

Мартинюк Андрій Віталійович¹,
к.т.н., доцент кафедри галузевого
машинобудування та агроінженерії
Підгайчук Світлана Ярославівна¹,
к.т.н., доцент кафедри архітектури та
містобудування

Федорів Віктор Михайлович¹,
к.т.н., доцент кафедри галузевого
машинобудування та агроінженерії,
Марченко Максим Васильович¹,

к.т.н., доцент кафедри галузевого
машинобудування та агроінженерії
Борис Микола Михайлович¹, к.т.н., доцент
кафедри галузевого машинобудування та
агроінженерії

¹Хмельницький національний університет

Martyniuk Andrii¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of
the Department of Industrial Mechanical Engineering and
Agroengineering, <https://orcid.org/0000-0001-8277-1308>

Pidhaichuk Svitlana¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of Architecture and Urban Planning,
<https://orcid.org/0000-0002-9868-6447>

Fedoriv Viktor¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the
Department of Industrial Mechanical Engineering and
Agroengineering, <https://orcid.org/0000-0002-4499-0910>

Marchenko Maksym¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of Industrial Mechanical Engineering and
Agroengineering, <https://orcid.org/0000-0002-8645-3013>

Borys Mykola¹, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the
Department of Industrial Mechanical Engineering and
Agroengineering, <https://orcid.org/0000-0003-0677-9505>

¹Khmelnytskyi National University

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ GNSS ТА RTK У ПЕРЕДПРОЄКТНОМУ АНАЛІЗІ ПРОМИСЛОВИХ ТА АГРАРНИХ ТЕРИТОРІЙ

DIGITAL GNSS AND RTK TECHNOLOGIES IN PRE-DESIGN ANALYSIS OF INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL AREAS

Мартинюк А. В., Підгайчук С. Я., Федорів В. М., Марченко М. В., Борис М. М. Цифрові технології GNSS ТА RTK У передпроектному аналізі промислових та аграрних територій. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2026. Том 11. № 2. С. 54 – 58.

Martyniuk A., Pidhaichuk S., Fedoriv V., Marchenko M., Borys M. Digital GNSS and RTK technologies in pre-design analysis of industrial and agricultural areas. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2026. Volume 11. № 2. pp. 54 – 58.

У статті обґрунтовано методичні засади передпроектного аналізу промислових територій на прикладі насінневого заводу площею 4,92 га. Основну увагу приділено формуванню точної просторової підоснови для архітектурного проектування із застосуванням RTK-технології на базі GNSS-мережі System.NET. Досліджено особливості отримання метричних даних в умовах щільної забудови, де для підвищення точності поєднано супутникові спостереження з електронною тахеометрією. Проведено порівняльний аналіз методів вимірювання та мінімізовано похибки позиціонування. На основі отриманих даних у середовищі QGIS створено цифрову модель рельєфу методом триангуляції та виконано аналіз поверхні за допомогою карт ухилів і hillshade-моделей. Наукова новизна полягає в інтеграції прецизійних геодезичних вимірювань у цифрову графічну модель об'єкта, а практичне значення – у підвищенні якості архітектурно-планувальних рішень і зниженні проектних ризиків.

Ключові слова: передпроектний аналіз, архітектурне проектування, цифрова модель рельєфу, комп'ютерна графіка, GNSS, RTK, QGIS, промислові території.

