

**Оксана Василівна Гера¹, Роксолана Євгенівна Олесків², Любов Ігорівна Дорош³,
Микола Ярославович Гринішак⁴, Володимир Петрович Михайлишин⁵**

¹кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна)
E-mail: oksana.hera@nung.edu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6670-2820>. **Scopus Author ID:** 57224954097

²кандидат технічних наук, доцент кафедри геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна)
E-mail: roksolanaoleskiv@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0334-3028>

³кандидат технічних наук, інженер кафедри геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна)
E-mail: liubov.dorosh@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2971-4034>

⁴асистент кафедри геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна)
E-mail: nikolaygrynishak@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0422-8681>. **Scopus Author ID:** 57210600509

⁵асистент кафедри геодезії та землеустрою
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (м. Івано-Франківськ, Україна)
E-mail: vovamychgeo@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2236-1707>. **Scopus Author ID:** 57210604967

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТУ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ОСІДАННЯМИ ФУНДАМЕНТУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ

Наведено результати вибору пунктів висотної основи, місць закладання деформаційних марок та розроблення методики спостережень за осіданнями фундаменту багатопверхової будівлі в м. Івано-Франківськ. У результаті виконання початкової серії вимірів визначені висоти закладених деформаційних марок, які будуть вихідними для встановлення величин осідань фундаменту будівлі. Виконані попередня оцінка точності запроєктованої мережі та аналіз результатів вимірювань початкової серії свідчать про отриману точність визначення висоти найслабшої деформаційної марки 1 мм.

Ключові слова: деформація будівлі; геометричне нівелювання коротким променем; програма спостережень за деформаціями; деформаційна марка; осідання.

Рис.: 7. Табл. 1. Бібл.: 8.

Актуальність теми дослідження. Інтенсивний розвиток територій міського простору притаманний для сучасного світу. Тенденції щодо стрімкої розбудови зумовлені фактором збільшення вартості земельних ділянок та, відповідно, щільності забудови. Саме в таких умовах у великих містах та мегаполісах ведеться будівництво здебільшого висотних будинків. Моніторинг таких споруд є обов'язковим процесом, оскільки з часом виникають різні фактори та ризики при експлуатації даних об'єктів, які можуть негативно впливати на міцність та надійність конструкцій.

Саме геодезичні роботи забезпечують комплекс заходів для відстеження параметрів об'єктів задля моніторингу різного роду споруд. Визначення норм, за якими чітко регламентуються геодезичні роботи у будівництві, викладені на державному рівні Державними будівельними нормами [1]. Ці норми встановлюють загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт, які потрібно виконувати під час будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення, серед яких окремою складовою є комплекс геодезичних робіт із систематичних спостережень за розвитком деформаційних процесів у період будівництва та експлуатації будівель, споруд та території забудови.

Спостереження ведуть з початку будівництва засобами дуже точних, ретельних і систематичних геодезичних вимірів, різноманітних за своїм характером. Геодезичні виміри повинні бути забезпечені високоточною закріпленою планово-висотною геодезичною мережею. Виміри величин деформацій припиняють (або скорочують до регламентованої для відповідної споруди кількості) тільки з моменту настання стабілізації процесів осідань.

Тому характерна особливість геодезичних робіт є їх систематичне повторення протягом досить великого проміжку часу залежно від стійкості ґрунтів, на яких розміщена споруда. При цьому шляхом повторних вимірів і прив'язок до стійких геодезичних пунктів визначають фактичне положення деформаційних знаків на кожному етапі спостережень.

Результати періодичних спостережень дають можливість не тільки встановити величини деформацій будівлі, але і вжити профілактичних заходів для її подальшої безпечної експлуатації. Геодезичні роботи на цьому етапі виконуються високоточними приладами за спеціально розробленою для конкретної будівлі програмою.

