

УДК 17.021.4:528.3

DOI 10.47049/2226-1893-2026-2-36-43

ГЕОДЕЗІЯ – НАДІЙНИЙ ПОМІЧНИК ЛЮДИНИ

К.Ю. Федорова

доцент, к.т.н., доцент кафедри «Морське та цивільне будівництво і архітектура»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4333-193X>

fedorovaky@yahoo.com

Одеський національний морський університет, Одеса, Україна

Анотація. Проаналізовано принципи та методи дослідження геодезії у рішенні різноманітних проблем людства. Геодезичні виміри допомагають запобігти катастрофам: виявити зони ризику зсувів, розломів; стежити за деформацією будівель тощо. Все це допомагає зменшити шкоду від природних лих. Розглядається питання, як за допомогою геодезичних даних можна контролювати використання земель, стежити за вирубуванням лісів, оцінювати стан сільськогосподарських угідь, проводити екологічний контроль, тобто відстежувати забруднення територій, зміну берегових ліній та деградацію ґрунту.

Ключові слова: сучасні проблеми людства, наука геодезія, деформація, екологічний контроль, глобальне потепління, танення льодовиків, питна вода, природні ресурси.

UDC 17.021.4:528.3

DOI 10.47049/2226-1893-2026-2-36-43

GEODESY IS A RELIABLE HUMAN ASSISTANT

Kateryna Fedorova

Associate Professor, PhD (Engineering),

Associate Professor of the Department of Marine and Civil Construction and Architecture

Odesa National Maritime University

Abstract. The principles and methods of geodesy research in solving various human problems are analyzed. Geodetic measurements help to prevent disasters: identify areas of risk of landslides, faults; monitor deformation of buildings, etc. All this helps to reduce damage from natural disasters.

The issue of how to use geodetic data to monitor land use, monitor deforestation, assess the condition of agricultural land, conduct environmental monitoring, i.e. track pollution of territories, changes in shorelines, and soil degradation is considered.

© Федорова К.Ю., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

Keywords: *modern problems of mankind, science of geodesy, deformation, environmental control, global warming, melting of glaciers, drinking water, natural resources.*

Вступ. Сучасне людство стикається з низкою глобальних проблем, які торкаються майже всіх сфер життя. Наука Геодезія відіграє важливу роль у їх вирішенні. Наведу як приклад кілька сучасних проблем людства. Одна з основних – зміна клімату. Зміна клімату призводить до глобального потепління, танення льодовиків, підвищення рівня океану та екстремальних погодних явищ.

Існує проблема урбанізації та перенаселення. Через швидке зростання міст відбувається перевантаження інфраструктури, брак житла та транспортні проблеми.

Через дефіцит питної води, вирубування лісів відбувається виснаження природних ресурсів. У світі збільшується кількість природних катастроф. Це землетруси, повені, зсуви та урагани. Ці природні катастрофи стають дедалі буйнівішими. Забруднення навколишнього середовища призводить до проблем якості повітря, води та ґрунту.

Геодезія допомагає вирішувати ці завдання. За допомогою супутникових технологій та систем, таких як Глобальна навігаційна супутникова система, геодезисти здійснюють моніторинг змін Землі.

Мета роботи. Проаналізувати сучасні геодезичні дослідження, що допомагають вирішувати проблеми людства. Завдання інженерної геодезії під час контролю та виявлення деформацій будівель. Роль геодезії у сучасному містобудуванні. Допомога науки геодезії у вирішенні кліматичних проблем.

Виклад основного матеріалу. Одна з актуальних проблем, яку допомагає вирішити геодезія – проблема деформації земної поверхні. Фахівці відстежують рух тектонічних плит, підвищення рівня світового океану [1].

Фахівці створюють мережу опорних точок та регулярно вимірюють відстань, кути та висоти між ними. Горизонтальні зсуви визначаються за допомогою GNSS (GPS/ГЛОНАСС) та супутникової інтерферометрії. Фіксується розсування чи зсув тектонічних блоків. Якщо точки, що знаходяться по різні сторони уявної лінії, рухаються у різних напрямках, це вказує на активний розлом. Вертикальні деформації визначаються за допомогою високоточного нівелювання. Таке нівелювання виявляє підняття чи осідання ґрунту. При різких перепадах необхідне більш конкретне та детальне вивчення цієї проблеми.

