

О. В. Копійка

ГЕОІНФОРМАТИКА В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Анотація. У статті представлено геоінформатику як інструмент для підтримки прийняття рішень щодо планування міського та регіонального розвитку, землекористування, інфраструктури, ресурсів, управління навколишнім середовищем і просторового аналізу. Геоінформатика допомагає у підготовці, аналізі, відображенні й управлінні географічними даними. Саме у функціях аналізу та відображення вона відповідає системам підтримки прийняття рішень. Наведено приклади використання геоінформатики як складової інформаційного забезпечення регіональної інформатизації. Геоінформатика відіграє важливу роль у збиранні, аналізі й управлінні географічною інформацією у різних галузях. Вона є ключовим інструментом для систем підтримки прийняття рішень, допомагаючи аналізувати та планувати на основі геоданих. Дистанційні методи, як-от аеро- та космічне зондування, використовуються у сільському господарстві для прогнозування урожаїв і моніторингу культур. Геоінформаційні ресурси належать до найважливіших ресурсів держави, без впровадження яких у принципі неможливо виконувати функції управління. Використання геоінформаційних технологій дає змогу аналізувати структуру економіки, що дедалі більше ускладнюється, досліджувати зміну форм власності та кооперацію для вирішення цілої низки політичних, соціально-економічних, природоохоронних, інженерних та інших завдань. Геоінформаційні технології допомагають підтримувати референдуми та вибори, відображаючи результати на карті для аналізу та прогнозів. Таким чином геоінформатика робить аналіз та управління геоданими у різних сферах діяльності більш ефективними. У статті підкреслено важливість геоінформатики як інструменту для аналізу й управління географічною інформацією у різних галузях і показано, як ця технологія може сприяти прийняттю обґрунтованих рішень.

Ключові слова: геоінформатика, системи підтримки прийняття рішень, геоінформаційні системи.

Постановка проблеми. Геоінформатику (або геоінформаційну науку) можна визначити як науку або технологію, яка займається отриманням, зберіганням, опрацюванням, виробництвом, представленням і розповсюдженням географічної інформації. Збирання даних є ключовим для ефективного геоінформаційного аналізу та представлення результатів. Значення геоінформатики у моделюванні геопросторових даних, міських дослідженнях і екологічному менеджменті є безмежним [1].

Академік С. О. Довгий створив наукову школу геоінформатики, в межах якої автор статті займався проектами з розроблення систем під-

тримки прийняття управлінських рішень (далі — СППР), які використовують геоінформаційні технології [2–3].

Мета статті — дослідити й запропонувати нові методи використання геоінформатики як інструменту системи підтримки прийняття рішень щодо землекористування, інфраструктури, ресурсів, управління навколишнім середовищем та просторового аналізу, а також планування міського та регіонального розвитку.

Виклад основного матеріалу. Геоінформатика відповідає СППР саме у функціях аналізу та відображення даних. СППР аналізують та підтримують рішення шляхом формального аналізу альтернативних варіантів, їхніх атрибутів, порівнюючи з критеріями оцінки, цілями

чи завданнями й обмеженнями. Функції СППР варіюються від пошуку й відображення інформації, фільтрації та розпізнавання образів, екстраполяції, висновків і логічного порівняння до складного моделювання. Ці системи розроблені, щоб забезпечити багату й доступну інформаційну основу для підтримки прийняття рішень і планування, візуального представлення проблеми з використанням здебільшого символічної взаємодії та динамічних зображень, які підвищують ефективність розуміння.

Отже, розглянемо, у чому полягає основна ідея підтримки рішень. Керівник, який несе повну відповідальність за прийняті рішення, через складність і неструктурованість проблем, що постають перед ним, труднощі пошуку їх розв'язання потребує систематичної допомоги інших осіб на усіх етапах процесу формування кінцевого рішення — з боку своїх помічників, підлеглих фахівців, залучених учених і експертів. Однак більшу частину цієї підтримки може взяти на себе СППР.

Варто зазначити, що підтримка рішень не означає обрання чи формування оптимальних методів або шляхів розв'язання проблеми. Дійсно, процеси прийняття рішень належать до інтелектуальної сфери діяльності особи, яка приймає рішення (далі — ОПР), і є предметом вивчення кібернетики, зокрема науки про штучний інтелект. У реальній організаційній та управлінській діяльності варіанти рішень непросто сформулювати й відокремити одне від одного, складно дати їм імовірні чи якісь інші оцінки. Тому процес прийняття рішення характеризується поняттям обмеженої раціональності, згідно з яким ОПР приймає задовільні (доцільні) рішення, оскільки неспроможна їх оптимізувати. Відповідно система, яка розробляється, базується не на використанні методів оптимізації, а на залученні апарату багатокритеріального оцінювання й вибору рішень, у тому числі геоінформаційних систем (далі — ГІС).