The article substantiates the methodological principles for pre-design analysis of industrial territories, using the example of a seed processing plant covering 4.92 hectares. Attention is paid to the formation of an accurate spatial framework for architectural and engineering design through the application of RTK technology based on the GNSS reference station network System.NET. The research highlights the importance of high-precision geodetic support during the initial stages of industrial facility reconstruction and modernization, where reliable spatial data underpin effective planning and engineering decision-making. The study investigates the challenges of obtaining metric data under dense industrial development, where signal shielding, multipath effects, and limited satellite visibility significantly reduce the efficiency of conventional satellite measurements. To improve the reliability and accuracy of spatial positioning, an integrated approach combining GNSS observations with electronic total station surveying was implemented. A comparative analysis of the applied measurement methods was conducted, enabling the determination of optimal surveying conditions and the minimization of positioning errors when creating source graphic materials and digital cartographic datasets. A separate emphasis is placed on the use of computer graphics tools and GIS-based modeling methods to process and interpret the results obtained. Based on field measurements, a digital terrain model was created in QGIS using triangulation techniques. Through geovisualization tools, including slope maps and hillshade models, a comprehensive analysis of surface morphology was performed. The results obtained provide a reliable basis for vertical planning, drainage assessment, functional zoning, and the optimization of industrial infrastructure placement. The scientific novelty of the research lies in optimizing pre-design analysis methods for complex industrial territories by integrating precision geodetic measurements into a unified digital graphic model of the object. The practical significance of the study lies in improving the quality of architectural and planning decisions, reducing reconstruction risks, and increasing the level of automation in preparing project documentation.

Keywords: pre-design analysis, architectural design, digital terrain model, computer graphics, GNSS, RTK, QGIS, industrial territories.

Вступ

Інженерно-геодезичні вишукування є ключовим етапом передпроектного аналізу, що передують розробленню проектною документації для будівництва, реконструкції та технічного переоснащення промислових об'єктів. Їхня роль полягає не лише у фіксації фізичних параметрів місцевості, а й у формуванні комплексної інформаційної моделі території. Достовірна просторова інформація про рельєф, межі ділянки, існуючу забудову та підземні комунікації є вихідною базою для обґрунтування концептуальних архітектурно-планувальних рішень. Повнота цих даних безпосередньо впливає на точність функціонального зонування території, рівень техногенної безпеки та ефективність майбутньої експлуатації виробничих потужностей [1; 2].

Для об'єктів агропромислового комплексу (насінневих заводів, елеваторів) передпроектний аналіз ускладнюється специфічними умовами: надщільною забудовою, насиченістю інженерними мережами та складними логістичними зв'язками. У таких умовах зростає роль оперативних та високоточних технологій супутникового позиціонування, що дозволяють на ранніх стадіях проектування отримати детальну цифрову метрику ділянки [3].

Сучасний розвиток GNSS та мережних RTK-технологій (Real Time Kinematic) кардинально трансформували інструментарій передпроектного аналізу. Використання мереж референціальних станцій дозволяє з сантиметровою точністю верифікувати просторові



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons CC-BY 4.0

© Мартинюк Андрій Віталійович,
Підгайчук Світлана Ярославівна,
Федорів Віктор Михайлович,
Марченко Максим Васильович,
Борис Микола Михайлович, 2026

обмеження ділянки без створення громіздкого опорного обґрунтування. Проте в умовах промислового ландшафту ефективність GNSS-спостережень може знизуватися через екранування сигналу спорудами та явища мультитипу. Тому для створення повноцінної бази архітектурного проектування особливої актуальності набуває інтегрований підхід – поєднання супутникових методів із електронною тахеометрією [1; 4–7].

Цифровий топографічний план масштабу 1:500 виступає основним результатом аналітичного етапу, оскільки саме він слугує графічним «каркасом» для розробки генпланів, вертикального планування та трасування інженерних мереж. Процес його створення в межах передпроектного аналізу передбачає чітку послідовність: від рекогносцирування та польового знімання до синтезу отриманих даних у цифрову модель місцевості (ЦММ).

Формулювання цілей статті

Метою даної роботи є обґрунтування методики передпроектного аналізу території насінневого заводу (Хмельницька обл.) на основі інтегрованого використання мережевого RTK-позиціонування (система System.NET) та тахеометричного знімання. У дослідженні оцінено ефективність комбінованого отримання геопросторових даних як надійного фундаменту для подальшого архітектурно-будівельного проектування та просторового аналізу територій промислового призначення.

