

DOI: 10.32347/2786-7269.2024.7.382-395

УДК 528.4:528.8

к.е.н. **Гой В.В.**,  
vasssgoi@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1822-4478,  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О.М. Бекетова,  
к. фіз.-мат.н., доцент **Хархаліс М.Р.**,  
mykola.kharkhalis@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6044-0612,  
ДВНЗ "Ужгородський національний університет",  
к.е.н., доцент **Фоменко В.А.**,  
ph.d.fomenko@gmail.com, ORCID: 0009-0008-4815-0813,  
Одеський державний аграрний університет

## ГЕОДЕЗІЯ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ: АНАЛІЗ ПЛАНУВАННЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

*Зосереджено увагу на створенні та впровадженні геодезичної системи планування, спрямованої на забезпечення сталого розвитку міських територій. Основний акцент робиться на використанні відкритого та доступного програмного забезпечення, інтеграції повноцінних ГІС та СУБД компонентів. Процес визначення найбільш відповідної ГІС-платформи для ГСП включав детальний аналіз різних ГІС-систем з урахуванням їхньої функціональності, що дозволило вибрати QGIS як оптимальне рішення через його високу функціональність у сфері управління геоданими, підтримку різноманітних форматів даних, користувацький інтерфейс та динамічний розвиток. Структура ГСП базується на двох основних платформах: ГІС-системі QGIS для картографічного представлення даних та аналізу, та СУБД Microsoft Access для здійснення всіх операцій з даними. Взаємодія між цими платформами забезпечується через вбудований у QGIS модуль eVis, що дозволяє ефективно планувати обстеження міської території та впорядкувати землекористування. Основними завданнями, вирішуваними за допомогою ГСП, є планування первинних обстежень для виявлення цільових насаджень, детальна таксація насаджень зі створенням вибірок за заданими параметрами, отримання точкових карт розповсюдження різних видів рослинності, планування вибіркового дослідження з конкретними геопросторовими умовами, а також геоінформаційний та таксаційний аналіз у вирішенні проблем сталого розвитку міст. Впровадження ГСП забезпечує значні переваги для планування сталого розвитку міських територій, дозволяючи ефективніше використовувати земельні ресурси, оптимізувати процеси управління міським господарством та інтенсифікувати наукові*

дослідження в цій галузі. Розвиток та інтеграція сучасних цифрових технологій у сферу міського планування відіграють ключову роль у досягненні цілей сталого розвитку.

*Ключові слова:* геодезія; міська територія; ГІС-платформа; сталий розвиток міста; просторове планування; аерофотознімання.

**Постановка проблеми.** Актуальність дослідження статті може бути обґрунтована низкою ключових аспектів, що відображають сучасні виклики у плануванні та розвитку міських територій з урахуванням принципів сталого розвитку. Збільшення міського населення по всьому світу вимагає удосконалення підходів до планування та управління земельними ресурсами, щоб забезпечити доступ до базових послуг, ефективне використання простору та зменшення екологічного навантаження. Зміна клімату, забруднення, втрата біорізноманіття та інші екологічні проблеми потребують інтегрованих підходів у плануванні землекористування, що враховують екосистемні послуги та природоохоронні заходи. Оптимізація використання земельних ресурсів сприяє створенню стійких економічних моделей розвитку, зменшення витрат на інфраструктуру та підвищення якості життя мешканців. Рівний доступ до земельних ресурсів та міських послуг, включаючи житло, освіту та охорону здоров'я, є критично важливим для забезпечення соціальної стабільності та справедливості. Швидкий розвиток геоінформаційних технологій, зокрема геодезії та землеустрою, відкриває нові можливості для збору даних, аналізу та моніторингу міських територій, що дозволяє підвищити ефективність управління та планування. Потреба у взаємодії між різними сферами політики, такими як земельні відносини, міське планування, транспорт, екологія та соціальний захист, для формування комплексних стратегій сталого розвитку міста.

