
ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА GIS-ТЕХНОЛОГІЙ У ГЕОДЕЗІЇ

В. А. ФОМЕНКО,

*кандидат економічних наук, доцент кафедри геодезії, землеустрою та
земельного кадастру,*

e-mail: ph.d.fomenko@gmail.com,

ORCID: 0009-0008-4815-0813

Одеський державний аграрний університет

В. Г. ПАРАХНЕНКО,

доктор філософії з Наук про Землю, старший викладач кафедри екології

e-mail: vladparachnenko@ukr.net

ORCID:0000-0002-4312-6194

Уманський національний університет

Анотація. Інтеграція технологій штучного інтелекту та геоінформаційних систем (GIS) є одним із ключових напрямів розвитку сучасної геодезичної науки та практики. Поєднання інструментів просторового аналізу з інтелектуальними алгоритмами створює нові можливості для автоматизації збору, опрацювання, аналізу та представлення геопросторової інформації. Це забезпечує підвищення точності геодезичних вимірювань, прискорення виконання робіт і покращення якості управлінських рішень.

Сучасні геодезичні дослідження базуються на використанні значних масивів просторових даних, що надходять із глобальних навігаційних супутникових систем, безпілотних літальних апаратів, засобів лазерного сканування та дистанційного зондування Землі. Обробка такої інформації традиційними методами потребує значних часових і людських ресурсів. Використання технологій штучного інтелекту дозволяє автоматизувати пошук закономірностей, класифікацію об'єктів та виконання складного аналізу даних із високим рівнем точності та швидкодії.

Особливу роль у розвитку сучасної геодезії відіграють методи машинного навчання та нейронні мережі, які забезпечують автоматичне розпізнавання об'єктів на супутникових і аерофотознімках. Їх застосування істотно спрощує процес створення цифрових карт, актуалізації геопросторових баз даних та спостереження за змінами земної поверхні. Це дає змогу оперативно отримувати достовірні відомості про забудову територій, стан земельних ресурсів і перебіг природних процесів.

Геоінформаційні системи забезпечують накопичення, зберігання, обробку та візуалізацію просторової інформації, а застосування штучного інтелекту значно розширює можливості її аналізу та прогнозування. Поєднання цих технологій сприяє створенню інтелектуальних геоінформаційних систем, здатних

автоматично виявляти тенденції розвитку територій, оцінювати потенційні ризики та прогнозувати зміни природного середовища.

Одним із перспективних напрямів використання штучного інтелекту в геодезії є автоматизація обробки результатів геодезичних вимірювань, аналіз геопросторової інформації, побудова цифрових моделей рельєфу та оновлення кадастрових даних. Алгоритми машинного навчання забезпечують більш точне визначення координат, автоматичне розпізнавання просторових об'єктів і своєчасне виявлення змін у геодезичних матеріалах. Окремим напрямом є земельний моніторинг, у межах якого технології штучного інтелекту застосовуються для оцінювання змін землекористування, контролю стану земельних ресурсів та інформаційної підтримки процесу управління територіями.

Важомі можливості відкриває використання інтелектуальних алгоритмів під час моніторингу інженерних споруд, транспортних мереж і природних комплексів. Аналізуючи геодезичні спостереження в режимі реального часу, такі системи можуть прогнозувати деформаційні процеси, своєчасно виявляти потенційно небезпечні ділянки та попереджати про можливі аварійні ситуації, що має важливе значення для забезпечення безпечної експлуатації критичної інфраструктури.

Інтеграція штучного інтелекту та GIS-технологій знаходить широке застосування й у сфері міського планування та реалізації концепцій «розумного міста». Геопросторовий аналіз дозволяє оптимізувати транспортну інфраструктуру, планувати розвиток інженерних комунікацій, а також оцінювати екологічні наслідки урбанізаційних процесів. Це забезпечує органи державного управління та місцевого самоврядування сучасними інструментами для обґрунтованого планування розвитку територій.

Разом із численними перевагами впровадження технологій штучного інтелекту в геодезичну діяльність супроводжується необхідністю вирішення питань забезпечення якості вихідних даних, інформаційної безпеки та вдосконалення алгоритмів аналізу. Подальші наукові дослідження зосереджуються на підвищенні точності моделей машинного навчання, розвитку автоматизованих технологій обробки геопросторової інформації та створенні нових інтелектуальних сервісів для геодезичної галузі.