Об'єктом дослідження є територія насінневого заводу площею 4,92 га. Ділянка характеризується складною просторовою структурою, що вимагає прецизійного підходу до збору даних на передпроектній стадії. Наявність капітальних споруд, складських терміналів та щільної мережі підземних комунікацій (ГРП, КНС, водопровід) формує агресивне середовище для супутникових сигналів, спричиняючи екранування та деградацію геометричного фактору (DOP).

З огляду на це якісний передпроектний аналіз об'єкта можливий лише за умови впровадження інтегрованої методики, яка нівелює вплив техногенних перешкод. Це дозволяє забезпечити відповідність вихідних даних нормативним допускам та створити достовірну основу для прийняття проектних рішень [8; 9].

Виклад основного матеріалу дослідження

Для забезпечення високої точності та надійності результатів інженерно-геодезичних вишукувань на досліджуваній території було застосовано інтегрований підхід до знімання, що поєднує сучасні GNSS-технології позиціонування в режимі реального часу з класичними тахеометричними вимірюваннями. Такий підхід дозволяє ефективно компенсувати обмеження кожного з методів та забезпечити отримання повної та достовірної просторової інформації в умовах складної виробничої забудови [10].

Основним методом польових вимірювань було обрано мережеве RTK-позиціонування (Real Time Kinematic), яке реалізовано із застосуванням сучасного багаточастотного GNSS-приймача Trimble R12i GNSS receiver. Цей приймач підтримує одночасну обробку сигналів супутникових систем GPS, GLONASS, Galileo та BeiDou, що значно покращує доступність супутників і геометрію їх розташування, особливо в умовах часткового екранування [6].

Отримання диференційних поправок здійснювалося через протокол NTRIP із використанням мережі референційних станцій System.NET. Це дозволило забезпечити визначення координат у режимі реального часу з плановою точністю до 1–2 см та висотною точністю до 2–3 см за сприятливих умов спостережень [4].

Особливістю застосованого обладнання є наявність вбудованих інерційних сенсорів, що реалізують технологію компенсації нахилу рельєфу без необхідності її ідеального вертикального встановлення. Це значно підвищує продуктивність польових робіт і зменшує кількість систематичних похибок, особливо при зніманні важкодоступних точок.

Для підвищення стабільності та точності позиціонування було використано технологію Master Auxiliary Corrections (MAX), яка передбачає формування коригувальних поправок на основі даних кількох референтних станцій. Застосування даного алгоритму дозволяє зменшити вплив просторово змінних похибок, таких як іоносферні та тропосферні затримки, а також підвищує надійність фіксації фазових неоднозначностей [9].

Використання мережевих рішень забезпечує: підвищення точності визначення координат у порівнянні з однобазовим RTK; зменшення часу ініціалізації фіксованого рішення; стабільну роботу в умовах змінної видимості супутників.

У зонах із обмеженою видимістю супутників, зокрема поблизу капітальних споруд, металевих конструкцій та в межах щільної деревної рослинності, було застосовано тахеометричний метод знімання з використанням роботизованого електронного тахеометра Leica TS16 Total Station із кутовою точністю 1".

Тахеометр забезпечує високу точність визначення просторового положення точок незалежно від супутникового сигналу, що є критично важливим для: знімання підземних та наземних інженерних комунікацій; деталізації ситуації в межах забудованих територій; створення опорних геодезичних мереж локального значення.

Застосування роботизованих технологій дозволило автоматизувати процес та зменшити вплив людського фактору, що позитивно вплинуло на точність і швидкість виконання робіт.

Інтеграція GNSS RTK та тахеометричних вимірювань реалізувалася шляхом побудови єдиної просторової основи, в якій координати, отримані різними методами, приводилися до спільної системи координат. Такий підхід дозволив: забезпечити повноту знімання території незалежно від умов спостереження; мінімізувати похибки позиціонування в складних умовах; підвищити достовірність кінцевого топографічного плану.