Актуальність дослідження полягає у розробці та впровадженні інноваційних методів геодезії та землеустрою, що дозволяють вирішувати зазначені виклики через ефективне планування, управління та розвиток міських територій з орієнтацією на сталість, резистентність та якість життя міського населення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В роботі Чувпило В., Шевчук С., Гапон С., Нагорна С., Куришко, Р. [1], зазначається, що геодезія відіграє ключову роль у цій сфері, адже її інструментарій є незамінним для точного відстеження більшості просторових і часових змін на Землі, спостереження за рухами земної поверхні та визначення параметрів геометрії планети. Геодезичні дані, як кількісна інформація, дозволяють ідентифікувати закономірності в процесах, що спостерігаються, і здійснювати їх

прогнозування. Це сприяє своєчасному прийняттю рішень для мінімізації негативних впливів, що порушують сталий розвиток.

Як вказано в роботі Косарєв М., Ясенев С. [2], для того, щоб визначити області застосування та функції геодезичної просторової інформаційної системи, направленої на підтримку сталого розвитку, необхідно всебічно розглянути саме поняття сталого розвитку та його взаємодію з геодезичним забезпеченням. На поточному етапі важливо сфокусуватися на ключових структурно-функціональних взаємозв'язках між сталим розвитком і геодезією.

Системний підхід до сталого розвитку переважно має тематичне спрямування та охоплює різні типи геосистем. Його основні компоненти обговорюються у численних публікаціях, що призводить до формування нових ідей для підтримки сталого розвитку, які базуються на інтеграції природничих і гуманітарних наук [3]. Внесок у розвиток геодезії як наукової галузі, важливої для сталого розвитку, зробили багато вітчизняних дослідників: Хвесик М., Голян В. [4], Ніколаєва О., Ромашова Л. та Волкова О. [5]. Вони геодезію розглядають як технологічний інструмент без урахування її складної структури. Потенціал геодезичних методів і технологій залишається недостатньо використаним, і вирішення нових завдань, пов'язаних зі сталим розвитком територій.

**Мета та завдання дослідження.** Мета дослідження полягає у визначенні ролі та ефективності геодезії та землеустрою як ключових інструментів у плануванні сталого розвитку міських територій.

Завдання дослідження включають:

- оцінити потенціал геодезії та землеустрою в ідентифікації, моніторингу та управлінні земельними ресурсами для задоволення потреб міського розвитку.
- вивчити передові практики в галузі геодезії та землеустрою, які можуть бути застосовані для планування та реалізації проєктів сталого розвитку міст.
- розробити рекомендації щодо інтеграції геодезичних та підходів в стратегії планування та управління міськими територіями та землекористування.

**Матеріали та методи.** Формування структурних елементів розробленої геодезичної системи планування (ГСП) міських територій у вирішенні проблем сталого розвитку міст базувалось на визначених принципах, що включають:

- використання вільного або доступного за ціною, широко розповсюдженого програмного забезпечення;
- наявність у складі системи повноцінних ГІС та СУБД компонентів;

- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача;
- розширені функціональні можливості;
- надійність функціонування при роботі з великими даними.

Для визначення найбільш відповідної ГІС-платформи для ГСП було проведено детальний аналіз ряду ГІС-систем з високою функціональністю (див. табл. 1).

Таблиця 1

Визначення технічних характеристик повнофункціональних ГІС-систем для планування міських територій [6]

ГІС система	Рік виходу останньої версії	Недоліки (на основі особистого досвіду та інтернет-відгуків користувачів ГІС)
gvSIG	2023	відсутність підтримки деяких популярних систем координат; використання власного браузера, який недостатньо якісно відображає веб-сторінки; недостатня гнучкість налаштування інтерфейсу користувача
GRASS GIS	2020	– складність для непідготовленого користувача (ПЗ є скоріше мовою програмування та має на увазі володіння утилітами командного рядка та глибокого розуміння методів просторового аналізу даних)
QGIS	2023	деякі проблеми із відображенням складних умовних знаків, прийнятих в Україні для оформлення топографічних карток; деяка повільність при обробці вихідних растрів великого обсягу
SAGA GIS	2022	недостатньо розвинені можливості геоінформаційного аналізу; брак документації щодо параметрів аналізу просторових даних

Як було вказано вище, сучасні геодезичні системи планування міських територій для вирішення проблем сталого розвитку з повним функціоналом забезпечують можливості для збору, архівування, аналізу та візуалізації просторових даних. Це робить їх придатними для виконання задач, пов'язаних з дослідженнями в області озеленення міст. В процесі оцінки ГІС-систем особлива увага приділялась їх обмеженням, які можуть вплинути на роботу користувача. Серед розглянутих ГІС-платформ було вибрано QGIS через його повну функціональність у сфері управління геоданими та геоінформаційного аналізу, підтримку широкого спектра форматів даних, користувацький