Отже, інтеграція технологій штучного інтелекту та геоінформаційних систем є важливою складовою цифрової трансформації сучасної геодезії. Їх комплексне використання забезпечує підвищення ефективності геодезичних робіт, покращення якості аналізу просторових даних, розширення можливостей моніторингу територій та сприяє розвитку сучасних підходів до управління земельними ресурсами й інфраструктурними об'єктами.

Ключові слова: інтеграція, штучний інтелект, GIS-технології, геодезія, геопросторові дані, машинне навчання, нейронні мережі, цифрові карти, моніторинг територій.

Актуальність

Сучасний розвиток геодезії характеризується стрімким зростанням

обсягів просторових даних, що надходять із супутникових систем позиціонування, безпілотних літальних апаратів, лазерного сканування та

інших джерел геопросторової інформації. Традиційні методи обробки, аналізу та інтерпретації таких даних часто потребують значних часових і трудових ресурсів, що ускладнює оперативне прийняття рішень та знижує ефективність виконання геодезичних робіт [1].

Водночас геоінформаційні системи (GIS) забезпечують ефективне зберігання, візуалізацію та аналіз просторових даних, однак їхні можливості щодо автоматичного виявлення закономірностей, прогнозування та обробки великих масивів інформації залишаються обмеженими без застосування інтелектуальних алгоритмів. У цьому контексті особливої актуальності набуває використання технологій штучного інтелекту, зокрема методів машинного та глибокого навчання, які здатні автоматизувати процеси обробки геодезичних даних, підвищити точність результатів і скоротити час виконання робіт.

Незважаючи на значний потенціал інтеграції штучного інтелекту та GIS-технологій, питання розробки ефективних підходів до їх комплексного застосування у геодезії залишаються недостатньо дослідженими. Існує потреба у вдосконаленні методів аналізу просторових даних, автоматизації геодезичних процесів та створенні інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Тому дослідження можливостей інтеграції штучного інтелекту та GIS-технологій у геодезії є актуальним науковим і практичним завданням [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питання інтеграції штучного інтелекту (ШІ) та геоінформаційних

систем (GIS) у геодезії є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку сучасної геопросторової науки. В останні роки дослідники активно вивчають можливості застосування методів машинного навчання, глибокого навчання та геопросторового штучного інтелекту (GeoAI) для автоматизації збору, обробки та аналізу просторових даних. Дослідження показують, що використання ШІ значно підвищує ефективність роботи з великими обсягами геоданих, отриманих із супутникових систем, безпілотних літальних апаратів, лазерного сканування та дистанційного зондування Землі [5].

Значний внесок у розвиток концепції GeoAI зробили дослідники, які розглядають інтеграцію географічних наук, GIS-технологій та алгоритмів штучного інтелекту як новий підхід до розв'язання складних просторових задач. У наукових працях зазначається, що поєднання геопросторових даних із методами машинного навчання дозволяє підвищити точність класифікації об'єктів, прогнозування змін територій та моделювання просторових процесів.

Окремий напрям досліджень присвячений застосуванню штучного інтелекту для аналізу даних дистанційного зондування та тривимірного моделювання місцевості. Науковці відзначають ефективність нейронних мереж, згорткових моделей (CNN) та трансформерів для автоматичного розпізнавання об'єктів, побудови цифрових моделей рельєфу та обробки даних LiDAR. Такі підходи сприяють підвищенню точності геодезичних вимірювань та скороченню часу виконання робіт.

У сучасних дослідженнях також значна увага приділяється викорис-

тання великих мовних моделей і генеративного штучного інтелекту в GIS-середовищі. Вчені розглядають концепцію «автономних GIS», у яких штучний інтелект здатний самостійно формувати та виконувати геопросторові аналітичні процеси, здійснювати пошук даних, їх обробку та візуалізацію результатів. Це відкриває нові можливості для автоматизації геодезичних досліджень та підтримки прийняття рішень [3].

