

**Тарас Антонович Наливайко<sup>1</sup>, Тетяна Тарасівна Наливайко<sup>2</sup>,  
Любов Олексіївна Маслій<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри проєктування доріг, геодезії і землевпорядкування  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Харків, Україна)

**E-mail:** [nalivaykot@gmail.com](mailto:nalivaykot@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5805-873X>

<sup>2</sup>кандидат технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій  
Навчально-науковий інститут інформаційних технологій

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (Харків, Україна)

**E-mail:** [tetyana.nalivayko@hneu.net](mailto:tetyana.nalivayko@hneu.net). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5069-486X>

<sup>3</sup>старший викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем  
Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Харків, Україна)

**E-mail:** [gnomimir@gmail.com](mailto:gnomimir@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3844-462X>

**УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ  
ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГОНЧАРІВСЬКОГО МОСТУ  
ЧЕРЕЗ р. ЛОПАНЬ У м. ХАРКІВ**

*У статті розглянуто методика інженерно-геодезичних робіт при обстеженні технічного стану Гончарівського мосту через р. Лопань у місті Харків. Виконано елементи вдосконалення методів та геодезичних засобів стосовно визначення планово-висотного положення і геометричних параметрів деформаційних величин моста за складних геологічних умов. Здійснено пошук та аналіз нормативних документів та інформації відносно організації геодезичного моніторингу по деформаціях інженерних споруд. У польових умовах виконано порівняльні дослідження точності сучасного електронного тахеометра та прецизійного оптичного теодоліта. На базі місця розташування мосту створено геодезичну опорну мережу для проведення вишукувань у вигляді геодезичного чотирикутника. Виконано розрахунок точності геодезичних вимірювань, а також наведено порівняльний аналіз результатів досліджень.*

**Ключові слова:** інженерна інфраструктура; інженерно-геодезичні вишукування; моніторинг; опорний базис; траверсна полігонометрія; мікротріангуляція; тахеометрія; геометричне нівелювання; опорна мережа.

*Рис.: 2. Бібл.: 13.*

**Актуальність теми дослідження.** На сьогодні в умовах зростаючих транспортних навантажень на інженерну інфраструктуру, зокрема у місті Харків, виникає необхідність забезпечення надійної та безпечної експлуатації мостових споруд в Україні. Вона зумовлена старінням і ускладненням інженерно-геологічних умов, які характерні для багатьох міст країни. Своєю чергою мости, як основні відповідальні інженерні споруди, потребують систематичного контролю їхнього технічного стану на основі високоточного геодезичного моніторингу деформацій та зміщень.

Особливу увагу необхідно приділяти удосконаленню методики інженерно-геодезичних робіт, спрямованої на підвищення точності при визначенні планово-висотного положення і геометричних параметрів деформацій мостів і споруд, що перебувають у складних геологічних умовах.

Також швидкий розвиток сучасних геодезичних приладів, обладнання та технологій потребує науково обґрунтованого порівняння, яке характеризувало б їхню точність і застосування на практиці при обстеженнях інженерних споруд.

Крім того, є необхідність в аналізі чинної нормативно-правової бази з подальшим удосконаленням її щодо організації геодезичного моніторингу деформацій та адаптації до реальних умов експлуатації конкретних об'єктів. Ефективне визначення планово-висотного положення елементів мостів та параметрів їх деформацій є ключовим чинником своєчасного виявлення небезпечних змін технічного стану й запобігання аварійним ситуаціям.

**Постановка проблеми.** При розробці плану робіт з інженерно-геодезичного моніторингу на практиці виникають проблеми, пов'язані з обґрунтованим вибором методів і засобів геодезичних вимірювань, які адаптовані до конкретних умов експлуатації інженерних споруд, а також з недостатньою узгодженістю чинних нормативних документів щодо організації моніторингу деформацій. Особливо актуальним є питання оцінки точності сучасних електронних геодезичних приладів порівняно з класичними високоточними оптичними приладами й засобами при виконанні вищенаведених робіт.

