

## ГЕОДЕЗІЯ

УДК 528.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.6/47>

*Гулько І.С.*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

### ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ GOOGLE EARTH ДЛЯ ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ СИТУАЦІЇ

*У сучасній епосі цифрових технологій, геодезія, знаходить широке застосування в різних галузях людської діяльності. Основою для аналізу геопросторових даних є геоінформаційні системи, які дозволяють збирати, зберігати, обробляти та візуалізувати різноманітну інформацію про географічні об'єкти. У статті висвітлено важливість геоінформаційних систем та їхню роль у підвищенні ефективності та точності геопросторового аналізу.*

*Однією з найпоширеніших та доступних геоінформаційних систем є Google Earth. У статті розглядаються можливості геоінформаційної системи Google Earth для візуалізації та аналізу географічних даних. До переваг програми відносяться доступність, зручний інтерфейс, широкий функціонал та актуальність інформації. Проте, важливо враховувати обмежену точність вимірювань, особливо висотних відміток, які можуть варіюватися залежно від регіону. Недоліком є також обов'язкове підключення до Інтернету, що може ускладнити роботу при нестійкому з'єднанні чи в областях без доступу до мережі.*

*Цифрова модель ситуації представляє собою геопросторову модель, яка відображає фізичні об'єкти та їх атрибути в певному регіоні. Детально розглядається сутність та структура цифрової моделі ситуації, яка включає метричну, атрибутивну, семантичну та синтаксичну інформацію. Потрібно також враховувати важливість точності та організації даних для успішного створення цифрової моделі ситуації.*

*У статті досліджено процес створення цифрової моделі ситуації на прикладі ділянки в Київці, Харківська область. З використанням Google Earth виконано виміри та обведено будівлі та городи з максимальною точністю. Кожній групі об'єктів присвоєно колір та назву, а об'єктам – нумерацію для легшого визначення координат. Далі зібрані дані використано для створення цифрової моделі ситуації з використанням системи автоматизованого проектування AutoCAD Civil 3D, оскільки Google Earth не дозволяє це робити безпосередньо в своєму середовищі, на відміну від інших геоінформаційних продуктів.*

*Стаття висвітлює можливості та обмеження геоінформаційної системи Google Earth для аналізу геодезичних даних. Дослідження процесу створення цифрової моделі ситуації на реальній ділянці в Київці надає важливі практичні висновки щодо використання цифрових технологій у геодезії та аналізі геопросторових даних.*

**Ключові слова:** геопросторові дані, геоінформаційні системи, цифрова модель ситуації, Google Earth.

**Постановка проблеми.** У сучасному світі геодезія використовується в різних сферах людської діяльності. Одним із ключових інструментів в геодезії є геоінформаційні системи (ГІС), які спрямовані на збір, зберігання, обробку, аналіз та візуалізацію геопросторових даних. ГІС дозволяє працювати з інформацією, що стосується конкретного місця або регіону на земній поверхні, такою як географічні координати, висоти, кліматичні характеристики, населення, дорожні мережі, топографічні карти, тощо. Геоінформаційна система складається з двох основних компонентів: бази

даних та програмного забезпечення для обробки та відображення даних [1].

Використання ГІС сприяє підвищенню ефективності та точності геопросторового аналізу, скороченню часу та зусиль, необхідних для отримання інформації, та забезпеченню більш точного та об'єктивного прийняття рішень на основі геопросторових даних. Однією з найпоширеніших та доступних ГІС є Google Earth, яка є сучасною геоінформаційною системою, що пропонує розширений набір інструментів для візуалізації та аналізу геодезичних даних на поверхні Землі [2].

**Метою статті** є отримання досвіду побудови плану місцевості на основі даних супутникових знімків геоінформаційної платформи Google Earth з їх подальшою обробкою у цифрову модель ситуації.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В світі цифрових технологій, де геопросторові дані набувають все більшого значення для прийняття рішень у різних сферах, цифрова модель ситуації відіграє ключову роль у розумінні геометричних характеристик території.