Таким чином, використання сучасного високоточного GNSS-обладнання у поєднанні з роботизованими тахеометричними системами та мережевими технологіями обробки поправок забезпечило ефективне виконання інженерно-геодезичних вишукувань та створення топографічного плану масштабу 1:500 з необхідною точністю та деталізацією.

У результаті виконання інженерно-геодезичних вишукувань на території насінневого заводу площею 4,92 га було сформовано комплекс високоточних просторових даних, що характеризують рельєф місцевості, елементи ситуації, інженерну інфраструктуру та особливості забудови. На основі отриманих результатів створено інженерно-топографічний план масштабу 1:500, який є базовим графічним документом для подальшого проектування та просторового аналізу території (рис. 1). Аналіз отриманого топографічного плану (рис. 1) показав, що досліджувана територія характеризується відносно рівнинним рельєфом із плавними змінами висотних відміток у межах 321–331 м за Балтійською системою висот 1977 року. Деталізоване відображення висотних характеристик місцевості дозволило виявити локальні ділянки з підвищеними ухилами та техногенними формами рельєфу, зокрема насипами та зонами планувальних робіт, що є критично важливими для обґрунтування інженерних рішень (рис. 2).

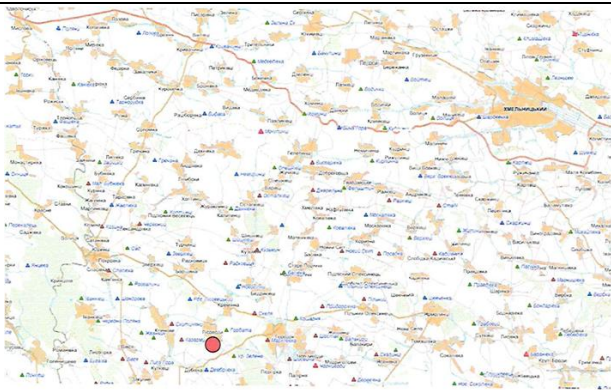


Рис. 1. Фрагмент інженерно-топографічного плану промислового майданчика М 1:500

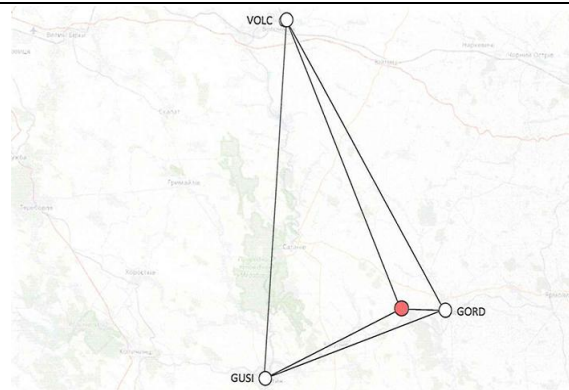


Рис. 2. Положення досліджуваної точки в мережі базових станцій та вплив геометрії на точність позиціонування

У ході дослідження встановлено, що застосування GNSS RTK-методу забезпечує високу продуктивність і достатню точність знімання на відкритих ділянках території. Водночас у межах зон із щільною забудовою, поблизу виробничих споруд, інженерних конструкцій та деревної рослинності спостерігається суттєве погіршення умов приймання супутникових сигналів. Це проявляється у зростанні похибок позиціонування, нестабільності фіксованого рішення та збільшенні часу ініціалізації, що зумовлено впливом мультипасу й екранування сигналів.

Застосування тахеометричного методу в умовах обмеженої супутникової видимості дозволило забезпечити необхідну точність і деталізацію знімання. Зокрема, за допомогою тахеометра було виконано знімання елементів інженерної інфраструктури, контурів будівель і складних ділянок території, недоступних для GNSS-методу. Це дозволило сформувати повноцінну топографічну основу без пропусків і спотворень.

