.2518,3302546.7300,236.9108
1750,5294312.9749,3302547.2470,236.7244
1749,5294311.0952,3302548.0919,236.5234
1748,5294310.6684,3302549.2502,236.5099
1747,5294309.5572,3302551.2674,236.8944
1746,5294307.7582,3302557.9220,236.9060
1745,5294305.1700,3302567.7432,236.8815
1744,5294315.8240,3302572.3345,236.9826
1743,5294318.6495,3302563.0651,237.0019
1742,5294321.7696,3302556.7540,237.2258
1741,5294322.4701,3302554.6763,236.6842
1740,5294322.5309,3302554.2733,236.4725
1739,5294322.6814,3302554.0393,236.5201
1738,5294322.9479,3302553.7000,236.7723
1737,5294324.8734,3302550.9908,237.2619
1736,5294327.3730,3302545.7379,236.8496
1735,5294334.1411,3302555.3614,237.2696
1734,5294341.0282,3302565.5000,237.5616
1733,5294342.0926,3302563.4817,236.4859
1732,5294342.5530,3302562.6763,236.4880
1731,5294343.0163,3302561.4959,237.0364
1730,5294343.1287,3302561.1852,237.0288
1729,5294343.5113,3302560.7678,237.2138
1728,5294343.9547,3302559.8141,237.3554
1727,5294345.2268,3302557.2530,237.2211
1726,5294345.4107,3302556.8722,236.9953
1725,5294345.8105,3302556.1117,236.8889
1724,5294347.1332,3302552.6935,236.8529
1723,5294352.1389,3302544.9919,237.2733
1722,5294350.6889,3302547.3940,237.2296
1721,5294349.2490,3302549.9562,236.0816
1720,5294348.9113,3302550.3344,236.0524
1719,5294347.8069,3302552.1723,237.1606
1718,5294371.2119,3302572.2525,237.6283
1717,5294373.4426,3302567.0497,237.1007
1716,5294419.3647,3302588.0142,237.6364
1715,5294417.1591,3302593.2059,237.9579
1714,5294442.9799,3302608.4566,237.3653
1713,5294443.5477,3302607.3395,237.9648
1712,5294443.9595,3302606.8260,237.8420
1711,5294444.1803,3302606.6057,237.9806
1710,5294444.5136,3302605.7142,238.1821
1709,5294445.9978,3302603.4491,237.9625
1708,5294446.3816,3302603.1226,237.8195
1707,5294446.5165,3302602.5211,237.8344
1706,5294446.3133,3302601.9139,237.6515
1705,5294447.6624,3302599.1256,237.6246
1704,5294450.8011,3302592.2591,238.7825
1703,5294449.5896,3302593.9700,238.5738
1702,5294448.7069,3302596.8932,237.7250
1701,5294448.0815,3302598.3340,238.1317
1700,5294473.3316,3302612.9936,237.9129
1699,5294471.1728,3302617.8883,238.1950
1698,5294465.0926,3302618.3742,237.5562
1697,5294459.9649,3302616.5582,237.5630
1696,5294463.7690,3302614.4955,238.1369
1695,5294457.6149,3302618.4236,238.8636
1694,5294452.3270,3302619.9025,239.0973
1693,5294455.1972,3302621.2335,239.1376
1692,5294463.0612,3302617.4523,237.7867
1691,5294459.5426,3302619.1259,238.8147
1690,5294458.8574,3302621.2758,239.1840
1689,5294460.3240,3302624.2143,239.3194
1688,5294465.6643,3302624.0747,239.2197
1687,5294462.8759,3302625.2741,239.4793
1686,5294464.7556,3302627.5635,239.3755
1685,5294467.1036,3302622.5850,238.7378
1684,5294471.7503,3302624.6977,238.8826
1683,5294470.3341,3302627.9167,239.3004
1682,5294491.5707,3302636.1210,239.3217
1681,5294493.4344,3302634.1756,239.0100
1680,5294496.8630,3302632.9317,237.6676
1679,5294497.3615,3302631.9028,238.2448
1678,5294497.5587,3302631.7081,238.1421
1677,5294498.1615,3302631.0898,238.2747
1676,5294498.7517,3302630.4929,238.5094
1675,5294500.5314,3302628.6477,238.2122
1674,5294500.8479,3302628.0370,237.9954
1673,5294501.3526,3302626.9241,238.0993
1672,5294502.3927,3302624.2829,238.0742
1671,5294505.4027,3302618.7906,239.1007
1670,5294504.7118,3302620.2618,238.9703
1669,5294503.5407,3302622.4689,238.1502
1668,5294502.9721,3302623.5562,238.6033
1667,5294526.2107,3302643.0589,238.7022
1666,5294528.7519,3302638.0399,238.5083
1665,5294582.2756,3302661.9469,239.4804
1664,5294582.8208,3302664.9758,239.5243
1663,5294582.3957,3302665.6424,239.2742
1662,5294581.5178,3302668.5237,239.6521
1661,5294612.1829,3302685.9731,239.2148
1660,5294612.8205,3302685.1635,239.8402
1659,5294613.3038,3302684.6103,239.7978
1658,5294613.5733,3302684.1539,239.9156
1657,5294613.8321,3302683.3651,240.1395
1656,5294615.4528,3302681.5076,239.9582
1655,5294615.7869,3302680.9145,239.7601
1654,5294616.3321,3302680.2646,239.4364
1653,5294617.5245,3302678.5717,239.5966
1652,5294633.7858,3302687.0920,239.3402
1651,5294634.2733,3302686.1645,239.5893
1650,5294631.7213,3302691.4188,239.7114
1649,5294682.1240,3302714.5115,239.8439
1648,5294684.6426,3302708.6561,239.2965
1647,5294739.1263,3302733.7545,239.3681
1646,5294737.3307,3302739.7486,240.1240