Цифрова модель ситуації (ЦМС) – це геопросторова модель, яка відображає фізичні об’єкти та їх атрибути в певному регіоні. Вона зазвичай представляється у вигляді двовимірної моделі та може бути створена на основі зображень високої роздільної здатності, аерофотознімків, супутникових знімків, інженерних вишукувань та інших джерел інформації. Цифрова модель ситуації дозволяє відтворити реальний світ у віртуальному середовищі та допомагає зрозуміти просторові взаємозв’язки між об’єктами [3].

Для того, щоб отримати готовий результат цифрової моделі ситуації, потрібно зробити немало важливих дій [4–5]. Спочатку йде збір необхідних даних про об’єкти. ЦМС містять різні типи інформації (рис. 1). Метрична інформація визначає вимірювальні характеристики об’єктів. Дана інформація вміщує координатні дані і деякі атрибутивні дані. Атрибутивна інформація являє собою інформацію про властивості і зв’язки об’єктів. Даний тип інформації визначає приналежність точок або об’єктів до певного класу чи об’єкту, описує властивості об’єктів та їх частин, задає взаємозв’язки та умови обробки, умови відтворення. Семантична складова інформації визначає її змістовну сторону, вона пов’язана з кодуванням даних. Синтаксична частина інформації визначає набір правил і відношень роботи з цифровою моделлю, як зі звичайною інформаційною моделлю. Вона пов’язана з класифікацією і правилами побудови моделей [6].



Рис. 1. Основні типи інформації в цифровій моделі [6]

Зібрані дані необхідно обробити та підготувати, перш ніж починати побудову ЦМС. Це може включати пошук помилок, їх очищення та нормалізацію даних, щоб вони відповідали потрібному формату та стандартам. Під час введення даних важливо забезпечити точність інформації, використовуючи правильні терміни та коди. Введення інформації для створення ЦМС є складним та важливим процесом і є основою для подальшого аналізу та розуміння ситуації, що допомагає вирішувати проблеми та приймати обґрунтовані рішення.

При веденні даних необхідно використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для зберігання та організації інформації. Геоінформаційні системи – це комп’ютерні технології, що застосовуються для створення карт та оцінки фактично існуючих об’єктів та подій [7]. Історія розвитку цих систем починається у 1960-х роках, коли комп’ютери стали доступнішими, а концепції просторового аналізу та візуалізації географічної інформації почали розвиватися. З тих пір ГІС постійно розширювали свої можливості і застосування. У 1970-ті роки вони почали використовуватися для конкретних завдань, таких як навігація або управління транспортом у надзвичайних ситуаціях, тощо. В цей період були створені системи для вивезення міських відходів та руху транспорту в екстрених ситуаціях. Це дало поштовх для подальшого розвитку геоінформаційних систем у різних галузях. У 1980-ті роки з поширенням комп’ютерів та розвитком баз даних компаній геоінформаційні системи стали все більш популярними у комерційних сферах. Вони використовувались для аналізу даних, планування та управління. Цей період також приніс інтеграцію ГІС з базами даних компаній, що розширило їх можливості. У 1990-ті роки відбулось значне зростання геоінформаційних систем завдяки відкритим стандартам для обміну геопросторовою інформацією. Це сприяло інтеграції різних систем та поліпшенню їх взаємопов’язаності. Водночас, з’явилися нові інструменти та методи аналізу геоданих, що зробило їх ще потужнішими для вирішення складних геопросторових завдань. В сучасному світі доступність програмних засобів дозволяє модифікувати геоінформаційні системи під різні завдання [8].

Геоінформаційна система Google Earth – надає широкий спектр можливостей для візуалізації та аналізу географічних даних з усього світу [9]. До переваг Google Earth можна віднести доступ-

ність, зручний інтерфейс, широкий функціонал та великий обсяг геопросторових даних. Крім того, програма постійно оновлюється, що дозволяє отримувати найновішу інформацію про місцевість. Але також потрібно враховувати і недоліки, а саме – обмежену точність вимірювань, більше по висотним відміткам – вони можуть варіюватись в залежності від регіону, тому для вимірювань високої точності все ж таки необхідні інженерно-геодезичні вишукування. Також програма вимагає підключення до Інтернету для доступу до геопросторових даних та функцій, це може створювати обмеження, особливо в умовах поганого інтернет-з'єднання або при роботі на територіях без доступу до мережі [10].

