

УДК 528.44

О. В. Анисенко,  
старший викладач кафедри управління земельними ресурсами,  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв

## ГІС ЯК МЕТОД ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У БУДІВНИЦТВІ

О. Anysenko,  
Senior Lecturer of Land Management Department, Petro Mohyla Black Sea State University

### GIS AS A METHOD OF ENGINEERING AND GEODETIC WORKS IN CONSTRUCTION

Проаналізовано розвиток інженерно-геодезичних робіт. Розкрито поняття "геоінформаційні системи". Доведено, що найефективнішим методом вирішення завдань у будівництві та інших сферах економіки є розвиток ГІС технологій. Зроблено висновок, що ГІС технології — це новий тип інтегрованих інформаційних систем, які, з одного боку, включають методи обробки даних автоматизованих систем, що раніше існували, з іншого — мають специфіку в організації та обробці даних. Практично це визначає ГІС у будівництві як багатоцільові, багатоаспектні системи, функціональні можливості яких можуть бути задіяні на всіх стадіях життєвого циклу об'єктів нерухомості: від вибору місця для будівництва, проектування та монтажу, введення в експлуатацію та обслуговування до закриття, перепрофілювання або ліквідації. Обґрунтовано, що використання ГІС в якості основи для будівельних проектів дає додаткові можливості для проведення різного роду експертиз, автоматизованого пошуку і корекції помилок, що виникають як на етапах проектування, так і при переході з одного етапу на інший. Обґрунтовано, що використання ГІС в якості основи для будівельних проектів дає додаткові можливості для проведення різного роду експертиз, автоматизованого пошуку і корекції помилок, що виникають як на етапах проектування, так і при переході з одного етапу на інший.

The development of engineering and geodetic works is analyzed. The concept of "geoinformation systems" is disclosed. It is proved that the most effective method of solving problems in construction and other spheres of economy is the development of GIS technologies. It is concluded that GIS technologies are a new type of integrated information systems, which, on the one hand, include data processing methods of many previously existing automated systems, on the other hand, have specificity in the organization and processing of data. In practice this determines GIS in construction as multi-purpose, multidimensional systems, which functionality can be involved at all stages of life cycle of real estate objects: from choice of a location for construction, design and installation, commissioning and maintenance to closing, re-profiling or liquidation. It is substantiated that the use of GIS as a basis for construction projects provides additional opportunities for conducting various examinations, automated search and correction of errors that occur at the design stage and during the transition from one stage to another.

*Ключові слова: інженерна геодезія, методи інженерно-геодезичних робіт, геоінформаційні системи, системи автоматизованого проектування інженерних споруд, точність інженерно-геодезичних робіт.*

*Key words: engineering geodesy, methods of engineering and geodetic works, geoinformation systems, computer aided design of engineering constructions, accuracy of engineering and geodetic works.*

#### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ**

Інженерно-геодезичні роботи є важливою і невід'ємною частиною комплексу

робіт. Термін "інженерна" в назві підкреслює, що геодезія має широку прикладну спрямованість. В інженерній геодезії використовують загальні методи вимірювань, методи математичної обробки результатів, а також інструменти, прийняті в геодезії для

розвитку геодезичної основи і картографування. Водночас прикладна (інженерна) геодезія має особливості щодо методів і точності виконання геодезичних робіт, які значимі при зведенні складних і спеціальних споруд. Ці роботи багато в чому визначають як вартість і якість будівництва, так і умови подальшої експлуатації інженерних об'єктів. Тому інженер-землевпорядник повинен добре володіти традиційними методами геодезії, які дозволяють освоїти нові високопродуктивні методи інженерно-геодезичних робіт, необхідних на сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу. Науково-технічний процес призвів до якісних змін і в сфері інженерної геодезії. Найперспективнішим напрямком її розвитку стало широкое застосування геоінформаційних систем і технологій, які ґрунтуються на цифровому поданні інформації про місцевість і споруди, а також зберігання її у вигляді баз даних на ЕОМ. При будівництві та прокладанні інженерних комунікацій навіть незначне відхилення в розрахунках може привести до серйозних наслідків, як у плані збільшення витрат на реалізацію проекту, так і в плані зниження рівня безпеки для користувачів об'єктів будівництва або інженерної інфраструктури. Наприклад, недооцінка глибини залягання і рівня сезонного підйому ґрунтових вод при виборі місця під будівництво будівлі може згодом призвести до підтоплення підвальних і цокольних поверхів вже побудованого будинку, руйнування фундаменту і іншим малоприємним для забудовника наслідків. Прокладка підземної високовольтної лінії, виконана без урахування близькості проходження магістрального трубопроводу, давно потребує ремонту, а на деяких ділянках — і в заміні труб, може також призвести до аварії при подальшому пошкодженні ізоляції високовольтної лінії.

