

УДК 528.48

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.15>

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ДОВЖИН НА ПРОФІЛЬНИХ ЛІНІЯХ НАГЛЯДОВИХ СТАНЦІЙ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

Яценко В. М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри землеустрою, геодезії та кадастру
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0001-7621-1179

Шаталова Ж. О. – асистент кафедри землеустрою, геодезії та кадастру
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0003-1218-7143

Барулін Д. С. – асистент кафедри будівництва, архітектури та дизайну
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-2904-2023

Спостереження за зсувами, осіданнями і деформаціями споруди мають велике значення для визначення міцності та стійкості споруди, для своєчасного запобігання їх руйнуванню або своєчасного сигналу про настання аварійного стану.

Спостереження ведуть шляхом високоточних і систематичних геодезичних вимірювань. При рівномірному стисканні ґрунтів під дією ваги споруди відбувається осідання споруди, яке з часом зменшується і припиняється. Якщо ґрунти осідають нерівномірно, то, залежно від їх характеру і виду, можуть відбуватися крени, прогини, перекоси, кручення і розрив споруд. Зміни в просторовому положенні споруди називаються деформаціями, в горизонтальній площині – зсувами, у вертикальній – осіданнями.

В будівлях і спорудах Херсонського державного аграрно-економічного університету (далі – Університету) де була зафіксована негативна динаміка проявів деформацій, у 2019 році для дослідження цих негативних проявів закладено комплексні наглядові станції, на яких проводяться систематичні високоточні геодезичні виміри.

Комплекс геодезичних спостережень включає в себе:

- систематичне високоточне геометричне нівелювання геодезичних марок (реперів), які закладені на земній поверхні і в конструкціях об'єктів;
- систематичні високоточні виміри між геодезичними марками;
- визначення фактичних вертикальних деформацій (осідань) земної поверхні і в несучих конструкціях об'єктів;
- визначення фактичних горизонтальних деформацій на земній поверхні та в конструкціях будівель і споруд.

У статті розглянуто вдосконалену методику вимірювання довжин на профільних лініях наглядових станцій Університету із застосуванням електронних геодезичних приладів під час спостережень за зсувами, осіданнями і деформаціями споруд.

На основі результатів проведених геодезичних спостережень на наглядових станціях було уточнено: характер процесу деформації земної поверхні та основних конструкцій будівель і споруд; зони концентрації деформацій і їх величини.

Отримані дані можуть бути використані для розробки комплексу будівельних заходів захисту основних конструкцій будівель і споруд Університету для мінімізації шкідливого впливу процесу зрушення земної поверхні.

Ключові слова: високоточні вимірювання, наглядова станція, зсуви земної поверхні, осідання і деформація споруд, систематичні похибки.

Yatsenko V. M., Shatalova Zh. O., Barulin D. S. Features of the method of measuring lengths on profile lines of monitoring stations using electronic geodesic instruments

Observation of landslides, subsidence and deformations of the structure is of great importance for determining the strength and stability of the structure, for timely prevention of their destruction or a timely signal about the onset of an emergency.

Observations are conducted by means of highly accurate and systematic geodesic measurements. With uniform compression of the soil under the influence of the weight of the structure, the settlement of the structure occurs, which decreases and stops over time. If the soils settle unevenly, then, depending on their nature and type, tilting, bending, skewing, twisting and tearing of structures may occur. Changes in the spatial position of the building are called deformations, shifts in the horizontal plane, and subsidence in the vertical plane.

In 2019, in the buildings and structures of the Kherson State Agrarian and Economic University, where the negative dynamics of manifestations of deformations were recorded, complex monitoring stations were laid for the study of these negative manifestations, where systematic high-precision geodesic measurements are carried out.

The complex of geodesic observations includes:

- systematic high-precision geometric leveling of geodesic marks (benchmarks), which are embedded on the earth's surface and in the structures of objects;
- systematic high-precision measurements between geodesic marks;
- determination of actual vertical deformations (settlement) of the earth's surface and in the load-bearing structures of objects;
- determination of actual horizontal deformations on the earth's surface and in the structures of buildings and structures.

The article discusses the improved method of measuring lengths on the profile lines of the surveillance stations of the Kherson State Agrarian and Economic University with the use of electronic geodesic devices during observations of landslides, subsidence and deformations of structures.