Для створення цифрової моделі ситуації була обрана ділянка, яка знаходиться в населеному пункті Кицівка у Харківській області. Google Earth дозволяє проводити виміри довжин сторін, периметру / площі будівель та меж ділянок. Виходячи з цього, маємо чіткі межі досліджуваної ділянки загальною площею 22370 м<sup>2</sup> (рис. 2).



Назва: Межа досліджуваної ділянки місцевості				
Описання	Стиль, цвет	Вид	Высота	Измерения
Периметр:	600	Метры		
Площадь:	22 370	Квадратные метры		

Рис. 2. Межа вибраної ділянки для дослідження

Далі за допомогою функціоналу Google Earth були обведені всі будівлі, споруди та городи на досліджуваній ділянці з дотриманням максимальної точності вимірів всіх відстаней та кутів. Також були враховані точкові об'єкти. При цьому було присвоєно кожній групі будівель та споруд свій колір та назву. Кожному об'єкту надана нумерація, за допомогою якої можна визначити координати будь-якої точки на плані (рис. 3).

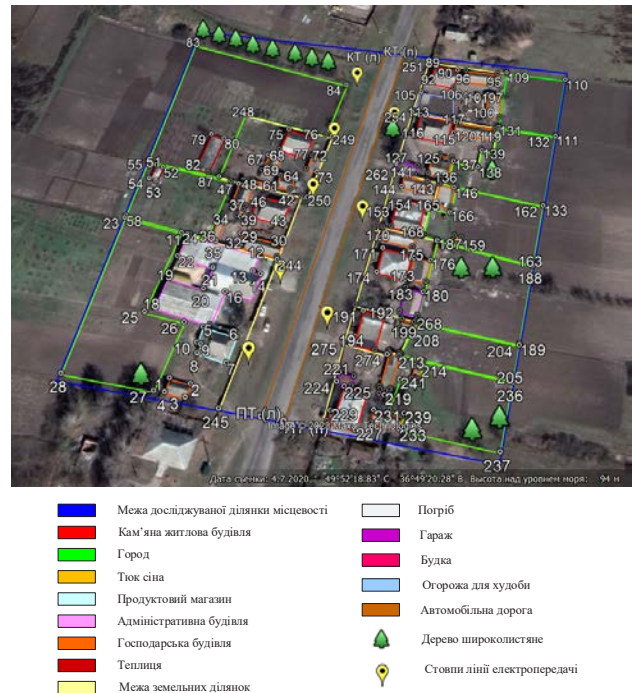


Рис. 3. План ділянки місцевості

Після створення плану ділянки місцевості були зібрані усі дані для створення цифрової моделі ситуації цієї ділянки. Для цього в програмі Google Earth можна отримати код KML для кожної із точок з координатами у системі координат WGS-84. Дані оброблялись у програмі Microsoft Excel. Збір даних продемонстровано на рисунку 4. Далі був виконаний розрахунок із географічної системи координат в прямокутну, що дозволить побудувати ЦМС із високою точністю. Але на цьому етапі, Google Earth більше не потрібна. Справа в тому, що на відміну від інших, більш спеціалізованих ГІС-продуктів, вона – не дозволяє будувати ЦМС, тож для побудови було додатково залучено систему автоматизованого проектування – AutoCAD Civil 3D. Результат побудованої ЦМС можна побачити на рисунку 5.

