

УДК 528.482.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2024.44.8>**Мусієнко І.В.**

к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

**Казаченко Л.М.**

к.т.н., доцент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків  
ORCID ID: 0000-0001-7188-2790

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЗГІДНО ДОСЛІДЖЕНЬ ОСІДАНЬ ГУРТОЖИТКУ ХНАДУ № 5 У 2023 РОЦІ

**Анотація.** У статті розглядаються дослідження осідань гуртожитку ХНАДУ № 5 у 2023 році. Дослідження виконувалися з використанням геометричного нівелювання по маркам, які були закріплені у цоколі будівлі у 1996 році. Для спостережень було використано електронний нівелір LEIKA "Sprinter" 100. Усього було зафіксовано два ряди по 15 марок у вигляді сталевих штирів. Також для спостереження за осіданнями було створено ґрунтовий репер, якому була надана умовна позначка – 100 м. У статті аналіз вівся згідно динаміки осідань з 2000 року. Дослідження показали складну для інтерпретації динаміку: гуртожиток начебто не осідав, а навпаки – «виринав». Було зроблено припущення про осідання самого ґрунтового реперу. Тому, починаючи з 2017 року були розпочаті дослідження осідань гуртожитку № 5 з використанням додаткового тимчасового реперу, який розташований в 100 м від основного реперу вздовж Студентського провулка. Було зафіксовано динаміку осідання основного реперу по відношенню до тимчасового на 4 мм у рік. З основним репером осідає гуртожиток з усією прилеглою територією. Візуально виявлено геологічну нестабільність території навколо гуртожитку. У якості допоміжного доказу надано фотографії візуальної оцінки. На фотографіях видно осідання прилеглої території, тріщини на будівлі гуртожитку. Непрямим підтвердженням осідання території навколо гуртожитку є ускладнення зйомки у зв'язку з нестачею висоти інструменту для зйомки деяких марок. Зроблено висновок щодо необхідності створення додаткового реперу, розташованого за межами схилів уздовж Студентського провулка. Надано дві схеми розташування додаткового реперу: 1 схема – вздовж Студентського провулка з довжиною ходу більше 300 м; 2 схема – по найкоротшій відстані до підшви спуску. В другій схемі відстань від реперу до будівлі гуртожитку складає близько 70 м. Перевагу надано другій схемі з залученням безвідбивного електронного тахеометру. Запропоновано біля схилу розбити мікротріангуляційну мережу, а на північно-східному і південно-східному кутах будівлі закріпити марки для спостереження з нержавіючих пластин розміром 200x200 мм товщиною 1 мм з вигравіруваним перехрестям на глибину 0,5 мм і заповненим бітумом.

**Ключові слова:** моніторинг осідань будівлі, репер, геометричне нівелювання, нівелір, відмітка, перевищення, нівелірний хід.

**Постановка проблеми.** У Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті з 1996 року проводився моніторинг осідань будівлі гуртожитку № 5 на замовлення господарчої частини. Цей дев'ятиповерховий гуртожиток, розташований на Журавлівському схилі, може бути геологічно нестабільним, особливо навесні та восени, що впливає на стійкість будівлі у цілому або її окремих частин.

Під час зазначених періодів проводили дослідження змін положення контрольних марок, закладених у цокольній частині будівлі. Спостереження виконувалися за допомогою геодезичних приладів, а результати та висновки були відображені у звітах.

За означений період склалася не стандартна ситуація: з осіданням ґрунту навколо гуртожитку можна припустити і осідання ґрунтового реперу, який був закріплений для

спостереження за осіданнями гуртожитку. У статті робиться аналіз цієї ситуації і розглядаються рекомендації що до часткової зміни схеми спостереження.

**Аналіз останніх досліджень.** Стаття [1] присвячена дослідженню осідань гуртожитку ХНАДУ № 5. У статті розглядаються методи спостережень, будова трубчатого ґрунтового реперу, геодезичні прибори, точність вимірювань, та динаміка осідань, але не робиться висновку що до осідань самого реперу. У 2017 році були розпочаті дослідження осідань гуртожитку № 5 з використанням додаткового тимчасового реперу, який розташовано в 100 м від основного реперу вздовж Студентського провулка. У статті [2] вже наведено динаміку зміни положення основного реперу по відношенню до тимчасового: становиться зрозумілим, що основний репер осідає до 6 мм на рік, але на той момент ще були не зрозумілі шляхи зміни схеми майбутніх досліджень.