Підтримка надається керівникові відповідно до потреб у розв'язанні проблем, що постають перед ним. У більшості випадків після аналізу інформації за допомогою ГІС керівник формує запит на надання йому допомоги, хоч це не виключає ініціативи з боку системи підтримки. Більше того, керівник може сам визначити умови надання йому допомоги. Тому в СППР передбачено режими надання підтримки за запитом

і автоматичний, коли СППР за раніше закладеним у неї алгоритмом визначає необхідність надати ОПР перелік послуг у межах підтримки прийняття рішення. Отримавши інформацію підтримки, керівник використовує її на свій розсуд і може вимагати додаткових даних. У цьому випадку СППР буде розширювати контекст підтримки, тобто відстежувати родові, асоціативні, дескрипторні та причинні зв'язки.

Використання конкретних видів управлінських рішень залежить від характеру робіт. Причому підтримка різних типів рішень буде надаватися по-різному, не тільки з використанням різноманітної і багатосторонньої інформації, а й шляхом визначення пріоритетів виконання задач, встановлення рівнів відкритості інформації та доступу до неї. Додатковими можливостями, що надаються СППР керівникові вищого рівня, є вибір і оцінювання найважливіших відомостей з усього обсягу інформації, що надходить, дослідження пов'язаних з ними станів проблеми, що потребує розв'язання. Іншими словами, СППР дає змогу керівникові обрати з величезної кількості даних найважливіші, сфокусувати на них свою увагу і цілеспрямовано їх використовувати при підготовці рішення.

У цьому контексті геоінформатика розкриває великі можливості щодо опрацювання значних обсягів інформації, а також представлення їх у вигляді, який сприяє прийняттю оптимальних рішень.

Геоінформаційна складова інформаційного забезпечення регіональної інформатизації. Геоінформаційні ресурси належать до найважливіших ресурсів держави, без впровадження яких у принципі неможливо виконувати функції управління. Використання геоінформаційних технологій дає змогу аналізувати структуру економіки, яка дедалі більше ускладнюється, досліджувати зміну форм власності та кооперацію для вирішення цілої низки політичних, соціально-економічних, природоохоронних, інженерних та інших завдань [4–6].

Обґрунтованість, правильність прийняття управлінських рішень залежить від рівня використання інформаційних ресурсів і застосування багатоваріантних оптимізацій розрахунків. Для одержання та використання органами управління об'єктивної, актуальної та достовірної інформації необхідними є спеціально організоване збирання, опрацювання і подання даних

особам, які приймають або готують рішення. Іншими словами, потрібно створити інформаційну індустрію з потужною інфраструктурою, яка забезпечить розподіл видів і обсягів одержання інформації, юридичну правомірність, повноту, достовірність, актуальність тощо [7–12].

Така інформаційна інфраструктура реалізується у формі геоінформаційних систем (ГІС-технологій), базовою компонентою яких є цифрова картографічна продукція.

Основною метою геоінформаційної діяльності є:

- реалізація постійно діючої системи створення та актуалізації Єдиної державної цифрової картографічної основи багатocільового призначення із широким застосуванням сучасних комп'ютерних геоінформаційних технологій, забезпечення всіх зацікавлених користувачів, насамперед державних органів, необхідною геоінформацією;
- розроблення та впровадження проблемно-орієнтованих геоінформаційних систем для моделювання та прийняття рішень при управлінні регіоном, територією, об'єктами тощо.

Геоінформаційне картографування. Принципово існує три методи дослідження територій: контактний, дистанційний і комбінований. Традиційні ресурсозатратні методи ґрунтуються на контактних дослідженнях, яким властиві великі обсяги матеріальних і людських затрат. Альтернативними є дистанційні методи аерота космічного зондування (Remote sensing), які в останні роки є основними у дослідженні територій. У поєднанні з комп'ютерними технологіями ці методи є єдиними, які можуть у реальному часі та з найменшими затратами забезпечити дослідження територій і об'єктів.

Провідною технологією є геоінформаційне картографування — автоматизоване створення і використання карт на основі організації високоточного багатocільового аерофотознімального виробництва та дистанційного зондування територій та окремих об'єктів з використанням геоінформаційних систем і баз картографічних даних і знань [13–14].

Дистанційні методи зондування базуються на використанні властивостей електромагнітного випромінювання. Всі природні об'єкти