**Висновки.** У статті розглядаються можливості та обмеження геоінформаційної системи Google Earth для аналізу геодезичних даних, зосереджуючись на практичних висновках відносно створення цифрових моделей ситуації. Наведений процес створення цифрової моделі на конкретній ділянці, вказано переваги та обмеження використання Google Earth для цих цілей. Зазначено, що для повноцінної роботи з геопросторовими даними і побудови точних цифрових моделей ситуації, важливо враховувати особливості та обмеження обраного інструментарію, додатково залучаючи спеціалізовані програмні рішення.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
20	19	49.87232853310541	36.8204764060542	0			</icon>							
21	20	49.8722831133215	36.82065132578263	0			</iconStyle>							
22	21	49.87235239727216	36.82069564536762	0			</Style>							
23	22	49.87240205774719	36.82052081399834	0			<Style id="sn_placemark_circle0">							
24	23	49.87255556677191	36.82024514433138	0			<iconStyle>							
25	24	49.87248358153538	36.82053633585721	0			<scale>0.6</scale>							
26	25	49.87222256800781	36.82037007320463	0			<icon>							
27	26	49.87217786053968	36.820561576788	0			<href=http://maps.google.com/mapfiles/kml/shapes/placemark_							
28	27	49.87197302981828	36.82043031884071	0			</icon>							
29	28	49.8720475774663	36.81999547917221	0			</iconStyle>							
30	29	49.87246536415159	36.82083382779584	0			</Style>							
31	30	49.87241763757564	36.82103481118295	0			<Placemark>							
32	31	49.87237440327812	36.82101019747888	0			<name>1</name>							
33	32	49.87242113493419	36.82081093940594	0			<LookAt>							
34	33	49.87251808180671	36.82071686598966	0			<longitude>36.82052952799134</longitude>							
35	34	49.87250996350767	36.82074789352476	0			<latitude>49.87205722385221</latitude>							
36	35	49.87244444983651	36.82070998661597	0			<altitude>0</altitude>							
37	36	49.87245246472258	36.82067992560341	0			<heading>19.92521759101248</heading>							
38	37	49.8725583998648	36.8208297359944	0			<tilt>21.42251406569777</tilt>							
39	38	49.87255255000119	36.8208481799339	0			<range>49.18827116137437</range>							
40	39	49.87252611041255	36.8208316411946	0			<gx:altitudeMode>relativeToSeaFloor</gx:altitudeMode>							
41	40	49.87253183937478	36.82081327535279	0			</LookAt>							
42	41	49.8725927483302	36.82095417858164	0			<styleUri>#msn_placemark_circle</styleUri>							
43	42	49.87256288764957	36.82108160819627	0			<Point>							
44	43	49.8724893954329	36.82103780676657	0			<gx:drawOrder>1</gx:drawOrder>							
45	44	49.87252730113465	36.82088663209277	0			<coordinates>36.82050040962783,49.87200734656433,0</coordinates>							
46	45	49.87257329518357	36.82091113588491	0			</Point>							
47	46	49.87256440837119	36.8209394663098	0			</Placemark>							
48	47	49.87264900517816	36.82082437865391	0			</Document>							
49	48	49.87263213679334	36.82089370127909	0			</kml>							
50	49	49.87256627429957	36.82085825475076	0										
51	50	49.87258393192306	36.82078888223277	0										
52	51	49.87274805476194	36.82070474754652	0										