Постановка проблеми. Івано-Франківський інститут нафти і газу, як окремий заклад вищої освіти, створений у 1967 р. Активне будівництво навчальних корпусів, бібліотеки, спортивного комплексу відбувалося в 1978-1979 рр. Оскільки будівлям понад сорок років, то процеси нормативного осідання фундаментів очікувано завершені. Однак на фасаді навчального корпусу № 1 було виявлено ознаки деформації будівлі (рис. 1). Тому прийняли рішення розробити програму спостережень за процесом деформації корпусу для визначення активності цього процесу та прогнозування наслідків.



Рис. 1. Об'єкт досліджень

Джерело: розроблено авторами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями проблем геодезичного моніторингу висотних конструкцій займаються багато науковців. Світовий досвід вказує на безсумнівну актуальність теми, оскільки кількість висотних будинків у світі постійно зростає. Авторами у роботах [2, 3] проведено аналіз геодезичного моніторингу деформаційних процесів висотних будівель і споруд, мета якого полягає у використанні технології знімання, що включає алгоритм обробки та порівняння результатів декількох циклів спостережень і забезпечення моніторингу деформованого стану об'єкта по всій його поверхні. Саме повторюваність вимірювань дозволяє отримати набір даних для подальшого аналізу. Такі дані геодезичного моніторингу зсувів і деформацій спеціалізованим обладнанням є основою для побудови апроксимаційної лінійно-гармонійної функції. У роботі [4] наведені правила застосування методу візуального контролю, метою якого є виявлення незначних видимих проявів деформацій на початковій стадії чи зміни положення елементів конструкцій об'єкта. Мета цього дослідження – створити умови для безпечної експлуатації конструкцій шляхом раннього виявлення негативних змін у стані деформації розтягу та оперативного вжиття заходів щодо її локалізації. Згадані методи базуються на досить типових наземних геодезичних вимірюваннях. Шляхом поєднання різних методів досягається комплексний результат досліджень.

У наступній статті [5] розглянуто підхід до вирішення задач моніторингу споруд із використанням інтегрованої GNSS-системи та неметричних камер з QR-кодованими цілями. Система позиціонується як недорога система спостереження, розроблена на основі технології комп'ютерного зору за підтримки GNSS; основне застосування якої – моніторинг різних інженерних споруд, у тому числі висотних будівель. Запропонована методика дозволяє визначити зміну геометричних параметрів конструкції під впливом зовнішніх факторів або навантажень, на основі чого можна спрогнозувати величини деформацій у подальшому.

Проаналізувавши більш новітні методи та оцінивши ефективність їх застосування, автори дійшли висновку, що варто згадати роботи, які базуються на дистанційних методах спостережень. Так в роботі [6] наведений метод радіолокаційної інтерферометрії та обґрунтована доцільність його використання для спостережень за вертикальними деформаціями інфраструктури на прикладі навчального корпусу Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. На основі отриманої радіолокаційної інформації опрацьовано набір даних за допомогою методу Persistent Scatterers Interferometry (PS, інтерферометрія постійних відбивачів радіолокаційного сигналу). У результаті були визначені середні значення швидкості вертикальних переміщень території університету, які підтверджуються результатами GNSS-спостережень.

Цікавим є застосування методів лазерного сканування для моніторингу будівель та споруд [7,8]. Перевагою такого методу є швидке отримання великої кількості інформації, проте великий обсяг часу затрачається саме на опрацювання отриманих даних.

У статті [8] обґрунтовано використання систем лазерного сканування для геодезичного моніторингу висотних будівель і споруд, де акцентується увага на взаємному розташуванню окремих елементів будівлі, що особливо важливо для виявлення та прогнозування деформаційних процесів.

Метою статті є вибір оптимального методу геодезичних спостережень за ймовірними осіданнями багатоповерхової будівлі та розроблення програми виконання таких спостережень.

Виклад основного матеріалу. У випадку дії фактора, що призводить до виникнення процесу деформації (зміна навантаження на основу, зміна температури середовища або тіла споруди, дія тектонічних сил та ін.), необхідний моніторинг процесу деформування, який виконують, зазвичай, методами геодезичних спостережень.