Based on the results of the geodesic observations conducted at the monitoring stations, the following were clarified: the nature of the process of deformation of the earth's surface and the main structures of buildings and structures; zones of concentration of deformations and their magnitudes.

The obtained data can be used to develop a set of construction measures to protect the main structures of buildings and structures of the Kherson State Agrarian and Economic University to minimize the harmful effects of the process of shifting the earth's surface.

Key words: high-precision measurements, monitoring station, landslides of the earth's surface, settlement and deformation of structures, systematic errors.

Постановка проблеми. Специфіка геодезичних вимірювань в складних польових умовах, історичний досвід проведення геодезичних робіт поступово наклали свій відбиток на конструктивні особливості геодезичних засобів вимірювання.

На даний час практично всі геодезичні засоби вимірювання є автономними системами, можуть юстируватися (виправлятися) безпосередньо виконавцем у результаті виконання технологічних (поточних) та метрологічних досліджень і перевірок.

Проблема підвищення точності топографо-геодезичних робіт зумовила необхідність розробки нових методів їх виконання. З цими питаннями перекликається й вдосконалення методів побудови планово-висотних опорних геодезичних мереж.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стандарти щодо точності виконання робіт та вибору інструментів регламентуються нормативними документами України [1; 2]. Наведемо також деякі стандарти Європейських вимог у цій галузі [ISO 17123-1, ISO 17123-5].

Протягом багатьох десятиліть, особливо починаючи з 50-х років ХХ століття, розроблено різні, що стали вже традиційними, геодезичні методи і засоби технологічних і метрологічних перевірок і досліджень ГЗВ: громіздкі стаціонарні оптико-механічні та інтерференційні компаратори (МПГАіК, ЦНДІГАіК, НДІФТРІ,

ІФВЕ і ін.), компактні установки типу УК-1, АУПНТ, ВЕГА УКБ і т.п.

При розробці і дослідженні повірочних установок-стендів використовують різноманітний арсенал, в тому числі робочі зразкові засоби вимірювань, якими є атестовані геодезичні засоби вимірювання аналогічного призначення з точністю вимірювань що в 2–4 рази перевищує досліджуваний (робочий) геодезичний інструмент. Такі методи і засоби дозволяли, практично до теперішнього часу, здійснювати технологічні та метрологічні повірки геодезичних засобів вимірювання [3].

Цьому сприяли розробки та дослідження таких вчених, як Ф.Н. Красовський, Ф. Деймліх, С.В. Єлісеєв, В.С. Плотніков, М.М. Воронков, М.В. Кузьмін, А.І. Захаров, Д.А. Анікст, В.С. Усов, М.М. Корсунська, А.І. Спиридонов, Г.Х. Ямбаєв, А.М. Жилкін та багато інших.

Наразі в Україні спостерігається дефіцит лабораторій, що можуть запропонувати послуги з метрологічного контролю тахеометрів і, в першу чергу, з причини відсутності еталонних лінійних базисів геодезичних полігонів. Розміщення полігонів не завжди технічно можливе, оскільки пов'язане зі специфічними вимогами щодо їх розміщення, будівництва та використання.

У зв'язку з цим, розробка нових методів та методик метрологічного контролю характеристик засобів вимірювань є актуальним науковим завданням.

Мета розробки методики і схем високоточних геодезичних спостережень за деформаціями несучих конструкцій будівель та споруд Університету, а також земної поверхні – отримати дані, що характеризують абсолютні величини осідань, зсувів і зміщень та їх взаємозв'язок та встановити показники їх зміни у часі. Результати геодезичних спостережень за представленими схемами вимірювань будуть використані для розробки рекомендацій по встановленню нормальної експлуатаційної спроможності будівель та споруд Університету.

Методи. Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових, спеціальних, емпіричних і теоретичних методів дослідження: метод моніторингу за деформаціями земної поверхні і основних конструкцій будівель і споруд Університету, оснований на даних високоточних геодезичних вимірів та математичній обробці вимірів і візуалізації результатів. Лінійно-кутові вимірювання (визначення осідань та деформацій споруд різних типів); математичне моделювання – для встановлення щільності зв'язків між досліджуваними факторами. Дослідження виконувались як традиційними методами, так і за новою методикою вимірювань для досягнення більш надійних результатів.

Виклад основного матеріалу. До теперішнього часу методика вимірювань на профільних лініях складається з визначення перевищень між реперами способом геометричного нівелювання та вимірювання довжини кожного інтервалу мірним приладом [5].