Рис. 4. Збір даних з програми Google Earth

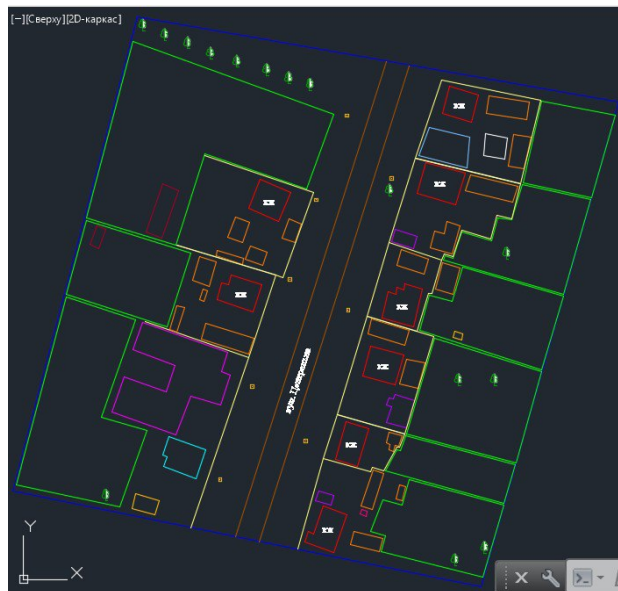


Рис. 5. Цифрова модель ситуації

**Список літератури:**

1. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Кн. 2 / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.
2. Гунько І. С., Коваленко Л. О. Платформа Google Earth, як геоінформаційна система та її можливості при вивченні дисциплін спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» Харків: Комунальне господарство міст, 2022, том 6, випуск 173. С. 101-105.
3. Цифрова трансформація відкритих освітніх середовищ: колективна монографія, за ред. В.Ю. Бикова, О.П. Пінчук. Київ, 2019. 186 с.
4. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.
5. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.
6. Методи моделювання та оптимізації в геодезії: методичні вказівки до курсового проекту та практичних занять / Дорожко Є.В., Казаченко Л.М., Коваленко Л.О., Урдзік С.М. Харків: ХНАДУ, 2019, 36 с.

7. What is GIS? Esri official websit. URL: <https://www.esri.com/en-us/whatis-gis/overview> (дата звернення 15.11.2023).
8. Lukar E Thornton, Jamie R Pearce, Anne M Kavanagh. Using Geographic Information Systems (GIS) to assess the role of the built environment in influencing obesity: a glossary. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2011. Vol. 71. P. 1-9.
9. Офіційна сторінка Google Earth: веб-сайт. URL: <https://www.google.com/intl/uk/earth/versions/> (дата звернення 22.11.2023).
10. Мусієнко І. В., Казаченко Л. М. Досвід отримання вихідних даних з Google Планета Земля для побудови цифрової моделі місцевості. *Комунальне господарство міст*. 2022. Вип. 3 (170). С. 247-251.

### **Hunko I.S. EXPERIENCE OF USING GEOINFORMATION SYSTEM GOOGLE EARTH FOR DIGITAL SITUATION MODELING**

*In the modern era of digital technologies, geodesy finds extensive applications in various fields of human activity. The foundation for the analysis of geospatial data lies in geographic information systems, which enable the collection, storage, processing, and visualization of diverse information about geographical objects. This article highlights the importance of geographic information systems and their role in enhancing the efficiency and accuracy of geospatial analysis.*

*One of the most widespread and accessible geographic information systems is Google Earth. The article explores the capabilities of the Google Earth geoinformation system for the visualization and analysis of geographic data. The program's advantages include accessibility, user-friendly interface, extensive functionality, and the timeliness of information. However, it is crucial to consider the limited accuracy of measurements, especially in terms of elevation data, which may vary depending on the region. Another drawback is the mandatory internet connection requirement, which can pose challenges, especially in areas with unstable connectivity.*

*A digital situation model represents a geospatial model that reflects physical objects and their attributes in a specific region. The essence and structure of the digital situation model, encompassing metric, attributive, semantic, and syntactic information, are examined in detail. The article emphasizes the importance of accuracy and data organization for the successful creation of a digital situation model.*

*The article investigates the process of creating a digital situation model using a plot of land in Kytsevka, Kharkiv Oblast, as an example. Measurements were conducted using Google Earth, accurately outlining buildings and gardens. Each group of objects was assigned a color and name, while individual objects were numbered for easy coordinate identification. Subsequently, the collected data were utilized to create a digital situation model using the AutoCAD Civil 3D automated design system, as Google Earth does not permit this directly within its environment, unlike other geoinformation products.*

*The article elucidates the possibilities and limitations of the Google Earth geoinformation system for geodetic data analysis. The research into the process of creating a digital situation model on an actual plot in Kytsevka provides valuable practical insights into the use of digital technologies in geodesy and geospatial data analysis.*

**Key words:** geospatial data, geographic information systems, digital situation model, Google Earth.