Для інженерної інтерпретації результатів вимірів деформацій вивчають можливі причини їх виникнення. Основний інтерес являють геологічні, гідрогеологічні та кліматичні дані: потужність окремих шарів ґрунту, рівень ґрунтових вод, фізико-механічні властивості ґрунтів та ін. У багатьох випадках не обмежуються вивченням матеріалів вишукувань, а паралельно з вимірюванням деформацій організовують спеціальні спостереження за термічним режимом ґрунтів, рівнем підземних вод, метеоумовами, враховують будівельне і технологічне навантаження.

Для ведення спостережень складають проект, який у загальному випадку містить: технічне завдання; загальні відомості про споруду, природні умови й технологічний режим роботи; принципову схему спостережень; схему розміщення опорних і деформаційних знаків; розрахунок і характеристику потрібної точності вимірів; методи й засоби вимірювань; рекомендації щодо методики опрацювання та інженерної інтерпретації результатів спостережень; календарний план (графік) спостережень; склад виконавців, обсяг робіт та кошторис.

Деформація споруди також залежить від форми, розмірів і жорсткості фундаменту, розподілу статистичних і динамічних навантажень всередині споруди.

Граничні допустимі значення деформації, що відповідають експлуатаційним характеристикам будівлі чи споруди, визначаються відповідними технологічними або архітектурними вимогами та правилами технічної експлуатації обладнання або споруди [1].

Загалом для виконання завдання щодо спостереження та оцінки стану будівлі потрібно слідувати такому алгоритму дій (рис. 2).

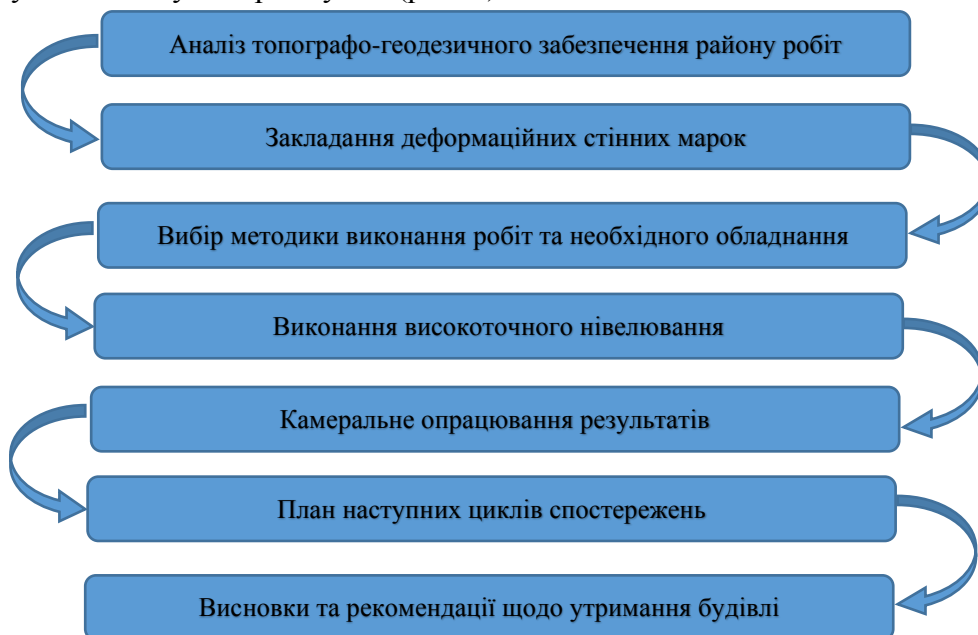


Рис. 2. Алгоритм вирішення завдання

Джерело: розроблено авторами.

Аналіз топографо-геодезичного забезпечення району робіт. На основі вивчення пунктів державної геодезичної мережі поблизу об'єкту дослідження встановлено, що пункти у задовільному стані для спостережень за динамікою вертикальних деформаційних процесів відсутні.

Для виконання першої серії спостережень було прийнято рішення використовувати стінні репери місцевої нівелірної мережі IV класу R 1364, R 1337 та R 1319, які знаходяться неподалік від району робіт (рис. 3).



Рис. 3. Схема розміщення нівелірних знаків у районі робіт

Джерело: розроблено авторами.