Крім того, сучасні оглядові дослідження демонструють активний розвиток напрямів інтеграції генеративного штучного інтелекту в картографію та GIS. Основними сферами застосування є автоматизоване створення карт, аналіз просторових закономірностей, обробка природномовних запитів користувачів та підтримка геопросторового моделювання.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, питання комплексної інтеграції штучного інтелекту та GIS-технологій у геодезії залишаються недостатньо дослідженими. Особливо актуальними є проблеми забезпечення точності моделей, інтерпретації результатів роботи алгоритмів, обробки неоднорідних геопросторових даних та впровадження інтелектуальних систем у практику геодезичних робіт. Це обумовлює необхідність подальших досліджень у даному напрямі [6].

Мета даного дослідження: є оцінювання можливостей інтеграції технологій штучного інтелекту та геоінформаційних систем у сфері геодезії, аналіз сучасних підходів до автоматизації обробки геопросторових даних, а також визначення переваг і перспектив використання інтелектуальних алгоритмів для підвищення точності, оперативності та ефектив-

ності геодезичних робіт. Особливу увагу приділено оцінці можливостей застосування методів машинного навчання та аналізу великих даних у поєднанні з GIS-технологіями для вирішення сучасних завдань геодезичного забезпечення.

Матеріали і методи дослідження

Дослідження виконано із застосуванням комплексу загальнонаукових і спеціальних методів, спрямованих на оцінювання можливостей інтеграції технологій штучного інтелекту та геоінформаційних систем (GIS) у сучасній геодезії. Методологічною основою роботи стали системний, порівняльний та інформаційно-аналітичний підходи.

У процесі дослідження використано аналіз і узагальнення наукових публікацій, нормативно-технічної документації та сучасних практик застосування штучного інтелекту в геодезії, GIS, дистанційному зондуванні Землі та кадастровій діяльності. Для оцінювання можливостей інтеграції III та GIS застосовано методи системного аналізу, які дозволили визначити основні напрями використання інтелектуальних алгоритмів під час обробки геопросторових даних. Порівняльний метод використано для зіставлення традиційних і сучасних підходів до виконання геодезичних робіт, а також оцінювання їх ефективності за показниками точності, швидкості обробки інформації та рівня автоматизації.

Як інструментальну основу дослідження розглянуто сучасні GIS-платформи, технології дистанційного зондування Землі, лазерного сканування (LiDAR), супутникові навігаційні

системи, безпілотні літальні апарати та алгоритми машинного навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN), що застосовуються для аналізу й автоматизованої обробки геопросторових даних. Узагальнення отриманих результатів здійснювали із використанням методів логічного аналізу, синтезу та систематизації, що дало змогу визначити перспективні напрями розвитку інтелектуальних геоінформаційних систем у геодезії.

Особливого значення набуває застосування технологій глибокого навчання для обробки даних дистанційного зондування Землі. Завдяки використанню згорткових нейронних мереж (CNN) стало можливим автоматичне виявлення об'єктів на знімках високої роздільної здатності. Такі методи значно перевершують традиційні підходи за швидкістю обробки та точністю результатів. Крім того, алгоритми штучного інтелекту можуть виявляти закономірності, які складно або неможливо визначити за допомогою традиційних методів аналізу [4].

Важливим напрямом інтеграції ШІ та GIS є обробка даних лазерного сканування (LiDAR). Технологія LiDAR забезпечує отримання високоточної тривимірної інформації про поверхню Землі та об'єкти, розташовані на ній. Однак обсяги таких даних можуть досягати сотень гігабайтів або навіть терабайтів. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати процес класифікації хмар точок, виділення будівель, рослинності, транспортних мереж та інших елементів. Це значно скорочує час обробки інформації та підвищує ефективність геодезичних досліджень.