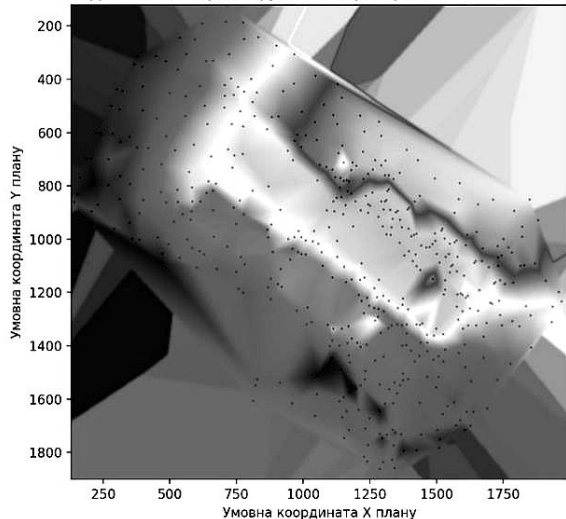
На топографічному плані чітко відображено наявні інженерні мережі, зокрема газорегуляторні пункти, каналізаційні насосні станції, лінії електропередач, трубопроводи та інші комунікації. Їхнє точне положення є необхідною умовою для безпечного проєктування та експлуатації об'єкта, оскільки дозволяє уникнути пошкодження інженерних мереж і забезпечити раціональне планування території.

На основі висотних відміток топографічного плану було побудовано цифрову модель рельєфу території насінневого заводу в системі QGIS. Модель відображає просторову зміну висот у межах 321,11–331,82 м та дозволяє виявити характер загального нахилу поверхні, а також локальні зниження й підвищення рельєфу. Додатково сформовано карту ухилів і hillshade-модель, що підвищують наочність аналізу рельєфу та можуть бути використані для обґрунтування рішень щодо вертикального планування, водовідведення й розміщення інженерної інфраструктури (рис. 3).

Важливим результатом проведених досліджень стало формування цифрової моделі рельєфу території насінневого заводу на основі висотних відміток, отриманих у результаті GNSS RTK-спостережень та тахеометричного знімання. Для побудови моделі було використано метод триангуляції нерегулярної мережі в QGIS, який забезпечує адекватне відтворення просторової структури поверхні та дає змогу враховувати локальні особливості рельєфу. На основі сформованої цифрової моделі виконано візуалізацію рельєфу, побудову горизонталей із перерізом через 0,5 м, аналіз ухилів поверхні та hillshade-модельовання, що підвищує наочність просторового аналізу території (рис. 3).

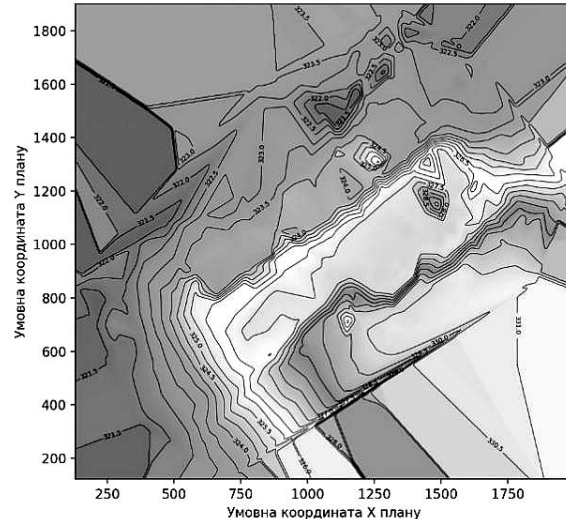
Отримані результати показали, що досліджувана територія характеризується відносно рівним рельєфом із локальними ділянками підвищених схилів, які переважно пов'язані з техногенними формами рельєфу, насипами та елементами вертикального планування. Побудована модель дозволила оцінити просторовий розподіл висот, визначити напрямки природного поверхневого стоку та виявити потенційно проблемні ділянки з точки зору водовідведення і можливого накопичення поверхневих вод. Аналіз карти схилів показав, що найбільш складні з інженерної точки зору ділянки розташовані поблизу існуючих транспортних під'їздів, зон перепадів висот та меж техногенно зміненого рельєфу.