Відомості про стан та розташування геодезичних знаків наведено в табл. 1. Конструкція реперів представлена на рис. 4. Стінні репери відлиті із чавуну. На передньому їхньому торці вказана організація, що заклала знак, та номер геодезичного пункту. Кожен репер вмурований у стіну будівлі так, що його торцева частина виступає назовні на 5 см. На диску репера є виступ у вигляді сектора з ребрами, висота якого над рівнем моря і вважається висотою репера.

Таблиця 1 – Стан нівелірних знаків IV класу в межах району робіт

Вид	Назва	Клас нівелірної мережі	Віддаль до об'єкта, м	Стан пункту
Стінний репер	1364	IV	552	задовільний
Стінний репер	1337	IV	589	задовільний
Стінний репер	1319	IV	835	задовільний

Джерело: розроблено авторами.

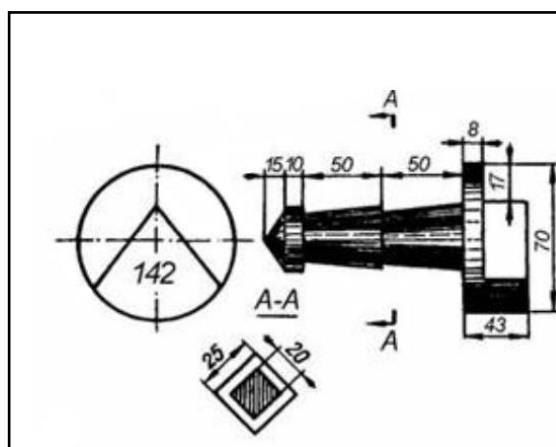


Рис. 4. Зображення стінного репера IV класу

Джерело: <http://surl.li/unurk>.

Закладання деформаційних стінних марок. Для забезпечення проведення моніторингу будівлі першого корпусу ІФНТУНГ у фундамент було закладено деформаційні марки загальною кількістю 63 знаки, що обумовлено доволі складною конфігурацією будівлі. Місця закладання, вибрані згідно з нормативними вимогами, наведені на рис. 5.

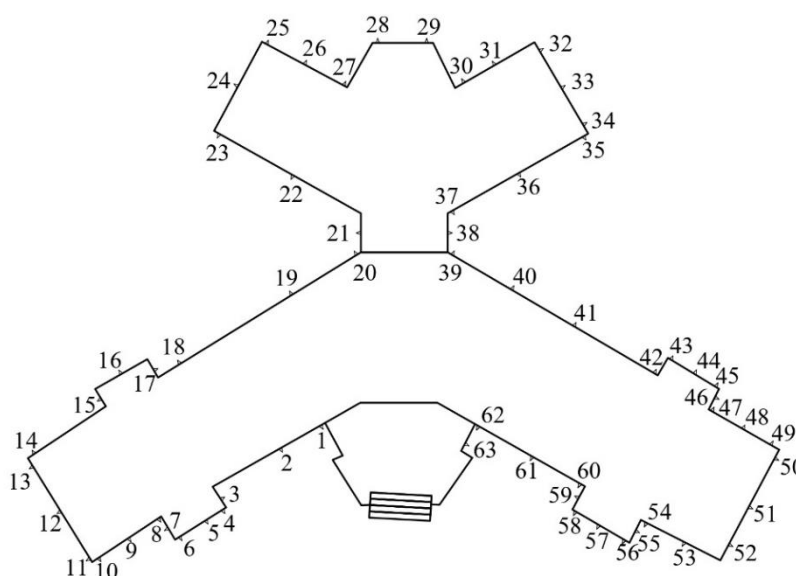


Рис. 5. Схема розміщення деформаційних марок

Джерело: розроблено авторами.

Вибір методики виконання робіт та необхідного обладнання.

Виходячи з нагальності проблеми, при виникненні тріщин у конструкції споруди, приймається рішення про найбільш ефективні методи визначення величин деформацій для прогнозування рівня небезпечних проявів. Геодезичні наземні вимірювання високоточними приладами дозволяють виявити найменші ознаки деформацій, з точністю до 0,2 мм. Саме застосування високоточного нівеліра при проведенні геометричного нівелювання коротким променем забезпечать надійні дані для подальшого аналізу ситуації.