1645,5294766.2777,3302756.0423,239.1862
1644,5294766.7459,3302755.2056,239.9410
1643,5294767.2788,3302754.2444,239.8865
1642,5294767.4761,3302753.5361,240.2429
1641,5294768.5493,3302751.4337,239.9876
1640,5294769.1946,3302750.9172,239.8004
1639,5294769.3703,3302750.5516,239.9887
1638,5294770.0688,3302750.1707,239.7944
1637,5294771.8237,3302747.1999,239.6095
1636,5294772.1697,3302746.4743,239.8081
1635,5294772.7277,3302745.3259,239.3546
1634,5294773.5117,3302743.7361,239.3579
1633,5294774.9659,3302742.3910,240.1214
1632,5294793.7185,3302758.7175,239.5452
1631,5294791.2178,3302764.4868,240.2487
1630,5294814.7041,3302779.9415,239.6337
1629,5294815.5640,3302778.7402,239.1046
1628,5294816.2071,3302777.9390,239.9261
1627,5294816.3782,3302777.4763,239.6621
1626,5294816.8129,3302776.7873,239.9503
1625,5294819.0309,3302774.6367,239.9539
1624,5294819.3532,3302774.1648,239.6770
1623,5294819.9264,3302773.6004,239.8490
1622,5294820.8170,3302773.0461,239.5738
1621,5294822.4116,3302770.1603,239.3626
1620,5294825.5801,3302766.5199,239.7800
1619,5294824.1380,3302768.2420,239.1264
1618,5294823.0478,3302769.6980,239.7046
1617,5294845.8104,3302789.3464,240.0019
1616,5294848.0086,3302784.0220,239.6782
1615,5294857.8329,3302788.6146,239.7526
1614,5294857.4327,3302794.6291,239.9491
1613,5294884.0533,3302813.0434,238.4473
1612,5294896.7497,3302816.4734,238.9848
1611,5294897.7561,3302815.3523,239.5953
1610,5294898.5851,3302814.9856,239.4022
1609,5294898.7908,3302814.5393,239.5980
1608,5294900.1968,3302814.2147,239.8571
1607,5294901.8433,3302812.3522,239.5250
1606,5294901.9243,3302811.9224,239.3110
1605,5294903.2052,3302811.5547,239.6470
1604,5294902.1505,3302809.0660,239.7319
1603,5294908.2960,3302802.3701,238.8660
1602,5294906.2565,3302805.6080,239.0906
1601,5294905.4403,3302807.1808,239.8219
1600,5294938.3813,3302826.7334,239.4461
1599,5294939.1104,3302831.9638,239.7284
1598,5294954.1285,3302832.2551,239.2676
1597,5294952.2911,3302833.1134,239.4119
1596,5294950.2483,3302837.0428,239.6995
1595,5294969.3232,3302845.7472,239.6588
1594,5294978.3686,3302849.8505,239.6193
1593,5294986.5408,3302853.6131,239.6110
1592,5294976.3868,3302842.9280,239.2205
1591,5294976.8054,3302841.8281,238.9029
1590,5294979.2026,3302839.0428,238.5002
1589,5294982.9847,3302841.4996,238.7070
1588,5294983.8204,3302842.7673,238.5355
1587,5294989.1096,3302845.8512,238.8407
1586,5294992.0845,3302843.8578,238.5205
1585,5294994.5123,3302839.8607,238.2813
1584,5294980.2025,3302856.9867,235.0693
1583,5294980.7443,3302858.5960,236.1929
1582,5294978.7941,3302857.5247,236.1478
1581,5294979.9309,3302855.9496,237.2468
1580,5294981.4256,3302856.5804,237.2151
1579,5294981.7504,3302855.9617,237.3951
1578,5294980.1977,3302855.2930,237.3932
1577,5294981.9886,3302853.7055,239.0843
1576,5294982.2918,3302853.1135,239.2050
1575,5294982.6924,3302852.6234,239.2963
1574,5294984.3074,3302849.9176,239.1876
1573,5294984.4898,3302849.2371,239.1251
1572,5294984.7233,3302848.9561,239.2348
1571,5294984.9297,3302847.8676,239.1239
1570,5294985.5989,3302846.3878,238.9027
1569,5294986.1097,3302845.1619,238.4825
1568,5294986.6363,3302843.8329,237.5259
1567,5294986.8247,3302843.3863,237.5495
1566,5294986.0627,3302843.0049,237.5105
1565,5294987.3199,3302843.6564,237.5340
1564,5294986.6948,3302840.4976,236.6699
1563,5294988.9793,3302841.6926,236.6823
1562,5294987.5250,3302841.4651,235.1691
1561,5294995.2263,3302842.1315,238.4636
1560,5294993.4918,3302842.6786,238.5349
1559,5294989.9812,3302846.7811,238.9681
1558,5294991.2468,3302850.4439,239.3111
1557,5295001.9631,3302852.5560,238.9980
1556,5294999.1307,3302854.1240,239.0849
1555,5295023.9978,3302870.7382,239.5801
1554,5295034.6119,3302875.6087,239.5410
1553,5295038.7119,3302874.0220,239.1448
1552,5295041.9224,3302870.1151,239.0129
1551,5295042.2294,3302869.4785,239.3138
1550,5295045.3255,3302867.3395,237.5287
1549,5295046.1956,3302865.8629,237.2515
1548,5295081.4714,3302869.4703,237.6357
1547,5295076.4465,3302877.5206,237.2041
1546,5295075.4483,3302880.8090,237.4565
1545,5295075.2361,3302881.0439,237.5230
1544,5295072.9747,3302882.6767,238.8159
1543,5295070.4477,3302886.8975,239.0488
1542,5295070.1085,3302887.4456,239.1406
1541,5295069.9644,3302888.3570,239.1164
1540,5295071.1727,3302889.3719,239.2205
1539,5295082.7215,3302897.5098,239.4954
1538,5295099.5327,3302905.2152,239.5103
1537,5295116.4949,3302913.0000,239.4582
1536,5295127.0776,3302917.9023,239.4311
1535,5295142.4393,3302934.4300,237.1644
1534,5295143.2478,3302932.3777,237.2008
1533,5295144.1766,3302931.2605,237.9551
1532,5295144.6478,3302929.7740,238.2697
1531,5295146.5743,3302929.1836,238.9785
1530,5295146.9280,3302928.4649,238.9637
1529,5295147.0286,3302928.2027,239.0670
1528,5295147.2421,3302927.3201,239.3587
1527,5295148.7095,3302925.3089,239.1521
1526,5295148.7526,3302924.7173,238.9803
1525,5295149.0291,3302923.9292,238.9222
1524,5295149.2870,3302922.9622,238.7968
1523,5295150.6988,3302909.3465,238.2425
1522,5295150.5283,3302911.7788,238.1400
1521,5295151.7611,3302914.7049,237.5267
1520,5295152.6490,3302917.8879,237.5493