Подібних помилок при проектуванні систем інженерних комунікацій і підготовці до будівельних робіт дозволяє уникнути застосування системи моніторингу будівельних проектів на базі спеціалізованих геоінформаційних систем і технологій, які дозволяють отримати зведені оцінки за всіма споруджуваними об'єктами в режимі реального часу і зробити аналіз критичних ситуацій [1]. Цифрові моделі місцевості дозволяють отримати графічну інформацію у вигляді традиційних планів, карт і профілів та можуть використовуватись безпосередньо у системах автоматизованого проектування інженерних споруд.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, В ЯКИХ ЗАПОЧАТКОВАНО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДАНОЇ ПРОБЛЕМИ

Проблемам обґрунтування точності інженерно-геодезичних робіт присвячені роботи О.В. Адаменко [1], П.І. Баран [2], С.П. Войтенко [3] та інші. Наряду з цим А.Я. Сохнич [4], В.В. Горлачук, Песчанська І.М. [5] відзначили вагомість розвитку оперативного контролю на засадах спеціалізованих геоінформаційних систем та технологій, які повинні охоплювати всі цикли, які є об'єктами управління підприємства: підготовку виробництва, матеріальні, трудові та фінансові ресурси, основне і допоміжне виробництво, реалізацію виконаних робіт та інше. Подібні системи покликані не тільки автоматизувати рутинну роботу фахівців будівельної галузі, а й знизити ризики помилок, пов'язані з впливом людського фактора. Наприклад, діюча на основі заздалегідь визначених алгоритмів і правил, така система дозволить вчасно "помітити" невдало обрану ділянку під будівництво, що частково затоплюється, а при проектуванні маршруту прокладки силової високовольтної лінії — попередить користувача про недозволену близькість розташування старого магістрального водопроводу, вкаже на дату його введення в експлуатацію і давно прострочений ремонт, що в сукупності може привести до аварійної ситуації внаслідок прориву трубопроводу поблизу силової лінії.

Проте не зважаючи на напрацювання провідних вчених щодо напрямів розвитку геоінформаційних систем і технологій як нових високопродуктивних методів інженерно-геодезичних робіт, на практиці їх вирішення сьогодні досягнуто не в повній мірі, залишається гострою необхідність обґрунтування функціональних можливостей геоінформаційних систем і технологій для системної автоматизації інженерної діяльності. Сьогодні інженерне господарство несе значні витрати через відсутність достовірної та швидко доступної інформації про стан оточуючого середовища; цілісність візуально-просторового сприйняття природних і антропогенних вузлів і комплексів тощо, які необхідно проаналізувати за короткий період часу і прийняти рішення. Для підготовки множини альтернативних варіантів рішень та вибору найбільш обґрунтованого з них необхідно мати комплекс моделей оцінки території міста, який відображає економічні, екологічні, транспортні, історико-архітектурні, інвестиційні, рекреаційні характеристики території [6; 7]. Тому одним із важливих

напрямів подальшого дослідження є розвиток геоінформаційних систем і технологій для формування комплексу моделей різнопланової оцінки територій та прогнозування результатів рішень, які пропонуються з метою вибору оптимального з них.

### ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

З урахуванням вищевикладеного метою статті є поглиблення теоретичних засад розвитку геоінформаційних систем і технологій як нових високопродуктивних методів інженерно-геодезичних робіт.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сукупність засобів, способів і методів автоматизованого збору, зберігання, маніпулювання, аналізу і відображення (представлення) просторової інформації об'єднують під загальною назвою "геоінформаційні технології". У зв'язку з тим, що сьогодні ці способи і методи якнайповніше реалізуються в географічних інформаційних системах (ГІС), то термін "геоінформаційні технології" часто замінюють терміном "технології географічних інформаційних систем", або за аналогією з його англійським еквівалентом — терміном "ГІС-технології" (GIS technology). Оскільки надалі в статті в основному розглядатимуться геоінформаційні технології, реалізовані в сучасних ГІС, ці два поняття "за замовчуванням" використовуватимуться як рівнозначні.