На об'єкті виконано початкову серію спостережень згідно розробленої програми виконання робіт. Вимірювання виконані високоточним електронним нівеліром Topcon DL-501 з автоматичним зчитуванням відліків за штрихковою рейкою. Перед початком спостережень проводили дослідження нівеліра за програмою, вказаною в інструкції з експлуатації приладу. Зокрема, перед початком серії спостережень визначався кут i за допомогою автоматизованої програми меню нівеліра. Зазначимо, що програма вимірювань високоточного електронного нівеліра DL-501 передбачає введення у результати вимірювань поправки за кут i на кожній станції нівелювання. Вимірювання проводились за методикою спостережень, яка забезпечує середню квадратичну похибку визначення висоти найслабшої марки мережі відносно положення вихідних пунктів не більше 1 мм.

Схема вимірів у мережі включає замкнутий нівелірний хід, що з'єднує деформаційні марки, встановлені у фундаменті досліджуваної будівлі, з вихідними реперами R 1364, R 1337 та R 1319, закладеними у фундаменти п'яти- та дев'ятиповерхових будинків (рис. 6).

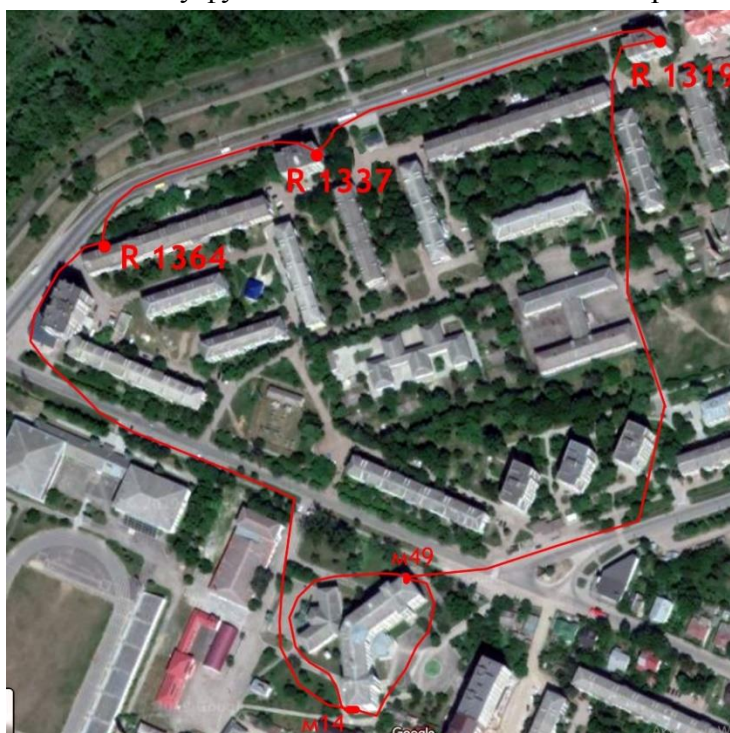


Рис. 6. Схема запроєктованої нівелірної мережі

Джерело: розроблено авторами.

Середньоквадратична похибка визначення перевищень на станції у висотному ході не допускалась понад 0,15 мм. Для досягнення такої точності, нівелювання виконували за програмою нівелювання II класу із використанням сучасної методики геометричного нівелювання коротким променем з дотриманням таких вимог:

- довжина рейки не більше 1,8 м;
- допустима різниця пліч на станції – 1,0 м;
- на зв'язуючих точках ходів рейка встановлювалась тільки на нівелірні підкладники;

- прилад на станціях та нівелірні підкладини встановлювались тільки на твердий ґрунт або бетон;

- при контролі вимірів користувались наступними службовими допусками:

а) різниця перевищень, визначених при двох горизонтах інструменту на станції, не допускалась більше ніж 0,2 мм;

б) допустимі нев'язки у полігонах f_h^{don} визначали за наведеною нижче формулою (де n – кількість станцій у ході):

$$f_h^{don} = \pm 0,2 \cdot \sqrt{n}.$$

Результати виміряних перевищень та перевірки допустимих незамикань у полігонах мережі наведено на рис. 7. Висотну мережу урівняно параметричним методом і виконано оцінку точності вимірювань.