Наука геодезія дає фундаментальні дані про те, як змінюється форма, маса та динаміка Землі. Саме ці параметри безпосередньо пов'язані з кліматичними змінами. Тому сучасна геодезія стала важливою частиною кліматичної науки. Геодезія фіксує зміни рівня океанів, форми Землі (геоїда), льодовиків та крижаних щитів, маси води на суші, вертикальних рухів земної кори та розподілу гравітаційного поля. Саме ці параметри чутливі до кліматичних процесів. Один із головних кліматичних індикаторів – зростання рівня океану. Геодезисти вимірюють це з допомогою супутників. Фахівці вимірюють висоту морської поверхні із точністю до сантиметрів. Зростання рівня океану пов'язані з таненням льодовиків, тепловим розширенням води та перерозподілом маси води. Геодезія дозволяє відокремити ці

причини одна від одної. Геодезія відстежує зміну маси льоду. Якщо лід тане, то зменшується його маса, отже, гравітація слабша. Можна вирахувати, скільки води додалося в океані, де губиться лід і як швидко змінюються крижані щити.

Клімат сильно залежить від розподілу води (підземні води, річки та озера, вологість ґрунту). GNSS та супутникова гравіметрія показують посухи, накопичення вологи та виснаження водоносних горизонтів.

Кліматичні процеси деформують земну кору. Наприклад, при танення льодовиків земна кора піднімається; при посуші (втрати води) – відбувається зменшення маси та утворюються невеликі вертикальні усунення; при наповненні водоймищ збільшується маса і земна кора прогинається. GNSS-мережі фіксують такі зміни в міліметрах.

Без геодезії сучасні кліматичні моделі (наприклад, глобальні моделі циркуляції атмосфери та океану) були б неточними, так як кліматичні моделі вимагають точних вхідних даних за формою Землі, гравітаційним полем, розподілом маси води та динамікою льодовиків.

Геодезія дозволяє точно оцінювати наслідки глобального потепління, прогнозувати затоплення прибережних зон, контролювати запаси прісної води, відстежувати стабільність екосистем.

Контроль деформацій та руйнувань будівель – це система спостереження, вимірювань та аналізу, яка дозволяє визначити, як споруда змінює форму, положення та несучу здатність під впливом часу, навантажень, ґрунтів, води, температури, вібрацій та аварійних факторів [2; 13; 14]. Це одне з найвідповідальніших завдань інженерної геодезії та будівельного моніторингу, тому що мета – виявити небезпечні зміни до аварії.

Деформація будівлі – це будь-яка зміна геометрії споруди. Вчені розрізняють основні вісім видів деформацій будівлі:

- осадка (будівля опускається вниз);
- нерівномірна осадка (різні частини сідають по-різному);
- крен (нахил споруди);
- зсув (горизонтальне зміщення);
- прогин (вигин елементів);
- кручення (поворот конструкції);
- розкриття тріщини (збільшення ширини тріщини);
- вібраційні деформації (коливання конструкції) [7; 8].

Геодезисти проводять моніторинг деформацій. Вони повинні визначити поточний стан, виявити початок небезпечних процесів, виміряти швидкість деформацій, спрогнозувати розвиток, попередити аварію та підтвердити безпеку експлуатації [2; 4; 12; 13].

Геодезія передбачає кілька варіантів контролю над деформаціями. Найпоширеніший вид контролю над деформаціями – спостереження над опадами. Геодезисти ведуть спостереження за рівномірністю та швидкістю осідання будівлі. На будівлі закріплюють осадкові марки, репери та контрольні точки. Вимірювання виробляють за допомогою методу геометричного нівелювання та методу високоточного нівелювання [9; 10; 13; 14].

Геодезія відіграє у сучасному містобудуванні [3; 5]. Без точних координат, моделей рельєфу та просторових даних неможливо нормально проектувати дороги, комунікації, квартали, транспорт, дренаж; висотну забудову та інженерну інфраструктуру.

Фактично геодезія створює «цифровий каркас території», на який потім накладається архітектура, інженерія [4; 6]. При плануванні міст геодезисти забезпечують:

- точну просторову основу;
- цифрову модель місцевості;
- координатні системи;
- дані про рельєф;
- інженерно-топографічні плани;
- моніторинг змін території.

Геодезія дозволяє виявляти:

- зони підтоплення;
- зсуви;
- просідання;
- карст;
- ерозії;
- сейсмічні ризики.

Наприклад, за цифровою моделлю розраховують:

- куди потече вода;
- де утворюються калюжі;
- які райони затопить при зливі.

Геодезія допомагає проводити екологічний контроль. Геодезисти вимірюють просідання ґрунту, зсуви, ерозію берегів, зміну русел річок та інші процеси. Це допомагає вчасно виявити екологічні ризики. За допомогою GPS/GNSS, тахеометрів, дронів та супутникової зйомки створюються карти забруднення ґрунтів, водойм та промислових зон.

Геодезія використовується для перевірки, чи не виходять підприємства за дозволені межі на природу. Виробляють контроль кар'єрів, полігонів відходів, трубопроводів.

Геодезисти створюють екологічні карти та GIS-системи. Геодезичні дані завантажуються в геоінформаційні системи (GIS), де поєднуються координати об'єктів, дані про забруднення, рельєф, гідрологія, рослинність.

Виконується вимірювання берегових ліній, глибин водойм та зон підтоплення. Це важливо для оцінки стану річок, озер та морського узбережжя.

Наведу кілька прикладів того, як геодезія використовується для екологічного контролю у видобутку корисних копалин.

1. Контроль кар'єрів та відвалів.

При видобутку руди, вугілля чи каменю геодезисти регулярно вимірюють розміри кар'єрів та стан відвалів порід. Вони контролюють розширення кар'єру, висоту та стійкість укосів, обсяги видобутку, утворення зсувів та обвалів. Для цього застосовують GPS/GNSS, дрони, лазерне сканування та тахеометри.

При підземному видобутку вугілля, солі чи руди поверхня землі може просідати. Тому геодезисти вимірюють зміщення ґрунту, виявляють небезпечні зони та запобігають пошкодженню будівель та доріг. Контролює маси зберігання відходів після переробки руди. Ці сховища дуже небезпечні через можливі витoki токсичних речовин. Геодезисти в цьому випадку контролюють деформацію дамб, рівень заповнення та можливі усунення конструкції. При виявленні деформацій можна запобігти аварії та забруднення річок та ґрунту.

На родовищах дрони виконують аерофотозйомку та створюють 3D-моделі місцевості та карти забруднення. Це дозволяє швидко виявляти розливи нафто-продуктів, пилове забруднення, знищення рослинності.

Після завершення видобутку підприємство має відновити територію. Геодезія перевіряє вирівнювання рельєфу, нанесення родючого шару, відновлення рослинності, відповідність проекту до фактичного стану. Порівнюють цифрові моделі місцевості «до» та «після» рекультивації.

Супутники допомагають спостерігати великі родовища та нафтогазові райони. Це особливо важливо для вугільних басейнів нафтових родовищ та відкритих кар'єрів.

Висновки. Отже, можна дійти висновку у тому, що геодезія – це високо-технологічна наука, яка допомагає краще розуміти процеси планети, запобігати катастрофи, раціонально використовувати ресурси, адаптуватися до глобальних змін.

Наводимо приклад, як в Україні наука Геодезія допомагає вирішувати сучасні проблеми.

Контроль деформацій та руйнувань. Геодезія використовується для фіксації руйнувань, будівель та інфраструктури, моніторингу зміщення конструкцій мостів та багатоповерхівок, створення точних 3D-моделей пошкоджень. Наприклад, у місті Харків застосовувалися дрони та лазерне сканування для оцінки збитків та планування відновлення.

Геодезія активно використовується у сільському господарстві. За допомогою геодезії проводиться контроль стану посівів, визначення вологості ґрунту, кількість добрив, що використовуються. Використовуються дані супутників і систем типу GPS та інших GNSS. Це особливо важливо у центральних та південних регіонах, де посухи стають частіше.

У Карпатах геодезисти виробляють моніторинг зсувів та повеней. Вони стежать за небезпечними процесами: усунення схилів, ерозія ґрунту, зміни русел річок. У регіоні Карпати створюються геодезичні мережі спостережень, щоб заздалегідь попереджати про ризики.

Геодезія лежить в основі земельного кадастру, визначення меж ділянок та планування нових районів. Так, наприклад, у містах Львів та Київ, використовуються сучасні геоінформаційні системи (GIS) для управління територією.

Геодезисти допомагають відстежувати забруднення територій, зміну лісів та наслідки видобутку корисних копалин. Це особливо актуально для промислових регіонів, як-от Донбас.

Отже, з практичної точки зору в Україні геодезія сьогодні – це не теорія, а інструмент, який допомагає відновлювати країну, підвищує безпеку людей, робить сільське господарство ефективнішим, захищає навколишнє середовище.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Міщенко Р.В. Аналіз вертикальних деформацій земної поверхні Придніпровської низовини. 76-та наукова конференція професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету: зб. матеріалів, 14-23 трав. 2024 р. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. Т.1. – С. 39-40.
2. Парфентьева І.О., Верешко О.В., Гусачук Д.А. Основи та фундаменти: навч. посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Луцьк: ЛНТУ, 2017. – 296 с.
3. Богдан Водосецький. Геодезія у природокористуванні. – Львів: Львівська політехніка, 2012. – 292 с.
4. Войтенко С.П. Інженерна геодезія. – Київ: Знання, 2012. – 574 с. ISBN 978-966-346-895-3.
5. Баран П.І., Марущак М.П. Топографія та інженерна геодезія. – Київ: Знання, 2015. – 464 с. ISBN 978-966-316-374-1.
6. Бачишин Б.Д. Інженерна геодезія. – Рівне: НУВГП, 2020. – 196 с. ISBN 978-966-327-480-5.
7. Sohn H. Effects of environmental and operational variability on structural health monitoring // Philosophical Transactions of the Royal Society A. 2007. Vol. 365. – P. 539-560.
8. Farrar C.R., Worden K. Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective. Chichester : Wiley, 2013. – 656 p.
9. Climate Change 2023: Synthesis Report / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva : IPCC, 2023. – 184 p.
10. Nemry F., Demirel H. Impacts of climate change on building performance // European Commission Report. Brussels : European Union, 2012. – 96 p.
11. Ferretti A., Prati C., Rocca F. Permanent scatterers in SAR interferometry // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2001. Vol. 39, No. 1. – P. 8-20.
12. Crosetto M., Monserrat O., Cuevas-González M. Persistent scatterer interferometry: A review // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2016. Vol. 115. – P. 78-89.
13. Тревого І.С., Перій С. С. Інженерна геодезія. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 540 с.
14. Баран П.І. Інженерна геодезія. – Київ : ПАТ «ВІПОЛ», 2012. – 618 с.
15. Перович Л.М., Мальований М.С. Геодезичний моніторинг інженерних споруд // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2019. Вип. 1.– С. 45-52.

16. Геодезичний моніторинг деформацій будівель і споруд в умовах зміни клімату // Геодинаміка. – 2021. Т. 30, № 1. – С. 55-63.
17. NOAA Climate Report 2023. National Oceanic and Atmospheric Administration. Washington. – 2023. – 210 p.
18. Li X., Ge L., Ambikairajah E. Satellite radar interferometry for deformation monitoring // Sensors. – 2020. Vol. 20, No. 3. – P. 1-25.

REFERENCES

1. Mishchenko R.V. Analysis of vertical deformations of the earth's surface of the Dnieper lowland. 76th scientific conference of professors, teachers, researchers, post-graduate students and students of the university: Coll. of materials, May 14-23. 2024. – Poltava: Yury Kondratyuk National University, 2024. Volume 1. – P. 39-40.
2. Parfentieva I.O., Vereshko O.V., Husachuk D.A. Basics and foundations: education. a guide for students of specialty 192 «Construction and civil engineering». – Lutsk: LNTU, 2017. – 296 p.
3. Bohdan Vodosetskyi. Geodesy in nature management. – Lviv: Lviv Polytechnic, 2012. – 292 p.
4. Voytenko S.P. Engineering geodesy. - Kyiv: Znannia, 2012. – 574 p. ISBN 978-966-346-895-3.
5. Baran P.I., Marushchak M.P. Topography and engineering geodesy. – Kyiv: Znannia, 2015. - 464 p. ISBN 978-966-316-374-1.
6. Bachyshyn B.D. Engineering geodesy. – Rivne: NUVHP, 2020. – 196 p. ISBN 978-966-327-480-5.
7. Sohn H. Effects of environmental and operational variability on structural health monitoring // Philosophical Transactions of the Royal Society A. 2007. Vol. 365. – P. 539-560.
8. Farrar C. R., Worden K. Structural Health Monitoring: A Machine Learning Perspective. Chichester : Wiley, 2013. – 656 p.
9. Climate Change 2023: Synthesis Report / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva : IPCC, 2023. – 184 p.
10. Nemry F., Demirel H. Impacts of climate change on building performance // European Commission Report. Brussels : European Union, 2012. – 96 p.
11. Ferretti A., Prati C., Rocca F. Permanent scatterers in SAR interferometry // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 2001. Vol. 39, No. 1. – P. 8-20.
12. Crosetto M., Monserrat O., Cuevas-González M. Persistent scatterer interferometry: A review // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2016. Vol. 115. – P. 78-89.
13. Trevogo I. S., Periy S. S. Engineering geodesy. – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2012. – 540 p.
14. Baran P. I. Engineering geodesy. – Kyiv: PJSC «VIPOL», 2012. – 618 p.

15. Perovych L.M., Malyovaniy M.S. Geodetic monitoring of engineering structures // Modern achievements of geodetic science and production. – 2019. Issue 1.– P. 45-52.
16. Geodetic monitoring of deformations of buildings and structures in conditions of climate change // Geodynamics. – 2021. Vol. 30, No. 1. – P. 55-63.
17. NOAA Climate Report 2023. National Oceanic and Atmospheric Administration. Washington. – 2023. – 210 p.
18. Li X., Ge L., Ambikairajah E. Satellite radar interferometry for deformation monitoring // Sensors. – 2020. Vol. 20, No. 3. – P. 1-25.

Дата надходження статті: 24.05.2026

Дата прийняття статті: 26.05.2026

Дата публікації статті: 16.06.2026