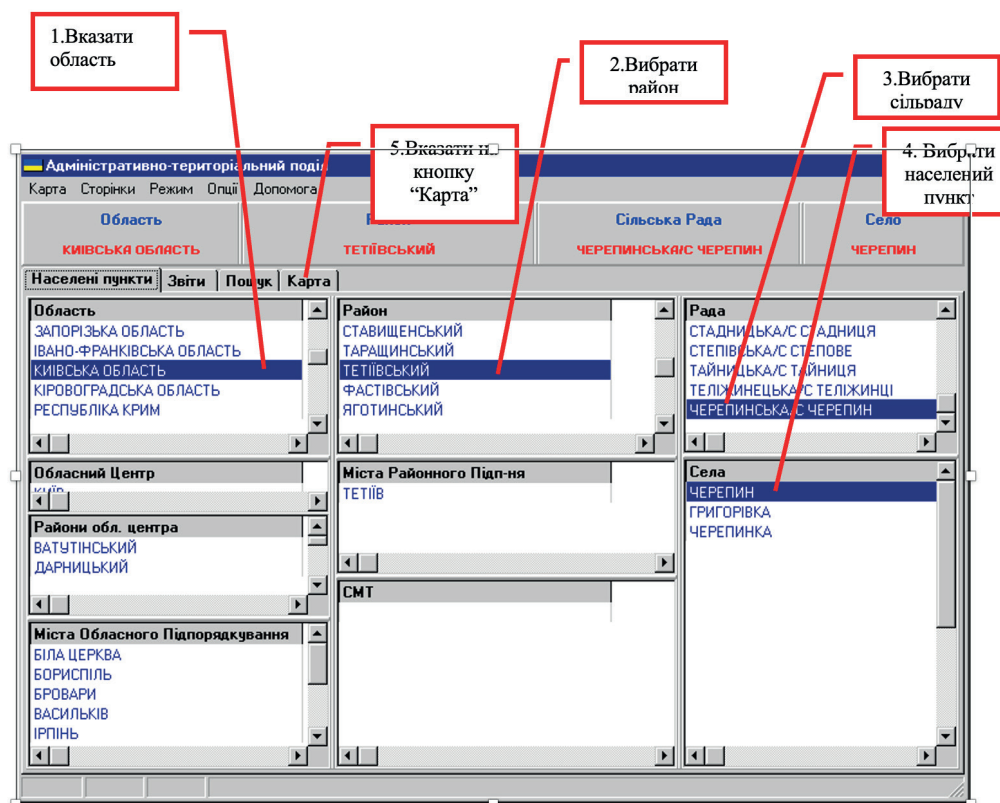


Рис. 1. Інтерфейс вибору геоінформаційних даних

по-різному відбивають, поглинають або випромінюють електромагнітні хвилі певного спектра й інтенсивності. Реєстрація їх за допомогою приймальних засобів на відстані є завданням дистанційного зондування. Зареєстрована інформація опрацьовується засобами стереофотограмметричної, радіометричної обробки й фотоінтерпретації з метою виявлення досліджуваних об'єктів і визначення їхніх властивостей. Для проведення аерознімальних робіт використовуються спеціальні дослідницькі літаки з найсучаснішим аерофотознімальним, багатозональним, радарним і тепловізорним устаткуванням. Для координування центрів аерознімків, планово-висотної прив'язки, створення геодезичних мереж і великомасштабних топографічних зніманих використовується супутникова глобальна система позиціонування GPS-вимірювань.

Напрями використання геоінформаційних систем у регіоні. Геоінформаційні засоби з використанням цифрових картографічних матеріалів забезпечують вирішення таких важливих завдань регіону (рис. 1, 2), як:

- підтримка діяльності органів державної влади, роботи правоохоронних органів, силових структур, контролю умов життя та зайнятості

населення, охорони здоров'я та рекреації, розвитку освіти і культури;

- територіальне й галузеве планування економічного розвитку регіону і районів, управління промисловістю, сільським господарством, транспортом, енергетикою, фінансами, розвиток засобів зв'язку та мереж телекомунікацій;
- дослідження стану експлуатації продуктопроводів і газопроводів, можливих витоків нафтопродуктів;
- визначення пошкоджень, теплових втрат будівель і теплотрас;
- інженерна оцінка місцевості;
- розроблення проектів об'єктів будівництва та споруд, інженерних комунікацій, будівництво гідротехнічних споруд, проектування та будівництво автомобільних доріг, залізниць, нафто- і газопроводів, ліній енергопередач тощо;
- оцінювання водних і гідроенергетичних ресурсів [15–17];
- визначення запасів поверхневих вод, спостереження за станом меліоративних систем.

В умовах соціально-економічних реформ можна виокремити найважливіші завдання, які постали нині перед українським суспільством:

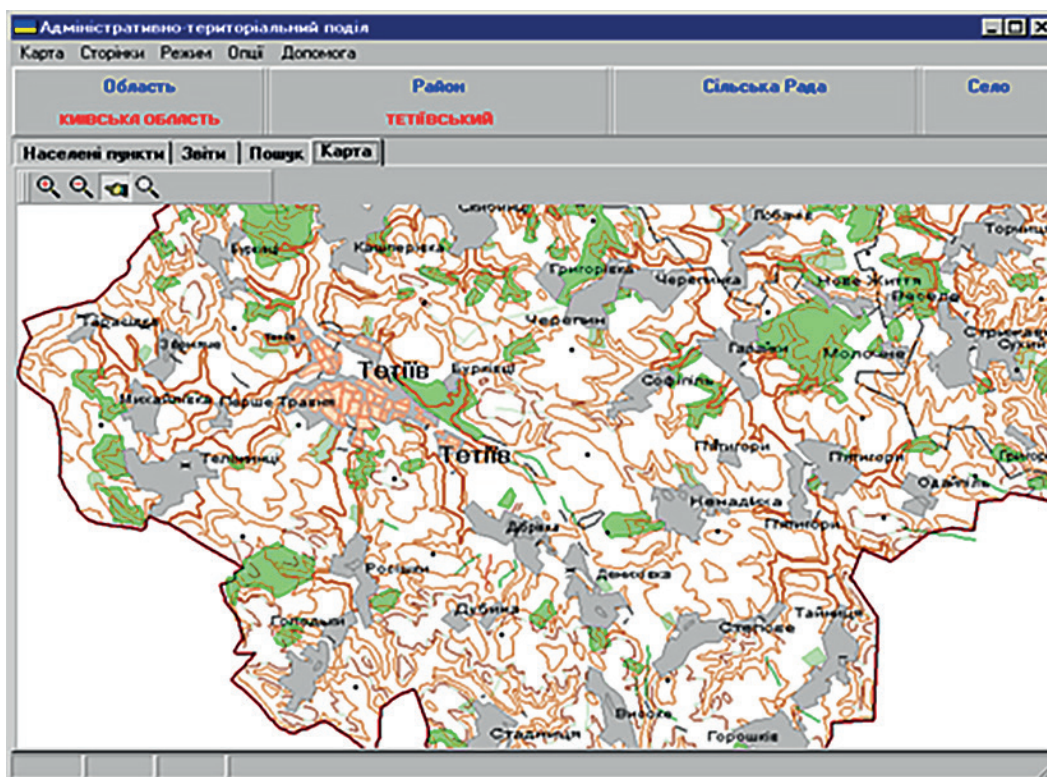


Рис. 2. Інтерфейс роботи з геоінформаційними даними

- підтримка прийняття управлінських рішень органами державної влади;
- забезпечення проведення земельної реформи;
- моніторинг природних ресурсів і екології довкілля.

Прикладом використання ГІС-технологій для вирішення практичних завдань управління у сфері інформатизації може слугувати вивчення рельєфу місцевості в масштабах окремого району й області загалом з метою аналізу можливості застосування мікрохвильових радіоканалів для впровадження інтернету [18–20].

Використання телекомунікаційного радіозв'язку не потребує прокладання розгалуженої кабельної мережі й особливо ефективно на відстанях до 10–40 км (залежно від рельєфу місцевості). Оскільки місцевість на території Київської області має переважно рівнинний характер з перепадом висот у межах будь-якого району не більше 100 м, а середня площа території району в області становить близько 1120 км, то середня відстань від райцентру до кордону району — менше ніж 20 км. З огляду на розташування більшості підприємств на меншій відстані від райцентру, а в містах площею до 100 км — взагалі не далі 2–5 км від міськвиконкому, можна

дійти висновку, що використання радіоканалів для потреб створення районних і міських телекомунікаційних мереж є доцільним, бо не потребує витрат на прокладання кабельних каналів зв'язку.

При розробленні проектів грошової оцінки земель використовуються їхні кількісні та якісні характеристики, карти бонітування ґрунтів, кадастрового зонування, генеральні плани та проекти планування і забудови населених пунктів, їхнього історико-культурного, функціонального, санітарно-екологічного, інженерно-геологічного зонування тощо.

Геоінформаційні системи органів державної влади. Створення геоінформаційних ресурсів для органів державної влади в регіоні тісно пов'язане з реалізацією проектів програми інформатизації України. Одним із першочергових завдань є інтегрування існуючих чи створюваних проблемних баз даних з цифровим картографічним матеріалом.

Для розв'язання макрозадач управління областю пропонується застосовувати цифрову топографічну карту масштабу 1:200 000 (рис. 3). Ця карта призначена для вивчення та оцінювання місцевості, генерального планування



Рис. 3. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:200 000

територіально-виробничих комплексів, планування і попереднього проектування населених пунктів, об'єктів транспорту, освоєння природних ресурсів, охорони природи, розробки корисних копалин.

Для рівня міста доцільно використовувати карти масштабів 1:100 000 (рис. 4) та 1:10 000 (рис. 5). Крім того, для вирішення окремих завдань необхідно мати карти деяких ділянок територій масштабу 1:5000 (рис. 6). Державним власником цифрових карт, необхідних для інформаційного забезпечення діяльності органів державної влади, є Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру, її наукові й виробничі підприємства. Постачання цифрових карт масштабу 1:200 000 для центральних і місцевих органів влади здійснюється за встановленим порядком з оплатою лише робіт з фізичного тиражування. Але слід враховувати той факт, що достовірність карт знижується щорічно на 8–10 % через природні й антропогенні зміни (ерозію ґрунтів, зміну річищ і пересихання річок, паводкові та зсувні явища, лісові пожежі та вирубки, промислове, транспортне й цивільне будівництво тощо). Тому наразі виникає проблема постійно-

го підтримання карт в актуальному стані й такого ж постійного оновлення їх у користувачів. Зважаючи на кількість користувачів, вирішення цього питання практично неможливе без створення картографічної складової інформаційної інфраструктури.