Геоінформаційні системи (ГІС), (Geographical Information System — GIS) — це інформаційні системи, які використовуються для збору, збереження, поповнення, обробки, відображення і аналізу даних, а також отримання на їх основі нової інформації і знань про просторові об'єкти і явища. Перші ГІС з'явилися у 60-х роках минулого сторіччя в Канаді, США та Швеції, вони мали істотні програмні та технічні обмеження і широко не застосовувались [6].

Відзначимо, що першою реально працюючою геоінформаційною системою у світі вважається ГІС Канади (Canada Geographic Information System, CGIS), розроблена в середині 60-х років ХХ ст. на базі перших ЕОМ і пакетної системи обробки даних. Основне призначення ГІС Канади полягало в обробці і аналізі даних, накопичених Канадською службою земельного обліку (Canada Land Inventory), для використання при розробленні планів землеустрою величезних площ переважно сільськогосподарського призначення.

Першим і найвідомішим програмним пакетом, що реалізовував функції побудови картограм, карт ізоліній і трендових поверхонь, був пакет SYMAP (Synagraphic Mapping System), розроблений у 1967 р. у Гарвардській лабораторії комп'ютерної графіки і просторового аналізу (Harvard Laboratory for Computer Graphics & Spatial Analysis) Массачусетського технологічного інституту (керівник — Говард Фішер, США). У подальшому (70-ті роки — початок 80-х років ХХ ст.) у цій же лабораторії були розроблені інші програмні пакети (GRID, CALFORM, ODYSSEY та ін.), що забезпечували як цифрування карт і автоматичне картографування, так і просторовий аналіз. Одночасно подібного роду програмні продукти, відомі залежно від їх основного призначення під назвою або "пакетів картографічного аналізу", або "систем автоматизованого картографування", розроблялися і в інших наукових центрах Північної Америки і Західної Європи [8, с. 18].

У 70-80-х роках розвинулася сильна і активна ГІС-індустрія з явним лідерством США. Бюро перепису США — одна з організацій, яким належала ключова роль у розвитку геоінформаційних систем — у кінці 60-х років у цій організації було розроблено формат GBFDIME (Geographic Base File, Dual Independent Map Encoding). У цьому форматі вперше була реалізована схема визначення просторових відносин між об'єктами, звана топологією, яка описує, як лінійні об'єкти на карті сполучені між собою, які площадкові об'єкти межують один з одним, а які об'єкти складаються з суміжних елементів. Вперше були пронумеровані вузлові точки, привласнені ідентифікатори площам з різних боків ліній. Це стало революційним нововведенням. Формат GBFDIME пізніше трансформувався в TIGER [9].

Реалізацією могутнього інтеграційного потенціалу ГІС-технології стала починаючи з середини 80-х років ХХ ст. низка міжнародних і глобальних проектів з моніторингу природного середовища, таких, як CORINE — Геоінформаційна система країн Європейського співтовариства (з 1985 р.) і GRID — Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (з 1987 р.).

Перші ГІС були доступні лише для великих установ, оскільки вимагали значних площ для розміщення обчислювальної апаратури та банків просторових даних у вигляді перфокарт або перфострічок. Широковідомі сьогодні ГІС-продукти почали з'являтися у 80-х роках минулого століття: у 1982 році вийшли AutoCad та AcrInfo, наприкінці 80-х з'явилася MapInfo.

Але тільки у 1994 році вийшла ГІС ArcView 2.0 компанії ESRI, що мала працювати на звичайних персональних комп'ютерах, і тому робила ГІС доступними і для невеличких компаній та організацій.

Геоінформаційні технології в Україні набули розвитку в середині 90-х років ХХ ст. Нині в країні існує низка виробників ГІС, всі вітчизняні системи ґрунтуються на існуючих, переважно на ArcView або MapInfo. Об'єктами дослідження цих систем є міста з великою площею та кількістю населення (Київ, Дніпропетровськ, Одеса, Львів), проте немає ГІС, яка б охоплювала всю країну. Така система повинна ґрунтуватися на принципах, методах та засобах штучного інтелекту, які застосовуються в галузі геоінформатики.