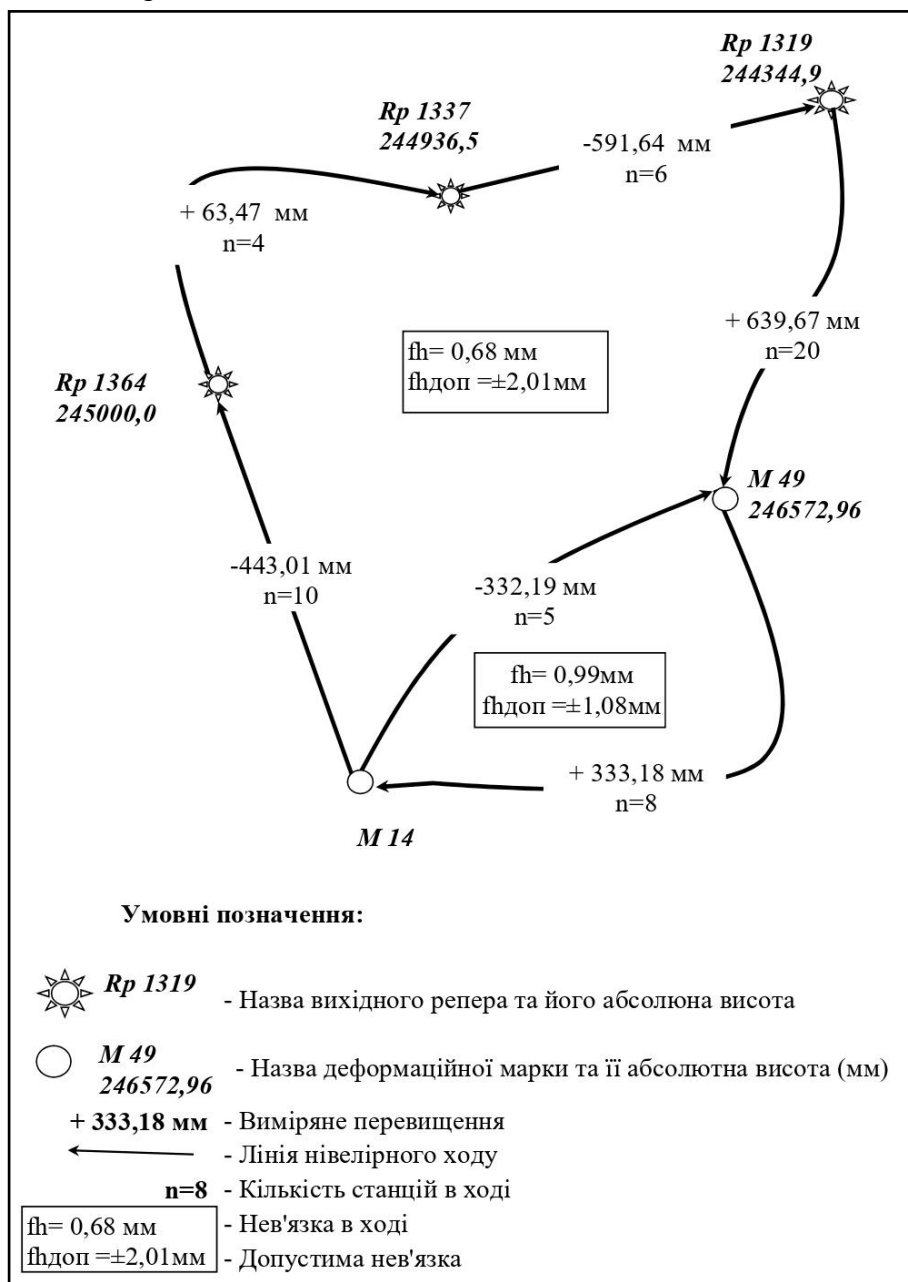


Рис. 7. Результати вимірів у початковій серії спостережень
Джерело: розроблено авторами.