Цифрова модель рельєфу (DEM) території насінневого заводу

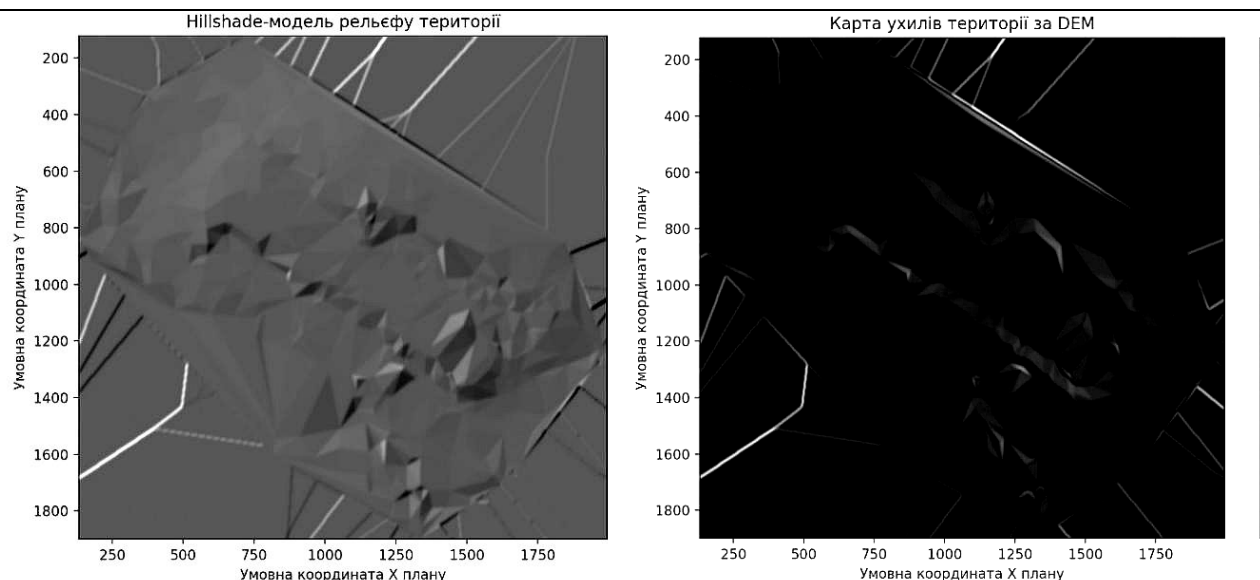


а)

DEM з горизонталлями через 0,5 м



б)



в) **Рис. 3. Результати цифрового моделювання рельєфу території насаднєвого заводу: а – цифрова модель рельєфу (DEM); б – цифрова модель рельєфу з горизонтальними через 0,5 м; в – карта ухилів території; г – hillshade-модель рельєфу.**

Використання hillshade-моделі дозволило додатково підвищити інформативність просторового аналізу та чіткіше візуалізувати мікрорельєф території, зокрема локальні пониження, насипи, укоси та ділянки зі зміною крутизни поверхні. Такий підхід є особливо ефективним під час підготовки проектних рішень щодо вертикального планування території, оптимізації розміщення інженерної інфраструктури, організації систем водовідведення та оцінювання умов подальшої забудови.

Порівняльний аналіз результатів GNSS RTK та тахеометричних вимірювань підтвердив доцільність застосування комбінованого підходу в інженерно-геодезичних вишукуваннях. Встановлено, що використання мережових RTK-технологій забезпечує високу оперативність виконання польових робіт та ефективне знімання відкритих ділянок території, тоді як тахеометричний метод дозволяє отримувати високоточні дані в умовах обмеженої супутникової видимості, спричиненої щільною забудовою, наявністю металевих конструкцій та деревної рослинності.