На сучасному етапі не існує єдиної загальноприйнятої класифікації інформаційних систем, тому необхідно вміти дистанціювати ГІС від настільних картографічних систем (desktop mapping), систем САПР (CAD), дистанційного зондування (remote sensing), систем керування базами даних (СКБД або DBMS) і технологій глобального позиціонування (GPS). Системи настільного картографування використовують картографічне представлення для організації взаємодії користувача з даними. У таких системах все засновано на картах, карта є базою даних. Більшість систем настільного картографування мають обмежені можливості управління даними, просторового аналізу і налаштувань. Системи САПР здатні робити креслення проектів і плани будівель та інфраструктури. Для об'єднання в єдину структуру вони використовують набір компонентів з фіксованими параметрами. Деякі системи САПР розширені до підтримки картографічного подання даних, але, як правило, не дають можливості ефективно управляти й аналізувати великі бази просторових даних. Дистанційне зондування і GPS. Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) — спостереження земної поверхні авіаційними і космічними засобами, оснащеними різноманітними видами знімальної апаратури, датчиками системи глобального позиціонування або іншими пристроями. Ці датчики збирають дані у вигляді зображень і забезпечують спеціалізовані можливості їхньої обробки, аналізу і візуалізації. Зважаючи на відсутність достатньо потужних засобів управління даними та їх аналізу, відповідні системи навряд чи можна віднести до сучасних ГІС. Системи керування базами даних призначені для зберігання й управління всіма типами даних, включаючи географічні

(просторові) дані. СКБД оптимізовані для подібних завдань, тому у багатьох ГІС вбудовано підтримку СКБД. Ці системи не мають схожих з ГІС інструментів для аналізу й візуалізації [9].

Таким чином, ГІС — це інформаційні системи, які від інших інформаційних систем відрізняються тим, що це, по-перше, автоматизовані інформаційні системи, орієнтовані на використання можливостей ЕОМ, по-друге, вони призначені для роботи з просторово-координованою інформацією, і, по-третє, ГІС здатні продукувати нове знання на основі використання досить широкого спектра аналітичних методів і процедур.

Пакекти обробки даних інженерно-геодезичних розвідок та інженерного проектування призначені для автоматизації обробки даних інструментальної геодезичної зйомки місцевості та інженерного проектування. Серед програмних пакетів цієї групи виокремимо: продукти фірми Autodesk (програмні пакети Autodesk Survey, Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil Design, створені на платформі пакету AutoCAD), програмні комплекси GEO. Програмні засоби обробки даних дистанційного зондування — це пакети обробки зображень, забезпечені різним математичним апаратом, що дає можливість проводити операції зі сканованими або записаними в цифровій формі знімками поверхні Землі. Найвідоміші представники: ERDAS Imagine (США), ER Mapper (Австралія), серія продуктів Intergraph (США) і TNT Mips (США). До групи пакетів просторового аналізу і моделювання можна віднести програмні макети геостатистичного аналізу і моделювання, такі як Surfer (продукт компанії Golden Software, США). Могутній картографічний макет для вчених та інженерів. Surfer — тривимірна програма викреслювання 3D-карти, яка виконується в середовищі Microsoft Windows. Surfer відрізняється багатою різноманітністю створюваних карт: ізоліній, векторів, вихідних даних, затіненого рельєфу та ін.), Gstat (Нідерланди), GST (Росія) та ін., пакети картографічної алгебри, такі як Map Analysis Package, MAP та його модифікації (США). Довідково-картографічні системи — це закриті щодо формату й адаптації оболонки та бази даних програмно-інформаційні комплекси, які містять механізми запитів до картографічної і атрибутивної інформації та засоби її відображення. Користувач, як правило, позбавлений також і можливості зміни даних. До цього класу відносять так звані електронні, або цифрові, карти великих міст, наприклад, Києва, Одеси, Харкова,

окремих країн, а також цифрові атласи окремих країн або світу (Національний атлас України, Digital Chart of the World, New Millennium та ін.). ГІС-в'юери (від англ. viewer — переглядач; пишеться також "в'ювер") — це порівняно недорогі пакети з обмеженою можливістю редагування даних, призначені в основному для візуалізації і виконання запитів до баз даних, у тому числі і графічних, підготовлених у середовищі інструментальних ГІС. Як правило, усі розробники повнофункціональних інструментальних ГІС пропонують і ГІС-в'юери: ArcReader, ArcExplorer (ESRI, США), WinCAT (Simens Nixdorf, Німеччина) та ін.

