

С.М.Урдзік

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна*

## КОНТРОЛЬ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ ПРОВЕДЕННІ НАВЧАЛЬНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРАКТИКИ

*Проведено аналіз можливих помилок та їх вплив на результати вимірювання при визначенні висоти будівлі за допомогою теодоліту. Викладені послідовність виконання робіт та питання, на які слід звернути окрему увагу. Встановлено залежність величини похибки від відстані розташування нівелірної рейки до вимірюваної будівлі.*

**Ключові слова:** *геодезична практика, теодоліт, висота будівлі, рейка нівелірна, вимірювання.*

### Постановка проблеми

Геодезія, як наука має величезне значення у багатьох галузях будь-якої країни. Від розвитку цієї науки, кваліфікації інженерів – геодезистів та рівня їх технічного оснащення залежать темпи розвитку окремих галузей країни. Саме тому з кожним роком все більше уваги приділяється вивченню та запровадженню нових методів проведення геодезичних робіт, спрямованих на підвищення точності вимірювання [1].

Наприкінці першого року навчання, студенти дорожньо – будівельного факультету Харківського національного автомобільного університету проходять навчальну практику з дисципліни Геодезія, метою якої є закріплення лекційного матеріалу та здобуття практичних навичок. Повний курс геодезичної практики містить такі роботи: складання плану ділянки місцевості, інженерно – геодезичні роботи при вишукуванні автомобільних доріг, інженерні розбивочні роботи [2].

До складу інженерних розбивочних робіт входить завдання по визначенню висоти споруди теодолітом. Даний метод вимірювання дозволяє за наявності мінімальної кількості геодезичного обладнання та з залученням лише двох фахівців визначити висоту будь-якої інженерної споруди з достатньо високої точністю. Робота є не надто складної, проводиться наприкінці практики та, на думку студентів, не містить прихованих складнощів, оскільки подібні операції проводяться впродовж всього навчального процесу майже в кожному виді робіт.

Найбільшу увагу при виконанні подібних робіт студенти приділяють кутовим вимірюванням, вважаючи їх найбільш складними як при польових роботах, так і при камеральній обробці.

Підвищений інтерес до цього виду робіт викликає те, що висота споруди має визначатися без

застосування мірної стрічки або далекоміру, а за допомогою лише теодоліту та нівелірної рейки. В нашому випадку, в якості такої споруди виступає житлова десятиповерхова будівля, а саме гуртожиток №6 ХНАДУ.

### Аналіз сучасних досліджень і публікацій

Питанням геодезичних вишукувань, точності вимірювань та допустимим значенням похибки присвячено багато наукових видань [3, 4, 5, 6, 7]. Найбільше уваги приділяється класу точності геодезичного обладнання та приладів, новим методам розрахунків та обробки отриманої інформації.

Завдяки достатньо високій точності та низькій трудомісткості, вимірювальні роботи за допомогою оптичного теодоліту успішно застосовуються при проведенні розбивочних робіт інженерних споруд, визначенні неприступних відстаней при вишукуванні автомобільних доріг, та багатьох інших інженерних вимірюваннях [8, 9, 10].

**Метою цієї статті є** аналіз помилок, які можуть бути допущені при виконанні геодезичних робіт та їх вплив на результат розрахунків.

### Виклад основного матеріалу

При вирішенні задачі визначення висоти споруди за допомогою теодоліту, роботи виконують у такій послідовності: теодоліт розташовують на відстані декількох десятків метрів від споруди таким чином, щоб була можливість безперешкодно виміряти відстань за далекоміром та кути нахилу візирної осі теодоліту (рис.1).

Теодоліт приводять в робочий стан та вимірюють його висоту  $l$ . У основи будівлі встановлюють вертикально нівелірну рейку.

Візирну трубу теодоліту наводять на найвищу точку споруди (в нашому випадку це точка "а"), та беруть відлік на вертикальному крузі, який буде

дорівнювати куту нахилу  $v_1$ .

Далі візирну трубу теодоліту наводять на позначку  $l$  на рейці, беруть відлік на вертикальному крузі, який буде дорівнювати куту нахилу  $v_2$ .