інтерфейс, що легко освоюється, динамічний розвиток та велику підтримку спільноти у багатьох країнах світу. У контексті внутрішньої організації роботи з ГІС та моделі зберігання даних існують чотири покоління технологічних схем ГІС, вибір серед яких залежить від поставленої задачі. Враховуючи вибрані критерії, найбільш відповідною для ГСП виявилась третя технологічна схема, яка передбачає використання СУБД разом з ГІС для зберігання даних. Ця схема вибрана завдяки своїй здатності інтегрувати потужну спеціалізовану СУБД, що забезпечує розширені можливості для обробки даних, навіть великих обсягів. З огляду на критерії доступності та популярності, для організації ГСП було обрано СУБД Microsoft Access [7]. Отже, запропонована структура ГСП складається з двох незалежних платформ:

- 1) ГІС-система QGIS для картографічного представлення даних, геоінформаційного аналізу та управління геоданими;
- 2) СУБД Microsoft Access для здійснення усього спектру дій з даними, включно з формуванням запитів для вибірок з певними критеріями. Зв'язок між цими платформами забезпечується через підключення СУБД до ГІС за допомогою вбудованого в QGIS модуля eVis.

**Результати та їх обґрунтування.** При здійсненні планування міських територій з метою сталого розвитку, найбільш потрібними можливостями геодезичної системи стає моделювання просторових даних та їхнє візуальне представлення. Використання ГСП відрізняється на етапах опису, прогнозування та складання планів. В загальних процесах управління перевага надається описовому аспекту, тоді як прогнозування та розробка рекомендацій стають ключовими на стадії планування. Кожен етап планування вимагає застосування специфічних знань та технік. Для стратегічного планування міського розвитку зручніше використовувати растрові дані через їхню простоту порівняно з векторними даними, а також через здатність растрових даних охоплювати великі території без необхідності високої роздільної здатності, що спрощує їх інтеграцію в розрахунки (рис. 1).

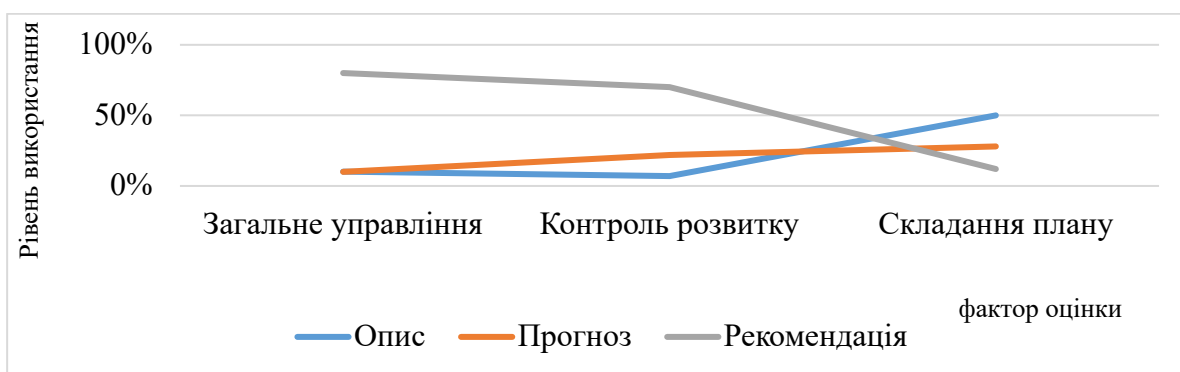


Рис. 1. Характеристика функцій ГСП у землеустрої та плануванні міських територій [1]

Для аналізу, що потребує високої деталізації, перевагу варто віддати векторним даним. Такий підхід знаходить застосування у сфері регіонального планування. Векторні дані не так часто використовуються для визначення придатності територій, але є дуже корисними при дослідженні транспортних мереж, особливо для аналізу маршрутів.