З урахуванням результатів проведення перепису населення необхідно здійснити оновлення картографічних матеріалів міст, виконати їх інтеграцію з базами даних населення та створити на цій основі проблемні регіональні ГІС для сприяння організації виборів, соціального та медичного забезпечення, комунальних платежів тощо.

Геоінформаційні системи забезпечення земельної реформи. Проведення земельної реформи передбачає передачу у власність або користування фізичним і юридичним особам земельних ділянок. Сама реєстрація прав власників та землекористувачів земельних ділянок у населених пунктах і на землях сільськогосподарського призначення передбачає їхню просторову прив'язку, нанесення на карти й розпланування на місцевості, що зумовлює великі обсяги топографо-геодезичних і картографічних робіт. Зазвичай картографічні роботи в населених



Рис. 4. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:100 000

пунктах виконуються методами наземного топографічного знімання. Потреба у значних коштах на проведення великих обсягів цих робіт є однією з головних причин повільного поступу реформи. Ще гірший стан спостерігається щодо робіт з розпаювання земель сільськогосподарського призначення.

При застосуванні великомасштабного аерофотознімання сільськогосподарських територій можна було б виготовити цифрові ортофотоплани, які мають вимірювальні властивості топографічних карт і планів, але на відміну від них значно дешевші й складаються у стислі терміни.

Варто зазначити, що ортофотоплани й ортофотокарти у розвинених країнах поряд з топокартами є основним графічним матеріалом для комп'ютерних геоінформаційних технологій (рис. 7). У поєднанні з мультizonальним зніманням можна було б виконати розпаювання земель з урахуванням агрономічних властивостей ґрунтів, натомість зараз до уваги беруться плани землеустрою 20-річної давнини. Крім того, цифрові ортофотокарти й ортофотоплани пропонується використати для створення кадастрових планів ділянок.

Виконання робіт зі встановлення на місцевості меж забезпечить облік та баланс земель, за яким сумарна площа земельних ділянок дорівнюватиме площі адміністративного утворення. Це допоможе виявити необліковані площі, самозахоплення земель юридичними й фізичними особами, упорядкувати платежі за землю. Одним з найактуальніших завдань у здійсненні земельної та економічної реформ у регіоні є грошова оцінка земель. Вона виступає інтегральною характеристикою кількісних, якісних, економічних, правових, регіональних та інших показників земель і служить основою єдиного механізму оподаткування земель та справляння інших платежів у процесі їх цивільного обігу. При розробці проєктів грошової оцінки земель використовуються їхні кількісні та якісні характеристики, карти бонітування ґрунтів, кадастрового зонування, генеральні плани та проєкти планування і забудови населених пунктів, їх історико-культурного, функціонального, санітарно-екологічного, інженерно-геологічного зонування тощо.

Значна кількість показників, їхня просторова прив'язка та різноманітність джерел походження роблять природним застосування



Рис. 5. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:10 000

геоінформаційних технологій і геоінформаційних систем.

Застосування ГІС для оцінювання конкретних земельних ділянок найбільш ефективно, оскільки йдеться про тисячі ділянок та оперативне передавання результатів до органів державної податкової адміністрації для управління процесом справляння землекористувачами платежів за землю.

Використання дистанційних методів у сільському господарстві. Проведення багатозональних (в різних зонах оптичного спектра) аерознімків земель сільськогосподарського призначення забезпечує не тільки облік сільськогосподарських земель, а й визначення агрономічних характеристик ґрунтів, якості посівів і розвитку сільськогосподарських культур, прогнозування урожаїв. Дані багатозональних знімків сукупно з інформацією про рельєф місцевості та результатами агрохімічних досліджень забезпечують створення карт ґрунтів, які в умовах реформування земельних відносин і розпаювання земель не лише необхідні для землеустрою, а й служать основою для оцінювання виділених паїв,

формування об'єктивного ринку землі при операціях купівлі-продажу.

Багатозональні знімки та відповідна їх радіометрична обробка дають змогу створити тематичну карту районів з дійсною картиною інвентаризації земель і сільськогосподарських культур, геоінформаційне забезпечення у стислий термін надасть статистичні дані з класифікацією сільськогосподарських земель і культур для прийняття управлінських та агрономічних рішень у районі.

Моніторинг сільськогосподарських культур забезпечує достовірною інформацією для прогнозування врожаїв. Використання дистанційних методів у сільському господарстві розвинених країн забезпечило виникнення нової концепції акуратного (точного) землеробства. Суть його полягає в тому, що агротехнічні, агрохімічні й інші заходи застосовуються не однаково для всього поля, а у нормованих дозах виключно на тих ділянках, де вони необхідні. Такий підхід дає змогу розробити ГІС акуратно-го сільського господарства, в основі якого буде концепція високоточної просторової локалізації агротехнічних, агрохімічних та інших заходів регулювання врожайності.