При вивченні процесу виникнення зсувів і деформацій на земній поверхні та в будівлях і спорудах спостереження ведуть шляхом високоточних та систематичних геодезичних вимірювань з застосуванням електронних приладів [11]. Основним резервом підвищення точності визначення даного виду деформацій є вимірювання довжин інтервалів за допомогою електронних геодезичних приладів.

Для контролю, вимірювання довжин профільних ліній, з метою виключення накопичення похибок, на наглядовій станції застосовується електронний тахеометр SOKKIA.

У лазерних віддалемірах відстані вимірюються:

– по різниці фаз випущеного і відбитого променя (фазовий лазерний далекомір);
– за часом проходження променя лазера до відбивача і назад (імпульсний лазерний далекомір).

Точність вимірювання залежить від технічних можливостей моделі тахеометра, а також від зовнішніх параметрів: температури, тиску, вологості тощо.

Діапазон вимірювання відстаней залежить від режиму роботи тахеометра: відбивний та безвідбивний. Дальність вимірювань при безвідбивному режимі прямо залежить від відбивних властивостей поверхні, на яку проводиться вимірювання. Для світлої гладкої поверхні (штукатурка, кахельна плитка, тощо) вона в кілька разів перевищує максимально можливу відстань за вимірювання на темній поверхні. Максимальна дальність лінійних вимірювань для режиму з відбивачем (призмою) – до п'яти кілометрів (при декількох призмах – ця відстань збільшується); для безвідбивного режиму – до одного кілометра. Моделі тахеометрів, що мають безвідбивний режим, можуть вимірювати відстані практично до будь-якої поверхні, однак, слід з обережністю ставитися до результатів вимірювань, що проведені крізь гілки, листя та подібні перешкоди, оскільки невідомо, від чого саме відіб'ється промінь і, відповідно, відстань до чого він виміряв.

Існують моделі тахеометрів з віддалеміром поєднаним з системою фокусування зорової труби. Переваги таких приладів полягають у тому, що вимірювання відстаней виробляється саме на той об'єкт, по якому в цей час виставлена зорова труба приладу. Точність кутових вимірів сучасним тахеометром досягає половини кутової секунди ($0^{\circ}00'00,5''$), відстаней – до 0.5 (1) мм + 1 мм на км (наприклад, в тахеометрах серії NET05 від фірми SOKKIA або Trimble S8-0.5R). Точність лінійних вимірювань у відбивному режимі – до 1 мм + 1 мм на км. Точність лінійних вимірювань у безвідбивному режимі – 2 мм + 2мм на км. Тахеометром вимірюють інтервали між реперами профільних ліній, починаючи з крайнього опорного репера. Довжини інтервалів вимірюють за наступною методикою. Тахеометр і відбивач центрують над реперами. З кожної установки далекоміра візують на задній і на передній репері, тобто по ходу в одному напрямку кожен інтервал повинен бути визначений двічі.

Для введення поправок за нахил на кожній стоянці вимірюють висоту установки тахеометра і відбивача. Інструментальну поправку тахеометра слід визначати перед початком кожної серії спостережень та після закінчення, чи будувати методику вимірювань таким чином, щоб інструментальну поправку визначати в процесі спостережень.

Вимірювання за профільною лінією виконують двічі – в прямому і зворотному напрямках. Розбіжності в довжинах одних і тих же інтервалів з прямого і зворотного ходів (після введення необхідних поправок) не повинні перевищувати 2 мм. Розбіжність в загальній довжині профільної лінії (в міліметрах) не повинно бути більше величини, визначеній за формулою:

$$m_{\eta} = 5\sqrt{n}; \quad (1)$$

де n – кількість установок світовіддалеміра в одному напрямку.

За вимірювання тахеометром довжину інтервалу приймають середнє значення з прямого і зворотного ходів. З цієї довжини порівнюють суму отриманих при вимірюванні рулетки довжин між реперами, що входять в даний інтервал. При повторних спостереженнях тахеометр слід встановлювати на тих реперах, що і в початковому.