Висновки. Грунтуючись на результатах актуальних досліджень встановлено, що метод високоточного нівелювання оптимальний для спостережень за об'єктом досліджень. З метою виявлення ймовірних деформацій висотної будівлі розроблено програму геодезичних спостережень, в рамках якої виконано такий перелік робіт:

- рекогностування об'єкта досліджень;
- встановлення деформаційних маркерів та гіпсових маяків;
- закладання нівелірних стінних марок;
- виконання першого циклу нівелювання.

Керуючись вимогами нормативних документів для об'єкта дослідження розроблена схема розміщення деформаційних марок. Відповідно до технічного завдання у фундамент будівлі закладено 63 деформаційні марки. Виконано високоточне нівелювання марок за методикою спостережень, яка забезпечує середньоквадратичну похибку визначення висоти найбільш слабкої марки мережі рівну 1 мм.

За результатами наступних серій спостережень можна буде обчислити величини осідань кількісно, виявити їхні напрямки, швидкість процесів, та зробити прогноз стійкості на наступні роки, а за необхідності розробити комплекс заходів щодо стабілізації будівлі.

Список використаних джерел

1. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві (ДБН В.1.3-2-2010). – Вид. офіц. ; введ. 21.01.2010. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010.
2. Geodetic monitoring methods of high-rise constructions deformations with modern technologies application [Electronic resource] / M. E. Kuttykadamov, K. B. Rysbekov, I. Milev, K. A. Ystykul, B. K. Bektur // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. – 2016. – Vol. 93(1). – Pp. 24-31. – Accessed mode: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84995544464&origin=scopusAI>.
3. Urban, R. *Surveying Works during the Deformation Measurement of Buildings* / R. Urban. – CTU Publishing House, Prague, 2015. – 227 p.
4. Mamajonova, Nodira. Monitoring and analysis of geodetic visual deformation / Nodira Mamajonova, Baxtiyar Mirzayev // *Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences*. – 2023. – Vol. 2 (5). – Pp. 139-141.
5. GNSS-Assisted Low-Cost Vision-Based Observation System for Deformation Monitoring / R. Shults, A. Ormambekova, Y. Medvedskij, A. Annenkov // *Applied Sciences*. – 2023. – Vol. 13 (5), 2813. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13052813>.
6. Determination of vertical displacements of infrastructure objects based on the radarinterferometry data / M. Pakshyn, I. Liaska, L. Dorosh, T. Grytsyuk, O. Gera // *Geodesy and Cartography*. – 2022. – Vol. 48(2). – P. 62-69. DOI: <https://doi.org/10.3846/gac.2022.14414>.
7. The concept of surveying set for geometrical dimensioning of difficultly accessible objects [Electronic resource] / Kazimierz Ćmielewski, Krzysztof Karsznia, Piotr Gołuch, Janusz Kuchmister // *Archives of Civil Engineering*. – 2023. – Vol. LXIX (1). – Pp. 627-644. – Accessed mode: <https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=citedby&eid=2-s2.0-85161676482&noHighlight=false&relpos=1>.
8. The geodetic monitoring of deformations of a high-rise building using ground-based laser scanning technology [Electronic resource] / G. Madimarova, D. Suleimenova, T. Pentayev, Y. Khalykov, G. Baydauletova, S. Tumazhanova, H. Stankova // *Journal of Applied Engineering Science*. – 2022. – Vol. 20 (4). – Pp. 1083-1092. – Accessed mode: http://www.engineeringscience.rs/article/2022/Volume_20_4/37001.

References

1. State enterprise "Scientific Research Institute of Life Sciences" (2010). A system for ensuring the accuracy of geometric parameters in everyday life. Geodetic robots in Budivnytsia (DBN V.1.3-2-2010). Ministry of Regional Development and Life of Ukraine.
2. Kuttykadamov, M.E., Rysbekov, K.B., Milev, I., Ystykul, K.A., Bektur, B.K. (2016). Geodetic monitoring methods of high-rise constructions deformations with modern technologies application. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 93(1), 24-31. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84995544464&origin=scopusAI>.
3. Urban, R. (2015). *Surveying Works during the Deformation Measurement of Buildings*. CTU Publishing House, Prague.