Інтеграція супутникових та тахеометричних методів дозволила мінімізувати вплив зовнішніх факторів на точність визначення координат, забезпечити повне відображення ситуації та сформувати єдину високоточну геопросторову основу для досліджуваної території. Виконані контрольні вимірювання підтвердили відповідність отриманих результатів вимогам нормативних документів щодо створення топографічних планів масштабу 1:500.

Таким чином, результати досліджень підтверджують високу ефективність інтегрованої методики, що поєднує GNSS/RTK-технології, електронну тахеометрію та засоби комп'ютерного моделювання. Запропонований підхід дозволив трансформувати первинні геодезичні дані у верифіковану цифрову модель рельєфу, яка слугує аналітичною базою для передпроектного аналізу території. Сформована графічна основа забезпечує високу точність архітектурно-планувальних рішень при реконструкції об'єктів агропромислового комплексу, а застосовані методи геовізуалізації у середовищі ГІС створюють умови для комплексного просторового аналізу та оптимізації інженерної інфраструктури промислових майданчиків.

Висновки та перспективи подальших розвідок

1. Обґрунтовано роль інженерно-геодезичних вишукувань як невід'ємної складової передпроектного аналізу промислових територій. Інтегрований підхід, що поєднує GNSS RTK-технології та електронну тахеометрію, дозволив сформувати прецизійну цифрову основу для подальшого архітектурно-містобудівного моделювання об'єкта площею 4,92 га.

2. Встановлено, що застосування мережового RTK-позиціонування (System.NET) у відкритих зонах промислового майданчика забезпечує оперативне отримання координат із сантиметровою точністю, що критично важливо для верифікації меж ділянки та прив'язки об'єктів на початкових стадіях проектування.

3. Доведено, що в умовах агресивного техногенного середовища (щільна забудова, металоконструкції) ефективність супутникових методів лімітується явищами екранування та мультипасу. Це обґрунтовує доцільність комбінованої методики збору даних для створення достовірних архітектурних креслень та планів реконструкції.

4. Засобами комп'ютерної графіки у середовищі QGIS на основі отриманих хмар точок розроблено цифрову модель рельєфу (ЦМР). Використання методу триангуляції нерегулярної мережі (TIN) дозволило створити високодеталізований тривимірний каркас місцевості, придатний для подальшого імпорту в CAD/BIM-системи.

5. Завдяки методам геовізуалізації (побудова горизонталей, карт ухилів та hillshade-моделей) виконано аналіз морфології поверхні ділянки. Це дозволило ідентифікувати зони зі складним мікрорельєфом, що є основою для ухвалення рішень щодо вертикального планування, водовідведення та оптимального функціонального зонування території.

6. Порівняльний аналіз результатів підтвердив, що інтегрована методика забезпечує повноту просторових даних, необхідну для уникнення геометричних колізій під час стикування нових проектних рішень з існуючою промисловою інфраструктурою.

7. Отримані результати демонструють ефективність синергії геодезичних методів та інструментів комп'ютерної графіки у містобудівному аналізі, що створює передумови для розробки «цифрових двійників» об'єктів агропромислового комплексу.