**Метою роботи** є надання рекомендацій згідно досліджень осідань гуртожитку ХНАДУ № 5 у 2023 році.

**Метод та схема спостереження за спорудою.** Спостереження за просадками споруди проводяться протягом декількох років. Для цього в стінах споруди були закладені точки спостереження – марки (забиті металеві штирі), за допомогою яких проводиться нівелювання – визначення відміток точок. Знімання здійснювалось нівеліром LEIKA “Sprinter”, з допустимою похибкою на станції до 4 мм. Нівелювання проводилось двічі кожної точки, при різних горизонтах візирного променя прибору, перевищення визначалися по штриховій розсувній рейці, що входить в комплект нівеліру.

Відмітки точок визначалися від реперу з умовною відміткою 100,000 м. В якості реперу використовувався ґрунтовий репер.

Для орієнтування на місцевості були зроблені фотографії, які показують розташування ґрунтового реперу по відношенню до залізобетонних елементів цвинтарного паркану (рис. 1).

У всіх проведених вимірюваннях хід замикався на відмітці реперу з незначною нев’язкою 1-2 мм. Розташування точок та станцій приведено на схемі (з індексом 23 – розташування у 2023 році, рис. 2).

Репер  $R_p 1$  закріплено близько до гуртожитку № 5 (рис. 2). Границя зсуву може проходити таким чином, що репер  $R_p 1$  може знаходитися у зоні зсуву, тому потрібно виконати контрольну перевірку. Для реалізації

цієї мети у 2017 році було прийнято рішення прив’язатися до тимчасового реперу  $R_{p \text{ врем}}$ , який знаходиться напроти головного входу у гуртожиток ХНАДУ № 3 (рис. 3).

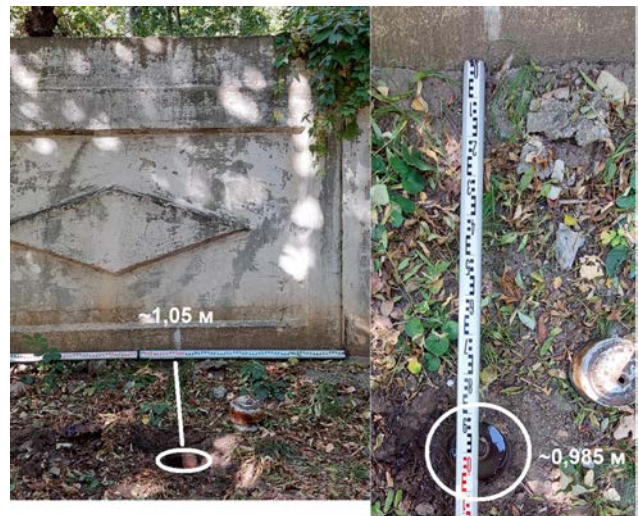


Рис. 1. Фотографії ґрунтового реперу для встановлення його розташування

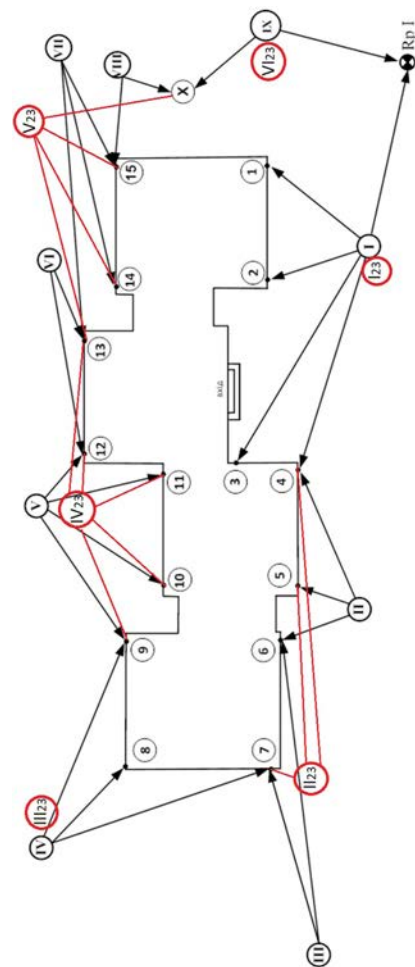


Рис. 2. Схема розміщення станцій спостереження





Рис. 3. Тимчасовий репер  $R_{p \text{ врем}}$  напроти головного входу у гуртожиток ХНАДУ № 3 (ліворуч – 2017 рік, праворуч – 2023 рік)

**Результати досліджень.** Коливання позначки тимчасового реперу за усі роки спостережень (2017 – 2023 роки) наведено на рисунку 4.