Наступним кроком є визначення за допомогою ниткового далекоміра відстані від теодоліту до споруди  $L$ , та розрахунок горизонтального

прокладення  $d$  за формулою:

$$d = L \cdot \cos^2 v_2. \quad (1)$$

Останнім кроком є визначення висоти будівлі  $H$ , за формулою:

$$H = d \cdot (\operatorname{tg} v_1 + \operatorname{tg} v_2) + l. \quad (2)$$

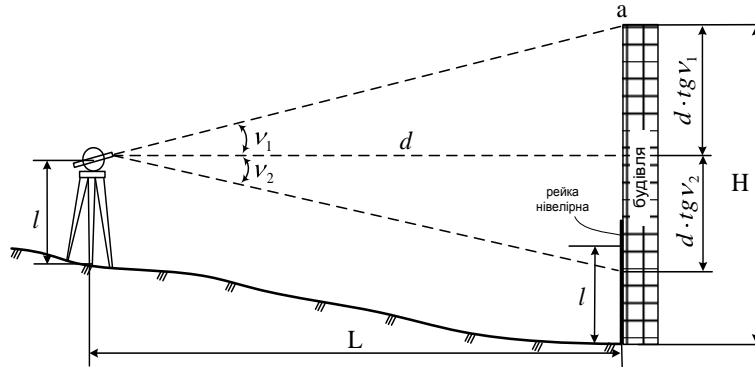


Рис. 1. Схема визначення висоти споруди теодолітом

При проведенні подібних робіт перед студентами постає питання правильного вибору розташування теодоліту, якому приділяється багато уваги. Відстань від теодоліта до будівлі має бути в межах 20 – 30 метрів. Невиправдане збільшення відстані може призвести до погіршення точності вимірювань, тому керівниками практики рекомендується дотримуватись саме цих значень.

Насамперед необхідно визначитись, яка точка будівлі є найвищою та з якого боку найзручніше проводити візування на цю точку. В нашому випадку найвищою точкою є дах будівлі, її значення є однаковим по всьому периметру будівлі. В такому випадку розташування теодоліту не має важливого значення, але найчастіше теодоліт розташовують перед фасадом будівлі, вважаючи цю позицію найкращою.

Провівши необхідні вимірювання та розрахунки, студенти отримують достовірний результат, який може відрізнитися від реального значення на декілька сантиметрів.

Але трапляються випадки, коли результат розрахунків студентів відрізняється від реального на декілька метрів, що змушує виконавців даних робіт знову і знову повертатися до вимірювань та розрахунків. Це трапляється тому, що студенти не завжди достатню увагу приділяють вибору місця розташування нівелірної рейки, вважаючи це питання не достатньо важливим та таким, що не впливає на загальний хід робіт.

Окрім точності кутових вимірювань та визначення відстані за допомогою ниткового далекоміра, чи не найважливішу роль грає вибір місця розташування нівелірної рейки. Від цього, насамперед, залежить точність та правильність

визначення відстані  $L$  і, як наслідок, горизонтального прокладення  $d$ , від якого і залежить кінцевий результат.

Нівелірна рейка повинна встановлюватись впритул до основного корпусу будівлі під найвищою точкою на яку проводиться візування для отримання відліку кута нахилу  $v_2$ . В нашому випадку це позиція 1 (рис.2). Будь-яке відхилення нівелірної рейки від цієї позиції призведе до виникнення похибки, яка в подальшому вплине на кінцевий результат всіх розрахунків.

Наприклад, якщо нівелірна рейка була встановлена не біля основи будівлі, а перед входною групою (фойє гуртожитку), яка виступає від основного корпусу на 3,5 метри, тобто обрано позицію номер 2 (рис.2), після проведення всіх розрахунків висота споруди буде менша на 3,85 метри від реального значення.

Будівля, яка має складну форму, має бути предметом підвищеної уваги для інженера - геодезиста. На рисунку 2 приведено приклад, де точки 3 та 4, не суттєво виходячи за контур будівлі, можуть значно вплинути на результати вимірювань.

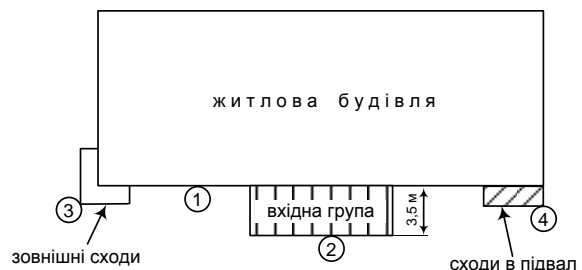


Рис. 2. Схема конфігурації житлової будівлі з ймовірним розташуванням рейкових точок

За результатами наших спостережень, було встановлено залежність, де відхилення нівелірної рейки на 1 метр від її правильного місця розташування дає похибку у 3,5%. Це значення є занадто великим та неприпустимим при проведенні такого класу робіт.

### Висновки

Навчальна геодезична практика є чи не найголовнішим елементом в навчанні студента, від якого залежить рівень його кваліфікації та готовність вирішувати складні інженерні завдання.

Сучасні вимоги до споруд що проектуються та будуються, вимагають від фахівця не лише навичок та вміння оперувати числами, але й бути людиною творчою, здатною бачити питання в цілому.

Під час проведення навчальної геодезичної практики, окрему увагу слід приділяти таким питанням, як рекогносцирування, вибір і обґрунтування місця розташування геодезичних приладів та точок зйомки, розробці різних варіантів виконання геодезичних робіт.