Можливості ГІС різноманітні та знаходять застосування на різних етапах розвитку міських територій. Використання ГІС для моделювання та створення альтернативних сценаріїв планування міських територій виявляється більш ефективним, ніж лише встановлення цілей в процесі планування. На кожному етапі розвитку міста, ГІС може збирати, аналізувати та обробляти інформацію з різних джерел та у різноманітних форматах, забезпечуючи доступ до перевірених даних. Оцінка ресурсів стає більш ефективною з використанням ГІС, оскільки система дозволяє значно скоротити час на обробку даних з інших систем. Наприклад, інтеграція даних дистанційного зондування про землекористування та стан довкілля в ГІС сприяє оптимізації часу обробки інформації. Структура системи просторового планування міської території на ГІС-платформі представлена окремо (рис. 2).

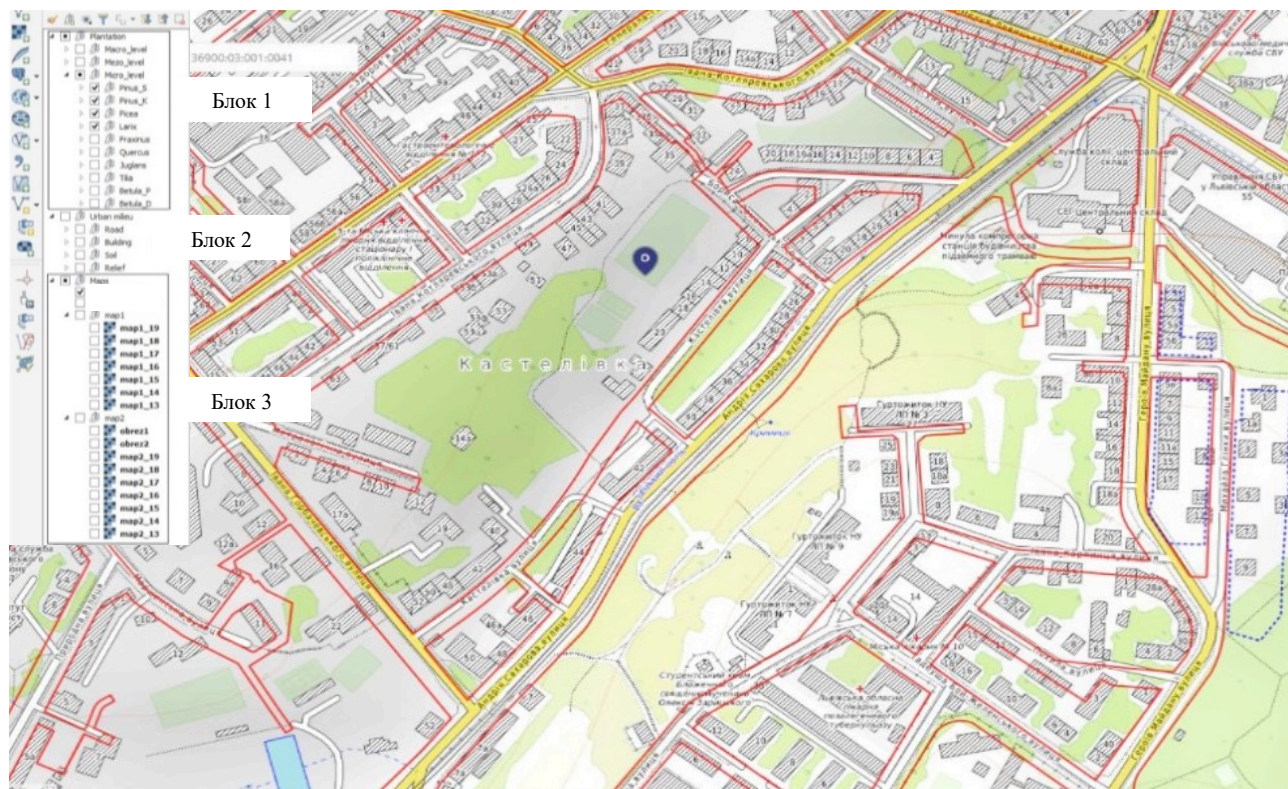


Рис. 2. Опис структури ГСП на базі геоінформаційної системи QGIS включає створення тематичних шарів ГСП та інтерфейс модуля eVis (сформовано авторами за допомогою [8])