Проведені дослідження цього приладу показали наступне:

1) середньо квадратичні похибки вимірювання довжин інтервалів в середньому склали 1–4 мм, повним прийомом – 1–2 мм;

2) аналіз відмінностей між значеннями одних і тих же довжин, які були виміряні з різних базисів, не дозволяють говорити про наявність систематичного знаку похибок;

3) враховуючи, що при спостереженнях довжини між реперами міряються багаторазово і нас цікавлять тільки їх зміни, з метою забезпечення надійного контролю вимірювань та виключення систематичних похибок (наприклад зміни поправки приладу) і можливості оцінки точності виміряних величин необхідно провести дослідження згідно схем вимірювання довжин інтервалів, що представлені на рис. 1.

Проведення вимірювань по вищевказаним схемам допоможе виявити найбільш надійну схему, що буде відповідати вимогам нормативних актів по рівню точності при проведенні досліджень за процесами виникнення деформацій на земній поверхні, а також в будівлях і спорудах.

У зв'язку з тим, що при спостереженнях по кожній схемі існують надмірні виміри, необхідно врівноваження обчислень. Воно може бути виконано двома способами:

- з урахуванням випадкових похибок вимірювань;
- з виявленням і виключенням систематичних похибок.

Критерій вибору способу врівноваження ілюструється формулою:

$$[\delta_k] [\delta_k] > \Theta \cdot m_D; \quad (2)$$

де δ_k – систематична похибка, яка обчислена за даними вимірів;

Θ – безрозмірний коефіцієнт, що визначається в залежності від кількості інтервалів секції для першої та третьої схем і ілюструється формулою:

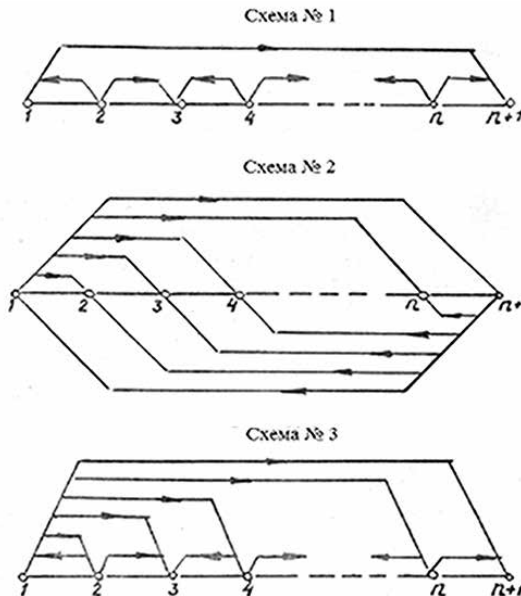


Рис. 1. Схеми вимірів довжин інтервалів на профільних лініях наглядових станцій

$$\Theta = \frac{1.5\sqrt{n+1}}{n-1}; \quad (3)$$

Для другої схеми:

$$\Theta = \sqrt{\frac{n+1}{2(n-1)}}; \quad (4)$$

m_D – випадкова похибка вимірювання довжини інтервалу.

У відповідності з вищевикладеним розроблено методику камеральної обробки для кожної схеми.

Для першої схеми послідовним підсумуванням горизонтальних довжин окремих інтервалів знаходять величину $L'_{1,i}$, а потім:

$$\delta_k = \frac{S_{1,n+1} - L'_{1,n+1}}{n-1} = \frac{\Delta}{n-1}; \quad (5)$$

де $S_{1, n+1}$ – виміряна відстань між крайніми реперами.

Далі перевіряють нерівність (2) і, в залежності від його виконання, обчислюють зрівнене значення відстані від початкового репера секції до всієї решти реперів.

$$L_{1,i} = L'_{1,i} + \frac{i-1}{n-1} \cdot \text{при } [\delta_k] > \Theta \quad (6)$$

$$L_{1,i} = L'_{1,i} + \frac{i-1}{n-1} \Delta \text{ при } [\delta_k] < \Theta \quad (7)$$

Для вимірювань, які виконуються за схемою 2, розрахунки проводяться за наступними формулами:

$$\delta_k = \frac{S_{1,n+1} + S_{n+1,1}}{2} - \frac{\sum_{i=2}^n (S_{1,i} + S_{n+1,i})}{n-1} = L''_{1, n+1} - L'_{1, n+1}; \quad (8)$$

$$L_{1, n+1} = L''_{1, n+1} + \delta_k, \text{ при } [\delta_k] > \Theta; \quad (9)$$

$$L_{1, n+1} = \frac{4L''_{1, n+1} + (n-1) \cdot L'_{1, n+1}}{(n+3)}, \text{ при } [\delta_k] < \Theta \quad (10)$$

$$L_{1, n} = \frac{S_{1,i} + L_{1, n+1} - S_{n+1,i}}{2} \quad (11)$$

Для третьої схеми зрівнювальні обчислення більш складні і можуть бути виконані із застосуванням спеціальної програми для ПК.