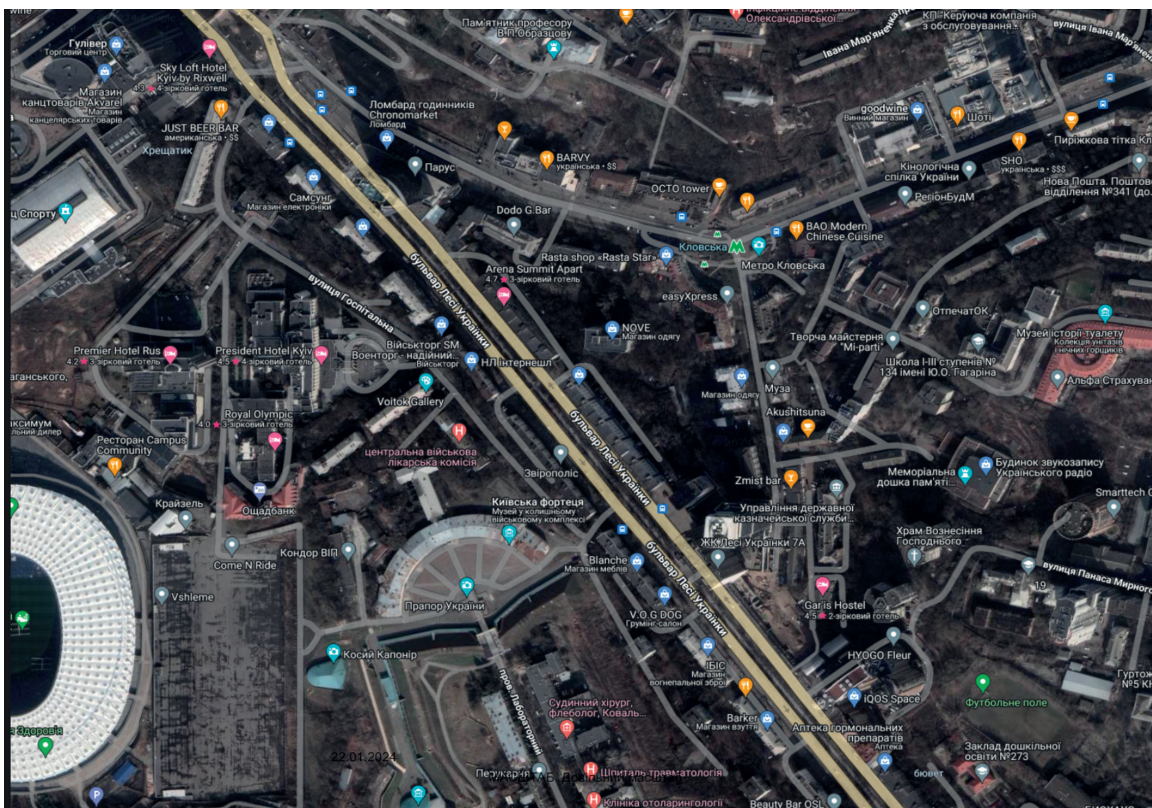


Рис. 6. Фрагмент цифрової карти місцевості масштабу 1:5000

Висновки. За результатами статті можна зробити кілька важливих висновків:

1) геоінформатика відіграє ключову роль у сучасному світі, де вона використовується для отримання, аналізу, використання та управління географічною інформацією у різних сферах, як-от землекористування, інфраструктура, екологічне управління тощо;

2) геоінформатика є важливим інструментом системи підтримки прийняття рішень, яка допомагає аналізувати дані, приймати управлінські рішення і планувати дії на основі географічної інформації;

3) використання геоінформаційних систем дає змогу покращити процеси управління, аналізу та планування шляхом ефективного використання географічних даних;

4) дистанційні методи, включаючи аеро- та космічне зондування, відіграють важливу роль у сільському господарстві, даючи змогу аналізувати стан ґрунтів, прогнозувати урожаї та проводити моніторинг розвитку сільськогосподарських культур;

5) геоінформаційні технології можуть бути використані для організації референдумів, виборів та опитувань громадської думки, допомагаючи відображати результати на карті, аналізувати і прогнозувати хід подій.