Інформація, що включає просторову складову, становить значну частину всіх даних, з якими мають працювати організації та установи. Тому сьогодні геоінформаційні системи вже давно вийшли за рамки поняття системи, що обробляє власно просторові дані. Сучасні ГІС дозволяють працювати не тільки з різними картами та атрибутами об'єктів на них, але і з різними типами документів (текстовими, графічними, мультимедійними), пов'язаними з певними об'єктами, здійснювати складні запити до баз даних та перетворювати їх результати у карти, картограми чи діаграми, прив'язані до певних територій та багато інших операцій.

Завдяки вищеконстатованому сформовано перелік основних задач, що вирішують сучасні геоінформаційні системи:

1. Обробка матеріалів польових вимірювань та спостережень, оформлення їх у вигляді карт та схем.

2. Зберігання картографічних даних різних типів.

3. Відображення окремих картографічних даних та різних комбінацій даних.

4. Підготовка карт різних типів до друку.

5. Пошук даних за їх положенням, атрибутами, розташуванням відносно заданого об'єкту чи групи об'єктів.

6. Аналіз місцезнаходження об'єктів, топологічних відношень, наявності та щільності розподілу об'єктів.

7. Аналіз атрибутів об'єктів карт, класифікація даних.

8. Аналіз та відображення змін даних у часі.

9. Робота з різними типам баз даних по пошуку та виборці інформації, пов'язаної з певною територією чи об'єктами, формування звітів.

10. Побудова графових структур, мережевий аналіз, вирішення транспортних задач.

11. Моделювання рельєфу, місцевості, розвитку певних подій на місцевості.

12. Оформлення результатів аналізу даних у вигляді різних типів карт, картограм, діаграм, мультиплікацій.

13. Вирішення задач проектування об'єктів та територій.

14. Обмін даними з іншими ГІС та інформаційними системами.

Отже, геоінформаційні технології дозволяють автоматизувати виконання багатьох традиційних, у тому числі і дуже трудомістких при ручному виконанні процедур, як от визначення довжин, обчислення площ, об'ємів, побудова полігонів Тиссена-Вороного, накладення шарів даних один на один і їх аналіз.

Виникає необхідність збереження великих чисел; надзвичайно малих (величина викидів небезпечних речовин, вміст мінеральних речовин у ґрунті тощо); інтервальних (температура повітря); неточних даних (заміри, виконані у надзвичайних умовах); лінгвістичних оцінок (якість) — оскільки проєктована система є людино-машинною, і тому згенеровані рішення повинні видаватися у термінах, звичних для людини та інше. Основною вимогою до системи є правильна функціональність та простота отримання необхідної інформації.

Відзначимо, що геоінформаційні системи і технології є незамінними в рішенні задач міського планування і архітектурно-будівельного комплексу, їх інтеграції з іншими ІТ технологіями, що використовуються в даній сфері.

Функціональні можливості ГІС можуть бути задіяні на всіх стадіях життєвого циклу об'єктів нерухомості: від вибору місця для будівництва, проектування та монтажу, введення в експлуатацію та обслуговування до закриття, перепрофілювання або ліквідації. Використання ГІС в якості основи для будівельних проєктів дає додаткові можливості для проведення різного роду експертиз, автоматизованого пошуку і корекції помилок, що виникають як на етапах проектування, так і при переході з одного етапу на інший.

Останнім часом зріс інтерес до інтеграції ГІС і ІМЗ (Інформаційних моделей будівель, англ. BIM). Такі 3D уявлення з високою деталізацією можна створити або імпортувати в ГІС, інтегрувати в існуючі бази даних, поєднувати з 2D даними систем проектування (САПР) і використовувати для візуалізації та аналізу на рівні будівлі або іншого об'єкта будівництва, а також їх сукупності [10]. Звідси перспективи розвитку ГІС досить райдужні, а число успішних проєктів у всьому світі постійно множить-

ся, що свідчить про високу затребуваність сучасних ГІС в міському плануванні та будівельному комплексі.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

До недавнього часу більшість геоінформаційних систем можна було з упевненістю назвати "консервативними". Однак зараз ситуація змінюється — з'явилися за останні роки нові тенденції в ідеології побудови ГІС, вони переросли в реальні продукти, на базі яких можна приймати більш дешеві і більш ефективні рішення. Більшість ідеологічних аспектів побудови ГІС, пов'язаних з новими механізмами інтеграції даних, вони є просторовими або семантичними; побудовою відкритих систем обміну даними. Сучасні ГІС — це багатоцільові та багатоаспектні системи багатофункціонального призначення, де особливе місце займає будівництво.