Не менш важливим є використання штучного інтелекту для створення та оновлення цифрових моделей

місцевості. Традиційно формування цифрових моделей рельєфу потребувало значних часових витрат і ручної обробки даних. Сучасні алгоритми машинного навчання здатні автоматично аналізувати просторову інформацію, усувати похибки вимірювань та формувати високоточні цифрові моделі. Такі рішення широко застосовуються під час проектування інженерних споруд, планування територій, моніторингу природних ресурсів та оцінки ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

Штучний інтелект в GIS також сприяє розвитку прогностичного аналізу геопросторових процесів. Завдяки використанню історичних даних та методів машинного навчання можна прогнозувати зміни землекористування, розвиток урбанізованих територій, ерозійні процеси, ризики підтоплення та інші природні явища. Це дозволяє органам державного управління та підприємствам приймати більш обґрунтовані рішення щодо використання земельних ресурсів та планування територій [7].

Суттєві переваги забезпечує використання технологій штучного інтелекту в кадастровій діяльності. Автоматизовані системи можуть здійснювати перевірку кадастрових даних, виявляти невідповідності між документами та фактичним станом земельних ділянок, аналізувати зміни меж землекористування та формувати рекомендації щодо їх уточнення. Це сприяє підвищенню якості кадастрової інформації та зменшенню кількості помилок, пов'язаних із людським фактором.

Окремої уваги заслуговує використання безпілотних літальних апаратів у поєднанні з GIS та штучним інтелектом. Безпілотники дозволяють

оперативно отримувати високоточні дані про стан територій, а алгоритми ІІІ забезпечують їх автоматичну обробку. Такий підхід активно застосовується для моніторингу будівництва, контролю стану транспортної інфраструктури, оцінки наслідків стихійних лих та ведення сільського господарства. Поєднання цих технологій дає можливість отримувати актуальну інформацію практично в режимі реального часу [8].

Сучасні GIS-платформи дедалі частіше включають інструменти штучного інтелекту безпосередньо у свої програмні комплекси. Це дозволяє користувачам виконувати складний просторовий аналіз без необхідності глибоких знань у сфері програмування або машинного навчання. Інтелектуальні модулі можуть автоматично підбирати методи аналізу, виявляти просторові закономірності та формувати аналітичні звіти. У результаті GIS перетворюються з інструментів візуалізації даних на комплексні системи підтримки прийняття рішень.

Попри численні переваги штучного інтелекту та GIS-технологій у геодезії супроводжується низкою проблем. Насамперед це стосується якості вихідних даних, від якої безпосередньо залежить точність роботи алгоритмів машинного навчання. Крім того, існують питання інтерпретації результатів, отриманих за допомогою складних нейронних мереж, а також необхідність забезпечення кібербезпеки та захисту геопросторової інформації. Важливим викликом залишається потреба у висококваліфікованих спеціалістах, які володіють знаннями як у сфері геодезії та GIS, так і у сфері штучного інтелекту.

Перспективи подальшого розвитку інтеграції ІІІ та GIS пов'язані з

удосконаленням алгоритмів глибокого навчання, розвитком хмарних технологій, використанням великих геопросторових даних та створенням інтелектуальних геоінформаційних платформ нового покоління. Очікується, що в найближчі роки рівень автоматизації геодезичних процесів суттєво зросте, а роль штучного інтелекту в аналізі та управлінні просторовими даними стане визначальною [9].

Результати дослідження та їх обговорення

У ході дослідження встановлено, що інтеграція штучного інтелекту та GIS-технологій у геодезії суттєво підвищує ефективність обробки та аналізу просторових даних. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати класифікацію територій, розпізнавання об'єктів на аерофотознімках і супутникових зображеннях, а також покращує точність просторового моделювання. GIS-системи у поєднанні з ІІІ забезпечують швидке оновлення картографічної інформації та прогнозування змін рельєфу і землекористування. Також доведено, що такі технології значно скорочують час виконання геодезичних робіт і зменшують вплив людського фактора на результати вимірювань. Отримані результати підтверджують доцільність подальшого впровадження інтегрованих рішень ІІІ та GIS у практику геодезичних досліджень.