Відповідно виникає потреба в удосконаленні методики інженерно-геодезичних робіт при обстеженні мостових споруд, зокрема шляхом створення раціональної геодезичної опорної мережі, обґрунтування точності вимірювань та аналізу результатів визначення деформаційних величин. Розв'язання зазначених проблем на прикладі Гончарівського мосту через р. Лопань у місті Харків є актуальним й має практичне значення для підвищення ефективності геодезичного забезпечення обстежень та моніторингу технічного стану інженерних споруд.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням моніторингу геометричних параметрів мостів із застосуванням геодезичних методів вимірювання присвячено багато наукових робіт, що свідчить про значний інтерес до проблеми забезпечення надійності та безпечної експлуатації інженерних споруд. У роботах закордонних та вітчизняних науковців і фахівців розглядаються як класичні, так і сучасні геодезичні методи, що застосовуються для визначення просторових переміщень і деформацій мостових конструкцій.

Можливості використання GNSS-технологій для моніторингу динамічних прогинів мостів приділена основна увага в публікації [1]. Автор доводить, що GNSS-спостереження з високою частотою ресстрації можуть бути ефективними для визначення просторових коливань і деформацій, однак точність таких вимірювань значною мірою залежить від конструктивних особливостей мосту, рівня шумів GNSS-сигналу та впливу багатопляхового поширення. Наголошується, що застосування GNSS є доцільним переважно для протяжних мостових споруд із помітними амплітудами деформацій, тоді як для коротких і жорстких мостів точність може бути недостатньою.

У роботі [2] розглядається комплексний підхід до геодезичного моніторингу мостів, де GNSS-спостереження застосовується для визначення планових і просторових зміщень, тахеометричні вимірювання для контролю горизонтальних переміщень, а нівелювання застосовується для визначення вертикальних деформацій. На прикладі цієї роботи автор показав, що є можливість отримати повні просторові характеристики деформацій шляхом поєднання різних методів вимірювань. Такий підхід дозволяє підвищити достовірність результатів, але потребує значних трудових та часових витрат і не забезпечує повної автоматизації процесу моніторингу.

У статті [3] авторами доведено, що інтеграція сучасних геодезичних і маркшейдерських технологій (GNSS, TLS, БПЛА-фотограмметрія, InSAR) суттєво підвищує точність, оперативність і надійність моніторингу деформацій техногенних об'єктів. Комплексне використання цих методів забезпечує своєчасне виявлення небезпечних змін, ефективно управління геотехнічними ризиками та відповідність сучасним вимогам безпеки.

Вітчизняні публікації, присвячені геодезичному моніторингу інженерних споруд, зокрема мостів, переважно зосереджені на застосуванні класичних геодезичних методів – тахеометрії та нівелюванню. У цих роботах підкреслюється їх висока точність і надійність при визначенні деформацій, проте зазначається обмеженість таких методів у випадках необхідності безперервного або динамічного моніторингу [4-6].

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Попередній аналіз публікацій загалом показує, що більшість досліджень мають прикладний характер і орієнтовані на розв'язання конкретних інженерних задач. Недостатньо уваги приділяється розробці уніфікованих методик інтеграції різнорідних геодезичних даних, а також оцінці впливу зовнішніх факторів (температурних коливань, транспортних навантажень і атмосферних умов) на результати вимірювань. Крім того, у наукових працях недостатньо представлені результати довготривалих спостережень, необхідних для аналізу тенденцій розвитку деформаційних процесів у часі.

Таким чином, проведений аналіз свідчить, що перспективним напрямом подальших досліджень є розробка інтегрованих, автоматизованих систем геодезичного моніторингу мостів, які поєднують GNSS-технології з класичними геодезичними методами та забезпечують високу точність і надійність визначення геометричних параметрів споруд у режимі реального часу.

**Метою статті** є визначення геометричних параметрів конструкцій мосту на основі оптимальних методів геодезичних вимірювань під час виконання зйомки та прецезійного моніторингу під час проведення інженерно-геодезичних вишукувань для визначення фактичного техніко-експлуатаційного стану Гончарівського мосту через р. Лопань в місті Харків. Далі, враховуючи виявлені дефекти та пошкодження несучих елементів конструкції мосту, виконується розробка рекомендацій щодо виконання його ремонту з визначенням необхідного складу ремонтно-відновлювальних робіт, які призначені для експлуатаційних характеристик та подовження терміну експлуатації споруди.

**Виклад основного матеріалу.** Інженерно-геодезичні роботи з визначення геометричних параметрів Гончарівського мосту (далі Мосту) через р. Лопань у м. Харків виконувались протягом одного місяця, а весь комплекс робіт відбувався у чотири етапи.