Список використаних джерел

1. Bello I. E., Ikhuoria I. A. 3D Cartographic Model and Animation of As-built Educational Landuse of UNIBEN, Nigeria. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. 2015. Vol. 1 (5). Pp. 204–212.
2. Довгий С. О., Копійка О. В, Черепін Ю. Т. Засади регіональної інформатизації. Київ : ВПЦ «ТИРАЖ», 2004. 540 с.
3. Довгий С. О., Копійка О. В. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Київ : Наук. думка, 2001. С. 211–266.
4. Довгий С. Стан та проблеми розвитку телекомунікаційної мережі України. Київ : Наука та наукознавство, 2000. 178 с.
5. Приватизація, інвестиції та фондовий ринок: правові засади та практика : у 4 т. / за ред. чл.-кор. НАН України, проф. С. О. Довгого, чл.-кор., проф. В. М. Литвина ; Відкрите акціонер. т-во «Укртелеком». Київ : Укртелеком, 2001.
6. Інформаційно-аналітичне супроводження бюджетного процесу : монографія / за ред. С. О. Довгого, І. В. Сергієнка. Київ : ТОВ «Інформаційні системи», 2013. 420 с.
7. Introduction to Raster Data. URL: <https://datacampentry.org/organization-geospatial/01-intro-raster-data.html> (дата звернення: 23.06.2024).



Рис. 7. Фрагмент кольорового ортофотоплану

8. Mehta N., Shaik S., Devireddy R., Gartia M. R. Single-Cell Analysis Using Hyperspectral Imaging Modalities. *J Biomech Eng.* 2018. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5816251/> (дата звернення: 23.06.2024).
9. Liu Z., Acker J. Giovanni: The Bridge Between Data and Science. *Eos.* 2017. URL: <https://eos.org/science-updates/giovanni-the-bridge-between-data-and-science> (дата звернення: 23.06.2024).
10. GIS (Geographic Information System). URL: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/> (дата звернення: 23.06.2024).
11. Прикладні аспекти використання геоінформаційної системи QGIS для вирішення завдань геоаналітики / В. В. Путренко та ін. Київ : ННК «Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку», 2019. 130 с.
12. Версії додатка Планета Земля. URL: https://www.google.com/intl/uk_ALL/earth/versions/#earth-pro (дата звернення: 23.06.2024).
13. Global Forest Watch. URL: <https://www.globalforestwatch.org/map> (дата звернення: 23.06.2024).
14. Герасим А., Боднар П., Кельм Н., Дроздова Є. Золото Дніпра. Як миють пісок. 2019. URL: <https://texty.org.ua/d/2019/sand/> (дата звернення: 23.06.2024).
15. «Цвітіння» водойм. URL: <http://www.vodgosp.kharkov.ua/archives/5550> (дата звернення: 23.06.2024).
16. Float. URL: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/float.htm> (дата звернення: 23.06.2024).
17. Свідзінська Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA : навч. посіб. Київ : Логос, 2014. 402 с.
18. Беркман Л. Н., Копійка О. В. Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем. *Телекомунікаційні та інформаційні технології.* 2014. № 4. С. 12–20.
19. Копійка О. В. Архітектура мережі в сучасних дата-центрах. *Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку.* 2014. № 2 (30). С. 34–41.
20. Копійка О. В. Методологія синтезу інформаційно-комунікаційних систем на базі єдиної інформаційної платформи : автореф. ... д-ра техн. наук : 05.13.06. Київ, 2014. 40 с.
21. *Scientific Research in Science and Technology*, 1 (5), 204–212.
2. Dovhyi, S. O., Kopyika, O. V., & Cherepin, Yu. T. (2004). *Zasady rehionalnoi informatyzatsii [Principles of regional informatization]*. Kyiv : VPTs "TYRAZH" [in Ukrainian].
3. Dovhyi, S. O., & Kopyika, O. V. (2001). *Avtomatyzovana systema dlia pidtrymky pryiniattia rishen pry likvidatsii naslidkiv avarii na ChAES [Automated system for the process of taking decisions during the liquidation of the inheritance of an accident at the CNPP]*. Kyiv : Nauk. dumka [in Ukrainian].
4. Dovhyi, S. (2000). *Stan ta problemy rozvytku telekomunikatsiinoi merezhi Ukrainy [The state and problems of the development of the telecommunications network of Ukraine]*. Kyiv : Nauka ta naukoznavstvo [in Ukrainian].
5. Dovhyi, S. O., & Lytvyn, V. M. (Eds.). (2001). *Pryvatyzatsiia, investytsii ta fondovyi rynek: pravovi zasady ta praktyka [Privatization, Investment and the Stock Market: Legal Principles and Practice]*. (Vol. 1–4). Kyiv : Ukrtelekom [in Ukrainian].
6. Dovhyi, S. O., & Serhiienko, I. V. (Eds.). (2013). *Informatsiino-analitychne suprovodzhennia biudzhethnoho protsesu [Informational and analytical support of the budget process]*. Kyiv : TOV "Informatsiini systemy" [in Ukrainian].
7. Introduction to Raster Data. Retrieved from <https://datacarpentry.org/organization-geospatial/01-intro-raster-data.html>.
8. Mehta, N., Shaik, S., Devireddy, R., & Gartia, M. R. (2018). Single-Cell Analysis Using Hyperspectral Imaging Modalities. *J Biomech Eng.* Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5816251/>.
9. Liu, Z., & Acker, J. (2017). Giovanni: The Bridge Between Data and Science. *Eos.* Retrieved from <https://eos.org/science-updates/giovanni-the-bridge-between-data-and-science>.
10. GIS (Geographic Information System). Retrieved from <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>.
11. Putrenko, V. V., Datsenko, L. M., Lazarenko-Hevel, N. Yu., Maksimova, Yu. S., Pashinska, N. M., Gapon, S. V. et al. (2019). *Prykladni aspekty vykorystannia heoinformatsiinoi systemy QGIS dlia vyrishennia zavdan heoanalitky [Applied aspects of using the geoinformation system QGIS to solve geoanalytics tasks]*. Kyiv : NNK "Svitovyi tsentr danykh z heoinformatyky ta staloho rozvytku" [in Ukrainian].
12. *Versii dodatka Planeta Zemlia [Versions of the Planet Earth application]*. Retrieved from https://www.google.com/intl/uk_ALL/earth/versions/#earth-pro [in Ukrainian].

