

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

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Факультет будівельний

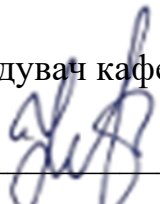
Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та
землеустрою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, професор, д.т.н.

 Євгенія УГНЕНКО

« 04 » листопада 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 2025 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

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.

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

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 Третьак А.М., Третьак 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 доступа :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 доступа : https://link.springer.com/article/10.1007/s11676-020-01155-1?utm_source=chatgpt.com.

27 Romano Lottering, Kabir Peerbhay and Samuel Adelabu Remote Sensing Applications in Agricultural, Earth and Environmental Sciences. Режим доступа : 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.