№ 1: «Картографічна основа» охоплює растрові шари, представлені у формі географічних карт, схем та знімків, які слугують геодезичною базою для розробки спеціалізованих тематичних шарів, а також використовуються для навігації у межах ГСП. В якості картографічної бази у ГСП можна застосовувати наступні види даних:

- геодані, завантажені через модуль QMS (Quick Map Services – відкрита база джерел геоданих) з картографічних веб-сервісів Google Maps у реальному часі, що є зручним для швидкої навігації по карті та презентації розроблених картографічних матеріалів;

- індивідуальні геоприв'язані растрові зображення різних масштабів, одержані з зовнішніх джерел, а також дані з геоінформаційних веб-сервісів (WMS, WFS), які застосовуються для векторизації в процесі створення тематичних шарів у режимах без підключення до мережі та з підключенням [9] (рис. 3).



Рис. 3. Відтворення урбанізованих ділянок міста за допомогою аерофотознімків для аналізу різних типів забудови та схем озеленення (супутник WorldView-2, США): а - загальний огляд (окрема частина міста); б – детальний погляд (на прикладі паркової зони) (сформовано авторами за допомогою [10])

Блок № 2: «Міське середовище» включає серію тематичних шарів з інформацією, отриманою шляхом векторизації об'єктів на картографічній основі, яка слугує джерелом даних для опису характеристик місць розташування міських об'єктів, включаючи межі промислових зон, райони з різними видами забудови, дорожню мережу, будівлі, рельєф, гідрографію, ґрунти тощо. Блок № 3: «Насадження» складається з тематичних шарів, організованих за принципом багаторівневої структури міського озеленення, що слугують джерелом інформації про рослинність: на макрорівні – використовується для керування даними, які описують екологічний каркас, рівень забудови на масштабі всього міста, отриманими з аналізу космічних знімків високої та дуже високої роздільної здатності [11]. Також застосовується для організації первинного обстеження та детального вивчення насаджень (виділення зон для обстеження); – на мезорівні – використовується для керування даними про склад, структуру та стан насаджень на рівні окремих об'єктів міського озеленення, отриманими з аналізу космічних знімків дуже високої роздільної здатності або знімання з дронів; використовується також для планування маршрутів первинного обстеження та детального вивчення насаджень (встановлення меж ділянок для обстеження, розробка маршрутних схем); – на мікрорівні – призначений для керування даними з первинного обстеження та детального дослідження окремих насаджень.

Структура системи просторового планування на платформі СУБД структурована таким чином: Блок № 1 «Дані первинного обстеження» становить собою таблицю з інформацією про попередню оцінку міської забудови, включаючи [12, 13]:

- відомості про місцеперебування (географічні координати, URL-адреси);
- фотографії об'єктів;
- первинні візуальні оцінки (тип об'єкта, його стан, вікова категорія, доступність для детального вивчення).

Блок №2 «Інформація з детальної інвентаризації» охоплює таблиці з даними про оцінювання земельних ділянок, включаючи:

- якісні параметри (видовий склад, характеристики ґрунтів, структура простору тощо);
- візуальні та фотографічні матеріали (схеми розміщення об'єктів, структурні плани, фотографії з різних точок, зображення ушкоджень будівлі).

Блок №3 «Допоміжні документи» містить таблицю з:

- плануванням інспекцій (розклад експериментів);
  - матеріалами, отриманими на проміжних стадіях збору та обробки польових даних, а також додатковими документами [14].
- Методологія збору



даних про насадження на етапах первинного обстеження та детальної інвентаризації, використане програмне та технічне забезпечення, результати та формати їх зберігання в ГСП детально викладені в таблиці 2.

Таблиця 2

Методи та засоби отримання даних про картографічні об'єкти міста  
(мікрорівень) (побудовано авторами)