Висновки. Представлені схеми вимірювань і методика камеральної обробки дозволяє забезпечити надійний контроль вимірювань, виявити та виключити зміни приладових поправок електронних тахеометрів [17].

Порівнюючи точність спостережень і обсяги вимірювань, необхідно зазначити, що найбільш ефективною виявилася перша схема, але необхідність більшого числа переносів та перестановок приладу (електронного тахеометра) збільшує вірогідність зміни поправки.

Більш надійною, з цієї точки зору, є друга схема, яка забезпечує більш надійний контраст вимірювань. Так, якщо при вимірюванні будь-якої довжини припущена груба похибка, то для її виявлення достатньо повторити тільки два виміри. При першій же схемі необхідно повторити практично всі вимірювання.

Найбільш точною та надійною з точки зору вишукування грубих похибок є третя схема, але вона потребує максимального обсягу польових робіт та дуже складна в камеральній обробці вищевказаних робіт. Тому її застосування доцільно

тільки при підвищених вимогах до точності геодезичних спостережень. У зв'язку з вищевикладеним у більшості випадків доцільно застосовувати другу схему спостережень. Першу схему рекомендується застосовувати в тих випадках, коли відсутня видимість з крайніх реперів на решту реперів профільної лінії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. ДСТУ Б В.2.1-30:2014 Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд. Київ, 2015.
2. ДБН В.1.2-5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ, 2007.
3. Про метрологію та метрологічну діяльність : Закон України від 5 червня 2014 року № 1314-VII // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст. 1008.
4. СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015: 2009. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. Київ, 2009.
5. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях. М., «Недра», 1989.
6. Методические рекомендации по обследованию и защите эксплуатируемых зданий на просадочных грунтах. Киев: НИИСК, 1988.
7. Яценко В.Н. и др., «Методические указания по наблюдениям за сдвижением горных пород и за подрабатываемыми сооружениями». ВНИМИ. Ленинград, 1997.
8. Яценко В.Н., Земисев В.Н. Прогноз дискретных деформаций земной поверхности. Труды ВНИМИ, Ленинград, 1982.
9. Яценко В.Н. «Прогноз поврежденный подрабатываемых зданий в Торезско-Снежнянском антрацитовом районе». Журнал «Уголь Украины», Киев, 1986, № 10.
10. Инструкция з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Київ, 1999.
11. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов, М., Недра, 1976.
12. Зуска А.В. Інженерна геодезія, НГУ, Дніпро, 2016.
13. НПАОП 74.2-1.01-89 Правила з техніки безпеки на топографо- геодезичних роботах (ПТБ-88).
14. Казаковский Д.А., Белоликов А.Н., и др. «Маркшейдерское дело». М., Недра, 1970.
15. Kratzsch H. "Bergschadenkunde", Springer-Verlag, Berlin, 1974.
16. Баран П.І. Інженерна геодезія : монографія. К.: ПАТ «ВПОЛ», 2012. 618 с.
17. Яремко Ю.І., Яценко В.М., Мартинов І.М. Розробка методики спостережень за деформаціями будівель та споруд Херсонського державного аграрного університету. Збірник наукових праць II Міжнародної науково-практичної конференції (Херсон, 13–14 червня 2019 року). Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2019. С. 63–73
18. Яценко В.М., Шаталова Ж.О., Мартинов І.М., Крупіца Д.О., Куракова Л.Г., Топографія з основами геодезії: навчальний посібник. Херсон, 2022. 145 с.