Література

1. Геодезичне забезпечення будівництва та експлуатації будівель і споруд: ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2016. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 24 с.
2. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ -Н Б В.1.2-18 2019. Київ: УкрНДНЦ, 2019. 47 с.
3. ДСТУ Б В.1.1-17:2013. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Київ: Мінрегіон України, 2013.-133 с.
4. Шульц Р.В., Білоус М.В., Анненков О.О. Прикладна геодезія: спеціальні методи: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2016. 232 с.
5. Войтенко С.П., Литвин Г.М., Юрковський Р.Г., Мірошніченко А.С., Шаргар О.М. Основи інженерної геодезії. Одеса: Папірус, 2000. 185 с.
6. Керницький І.С., Жидецький В.Ц. Геодезія та землевпорядкування: навчальний посібник. Львів: Новий Світ-2000, 2021. 312 с.
7. Тревого І.С., Волчко П.І. Геодезичні прилади: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 350 с.
8. Беспалько Р., Ярова Ю. Впровадження інфраструктури геопросторових даних за директивою INSPIRE. *Технічні науки та технології*. 2016. № 2 (4). С. 72-76.
9. Яковлев М.В., Соколов В.П. Використання технологій наземного лазерного сканування для моніторингу промислових об'єктів. *Містобудування та територіальне планування*. 2020. Випуск 73. С. 452-461.
10. Лопушанський М.М. Аналіз точності RTK-вимірювань у складних умовах промислової забудови. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2022. Випуск 95. С. 24-31. DOI: <https://doi.org/10.23939/istcgcap>.

References

1. (2017). *Heodezychnе zabezpechennia budivnytstva ta ekspluatatsii budivel' i sporud: DSTU-N B V.1.3-1:2016*. [Geodetic support for the construction and operation of buildings and structures: DSTU-N B V.1.3-1:2016]. DP «UkrNDNTs». Kyiv. Ukraine.
2. (2019). *Nastanova schodo obstezhennia budivel' i sporud dlia vyznachennia ta otsinky ikh tekhnichnoho stanu: DSTU -N B V.1.2-18 2019*. [Guidelines for the inspection of buildings and structures to determine and assess their technical condition: DSTU -N B V.1.2-18 2019]. UkrNDNTs. Kyiv. Ukraine.
3. (2013). *DSTU B V.1.1-17:2013. Umovni znaky dlia topohrafichnykh planiv masshtabiv 1:5000, 1:2000, 1:1000 ta 1:500*. [DSTU B V.1.1-17:2013. Symbols for topographic plans of scales 1:5000, 1:2000, 1:1000 and 1:500]. Minrehion Ukrainy. Kyiv. Ukraine.
4. Shul'ts, R.V., Bilous, M.V., Annenkov, O.O. (2016). *Prykladna heodeziia: spetsial'ni metody*. [Applied geodesy: special methods]. KNUBA. Kyiv. Ukraine.
5. Vojtenko, S.P., Lytvyn, H.M., Yurkovs'kyj, R.H., Mirosnhychenko, A.S., Sharhar, O.M. (2000). *Osnovy inzhenernoi heodezii*. [Fundamentals of engineering geodesy]. Papirus. Odesa. Ukraine.
6. Kernyt's'kyj, I.S., Zhydets'kyj, V.Ts. (2021). *Heodeziia ta zemlevporiadkuvannia*. [Geodesy and land management]. Novyj Svit-2000. L'viv. Ukraine.
7. Trevoho, I.S., Volchko, P.I. (2021). *Heodezychni prylady*. [Geodetic instruments]. Vydavnytstvo L'viv's'koi politekhniki. L'viv. Ukraine.
8. Bespal'ko, R., Yarova, Yu. (2016). «Implementation of geospatial data infrastructure under the INSPIRE directive». *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*. № 2 (4). pp. 72-76.
9. Yakovliev, M.V., Sokolov, V.P. (2020). «Use of ground laser scanning technologies for monitoring industrial facilities». *Mistobuduvannia ta terytorial'ne planuvannia*. Issue 73. pp. 452-461.
10. Lopushans'kyj, M.M. (2022). «Analysis of the accuracy of RTK measurements in difficult conditions of industrial development». *Heodeziia, kartohrafiia i aерofotozнимання*. Issue 95. pp. 24-31. DOI: <https://doi.org/10.23939/istcgcap>.

Стаття надійшла до редакції / Received 29.04.2026
Опубліковано / Published 31.05.2026

Прийнята до друку / Accepted 15.05.2026