Категорії об'єктів	Методи отримання даних		Програмно-апаратне забезпечення
Усі категорії	Планування обстежень міської території: аналіз зображень космічної знімання високого (до 5 м) та надвисокого (1 м і вище) дозволу, а також цифрових карток веб-сервісів з визначенням кордонів та маршрутів обстежень	Програмна частина: ГІС-системи (QGIS, SAS Планета), веб-сервіси (Google Map). Апаратна частина: ПК	Результати: фрагменти растрів ДЗЗ та карт з геоінформаційними шарами кордонів та маршрутів обстеження. Формати: користувальницькі on-line карти на веб-сервісах; kml-файли
Міська забудова	Виявлення забудови: віртуальний пошук за допомогою картографічного веб-сервісу Google Maps (режим перегляду вулиць). Визначення географічних координат: вилучення даних з URL-адреси розташування насаджень. Отримання фотозображень: скріншот фрагмента фотопанорами Google Maps або використання фотопанорам Google Maps онлайн	Програма: веб-сервіс Google Maps. Апаратна частина: ПК	Результати: таблиці з ідентифікаційними номерами, географічними координатами, URL-адресами, гіперпосиланнями на скріншоти зображень, даними первинних візуальних оцінок фотографій. Формати: xls-, mdb-, jpg-файли
Внутрішньоквартальні насадження	Виявлення цільових насаджень: пошук під час маршрутних обстежень біля. Визначення географічних координат: вилучення даних геоінформаційного шару, отриманого за допомогою вказівки геоміток розташування насаджень на електронних картах мобільних веб-сервісів. Отримання фотозображень: фотографування насаджень	Програмна частина: мобільний додаток Google Мої карти, веб-сервіс Google Maps. Апаратна частина: мобільні пристрої (смартфони, планшети та ін.), ПК	Результати: таблиці з ідентифікаційними номерами насаджень, географічними координатами, гіперпосиланнями на фотозображення насаджень, даними первинних візуальних оцінок фотографій; матеріали проміжних етапів отримання та

Паркові та природні зони міста	Виявлення цільових зон: пошук під час маршрутних обстежень. Визначення географічних координат: вилучення даних із геотегованих фотозображень. Отримання фотозображень: фотографування з геотегінгом за допомогою GPS-датчика	Програмна частина: ГІС-системи (QGIS та ін.). Апаратна частина: мобільні пристрої з GPS-модулем, ПК	обробки польової інформації. Формати: xlsx-, mdb-, jpg-файли; kml-, csv-файли
--------------------------------	--	--	--

Для інтеграції баз даних Access із ГІС-платформою та представлення на карті локації картографічних об'єктів міста, що відповідають певним критеріям вибірки, застосовується модуль eVis, вбудований у QGIS. Процес передачі даних включає створення SQL-запитів у СУБД, які потім використовуються в QGIS для отримання необхідної інформації. Архітектура ГІС у сфері міського планування для вирішення проблем сталого розвитку, варіюється від слабо інтегрованих до високо інтегрованих систем. Обмін даними між ГІС та іншими планувальними системами є ключовим аспектом інтеграції, дозволяючи експорт даних з ГІС для подальшої обробки в інших програмах та імпорт результатів назад у ГІС для аналізу та подальших дій [15]. Цей процес широко використовується для прийняття рішень з урахуванням різних аспектів. Розробка повністю інтегрованих ГІС-моделей планування здобуває все більше визнання завдяки економії часу для користувачів. Проте, слабо і тісно зв'язані архітектури залишаються актуальними, коли найбільш часто вживані планувальні моделі не є повністю інтегрованими в ГІС. Візуалізація даних відіграє ключову роль у процесі планування, надаючи значні переваги у майбутньому розвитку міста та землекористуванні.

**Висновки та рекомендації.** Запропонований варіант ГСП, створений на базі відкритого програмного забезпечення, спрямований на збір, організацію, аналіз та візуалізацію великих обсягів даних щодо картографічних об'єктів міста для наукових досліджень, включно з плануванням комплексних експериментів, а також для моніторингу в плануванні міських територій для вирішення проблем сталого розвитку, пропонує можливості:

- проектувати первинні огляди міських територій для ідентифікації картографічних об'єктів міста із розробкою маршрутів їх обстеження;
- організувати детальну інвентаризацію об'єктів міста, створюючи вибірки з визначеними рівнями таксаційних показників і представляти ці дані на карті;
- виробляти точкові картографічні зображення поширення різних видів рослин на міській території;

- планувати вибіркові дослідження з конкретними геопросторовими параметрами (в певних локаціях, зазначеному діапазоні географічних координат, для обраних об'єктів);
- проводити геоінформаційний та таксаційний аналіз земельних ділянок та забудови.