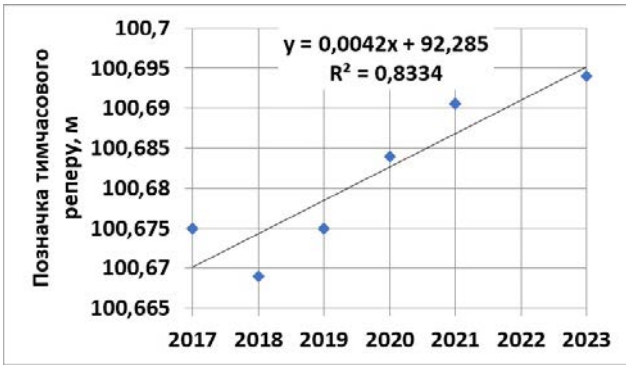


Рис. 4. Коливання позначки тимчасового реперу  $R_{p \text{ врем}}$  напроти головного входу у гуртожиток ХНАДУ № 3

Більш наглядно динаміку зміни марок по висоті можна бачити на рисунках 5–6.

Якщо, узяти тимчасовий репер біля гуртожитку ХНАДУ № 3 за основний і перерахувати усі позначки з 2017 року по відношення до нього, то отримуємо динаміку згідно рис. 7, та для наочності динаміку марки №10 (рис. 8).

Була проведена візуальна оцінка осідань ґрунту навколо будівлі гуртожитку, оскільки наслідки осідань ґрунту навколо будівлі гуртожитку можна бачити по зовнішнім ознакам

(без приборів). Найбільш показовий – північно-східний кут будівлі (в області марки № 8). Тут ми бачимо осідання ґрунту більше 10 см (рис. 9).