На першому етапі було проведено рекогностування і візуальне обстеження конструкцій Мосту для визначення їхнього планово-висотного положення й основних геометричних параметрів. Також під час рекогностування визначалися і закріплювалися опорні пункти геодезичної знімальної мережі у вигляді геодезичного чотирикутника. Геодезична зйомка закріпленої мережі виконувалася методом мікротріангуляції та контрольного обґрунтування замкнутого теодолітного ходу підвищеної точності (при виконанні планово-висотного обґрунтування у вигляді геодезичного чотирикутника горизонтальні кути вимірювались прецезійним теодолітом фірми CARL ZEISS JENA (Німеччина) Theo 010, зав. № 149066).

На другому етапі на закріплених точках планово-висотного обґрунтування була проведена тахеометрична зйомка ситуації Мосту й координування його конструкцій за допомогою електронного тахеометра Sokkia SET630R (Японія), зав. № 151378 полярним методом для складення профілів мосту по осях *A* і *B* та поперечних перерізів по рядах *1*, *2*, *3* згідно з рис. 1.

Визначення висотних позначок на основі геодезичних вимірювань методом тригонометричного і контрольного геометричного нівелювання виконувалося під час третього етапу.

На четвертому етапі виконувалася оцінка точності та технічна характеристика виконаних робіт за результатами досліджень. Відповідно чого опорні бази були виміряно з відносною похибкою 1/50 000 (1 мм на 50 м) методом траверсної та паралактичної коротко-базисної полігонометрії. Під час траверсної полігонометрії використовувалася компарована в Харківському інституті метрології 50-метрова сталева рулетка. При паралактичній полігонометрії величина опорного базису визначалася за формулою:



$m_\phi$  – похибка фіксації лазерного відбивача =  $\pm 1$  мм;

$m_y$  – похибка центрування електронного тахеометра =  $\pm 2$  мм.

Під час виконання тригонометричного нівелювання, яке виконувалося електронним тахеометром, загальна похибка розраховується за формулою:

$$m_{\text{тр}} = \sqrt{m_v^2 + m_b^2 + m_0^2 + m_\phi^2} \quad (6)$$

Ці похибки майже аналогічні при тахеометричній зйомці, тому:

$$m_{\text{тр}} = m_k,$$

а загальна похибка становить:

$$m_{\text{тр}} = \pm 3,2 \text{ мм.}$$

Таким чином, процес координування і тахеометрична зйомка повністю відповідають допустимим похибкам при визначенні планово-висотного положення конструкцій мосту.

Додатково для контролю висотного положення опорних точок виконувалося геометричне нівелювання точок знімальної мережі нівеліром з компенсатором 2Н-10КЛ. Відповідно середня квадратична похибка визначення перевищень становила не більше  $m_h \leq \pm 3,6$  мм, що відповідає допустимій похибці, яка розраховується за формулою:

$$F_{\text{ндоп}} = 50\sqrt{L} = 10\sqrt{n}, \quad (7)$$

при  $n = 6$  точок,  $L = 200$  м;  $F_{\text{ндоп}} = \pm 24,5$  мм.

Усі приведені характеристики точності геодезичних вимірювань повністю відповідають допустимим похибкам [7-13].

Далі виконувалося обґрунтування технічної характеристики виконаних робіт, основним видом яких було планово-висотне знімання верхньої частини мосту з асфальтовим покриттям, а в обсяг робіт входили: проїжджа частина мосту; тротуарні доріжки; рейки трамвайних колій; огорожі безпеки; верх і низ бордюрів; огороження мосту і під'їзна частина автомобільної дороги.

Отже, процес знімання полотна автомобільної дороги виконувався по поперечниках відносно поздовжньої осі мосту. Поперечники були розмічені відносно поперечних рядів мосту **1**, **2** і **3**, а також додатково посередині на проміжних поперечниках між рядами **1-2** і **2-3** (рис. 1).

За даними нівелювання було встановлено, що верх асфальтового покриття має в основному односкатне покриття (рис. 1), ухил направлений в сторону пониження від поперечника 3 до поперечника 1. Величини ухилів на всьому напрямку невеликі, в межах 1,2 ‰-3,5 ‰ (при допустимому ухилі  $i_{\text{доп}} = 20,0$  ‰).