#### Література:

1. Адаменко О.В. Сучасний стан нормування точності геодезичних робіт під час будівництва інженерних споруд / О.В. Адаменко // Інженерна геодезія. — 2014. — Вип. 60. — С. 6—11.
2. Баран П.І. Геодезические работы при монтаже и эксплуатации оборудования / П.И. Баран. — М.: Недра, 1990. — 233 с.
3. Войтенко С.П. Геодезические исследования точности возведения зданий и сооружений: дис. канд. техн. наук / Киев. инж.-строит. ин-т. — К., 1971. — 175 с.
4. Сохнич О.А. Розвиток системи земельно-кадастрової інформації / О.А. Сохнич, Т.О. Євсюков, М.В. Смолярчук // Збірник науково-технічних праць Національного лісотехнічного університету України. Науковий вісник. — 2005. — Вип. 15.3. — Ст. 184—190.
5. Управління земельними ресурсами: підручник / [В.В. Горлачук, В.Г. В'юн, І.М. Песчанська та ін.]; за ред. В.В. Горлачука. — 2-ге вид., випр. і переробл. — Львів: Магнолія 2006, 2007. — 443 с.
6. Шипулін В.А. Основні принципи геоінформаційних систем / В.А. Шипулін. — Харків: ХНАМГ, 2010. — 315 с.
7. Церклевич Н.А. Проблеми ведення кадастру нерухомості на території міст / Н.А. Церклевич // XIV Міжнар. наук.-техн. симпозиум "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології", (Алушта, Крим, 3—13 вересня 2009 р.). — Алушта: Львівська політехніка, 2009. — С. 206—213.
8. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник /

За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД "Університетська книга", 2006. — 295 с.

9. John E. Harmon, Steven J. Anderson. The design and implementation of geographic information systems.: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003. — 272 с.

10. Сайт ГИС-Ассоциации: <http://www.gisa.ru/assoc.html> (Межрегиональная общественная организация содействия развития рынка геоинформационных технологий и услуг).

#### References:

1. Adamenko, O. V. (2014), "The current state of valuation of the accuracy of geodetic works during the construction of engineering structures", *Inzhenerna heodeziia*, vol. 60, pp. 6—11.
  2. Baran, P.I. (1990), *Geodezicheskie raboty pri montazhe i jekspluatacii oborudovanija* [Geodetic works during installation and operation of equipment], Nedra, Moskva, Russia.
  3. Vojtenko, S.P. (1971), *Geodezicheskie issledovanija tochnosti vozvedenija zdaniy i sooruzhenij* [Geodetic studies of the accuracy of the erection of buildings and structures], Kiev. inzh.-stroit. int, Kiev, Ukraine.
  4. Sokhnych, O.A. (2005), "Development of the system of land cadastral information", *Zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats' Natsional'noho lisotekhnichnoho universytetu Ukrainy. Naukovyj visnyk*, vol. 15.3, pp.184—190.
  5. Horlachuk, V. V. V'iun, V. H. and Peschans'ka, I. M. (2006), *Upravlinnia zemel'nymy resursamy* [Land management], 2nd ed, Mahnoliia, L'viv, Ukraine.
  6. Shypulin, V.A. (2010), *Osnovni pryntsyipy heoinformatsijnykh system* [Basic principles of geographic information systems], KhNAMH, Kharkiv, Ukraine.
  7. Tserklevych, N.L. (2009) "Problems of real estate cadastre in the cities" *KhIV Mizhnar. nauk.-tekhn. sympozium "Heoinformatsijnyj monitorynh navkolyshn'oho seredovyscha: GPS i GIS-tekh-nolohii"*, (Alushta, Krym, 3-13 veresnia 2009 r.). *L'vivs'ka politekhnika*, pp. 206 — 213.
  8. Svitlychnyj, O.O. Plotnyts'kyj, S.V. (2006), *Osnovy heoinformatyky* [Fundamentals of Geoinformatics], VTD "Universytets'ka knyha", Sumy, Ukraine.
  9. Harmon, John E. and Anderson, Steven J. (2003), *The design and implementation of geographic information system*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA.
  10. Site GIS-Association (2018), available at: <http://www.gisa.ru/index.html> (Accessed 20 March 2018).
- Стаття надійшла до редакції 24.03.2018 р.*