1519,5295151.4313,3302919.9305,238.6950
1518,5295160.1032,3302923.8475,238.6789
1517,5295174.9158,3302943.9174,238.2064
1516,5295177.3393,3302941.8618,239.2885
1515,5295206.1191,3302941.1917,238.8889
1514,5295205.1161,3302942.7681,238.7271
1513,5295204.1281,3302944.4822,238.0969
1512,5295203.9851,3302944.8234,238.1421
1511,5295203.5195,3302945.7540,238.5982
1510,5295201.7215,3302949.2483,238.5776
1509,5295201.5045,3302949.8347,238.7514
1508,5295201.0000,3302950.5320,238.8288
1507,5295200.6975,3302951.1236,238.9271
1506,5295197.6659,3302957.4778,238.6593
1505,5295198.1549,3302956.2586,238.1314
1504,5295198.7207,3302955.1643,238.6648
1503,5295199.1559,3302954.4380,238.7826
1502,5295199.3145,3302953.9807,238.9951
1501,5295199.7549,3302953.3317,239.1830
1500,5295225.4127,3302967.2582,239.0696
1499,5295247.9049,3302970.8568,238.1984
1498,5295247.0498,3302972.3558,238.1974
1497,5295245.8475,3302974.0766,238.3499
1496,5295245.3683,3302974.5790,238.5848
1495,5295244.9542,3302975.1038,238.5765
1494,5295244.6697,3302975.6293,238.7595
1493,5295245.6329,3302978.8701,238.9580
1492,5295272.5104,3302995.3723,238.7968
1491,5295295.2358,3303010.2089,238.5998
1490,5295318.5623,3303026.2365,238.3484
1489,5295336.0001,3303038.9120,238.1616
1488,5295344.0913,3303052.9085,237.9357
1487,5295345.4837,3303051.6265,237.5363
1486,5295346.2993,3303050.8329,237.3063
1485,5295347.0115,3303050.0306,237.7465
1484,5295347.6312,3303049.1405,237.7671
1483,5295348.0581,3303048.8577,237.9211
1482,5295350.7443,3303046.9509,237.9377
1481,5295351.8862,3303046.0322,237.6585
1480,5295352.6438,3303044.8024,237.4118