Ухили, що визначені у поперечному напрямку мосту згідно рис. 1, мають такі величини:

- на поперечнику **1** – 31,1 ‰, 5,9 ‰, 28,1 ‰;
- на поперечних напрямках між рядами **1** і **2** – 35,1 ‰, 5,9 ‰, 21,6 ‰;
- на поперечнику по ряду **2** – 47,3 ‰, 5,9 ‰, 32,4 ‰;
- на поперечнику між рядами **2** і **3** – 43,2 ‰, 1,4 ‰, 31,1 ‰;
- на поперечнику **3** і під'їзною частиною – 33,8 ‰, 0,0 ‰, 29,7 ‰.

Фрагмент планово-висотної зйомки мостового полотна верхньої частини асфальтового покриття наведено на рис. 2.

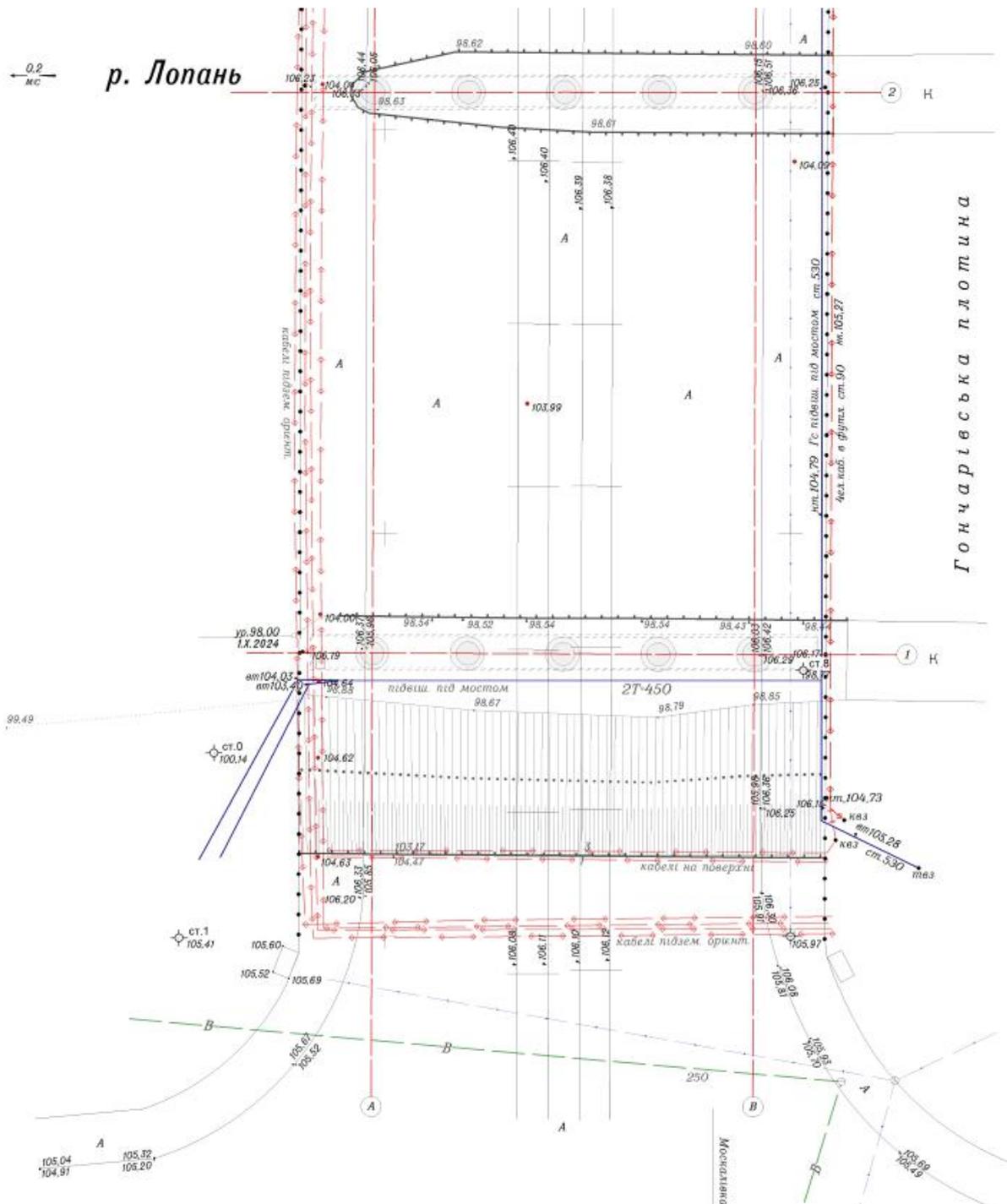


Рис. 2. Планово-висотна зйомка мостового полотна верхньої частини асфальтового покриття (фрагмент)

Джерело: розроблено авторами.