4. Mamajonova, N., Mirzayev, B. (2023). Monitoring and analysis of geodetic visual deformation. *Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences*, 2 (5), 139-141.

5. Shults, R., et al. (2023). GNSS-Assisted Low-Cost Vision-Based Observation System for Deformation Monitoring. *Applied Sciences*, 13(5), 2813. <https://doi.org/10.3390/app13052813>

6. Pakshyn, M., Liaska, I., Dorosh, L., Grytsyuk, T., Gera, O. (2022). Determination of vertical displacements of infrastructure objects based on the radarinterferometry data. *Geodesy and Cartography*, 48(2), 62-69.

7. Ćmielewski, K., et al. (2023). The concept of surveying set for geometrical dimensioning of difficultly accessible objects. *Archives of Civil Engineering*, 69(1), 627-644. <https://www.scopus.com/record/display.uri?origin=citedby&eid=2-s2.0-851161676482&noHighlight=false&relpos=1>.

8. Madimarova, G., Suleimenova, D., Pentayev, T., Khalykov, Y., Baydauletova, G., Tumazhanova, S., Stankova, H. (2022). The geodetic monitoring of deformations of a high-rise building using ground-based laser scanning technology. *Journal of Applied Engineering Science*, 20 (4), 1083-1092. http://www.engineering-science.rs/article/2022/Volume_20_4/37001.

Отримано 20.06.2024

UDC 528.4

**Oksana Gera¹, Roksolana Oleskiv², Liubov Dorosh³,
Mykola Hrynishak⁴, Volodymyr Mykhailyshyn⁵**

¹PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Land Management
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

E-mail: oksana.hera@nung.edu.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6670-2820>. **Scopus Author ID:** 57224954097

²PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Land Management
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

E-mail: roksolanaoleskiv@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0334-3028>

³PhD in Technical Sciences, Assistant of the Department of Geodesy and Land Management
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

E-mail: liubov.dorosh@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2971-4034>

⁴Assistant of the Department of Geodesy and Land Management

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

E-mail: nikolaygrynishak@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0422-8681>. **Scopus Author ID:** 57210600509

⁵Assistant of the Department of Geodesy and Land Management

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

E-mail: vovamychgeo@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2236-1707>. **Scopus Author ID:** 57210604967

PECULIARITIES OF DEVELOPING THE PROJECT OF OBSERVATIONS OVER SUBSIDENCE OF THE FOUNDATION IN A MULTI-STORIED BUILDING

During the exploitation of a multi-storied building, certain changes can occur in its geometric parameters – the deformations caused by the factors of natural or man-made origin. The deformation processes are mainly revealed and monitored by the geodetic methods with using the most up-to-date equipment, which is regulated by current legislation.

This research work analyzes today's development of methods for detecting and monitoring the deformation processes in buildings and structures by using laser scanners, GNSS system and non-metric cameras with QR-coded targets, method of Persistent Scatterers Interferometry.

The measurement of deformations in the basis of foundations of buildings and structures, that are exploited, is carried out in case of appearing impermissible cracks, opening of seams, as well as a sudden change in the building condition. Thus, in order to monitor the subsidence process in a multi-storied building, the regular observations over vertical movements of deformation control benchmarks are optimal by the method of high-precision geometric leveling with a short beam. In this respect, a program of observations must be created for each specific object.

The research work describes the results of selecting the points of elevation basis, the places of setting the deformation control benchmarks and development of methodology of observations over subsidence of a multi-storied building foundation in Ivano-Frankivsk city. As a result of the initial series of measurements performed, the elevations of planned deformation control benchmarks were defined to subsequently serve as an initial point in determining the subsidence values of a building foundation. The performed preliminary assessment of accuracy of the network designed and analysis of the measurement results of the initial series prove the obtained accuracy of determining the height of the weakest deformation control benchmark of 1 mm.

Keywords: deformation of a building; geometric leveling with a short beam; program of observation over deformations; a deformation control benchmark, subsidence.

Fig.: 7. *Table:* 1. *References:* 8.