Доступність легкого для освоєння, простого в застосуванні, не вимагає значних часових затрат на навчання, безкоштовного інструменту для створення наукової інформаційної інфраструктури має на меті стимулювати розвиток досліджень в області планування міських територій та сприяти більш активному впровадженню передових цифрових технологій у сфері геодезії та управління міськими територіями, в тому числі в умовах обмеженого бюджету.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чувпило В., Шевчук С., Гапон С., Нагорна С., Куришко, Р. Кадастрові системи та землеустрій у містобудівному проектуванні: оптимізація землекористування та міського планування. Містобудування та територіальне планування. 2023. №(84). С. 407–423. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.407-423>.
2. Косарев М.В., Ясенев С.О. Космічні знімки як фундаментальна основа картографічних матеріалів та геоінформаційних систем. Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. Збірник наукових праць. 2014. Випуск 19. С. 42-45.
3. Лазоренко-Гевель Н.Ю. Створення інформаційних моделей даних моніторингу природних комплексів. Містобудування та територіальне планування. 2014. № 51. С. 275–283.
4. Інституціональне забезпечення землекористування: теорія і практика: монографія / М.А. Хвесик, В.А. Голян. К.: НАН України, 2006. 160 с.
5. Nikolayeva O., Romashova L. & Volkova O. Cartographic support for ecological monitoring. InterCarto. InterGIS. 2013. №1. pp. 84-86. [10.24057/2414-9179-2013-1-19-84-86](https://doi.org/10.24057/2414-9179-2013-1-19-84-86).
6. Qin T., Wang L., Zhou Y., Guo L., Jiang G., Zhang L. Digital Technology-and-Services-Driven Sustainable Transformation of Agriculture: Cases of China and the EU. Agriculture. 2022. №12. 297. Retrieved: <https://doi.org/10.3390/agriculture12020297>.
7. Цифрова модель рельєфу SRTM. URL: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>.
8. EarthExplorer. 2023. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
9. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023.

Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

10. NASA. Landsat Science.

URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/>

11. Villanueva J.K.S., Blanco, A.C. Optimization of ground control point (GCP) configuration for unmanned aerial vehicle (UAV) survey using structure from motion (SFM). The International Archives of Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2019. 42. pp. 167–174. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-167-2019.

12. Македон В.В, Михайленко О.Г. Управління внутрішніми інвестиційними проектами в регіональному промисловому кластері підприємств. Підприємництво та інновації. 2022. (25). С. 56-63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>

13. Woo K.S., Worboys G., Geological monitoring in protected areas, International. Journal of Geoheritage and Parks. 2019. Volume 7. Issue 4. pp. 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.12.004>.

14. Hablovskyi B., Hablovska N., Shtohryn L., Kasiyanchuk D., Kononenko M. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. Journal of Ecological Engineering. 2023. №24(7). pp. 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>

15. Fey C., Rechberger C., Voit K. Remote sensing-based deformation monitoring and geological characterisation of an active deep-seated rock slide (Tellakopf/Cima di Tella, South Tyrol, Italy). Bull Eng Geol Environ. 2023. №82. pp. 85. <https://doi.org/10.1007/s10064-023-03101-x>

Candidate of Economic Sciences (Ph. D.), Doctoral Candidate **Goi Vasyl**,  
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
Candidate of Phis.-Math. Sciences, Docent **Kharkhalis Mykola**,  
Uzhhorod National University,  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor **Fomenko Viacheslav**,  
Odesa State Agrarian University

## **GEODESY IN SOLVING PROBLEMS OF SUSTAINABLE CITY DEVELOPMENT: ANALYSIS OF URBAN TERRITORY PLANNING**

The article focuses on the creation and implementation of a geodetic planning system aimed at ensuring the sustainable development of urban areas. The main emphasis is on the use of open and accessible software, integration of full-fledged GIS and DBMS components. The process of determining the most suitable GIS platform for GSP included a detailed analysis of various GIS systems taking into