Додаток Б Публікації за спеціальності

1. А. Зеленська, 103-ГЗ-Д20, В. Козир, 103-ГЗ-Д20, А.А. Шевченко, к.т.н., доцент. Огляд систем дистанційного навчання. III Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій» 28-29 жовтня 2021 року. м. Кропивницький – ЦНТУ – С.119-121

2. А. Васик (103-ГЗ-Д20), А. Зеленська (103-ГЗ-Д20). Керівник – доц. А. Шевченко. Огляд геодезичних приладів при інженерних вишукуваннях. Тези 82-ї студентської науково-технічної конференції (5-7 листопада 2021 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2021 р. – С. 307-308

3. Шевченко А., Шевченко О., Зеленська А. Використання Aveva Everything 3D у моделюванні та експлуатації будівель та споруд https://drive.google.com/file/d/1kUn6INFk1P8u0dhA5sKsMBvoHZ6WSv/view Впр овадження інноваційних матеріалів і технологій при проєктуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике будівництво»: збірник тез доповідей Міжнародної конференції, м. Київ, 24-25 листопада 2022 року. Київ: Національний транспортний університет, 2022. – С.68-70

4. Васик А, Зеленська А. Керівник – Шевченко А.О., к.т.н., доцент. Оцінка стану навколишнього середовища, принципи відновлення довкілля України та земельні відносини у воєнний період. Конкурсна робота. Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво. Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій» УкрДУЗТ 14.03.2023р (2 місце)

5. Олександр Шевченко, Анна Зеленська, Антон Васик. Керівник – Шевченко А.О. МОЖЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ У ВОЄННОЙ ТА ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД XXIII Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених

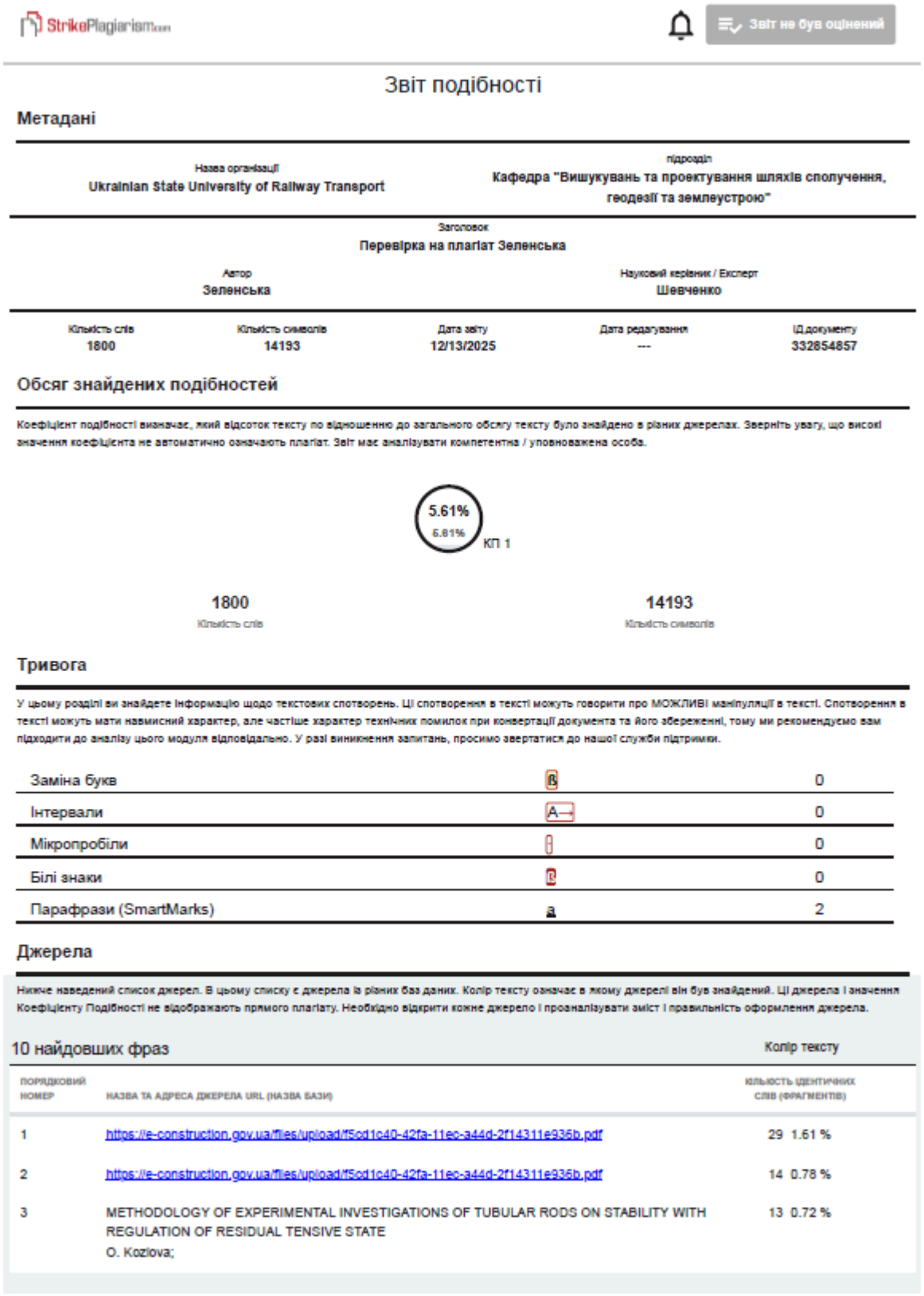
«Політ. Сучасні проблеми науки» 4-7 квітня 2023 НАУ, Київ. – с. 28-29 https://drive.google.com/file/d/1La8hnwP61F-oTbnLevWpNVY8Ulmm8yyv/view

6. А. Зеленська (103-ГЗ-Д20) С. Дейнеко (103-ГЗ-Д20) В. Бут (103-ГЗ-Д21) Керівник – доц. А.О. Шевченко Системи контролю за кожним етапом процесу проектування землеустрою Тези 83-ї студентської науково-технічної конференції (12-14 грудня 2023 р.) – Х., УкрДУЗТ, 2023 р. – С. 194-195.