**Висновки.** 1. За результатами геодезичних вимірювань (тахеометрична зйомка, координування конструкцій, тригонометричне та геометричне нівелювання) отримано:

а) Планово-висотне положення проїжджої частини асфальтового покриття Гончарівського мосту (рис. 1).

б) Значення висот та відстаней на всіх необхідних поздовжніх і поперечних напрямках з обчисленням ухилів в проміле (‰) (рис. 1).

в) Складено два поздовжні профілі по осях *A* і *B* з величинами висот у Балтійській системі висот у масштабі 1:200.

г) Складено три поперечні перерізи колон по рядах *1*, *2* і *3* з необхідною плановою і висотною інформацією.

2. У процесі геодезичних вимірювань за допомогою лазерного візирного променя зорової труби електронного тахеометра та нівеліра з компенсатором було виявлено, що при інтенсивному транспортному потоці проходить вібрація середини мосту по ряду *3* з амплітудою вертикальних коливань  $\pm 6$  мм.

3. При виконанні координування елементів мосту неможливо було визначити геометричні параметри деяких конструкцій через їх корозійну руйнацію.

4. У процесі геодезичних вимірювань був визначений процес регулювання руху автомобільного і трамвайного транспорту на ділянці мосту, який виконують чотири світлофори – № 1, 2, 3 і 4 (для розробки технічних рекомендацій). Також з'ясувалося, що світлофор № 2, який регулює рух транспорту, періодично виконує зупинку транспорту безпосередньо на мосту, внаслідок чого виникає максимальне навантаження по осі *A* на поперечнику *3*, що викликає руйнування мосту (що видно по значній корозії низу балки мосту). Відповідно, можна зазначити, що на мосту ні автомобільний, ні трамвайний транспорт не повинен стояти, тому світлофор № 2 необхідно зняти, а користуватися тільки світлофором № 1, який розташований за межами мосту.

5. Для отримання більш точних і конкретних результатів геодезичних вишукувань, а також для безпеки руху транспорту по мосту необхідно встановити в перспективі прецизійний моніторинг за висотним положенням конструкцій мосту на основі високоточного нівелювання II класу з середньоквадратичною похибкою визначення перевищень  $m_h = \pm 0,3$  мм.

Спостереження необхідно виконувати 4 рази на рік із закріпленням опорних реперів (рекомендується 3 репери) і осадочних марок (рекомендовано 6 марок).

### Список використаних джерел

1. Stathis, C. Stiros. (2021). GNSS (GPS) Monitoring of Dynamic Deflections of Bridges: Structural Constraints and Metrological Limitations. *Journals Infrastructures (MDPI)*, 6(2), 23. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6020023>.

2. Shodiyev, R. (2025). Geodetic monitoring of highway bridges in Surxondaryo: A study based on GNSS, total station, and leveling methods. *American Academicpublishers*, 5(7), 334-341. <https://www.academicpublishers.org/journals/index.php/ijai>.

3. Mafipour, S., Vilgertshofer, S., & Borrmann, A. (2023). Automated geometric digital twinning of bridges from segmented point clouds by parametric prototype models. *Automation in Construction an International Research Journal*, 156(105101). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105101>.

4. Бачишин, Б. (2023). Геодезичний моніторинг короткоперіодичних деформацій мосту в м. Рівне. *Просторовий розвиток*, (5), 258-267. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.258-267>.

5. Заболотна, Ю. О., Коровяка, Є. А., Пащенко, О. А., & Расцветаєв, В. О. (2025). Застосування геодезичних і маркшейдерських технологій у моніторингу деформацій техногенних об'єктів. *Технічна інженерія*, 1(95), 131-137. [https://doi.org/10.26642/ten-2025-1\(95\)-131-137](https://doi.org/10.26642/ten-2025-1(95)-131-137).

6. Наливайко, Т. А., Наливайко, Т. Т., & Казаченко, Д. (2021). Обґрунтування системи геодезичного моніторингу із використанням рейки змінної довжини. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*, 41(1), 68-73.

7. Möser, H., Müller, G., Schlemmer, H., & Werner H. (2012). *Handbuch Ingenieurgeodäsie. Grundlagen*. Wichmann, H (Verlag).

8. Войтенко, С. П. (2003). *Математична обробка геодезичних вимірів: Теорія похибок вимірів*. КНУБА.

9. Войтенко, С. П. (2005). *Математична обробка геодезичних вимірів : Метод найменших квадратів*. КНУБА.

10. Волоसेцький, Б. І. (2003). *Інженерна геодезія : Геодезичні роботи для проектування та будівництва водогосподарських та гідротехнічних споруд*. «Львівська політехніка».
11. Рожок, З. Р., Поляковська, Л. Л., Ступень, Р. М., & Колодій, П. П. (2020). *Математична обробка геодезичних вимірів*. Львів «Галицька видавнича спілка».
12. Метешкін, К. О., & Шаульський, Д. В. (2012). *Математична обробка геодезичних вимірів*. ХНАМГ.
13. Державні Будівельні Норми України (2010). *Геодезичні роботи у будівництві. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві* (ДБН В.1.3-2-2010).

### References

1. Stathis, C. Stiros. (2021). GNSS (GPS) Monitoring of Dynamic Deflections of Bridges: Structural Constraints and Metrological Limitations. *Journals Infrastructures (MDPI)*, 6(2), 23. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6020023>.
2. Shodiyev, R. (2025). Geodetic monitoring of highway bridges in Surxondaryo: A study based on GNSS, total station, and leveling methods. *American Academic publishers*, 5(7), 334-341. <https://www.academicpublishers.org/journals/index.php/ijai>.
3. Mafipour, S., Vilgertshofer, S., & Borrmann, A. (2023). Automated geometric digital twinning of bridges from segmented point clouds by parametric prototype models. *Automation in Construction an International Research Journal*, 156(105101). <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105101>.
4. Bachyshyn, B. (2023). Heodezychnyi monitorynh korotkoperiodychnykh deformatsii mostu v m. Rivne. [Geodetic monitoring of short-term deformations of a bridge in Rivne]. *Prostorovi rozvytok – Spatial development*, (5), 258-267. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.258-267>.
5. Zabolotna, Yu. O., Koroviaka, Ye. A., Pashchenko, O. A., & Rastsvetaiev, V. O. (2025). Zastosuvannya heodezychnykh i marksheiderskykh tekhnolohii u monitorynhu deformatsii tekhnohennykh ob'ektiv. [Application of geodetic and surveying technologies in monitoring deformations of man-made objects.] *Tekhnichna inzheneriia – Technical engineering*, 1(95), 131-137. [https://doi.org/10.26642/ten-2025-1\(95\)-131-137](https://doi.org/10.26642/ten-2025-1(95)-131-137).
6. Nalyvaiko, T. A., Nalyvaiko, T. T., & Kazachenko, D. (2021). Obruntuvannya systemy heodezychnoho monitorynhu iz vykorystanniam reiky zminnoi dovzhyny. [Justification of a geodetic monitoring system using a variable-length rail]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva – Modern achievements in geodetic science and production*, 41(1), 68-73.
7. Möser, H., Müller, G., Schlemmer, H., & Werner H. (2012). *Hamdbuch Ingenieurgeodäsie. Grundlagen*. Wichmann, H (Verlag).
8. Voitenko, S. P. (2003). Matematychna obrobka heodezychnykh vymiriv: Teoriia pokhybok vymiriv. [Mathematical processing of geodetic measurements: Theory of measurement errors.] *KNUBA*.
9. Voitenko, S. P. (2005). Matematychna obrobka heodezychnykh vymiriv : Metod naimenshykh kvadrativ. [Mathematical processing of geodetic measurements: Least squares method.] *KNUBA*.
10. Volosetskyi, B. I. (2003). Inzhenerna heodeziia : Heodezychni roboty dlia proektuvannya ta budivnytstva vodohospodarskykh ta hidrotekhnichnykh sporud. [Engineering geodesy: Geodetic work for the design and construction of water management and hydraulic structures.] – «Lvivska politekhnika» – *Lviv Polytechnic National University*.
11. Rozhok, Z. R., Poliakova, L. L., Stupen, R. M., & Kolodii, P. P. (2020). Matematychna obrobka heodezychnykh vymiriv. [Mathematical processing of geodetic measurements.] *Lviv «Halytska vydavnycha spilka»*. – *Lviv, Galician Publishing Union*.
12. Meteskin, K. O., & Shaulskyi, D. V. (2012). Matematychna obrobka heodezychnykh vymiriv. [Mathematical processing of geodetic measurements.] *Kharkivskiy natsionalnyi universytet radioelektroniky – Kharkiv National University of Radio Electronics*.
13. Derzhavni Budivelni Normy Ukrainy [State Building Standards of Ukraine] (2010). Heodezychni roboty u budivnytstvi. Systema zabezpechennia tochnosti heometrychnykh parametrov u budivnytstvi (DBN V.1.3-2-2010) [Surveying in construction. System for ensuring the accuracy of geometric parameters in construction (DBN V.1.3-2-2010)].

Дата першого надходження статті до видання: 26.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.12.2025

**Taras Nalivayko<sup>1</sup>, Tetyana Nalivayko<sup>2</sup>, Liubov Maslii<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Road Design, Geodesy and Land Management  
Kharkiv National Automobile and Highway University (Kharkiv, Ukraine)

**E-mail:** [nalivaykot@gmail.com](mailto:nalivaykot@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5805-873X>

<sup>2</sup>PhD in Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Cybersecurity and Information Technologies  
Educational and Scientific Institute of Information Technologies Simon Kuznets  
Kharkiv National University of Economics (Kharkiv, Ukraine).

**E-mail:** [tetyana.nalivayko@hneu.net](mailto:tetyana.nalivayko@hneu.net). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5069-486X>

<sup>3</sup>Senior Lecturer of Department of Land Administration and Geoinformation Systems,  
Educational and Scientific Institute of Construction, Land Management and Civil Engineering  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (Kharkiv, Ukraine)

**E-mail:** [gnomomir@gmail.com](mailto:gnomomir@gmail.com). **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3844-462X>

**IMPROVEMENT OF GEODESIC METHODS IN DETERMINING  
THE GEOMETRIC PARAMETERS OF THE HONCHARIV BRIDGE  
OVER THE LOPAN RIVER IN KHARKIV**

*The article investigates a relevant scientific and practical problem related to ensuring the reliable and safe operation of bridge structures under increasing traffic loads and complex engineering and geological conditions typical of large urban areas in Ukraine. The study focuses on the Gonchariv Bridge located in the city of Kharkiv. Bridge ageing, intensive automobile and tram traffic, as well as adverse natural and anthropogenic impacts, necessitate continuous and systematic monitoring of the technical condition of such structures using high-precision engineering and geodetic methods to detect deformations and displacements at an early stage.*

*The research aims to assess the actual technical and operational condition of the Gonchariv Bridge over the Lopan River, taking into account identified defects and damage to load-bearing elements, to forecast the residual service life and to develop scientifically grounded recommendations for repair and rehabilitation measures.*

*The methodology is based on a complex of engineering and geodetic investigations, including reconnaissance and visual inspection, establishment of a plan-and-height geodetic control network in the form of a quadrilateral, tacheometric survey of structural elements, geometric and trigonometric levelling, and statistical evaluation of measurement accuracy. Classical geodetic methods were applied in combination with modern accuracy assessment approaches in accordance with current regulatory requirements.*

*The results of the study demonstrate that the achieved measurement accuracy fully complies with normative standards. Based on the obtained data, the plan-and-elevation position of the bridge carriageway was determined, longitudinal profiles and cross-sections were constructed, and roadway gradients were calculated. Vertical vibrations with amplitudes of up to  $\pm 6$  mm were recorded in the mid-span zone during periods of intensive traffic, indicating the influence of traffic organisation on load distribution and dynamic behaviour of the structure.*

*The study substantiates the feasibility of implementing long-term high-precision geodetic monitoring using class II precise levelling, permanent benchmarks, and settlement marks. The findings have significant practical value for improving geodetic support of bridge inspections, timely identification of hazardous deformation processes, and extending the safe service life of bridge structures in urban environments.*

**Keywords:** engineering infrastructure; engineering and geodetic surveys; monitoring; reference base; traverse polygonometry; microtriangulation; tacheometry; geometric levelling; backbone network.

*Fig.: 2. References: 13.*