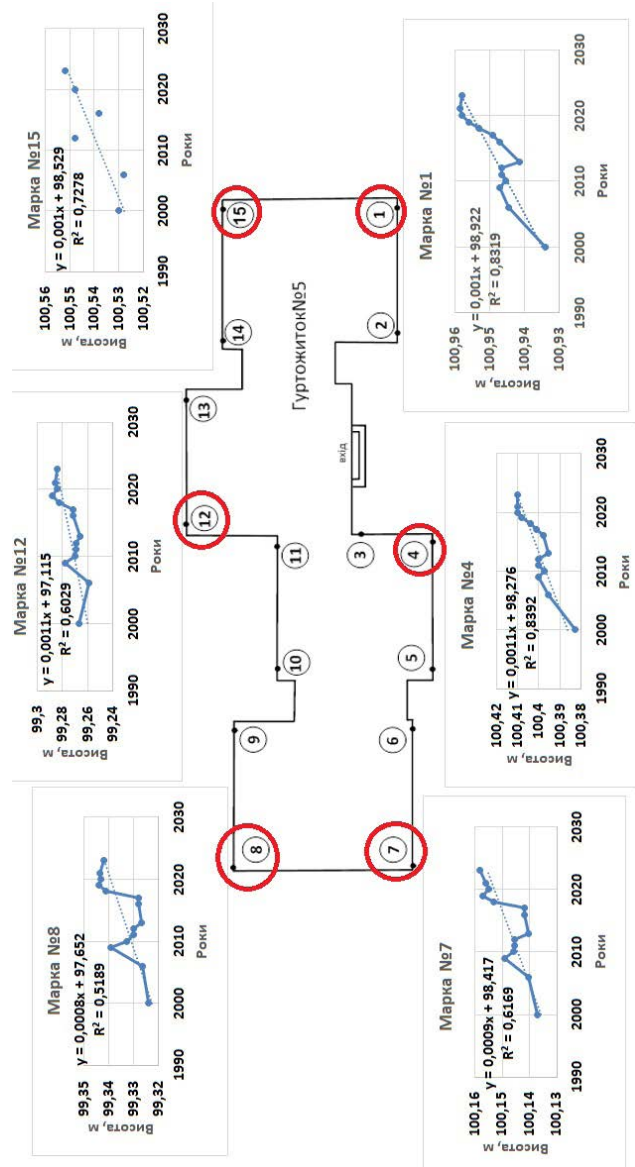


Рис. 5. Динаміка зміни висот основних марок

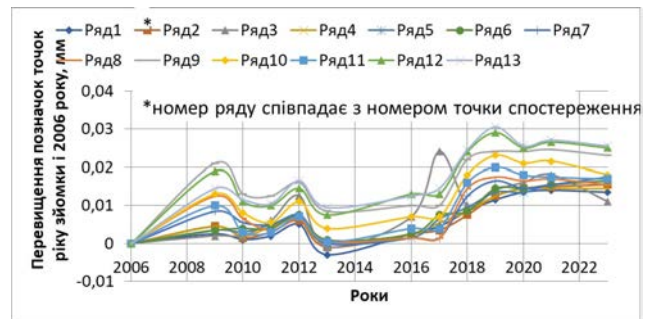


Рис. 6. Порівняння відміток точок кожного року з позначками 2006 року

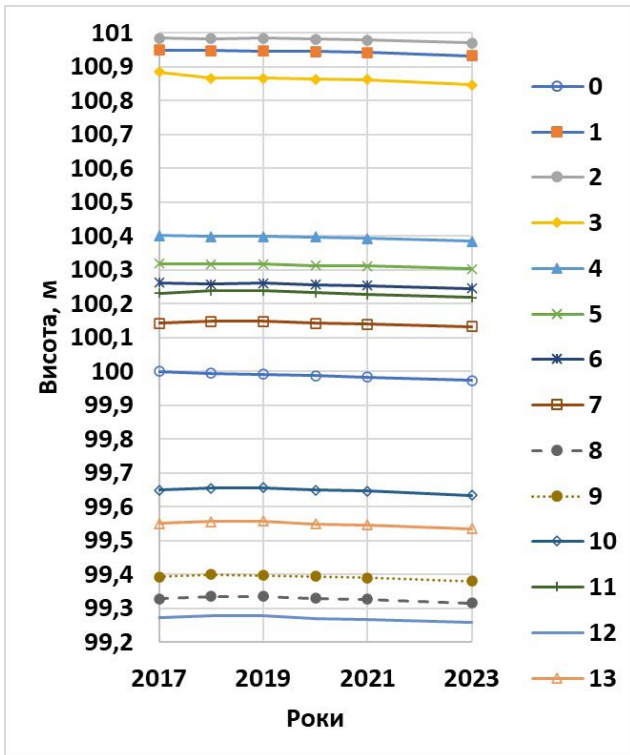


Рис. 7. Динаміка змін позначок по відношенню до тимчасового реперу біля гуртожитку ХНАДУ № 3

Такий рівень осідань притаманний усій східній (задній) стороні гуртожитку, але особливо це видно на рівні опускання нижніх сходинок (рис. 10).

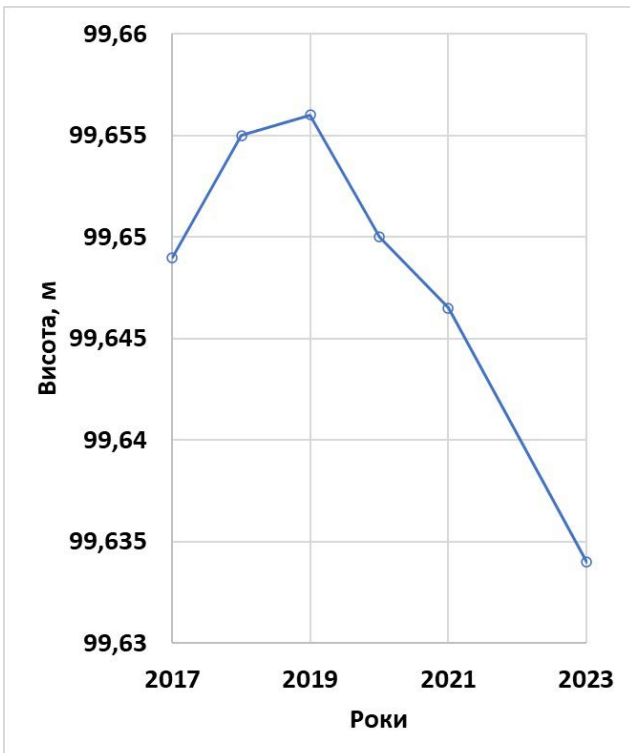


Рис. 8. Динаміка змін позначок марки №10 по відношенню до тимчасового реперу біля гуртожитку ХНАДУ № 3



Рис. 9. Північно-східний кут будівлі (в області марки № 8)



Рис. 10. Опускання нижніх сходинок на східній (задній) стороні

З фронтальної сторони (західної) також можна бачити осідання ґрунту, але менше, на стіні наслідки осідання оштукатурюються цементним бетоном. Наслідки осідань видно на сходинок і руйнуванні асфальтобетонного майданчику перед парадним входом (рис. 11).