References

1. Bello, I. E., & Ikhuoria, I. A. (2015). 3D Cartographic Model and Animation of As-built Educational Landuse of UNIBEN, Nigeria. *International Journal of*

13. *Global Forest Watch*. Retrieved from <https://www.globalforestwatch.org/map>.
14. Herasym, A., Bodnar, P., Kelm, N., & Drozdova, Ye. (2019). *Zoloto Dnipra. Yak myiut pisok [Gold of the Dnipro. How sand is washed]*. Retrieved from <https://texty.org.ua/d/2019/sand/> [in Ukrainian].
15. "Tsvitinnia" vodoim ["Blooming" of reservoirs]. Retrieved from <http://www.vodgosp.kharkov.ua/archives/5550> [in Ukrainian].
16. *Float*. Retrieved from: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/float.htm>.
17. Svidzinska, D. V. (2014). *Metody heoekolohichnykh doslidzhen: heoinformatsiyni praktykum na osnovi vidkrytoi HIS SAGA [Methods of geoecological research: geoinformation workshop based on open GIS SAGA]*. Kyiv : Lohos [in Ukrainian].
18. Berkman, L. N., & Kopiika, O. V. (2014). Teoretychni osnovy metodolohii syntezy informatsiino-komunikatsiinykh system [Theoretical bases of methodology of synthesis of information and communication systems]. *Telekomunikatsiini ta informatsiini tekhnolohii — Telecommunication and information technologies*, 4, 12–20 [in Ukrainian].
19. Kopiika, O. V. (2014). Arkhitektura merezhi v suchasnykh data-tsentrah [Network architecture in modern data centers]. *Naukovi zapysky Ukrainskoho naukovo-doslidnoho instytutu zviazku — Scientific notes of the Ukrainian Research Institute of Communications*, 2 (30), 34–41 [in Ukrainian].
20. Kopiika, O. V. (2014). Metodolohiia syntezy informatsiino-komunikatsiinykh system na bazi yedynoi informatsiinoi platformy [Methodology of the synthesis of information and communication systems based on a single information platform]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].

O. V. Kopiika

GEOINFORMATICS IN DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEMS

Abstract. *The article presents geoinformatics as a tool to support decision-making in urban and regional development planning, land use, infrastructure, resources, environmental management and spatial analysis. Geoinformatics helps in the preparation, analysis, display and management of geographic data. It is in the functions of analysis and display that Geoinformatics corresponds to decision support systems. Examples of the use of geoinformatics as a component of information support for regional informatization are presented. Geoinformatics plays an important role in the collection, analysis and management of geographic information in various fields. It is a key tool for decision support systems, helping to analyze and plan based on geodata. Remote sensing techniques such as aerial and space sensing are used in agriculture to forecast yields and monitor crops. Geoinformation resources are among the most important resources of the state, without the implementation of which, in principle, it is impossible to perform management functions. The use of geoinformation technologies makes it possible to analyze the structure of the economy, which is becoming more and more complicated, to investigate changes in forms of ownership and cooperation to solve a number of political, socio-economic, environmental protection, engineering and other problems. Geoinformation technologies help support referendums and elections by displaying the results on a map for analysis and forecasting. Thus, geoinformatics makes the analysis and management of geodata more effective in various fields of activity. The article emphasizes the importance of geoinformatics as a tool for the analysis and management of geographic information in various fields and shows how these technologies can contribute to informed decision-making.*

Keywords: *geoinformatics, decision support systems, geoinformation systems.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Копійка Олег Валентинович — д. техн. наук, професор, член-кореспондент НАН України, в. о. директора, Інститут прикладних систем управління НАН України, м. Київ, Україна, okopiika@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0189-3915>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kopiika O. V. — D. Sc. in Engineering, Professor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Acting Director, Institute of Applied Control Systems of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, okopiika@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0189-3915>

Стаття надійшла до редакції / Received 24.06.2024