account their functionality, which allowed to choose QGIS as the optimal solution due to its high functionality in the field of geodata management, support for various data formats, user interface and dynamic development. The structure of the GSP is based on two main platforms: the QGIS GIS system for cartographic data presentation and analysis, and the Microsoft Access DBMS for performing all data operations. Interaction between these platforms is provided through the eVis module built into QGIS, which allows for efficient planning of urban area surveys and land use management. The main tasks solved with the help of GSP are the planning of primary surveys to identify target plantations, detailed taxation of plantations with the creation of samples according to specified parameters, obtaining point maps of the distribution of various types of vegetation, planning sample surveys with specific geospatial conditions, as well as geo-information and tax analysis in solving the problems of sustainable development of cities. The implementation of GSP provides significant advantages for planning the sustainable development of urban areas, allowing more efficient use of land resources, optimizing urban management processes and intensifying scientific research in this field. The development and integration of modern digital technologies in the field of urban planning play a key role in achieving the goals of sustainable development.

Keywords: geodesy; urban territory; GIS platform; sustainable development of the city; spatial planning; aerial photographs.

## REFERENCES

1. Chuvpylo, V., Shevchuk, S., Hapon, S., Nahorna, S., & Kuryshko, R. (2023). Kadastrovi systemy ta zemleustriy u mistobudivnomu proektuvanni: optymizatsiya zemlekorystuvannya ta mis'koho planuvannya [Cadastral systems and land structure in urban planning: optimization of land use and urban planning.]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*, (84), 407–423. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2023.84.407-423>. {in Ukrainian}.
2. Kosarev, M.V., Yasenev, S.O. (2014). Kosmichni znimky yak fundamental'na osnova kartohrafichnykh materialiv ta heoinformatsiynykh system [Space images as a fundamental basis of cartographic materials and geoinformation systems]. *Problems of continuous geographical education and cartography. Collection of scientific works*, Issue 19, 42-45. {in Ukrainian}.
3. Lazorenko-Hevel', N.YU. (2014). Stvorennya informatsiynykh modeley danykh monitorynhu pryrodnykh kompleksiv [Creation of information models of monitoring data of natural complexes]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*, 51, 275–283. {in Ukrainian}.
4. Khvesyuk, M.A., Holyan V.K. (2006). Instytutsional'ne zabezpechennya zemlekorystuvannya: teoriya i praktyka: monohrafiya, NAN Ukrayiny {in

Ukrainian}.

5. Nikolayeva, O., Romashova, L. & Volkova, O. (2013). Cartographic support for ecological monitoring. *InterCarto. InterGIS*, 1, 84-86. 10.24057/2414-9179-2013-1-19-84-86. {in English}

6. Qin, T., Wang, L., Zhou, Y., Guo, L., Jiang, G., & Zhang, L. (2022). Digital Technology-and-Services-Driven Sustainable Transformation of Agriculture: Cases of China and the EU. *Agriculture*, 12:297. Retrieved: <https://doi.org/10.3390/agriculture12020297>. {in English}

7. SRTM digital terrain model. Retrieved from: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>. {in English}

8. EarthExplorer. (2023). Retrieved from: <https://earthexplorer.usgs.gov/> {in English}

9. Makedon, V.V., Bailova O.O. (2023). Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"*, Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.

10. NASA. Landsat Science. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/article/landsat-next-defined/> {in English}

11. Villanueva, J.K.S., & Blanco, A.C. (2019). Optimization of ground control point (GCP) configuration for unmanned aerial vehicle (UAV) survey using structure from motion (SFM). *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 167–174. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W12-167-2019. {in English}

12. Makedon, V.V., Mykhaylenko, O.G. (2022). Management of internal investment projects in the regional industrial cluster of enterprises. *Entrepreneurship and innovation*, (25), 56-63. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.9>. {in Ukrainian}.

13. Woo K.S., Worboys G. (2019). Geological monitoring in protected areas, *International Journal of Geoheritage and Parks*, Volume 7, Issue 4, 218-225. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.12.004>. {in English}

14. Hablovskyy, B., Hablovska, N., Shtohryn, L., Kasiyanchuk, D., Kononenko, M. (2023). The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 24(7), 254-262. <https://doi.org/10.12911/22998993/164753>. {in English}

15. Fey, C., Rechberger, C., Voit, K. (2023). Remote sensing-based deformation monitoring and geological characterisation of an active deep-seated rock slide (Tellakopf/Cima di Tella, South Tyrol, Italy). *Bull Eng Geol Environ* 82, 85. <https://doi.org/10.1007/s10064-023-03101-x>. {in English}