Рис. 11. Фронтальна сторона гуртожитку

Добудовані сходинок на південній стороні гуртожитку також мають сліди руйнування (рис. 12–13).



Рис. 12. Сліди руйнування на добудованих сходинок на південній стороні гуртожитку





Рис. 13. Деталізація руйнування на добудованих сходах

У зв'язку з осіданням ґрунту навколо гуртожитку вже є деякі марки, які важко знімати, оскільки поверхня опустилася по відношенню до марок. Не вистачає висоти штативу щоб визначити перевищення. Це торкається IV<sub>23</sub> і V<sub>23</sub> станцій (рис. 14).



Рис. 14. Станції IV<sub>23</sub> і V<sub>23</sub>

Марку № 3 вже давно зрізали, штир залишився у стіні, до нього прикладається рейка, але результати можуть відрізнятись стохастично, що показує графік на рисунку 6.

Нижній штир марки № 14 також вже давно витягнуто, а зняти верхній штир вже не вистачає висоти штативу на самому високому місці, тому потрібно знову забити металевий штир унизу і переходити до його зйомки.

На марці № 15 у цьому році вперше було проведено зйомку по верху і понизу, оскільки зйомку поверху проводити вже дуже складно по вищенаведеним причинам.

**Висновки.** Можна зробити наступні висновки:

- динаміка зміни висот марок (рис. 5, 6) показали збільшення висоти будівлі гуртожитку по відношенню до ґрунтового репера, що є маловірогідним;
- більш вірогідним є припущення про осідання ґрунтового репера по відношенню до будівлі гуртожитку (рис. 15), про це свідчить візуальна оцінка осідань ґрунту навколо будівлі гуртожитку, про це також свідчить 6-річне спостереження за динамікою зміни перевищення між ґрунтовим репером і тимчасовим репером (рис. 4);



Рис. 15. Імовірна схема зміни місцеположення ґрунтового репера

– при такій нестабільності ґрунтового репера важко оцінити зміни безпосередньо самої будівлі; не виникає сумнівів, що і сама будівля змінює своє місцеположення по вертикалі.

– виходячи з вищенаведеного, потрібно змінити основну схему спостереження за будівлею гуртожитку № 5, залишаючи попередні схеми спостереження.

**Рекомендації щодо наступних геодезичних вимірювань.** До попередніх схем спостереження за будівлею гуртожитку №5 потрібно додати схему, при якій безвідбивний електронний тахеометр розташовується над фундаментальним репером, з якого встановлюються координати марок по нижньому і верхньому кутах східної сторони будівлі (рис. 16).