REFERENCES:

1. Grunty. Metody vymiriuvannia deformatsii osnov budynkiv i sporud [Soils. Methods of measuring deformations of foundations of buildings and structures] DSTU B.2.1-30:2014 (2015). Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian]
2. Naukovo-tekhnichnyi suprovod budivelnykh ob'ektiv [Scientific and technical support of construction objects] DBN V.1.2-5:2007 (2007) Kyiv [in Ukrainian]
3. Pro metrolohiuu ta metrolohichnu dialnist : Zakon Ukrainy vid 5 chervnia 2014 roku № 1314-VII [On metrology and metrological activity: Law of Ukraine dated June 5, 2014 No. 1314-VII]. Vidomosti Verkhovnoi Rady – Bulletin of the Verkhovna Rada,

No. 30 [in Ukrainian]

4. Pravyla vyznachennia fizychnoho znosu zhytlovykh budynkiv [Rules for determining the physical wear and tear of residential buildings] SOU ZHKG 75.11-35077234.0015: 2009. (2009) Kyiv [in Ukrainian]

5. Instruktsiya po nablyudenyam za sdvizheniyem gornykh porod. zemnoy poverkhnosti i podrabatyvayemymi sooruzheniyami na uholnykh i slantsevykh mestorozhdeniyakh [Instructions for observations of the movement of rocks, the earth's surface, and constructions in construction at coal and shale deposits] (1989) Nedra, Moscow [in Russia]

6. Metodicheskiye rekomendatsii po obsledovaniyu i zashchite ekspluatiruyemykh zdaniy na prosadochnykh gruntakh [Methodological recommendations for the inspection and protection of exploited buildings on subsiding soils] (1988) NIISK, Kyiv: [in Ukrainian]

7. Yatsenko V.N. et al. (1997) Metodicheskiye ukazaniya po nablyudenyam za sdvizheniyem gornykh porod i za podrabatyvayemymi sooruzheniyami, [Methodical instructions for monitoring the movement of rocks and structures under construction] VNYMY, Leningrad [in Russia]

8. Yatsenko V.N., Zemysev V.N. (1982) Prognoz diskretnykh deformatsiy zemnoy poverkhnosti [Forecast of discrete deformations of the earth's surface] VNYMY, Leningrad [in Russia]

9. Yatsenko V.N. (1986) Prognoz povrezhdeniy podrabatyvayemykh zdaniy v Torezsko- Snezhnyanskom antratsitovom rayon [Forecast of damage to undermined buildings in the Torezsko-Snezhnyansky anthracite region] Zhurnal «Uhol Ukrayn» - Magazine «Coal of Ukraine», No. 10, Kyiv [in Ukrainian]

10. Instruktsiia z topohrafichnoho znimannia u masshtabakh 1:5000, 1:2000, 1:1000 ta 1:500 [Instructions for topographic surveying at scales of 1:5000, 1:2000, 1:1000 and 1:500] (1999) Kyiv [in Ukrainian]

11. Instruktsiya po nivelirovaniyu I. II. III i IV klassov [Instructions for leveling I, II, III and IV classes] (1976) Nedra, Moscow [in Russia]

12. Zuska A.V. (2016) Inzhenerna heodeziia [Engineering Geodesy] NHU – NSU, Dnipro [in Ukrainian]

13. Pravyla z tekhniky bezpeky na topografo- heodezychnykh robotakh [Rules for safety in topographical and geodetic works] NPAOP 74.2-1.01-89 [in Ukrainian]

14. Kazakovskiy D.A., Belolikov A.N., et al. (1970) Marksheyderskoye delo [Mine Surveying]. Nedra, Moscow [in Russia]

15. Kratzsch H. “Bergschadenkunde”, Springer-Verlag, Berlin, 1974.

16. Baran P.I. (2012) Inzhenerna heodeziia [Engineering geodesy] monograph PAT «VIPOL» – PJSC «VIPOL» [in Ukrainian]

17. Yaremko Yu.I., Yatsenko V.M., Martynov I.M. (2019) Rozrobka metodyky sposterezhen za deformatsiyamy budivel ta sporud Khersonskoho derzhavnoho aharnoho universytetu [Development of a methodology for observing deformations of buildings and structures of the Kherson State Agrarian University] Zbirnyk naukovykh prats II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Kherson, 13–14 chervnia 2019 roku) - Collection of scientific works of the II International Scientific and Practical Conference (Kherson, June 13–14, 2019) (pp. 63–73) Kherson: KhDAU [in Ukrainian]

18. Yatsenko V.M., Shatalova Zh.O., Martynov I.M., Krupitsa D.O., Kurakova L.H. (2022) Topohrafiia z osnovamy heodezii: navchalnyi posibnyk [Topography with the basics of geodesy: a study guide]. Kherson [in Ukrainian]