УДК 528.4:711.4

А.Ю. ПАЛАМАР, канд. техн. наук, доцент
Криворізький національний університет

## ІНТЕГРАЦІЯ GNSS ТА GIS-ТЕХНОЛОГІЙ У МІСТОБУДУВАННІ

Сучасне містобудування характеризується високими вимогами до точності планування, оперативності прийняття рішень та ефективного управління просторовими ресурсами. Особливо це актуально в умовах інтенсивної урбанізації та техногенного впливу на території міст, де необхідно враховувати як природні, так і антропогенні фактори, що впливають на стан земель та інженерних споруд. Одним із ключових інструментів у цьому процесі є інтеграція технологій глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) та геоінформаційних систем (GIS), яка дозволяє поєднувати високоточні геодезичні спостереження з можливостями просторового аналізу та візуалізації даних.

GNSS-технології забезпечують визначення координат об'єктів із міліметровою точністю, що дає змогу не лише визначати їхнє положення у будь-який момент часу, а й відстежувати зміщення та деформації об'єктів, що відбуваються у динаміці. Така точність особливо важлива при роботі з техногенно порушеними або нестабільними територіями, де навіть незначні зміщення можуть призвести до пошкодження інженерних мереж і будівель. GIS-технології, у свою чергу, дозволяють інтегрувати ці дані в єдину просторову систему, поєднуючи інформацію про геодезичні спостереження, топографічні карти, кадастрові дані, мережі інженерних комунікацій та інші геоінформаційні шари.

Інтеграція GNSS та GIS відкриває широкі можливості для містобудівного планування та управління територіями. Вона дозволяє створювати цифрові моделі рельєфу, будівель і інженерних мереж із високим просторовим і часовим дозволом, оцінювати придатність територій до забудови, визначати оптимальні маршрути транспортних і комунікаційних мереж, планувати розвиток соціальної та промислової інфраструктури. На основі даних GNSS можна проводити регулярний моніторинг стану територій, відстежувати динаміку деформацій, прогнозувати розвиток небезпечних процесів, таких як зсуви, осідання або просідання ґрунтів, а також оцінювати їхній потенційний вплив на існуючі та проєктовані об'єкти.

Однією з ключових переваг інтеграції є можливість проведення аналітичних обчислень та просторового моделювання у GIS. Це дозволяє автоматизувати обробку великих масивів даних, формувати карти деформацій, зон ризику та придатності земель для забудови, а також здійснювати прогнозування розвитку геодинамічних процесів на середньо- та довгострокову перспективу. Важливо, що така інтеграція не лише підвищує точність і надійність рішень, але й забезпечує зручність відображення інформації у вигляді інтерактивних карт і візуалізацій для інженерів, проєктувальників та органів місцевого самоврядування.

Сучасні приклади використання GNSS та GIS у містобудуванні показують їхню ефективність у підвищенні безпеки забудови, оптимізації використання земельних ресурсів і скороченні витрат на контроль інженерних об'єктів. Інтегровані технології дозволяють реалізовувати принципи сталого розвитку, забезпечуючи комплексне управління містобудівними процесами та своєчасне реагування на потенційні загрози, що виникають унаслідок техногенного або природного впливу.

Таким чином, інтеграція GNSS і GIS-технологій є стратегічно важливим напрямом розвитку сучасного містобудування. Вона забезпечує високоточний моніторинг, ефективну обробку просторових даних та підтримку прийняття рішень на всіх етапах планування, забудови та експлуатації територій. Використання таких технологій сприяє підвищенню безпеки, зменшенню ризиків, оптимізації використання земельних ресурсів і створенню умов для сталого розвитку урбанізованих територій. Крім того, інтегровані системи дозволяють оперативно реагувати на зміни геодинамічного стану земель, передбачати потенційно небезпечні ситуації та планувати інженерні заходи для їх запобігання. Це забезпечує підвищення довгострокової надійності будівель і споруд, скорочення витрат на експлуатаційне обслуговування та сприяє більш ефективному використанню міських територій. Завдяки поєднанню точних супутникових спостережень і потужних інструментів просторового аналізу GIS, містобудівні організації отримують можливість створювати інноваційні, безпечні та економічно обґрунтовані проекти розвитку міста.