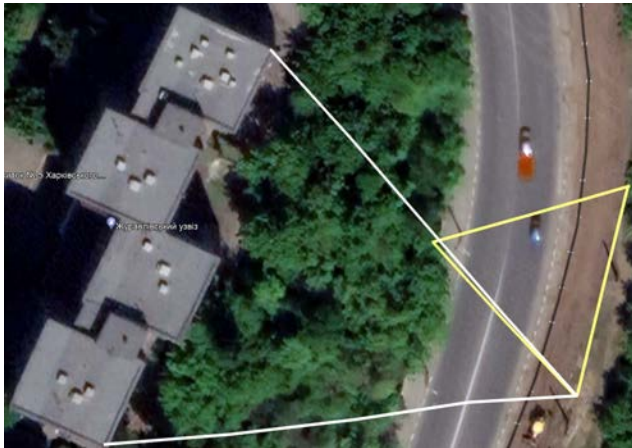


Рис. 16. Запропонована схема спостереження за будівлею гуртожитку № 5

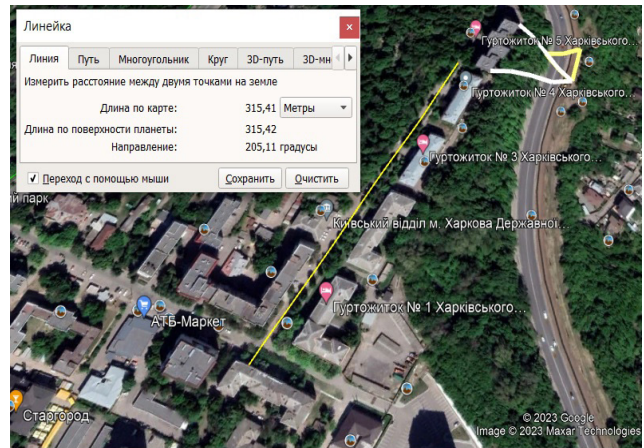


Рис. 17. Альтернативна схема прокладення ходу до реперів

Для встановлення умовної системи координат потрібно розбити мікротріангуляційну мережу (рис. 16). Марки для спостереження на кутах потрібно робити з нержавіючих пластин розміром 200x200 мм товщиною не менше 1 мм, з вигравіруваним

перехрестям на глибину 0,5 мм і заповненим бітумом.

Альтернативна схема прокладення ходу має ряд недоліків (рис. 17):

- збільшення ходу;
- збільшення часу проведення робіт.

#### Література

1. Мусієнко І.В. Дослідження просядок інженерної споруди на студентському провулку м. Харкова (гуртожиток № 5 ХНАДУ). *Науковий вісник будівництва*. 2018. Том 94, № 4. Харків: ХНУБУ. С. 95 – 99.
2. Мусієнко І.В., Казаченко Л.М. Результати дослідження осідань гуртожитку ХНАДУ №5 у 2018 році. *Вісник ХНАДУ*. 2019. № 84. Харків: ХНАДУ. С. 51 – 55.

#### References

1. Musiienko, I. (2018). Doslidzhennia prosadok inzhenernoi sporudy na studentskomu provulku m. Kharkova (hurtozhytok № 5 KhNADU) [Scientific bulletin of construction]. *Naukovyi visnyk budivnytstva*, 94(4), 95 – 99.
2. Musiienko, I., Kazachenko, L. (2019). Rezultaty doslidzhennia osidan hurtozhytku KhNADU №5 u 2018 rotsi [Bulletin of KhNAHU]. *Visnyk KhNADU*, 84, 51 – 55.

### RECOMMENDATIONS ACCORDING TO THE SUBSIDENCE STUDY OF KHNAHU HOSTEL NO. 5 IN 2023

**Abstract.** *The article deals with the research of subsidence of the hostel of KHNADU No. 5 in 2023. The research was carried out using geometric levelling on the marks fixed in the basement of the building in 1996. LEIKA Sprinter 100 electronic leveller was used for observations. A total of two rows of 15 marks each in the form of steel pins were recorded. Also for observation of precipitation a ground rafter with a conditional mark - 100 m was created. The paper analysed the subsidence dynamics since 2000. The research showed a difficult dynamics for interpretation: the hostel did not seem to be subsiding, but on the contrary - 'rising'. An assumption was made about the subsidence of the ground rafter itself. Therefore, starting in 2017, subsidence studies of hostel No. 5 were initiated using an additional temporary rafter, which is located 100 m from the main rafter along Student Lane. A subsidence trend of 4 mm per year was recorded for the main rafter relative to the temporary rafter. With the main rafter the hostel with all the surrounding area settles. The geological instability of the area around the hostel is visually detected. Photographs of the visual assessment are provided as supporting evidence. The photographs show subsidence of the surrounding area, cracks on the hostel building. Indirect evidence of subsidence of the area around the hostel is provided by the increased difficulty of surveying due to the lack of tool height for surveying some marks. It is concluded that there is a need for an additional rafter located off-slope along Student Lane. Two schemes of location of the additional rafter are given: 1 scheme - along the Studentskyi Lane with the length of the*

*course more than 300 m; 2 scheme - along the shortest distance to the bottom of the slope. In the second scheme, the distance from the rafter to the hostel building is about 70m. Preference is given to the second scheme with the involvement of non-reflective electronic total station. It is suggested that a microtriangulation network be laid out near the slope, and observation stamps made of stainless steel plates 200x200 mm in size, 1 mm thick, with an engraved intersection at a depth of 0.5 mm and filled at the northeast and southeast corners of the building be fixed.*

***Key words: building subsidence monitoring, rafter, geometric levelling, leveller, mark, elevation, exceedance, levelling run.***

**Musiienko I.V.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the of Road Design,  
Geodesy and Land Management Department,  
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

**Kazachenko L.M.**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Road Design,  
Geodesy and Land Management Department,  
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv