

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.76.132-137

УДК 528.4

к.т.н., доцент **Кузьмич О.Й.**,  
kuzok@ukr.net, ORCID: 0000-0003-1762-6344,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ВИВЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОЇ НАУКИ В РІЗНІ ПЕРІОДИ РОЗВИТКУ ЛЮДСТВА

*Розглянуто становлення та розвиток геодезичної науки у різні періоди людської діяльності. Показано підходи вивчення геодезичної науки у сучасних умовах.*

*Ключові слова: геодезія; виміри; нівелювання; геодезичні мережі; розміри землі.*

**Постановка проблеми.** Аналіз розвитку геодезичної науки дає змогу правильному підходу до сучасного вивчення геодезії та шляхів її розвитку.

**Огляд попередніх публікацій.** На розвиток геодезії вплинули праці таких вчених, як Аристотель, Герон Олександрійський, Ератосфен Кіренський, Марко Поло, Ал-Біруні, Ал-Хорезмі, Христофор Колумб, Микола Коперник та ін. У подальшому дослідження розвитку геодезії відображено у роботах Ф.М. Красовського, А.С. Чеботарьова, Г.М. Тетерина, М.Г. Відуєва, А.Л. Островського та ін.

**Постановка завдання.** Проаналізувати етапи розвитку та становлення геодезичної науки.

**Виклад основного матеріалу.** Геодезія почала зароджуватися у стародавньому світі як сукупність землемірних знань. Дж. Бернал у своїй праці [1] відзначав досягнення, отримані в бронзовому столітті (3000-2000 років до н.е.).

В інтелектуальних і культурних досягненнях відбулося формування арифметики, геометрії й астрономії, зважування та вимірювання величин.

З початком *будівництва храмів, будинків, появою міст з'явилася необхідність геодезичних вимірювань*. Сліди геодезичних робіт виявлені в долині Нілу [2]: кам'яний футшток, закладений 2200 років до н.е., в єгипетському папірусі містяться правила виробництва польових зйомок, в глиняних табличках древніх шумерів і вавилонян наводяться плани споруд та полів [3], земельних ділянок з позначенням розмірів і площ.

У сфері землеробства, а також при будівництві складних споруд людям доводилося вирішувати досить значний спектр геодезичних задач. Основними завданнями були:

- 1) Визначення розміру і форми окремих об'єктів або їх сукупності;
- 2) Визначення просторового положення об'єкта в заданій системі відліку, орієнтації, координат;
- 3) Визначення графічної моделі (схеми, карти, плани).

Більш докладний перелік завдань, які доводилося вирішувати у той час, і, які ми відносимо до геодезичних, такі:

1. *Визначення форм, розмірів земельних ділянок, їх розташування серед інших, орієнтація, поділ загальної площі на частини і відновлення кордонів.*

2. *Планування земель, міських територій, формування міського господарства.*

3. *Геодезичне і геометричне обґрунтування будівництва каналів, шлюзів, дамб, робіт із зрошування, меліоративних та іригаційних споруд.*

4. *Геометрична і геодезична основа будівництва храмів, палаців, пірамід і їх комплексів, багатопверхових будинків, систем каналів і водопроводів.*

5. *Складання схем і планів полів, міст, держав, місцевості.*

Для вирішення цих завдань необхідно було створити інструменти і пристрої, які забезпечували точність вимірювань. Ці завдання вирішувалися за допомогою простих інструментів:

1. Для завдань орієнтування - інструменти прямого кута (єгипетські, грецькі, римські пристрої типу «грому» або середньовічного землемірного хреста, гномон, а також мотузки з вузлами;

2. Для задач визначення розмірів - мірні мотузки, шнури та жердини;

3. Для задач нівелювання - водні нівеліри і ватерпаси.

Протягом всієї історії, аж до ХХ століття, в геодезії для вирішення геодезичних завдань широко застосовувався прямий кут. Прямий кут і відповідні пристрої використовувалися при зйомці (прямокутна зйомка), при плануванні та будівництві різних споруд. Стародавні єгиптяни прямий кут будували за допомогою мотузки, на якій вузли розташовувалися на відстані 3, 4, 5 одиниць.

У стародавньому Єгипті і Вавилоні навчання землемірної справи здійснювалося в Писцових школах.

У більш пізні часи землеміри вже виділялися за професією і, очевидно, за спеціалізацією навчання. Основними одиницями вимірювань були прямий кут, довжина, час, площа.

Антична наука за півтора-два століття працями видатних учених Евкліда, Архімеда, Ератосфена, Аполлонія Пергського, Гіппарха і інших досягла дивовижних результатів. Техніка вимірювань була удосконалена, в результаті чого можна було отримати розмір земної кулі (Ератосфен), розмір видимого

диска сонця (Архімед), відстань від Землі до Місяця (Гіппарх, Посідоній, Птоломей).

В цей час в Стародавньому Римі з'являються нові спеціальності: землеміри, мерщики будівель, просто мерщики, нівеліровщики, охоронці кордонів, військові землеміри і стало застосовуватися найменування геодезист.

Математики Близького і Середнього Сходу багато уваги приділяли написанню книг з арифметики, методам обчислень, тригонометрії, геометрії, геодезії, астрономії та географії. Так, наприклад, встановлено, що Аль-Хорезмі є автором наступних творів: «Астрономічні таблиці», «Книга картини Землі», «Книга про побудову астролябії», «Книга про дії за допомогою астролябії», «Книга про сонячний годинник», «Книга історії».

Питання практичної геометрії розглядалися в працях видатних східних вчених: Бану Муса ібн Шакір (XII), Абу-л-Вафа ал-Бузджані («Книга про те, що необхідно реміснику з геометричних побудов»).

В епоху Відродження завдяки вченим Бекону, Декарту, Кеплеру, Галілею, Гюйгенсу, Паскалю, Лейбніцу, Ньютону, Спінозі відбулася наукова революція в області наукових знань, і в тому числі геодезії.

Система Коперника дозволила Джордано Бруно побудувати концепцію про множинність планетних систем і нескінченність Всесвіту.

У цей час в геодезії чітко визначено три напрямки: *встановлення системи координат, одиниці довжини і перехід до принципу «від загального до конкретного»*.

У XVII-XVIII століттях були створені нові ефективні методи: *триангуляції (побудова геодезичних мереж), топографічних зйомок (мензульна), вперше були розроблені наукові методи обробки результатів вимірювань; з'явилися топографічні карти*. У XIX столітті була створена аерофототопографія, фотограмметрія. Вперше був розроблений фізичний метод вимірювань - барометр, до сих пір використовується в окремих видах інженерно-геодезичних вишукувань.

У 1794 році Гаус відкрив метод найменшої квадратичної суми, іменованої надалі способом найменших квадратів. У цей час стали інтенсивно розробляти прилади для кутових і лінійних вимірювань

Геодезична освіта в епоху Відродження зводилася до практичної геометрії - *навчання методом вирішення різних геометричних задач, і здійснювалася поза стінами навчальних закладів - на місцевості*. До XVII століття поступово зростає обсяг теоретичної частини в книгах по геометрії. У XIX столітті поступово починають набирати силу *педагогічні та психологічні ідеї і з'являється природна цікавість до вивчення геометрії*. В Англії та США

формується шкільні програми з геометрії і тригонометрії, в яких вимірювання на місцевості займають важливе місце.

У XIX столітті значимість геодезії як в загальному, так і в професійному навчанні (особливо у військовій сфері) значно зросла. У цей час різко зросла кількість військових вищих і середніх навчальних закладів. У всіх навчальних закладах, крім теоретичних знань, проводяться геодезичні (топографічні) навчальні літні практики.

У наш час замість геодезії XX століття приходить нова, що радикально змінює не тільки існуючу теорію і практику, а й класичний образ геодезиста, його світогляд, усі принципи професійної діяльності. Відміною ознакою геодезії став *інформаційний принцип*. Зараз польові виміри в колишньому їхньому розумінні зникають.

На сучасному етапі процес навчання від *механічної* концепції переходить до *інформаційної*. Електронні тахеометри, різні бази даних, програмні забезпечення замінюють засоби вимірювання і обробки, характерні для XX століття, а відповідно і підхід до вивчення геодезичних наук.

Сучасні GPS і ГІС-технології повністю змінили весь процес координатизації простору і отримання картографо-геодезичної продукції.

В основі геодезичної освіти відбувається зміщення на новий якісний рівень узагальнення і систематизації: від класичних принципів лінійних і кутових вимірів до *аналітичних, геометричних і фізичних принципів відображення просторових властивостей системи об'єктів в абстрактні системи*; від найпростіших механічних кроків і дій до *узагальнюючих інформаційних принципів і теорій*; від класичних вимірюваних величин (довжина, кут, перевищення) до *координат фундаментальних констант, безпосередніх метричних характеристик об'єктів і фізичних процесів*; від планів і карт до *аналітичних, графічних, цифрових і електронних моделей простору*; від конкретних систем координат до *загальних принципів координатизації простору*.

У даний час електронні карти стають обов'язковим компонентом не тільки в сфері планування та будівництва міст, виробничих комплексів, наукової діяльності, але і у навчанні. Також для вирішування цих задач застосовуються нові прилади, безпілотні літальні апарати і нове програмне забезпечення. При підготовці спеціалістів по геодезичним наукам на сучасному етапі приділяється увага не тільки вивченню геодезичних приладів і методів математичної обробки результатів вимірів, а й ГІС технологій та програмного забезпечення для обробки вимірів, та отримання кінцевих результатів.

### Література

1. Бернал Дж. Наука в історії суспільства. - К.: Ін. Література, 1956.
2. Minow Helmut. Antige Feldmebkunst in Mesopotamien. «Vermessungsingenieur», 1973, № 1, 19-21.
3. Minow Helmut. Praxis Geometrige-5000 jahre vermes-sungswesen. Antige Feldmebkunst in Agypten. «Vermes-sungsingenieur», 1973, № 3, 83-85.
4. Сіраджінов С.Х., Матвієвська Г.П. Ал-Хорезмі - видатний математик і астроном середньовіччя. - М., 1983. - 80 с.
5. Аристотель. Сочинения. - М.: Мысль, 1981. - Т. 3. - 612 с.
6. Гаусс К.Ф. Избранные геодезические сочинения. - М.: Изд-во геодез. лит-ры, 1958. Т. 2. - 245 с.
7. Геродот. История в 9 кн. - Л.: Наука, 1972. - 600 с.
8. История земельных отношений и землеустройства / под ред. А.А. Варламова. - М.: Колос, 2000. - 336 с.
9. Тетерин Г.Н. История межевания, землеустройства и земельного кадастра. - Новосибирск: СГГА, 2007. - 99 с.
10. Хренов Л.С. Хронология отечественной геодезии с древнейших времен и до наших дней. - Л.: ГАО, 1987. - 288 с.

к.т.н., доцент **Кузьмич О.Й.**,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

### ИЗУЧЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ НАУКИ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

В статье рассмотрены становление и развитие геодезической науки в разные периоды человеческой деятельности. Показаны подходы изучения геодезической науки в современных условиях.

На современном этапе процесс обучения переходит от механической концепции к информационной. Электронные тахеометры, различные базы данных, программное обеспечение заменяют типичные для XX века средства измерения и обработки и, соответственно, подход к изучению геодезических наук.

Ключевые слова: геодезия; измерения; нивелирование; геодезические сети; размеры земли.

Ph.D., Associate Professor **Kuzmich Oleksandr**,  
Kyiv National University of Construction and Architecture

## **STUDY OF GEODESIC SCIENCE IN DIFFERENT PERIODS DEVELOPMENT OF HUMANITY**

The article examines the formation and development of geodetic science in different periods of human activity. Approaches to studying geodetic science in modern.

At the present stage, the learning process moves from a mechanical concept to an informational one. Electronic total stations, various databases, software replace the means of measurement and processing, typical of the twentieth century, and, accordingly, the approach to the study of geodetic sciences.

Key words: geodesy; measurements; leveling; geodetic networks; land dimensions.

### **REFERENCES**

1. Bernal Dzh. Nauka v istorii suspilstva. - K .: In. Literatura, 1956. {in Ukrainian}
2. Minow Helmut. Antige Feldmebkunst in Mesopotamien. «Vermessungsingenieur», 1973, № 1, 19-21. {in Deutsch}
3. Minow Helmut. Praxis Geometrige-5000 jahre vermes-sungswesen. Antige Feldmebkunst in Agypten. «Vermes-sungsingenieur», 1973, № 3, 83-85. {in Deutsch}
4. Siradzhinov S.Kh., Matviievskia H.P. Al-Khorezmi - vydatnyi matematyk i astronom serednovichchia. - M., 1983. - 80 s. {in Ukrainian}
5. Arystotel. Sochyneniya. – M. : Мысл, 1981. – Т. 3. – 612 s. {in Russian}
6. Hauss K.F. Yzbrannyye heodezycheskye sochyneniya. – M. : Yzd-vo heodez. lyt-ryb, 1958. Т. 2. – 245 s. {in Russian}
7. Herodot. Ystoryia v 9 kn. – L. : Nauka, 1972. – 600 s. {in Russian}
8. Ystoryia zemelnykh otnoshenyi y zemleustroistva / pod red. A.A. Varlamova. – M. : Kolos, 2000. – 336 s. {in Russian}
9. Teteryn H.N. Ystoryia mezhevaniya, zemleustroistva y zemelnoho kadastra. – Novosybyrsk : SHHA, 2007. – 99 s. {in Russian}
10. Khrenov L.S. Khronolohyia otechestvennoi heodezyy s drevneishykh vremen y do nashykh dnei. – L. : HAO, 1987. – 288 s. {in Russian}