7. Шевченко А.О., Зеленська А.А., Шевченко І.О., Бєлікова Н.В. Контроль та діагностика земляного полотна залізниці при переміщенні рухомого складу Шістнадцята Міжнародна науково-практична конференція «СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА ТРАНСПОРТІ» MINTT – 2024. - 29–31 травня 2024 року. - м. Одеса. – С. 141-144.

8. Цифровізація кадастрових систем: від паперових планів до інтерактивних карт.Антон ВАСИК (216-ГЗ-Д24), Богдан ДАВИДЕНКО (216-ГЗ-Д24), Сергій ДЕЙНЕКО (216-ГЗ-Д24), Анна ЗЕЛЕНСЬКА (216-ГЗ-Д24)Керівник – доц. Анна ШЕВЧЕНКО

Додаток В Звіт перевірки випускної кваліфікаційної роботи на плагіат



StrikePlagiarism.com

Звіт не був оцінений

Звіт подібності

Метадані

Назва організації: Ukrainian State University of Railway Transport

підрозділ: Кафедра "Вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою"

Заголовок: Перевірка на плагіат Зеленська

Автор: Зеленська

Науковий керівник / Експерт: Шевченко

Кількість слів	Кількість символів	Дата звіту	Дата редагування	ІД документу
1800	14193	12/13/2025	---	332854857

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

5.61%
6.81%
КП 1

1800
Кількість слів

14193
Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	ß	0
Інтервали	A⟷	0
Мікропробіли	¶	0
Білі знаки	¶	0
Парафрази (SmartMarks)	a	2

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз — Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://e-construction.gov.ua/files/upload/f5cd1c40-42fa-11ec-a44d-2f14311e936b.pdf	29 1.61 %
2	https://e-construction.gov.ua/files/upload/f5cd1c40-42fa-11ec-a44d-2f14311e936b.pdf	14 0.78 %
3	METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF TUBULAR RODS ON STABILITY WITH REGULATION OF RESIDUAL TENSIVE STATE O. Kozlova;	13 0.72 %

4	https://e-construction.gov.ua/files/upload/f5cd1c40-42fa-11ec-a44d-2f14311e936b.pdf	12 0.67 %
5	https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=318000546947740577 6/doctype=6	11 0.61 %
6	http://docplayer.net/73425239-Inzhenerno-geodezichni-vishukuvannya-tehnichniy-zvit.html	6 0.33 %
7	https://e-construction.gov.ua/files/upload/f5cd1c40-42fa-11ec-a44d-2f14311e936b.pdf	6 0.33 %
8	https://zotg.gov.ua/wp-content/uploads/2025/03/obgruntuvannya_gen_plan_litky.docx	5 0.28 %
9	https://ukrgeo.ua/wp-content/uploads/2021/12/%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%86%D0%A7%D0%9D%D0%95-%D0%97%D0%90%D0%92%D0%94%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%AF-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D0%A2%D0%93-10000_2000.pdf	5 0.28 %

з бази даних RefBooks (0.72 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
джерело: Paperity		
1	METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF TUBULAR RODS ON STABILITY WITH REGULATION OF RESIDUAL TENSIVE STATE O. Kozlova;	13 (1) 0.72 %

з домашньої бази даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з програми обміну базами даних (0.00 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

з Інтернету (4.89 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
2	**https://e-construction.gov.ua/files/upload/f5cd1c40-42fa-11ec-a44d-2f14311e936b.pdf**	**61 (4) 3.39 %**
3	https://e-construction.gov.ua/document_detail/doc_id=318000546947740577 6/doctype=6	11 (1) 0.61 %
4	http://docplayer.net/73425239-Inzhenerno-geodezichni-vishukuvannya-tehnichniy-zvit.html	6 (1) 0.33 %
5	https://zotg.gov.ua/wp-content/uploads/2025/03/obgruntuvannya_gen_plan_litky.docx	5 (1) 0.28 %
8	https://ukrgeo.ua/wp-content/uploads/2021/12/%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%86%D0%A7%D0%9D%D0%95-%D0%97%D0%90%D0%92%D0%94%D0%90%D0%9D%D0%9D%D0%AF-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%97-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8-%D0%A2%D0%93-10000_2000.pdf	5 (1) 0.28 %

Список прийнятих фрагментів

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)