### Література

1. Зуска, А.В. *Інженерна геодезія [Текст]: навч. посіб.* / А.В. Зуска. – Дніпро: НГУ, 2016. – 209 с.
2. Глуценко, В.М. *Методичні вказівки до навчальної геодезичної практики з дисципліни «Інженерна геодезія та аерогеодезія» для студентів спеціальностей 7.092105 «Автомобільні дороги та аеродроми» та 7.092106 «Мости і транспортні тунелі» [Текст]* / В. М. Глуценко. – Х.: ХНАДУ, 2002. – 81 с.
3. Hofmann – Wellenhof, B., Morit, H. (2005). *Physical Geodesy. Wien New York*, 403.
4. Galda, M., Kujawski, E., Przewlocki, S. (2000). *Geodezja I miernictwo budowlane. Warszawa. Wroclaw*, 389 - 400.
5. Osada, E. (2001). *Geodezja. Wroclaw: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej*. 202 – 221.
6. Richard, H. Rapp. (1991). *Geometric geodesy. Part 1. The Ohio State University*, 106 - 123.
7. Borre, Kai. (2006). *Mathematical Foundation of Geodesy. Selected papers of Torben Krarup. Springer*. 189 – 197.
8. *Інженерна геодезія. Геодезические разбивочные работы, исполнительные схемки и наблюдения за деформациями сооружений [Текст]: учебное пособие.* / Е. Б. Михаленко, Н. Д. Беляев, В. В. Вилькевич, Ф. Н. Духовской, Н. Н. Загрядская, А. А. Смирнов, - Санкт-Петербург, 2007, - 89 с.

9. *Большаков, В.Д. Справочник геодезиста (в двух книгах) Книга 2. [Текст]* / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук - Москва, 1974, 990 – 1007.

10. *Федотов, Г.А. Инженерная геодезия [Текст]: учебное пособие. 2-е изд.* / Г. А. Федотов - М.: Высшая школа. 2004. 286 – 292 с.

### Referenses

1. Zuska, A.V. (2016). *The engineering geodesy. Tutorial. Dnipro: NGU*, 6-8.
2. Glushenko, V.M. (2002). *Guidelines for educational geodetic practice in discipline “Engineering geodesy and aerogeodesy” for students of specialties 7.092105 “Automobile roads and airfields” and 7.092106 “Bridges and transport tunnels” HNADU*. 4-81.
3. Hofmann – Wellenhof, B., Morit, H. (2005). *Physical Geodesy. Wien New York*, 403.
4. Galda, M., Kujawski, E., Przewlocki, S. (2000). *Geodezja I miernictwo budowlane. Warszawa. Wroclaw*, 389 - 400.
5. Osada, E. (2001). *Geodezja. Wroclaw: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej*. 202 – 221.
6. Richard, H. Rapp. (1991). *Geometric geodesy. Part 1. The Ohio State University*, 106 - 123.
7. Borre, Kai. (2006). *Mathematical Foundation of Geodesy. Selected papers of Torben Krarup. Springer*. 189 – 197.
8. Mihalenko, E. B., Belyaev, N. D., Vilkevich, V. V., Dukhovskoy, F. N., Zagryadskaya, N. N., Smirnov, A. A. (2007). *The engineering geodesy. Geodetic layout works, executive sketches and observations of deformations of structures. Tutorial*. 65 - 88.
9. Bolshakov, V. D., Levchuk, G.P. (1974). *Land surveyor's guide (in two books). Book 2. Moscow*, 990 – 1007.
10. Fedotov, G. A. (2004). *The engineering geodesy. Tutorial. Second edition. Vysshaya shkola*, 286 – 292.

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. В.П.Кожушко, кафедра мостів, конструкцій та будівельної механіки, Харківський національний автомобільно – дорожній університет, Україна

**Автор:** УРДЗІК Сергій Миколайович  
асистент кафедри вишукувань та проектування  
доріг і аеродромів  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
E-mail - urdzik@khadi.kharkov.ua  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6914-1221>

## CONTROL OF GEODETIC MEASUREMENTS DURING THE TRAINING OF GEODESIC PRACTICE

S. Urdzik

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

*The article is devoted to the questions of methodical aspects of conducting educational geodetic practice of Kharkiv National Automobile and Highway University students. The analysis of educational literature, periodicals and scientific journalism devoted to the problems of new methods of geodetic calculations, methods of measurement and accuracy of the results obtained is carried out. An analysis of possible errors and their effect on the result of measurements in determining the height of the building by dint of theodolite. The sequence of work execution and the most important issues are considered in the article. The dependence of the error value on the distance of the leveling rail to the measured building is established.*

**Keywords:** geodetic practice, theodolite, height, engineering structure, levelling rod, precision of measurements.