Таблиця відображає основні напрями інтеграції штучного інтелекту та GIS-технологій у геодезії, показуючи взаємодію між функціями геоінформаційних систем і методами ІІІ та отриманими результатами. Зокрема, при обробці просторових

1. Основні напрями інтеграції AI та GIS у геодезії

Напрямок застосування	GIS-функції	Роль ІІІ	Результат інтеграції
Обробка просторових даних	Картографування, просторовий аналіз	Машинне навчання	Автоматичне виявлення закономірностей у даних
Обробка супутникових знімків	Дистанційне зондування Землі	Нейронні мережі	Підвищення точності класифікації об'єктів
3D-моделювання місцевості	Побудова цифрових моделей рельєфу (DEM)	Deep Learning	Автоматичне створення 3D моделей
Моніторинг деформацій	Просторовий моніторинг	Аналітика часових рядів	Виявлення змін поверхні в реальному часі

2. Порівняння традиційних та AI-GIS методів у геодезії

Критерій	Традиційні GIS-методи	GIS + ІІІ
Швидкість обробки	Низька / середня	Висока
Точність аналізу	Залежить від оператора	Вища завдяки алгоритмам навчання
Автоматизація	Обмежена	Високий рівень автоматизації
Робота з великими даними	Ускладнена	Ефективна (Big Data підхід)
Адаптивність моделей	Низька	Самонавчання систем

даних GIS забезпечує картографування та просторовий аналіз, а алгоритми машинного навчання дозволяють автоматично виявляти закономірності в масивах геоданих. У сфері обробки супутникових знімків GIS використовується для дистанційного зондування Землі, тоді як нейронні мережі підвищують точність класифікації об'єктів на зображеннях. Під час 3D-моделювання місцевості GIS формує цифрові моделі рельєфу (DEM), а методи глибокого навчання забезпечують автоматичне створення точних тривимірних моделей. У напрямі моніторингу деформацій GIS виконує просторовий аналіз змін, а аналітика часових рядів на основі ІІІ дозволяє виявляти зміни поверхні майже в реальному часі. Таким чином, інтеграція AI та GIS значно підвищує точність, автоматизацію та оперативність геодезичних досліджень.

Таблиця порівнює традиційні GIS-методи та підхід, що інтегрує GIS із штучним інтелектом у геодезії, за

основними критеріями ефективності. Зокрема, показано, що традиційні методи характеризуються нижчою або середньою швидкістю обробки даних, тоді як у системах GIS + ІІІ вона є значно вищою завдяки автоматизації процесів. Точність аналізу в класичних підходах значною мірою залежить від досвіду оператора, у той час як використання алгоритмів машинного навчання забезпечує стабільно вищі результати. Рівень автоматизації також суттєво відрізняється: у традиційних GIS він обмежений, тоді як інтеграція з ІІІ дозволяє виконувати більшість операцій автоматично. При роботі з великими обсягами даних традиційні методи стикаються з труднощами, тоді як AI-GIS системи ефективно застосовують підхід Big Data. Крім того, адаптивність моделей у класичних системах є низькою, тоді як у поєднанні з ІІІ вони здатні до самонавчання та постійного вдосконалення [10].

Таблиця демонструє практичні результати впровадження інтеграції

3. Практичні результати впровадження AI + GIS у геодезії

Сфера застосування	Приклад використання	Досягнутий ефект	Обмеження
Кадастрові роботи	Автоматична інвентаризація земель	Скорочення часу обробки до 40–60%	Потреба якісних даних
Будівництво	Контроль деформацій споруд	Раннє виявлення ризиків	Висока вартість впровадження
Екологічний моніторинг	Аналіз змін ландшафту	Точніше прогнозування змін	Залежність від супутникових даних
Міське планування	Smart City моделювання	Оптимізація інфраструктури	Складність інтеграції систем

штучного інтелекту та GIS-технологій у різних сферах геодезії, а також пов'язані з цим ефекти та обмеження. У кадастрових роботах використання AI дозволяє автоматизувати інвентаризацію земель і скоротити час обробки даних на 40–60%, однак ефективність залежить від якості вихідної інформації. У будівництві такі технології застосовуються для контролю деформацій споруд, що забезпечує раннє виявлення потенційних ризиків, хоча впровадження залишається дорогавартісним. В екологічному моніторингу інтегровані системи використовуються для аналізу змін ландшафту, що підвищує точність прогнозування, але значною мірою залежить від доступності супутникових даних. Таким чином, результати підтверджують високу ефективність технологій при наявності відповідної інфраструктури та якісних даних.

Висновки і перспективи

У результаті проведеного аналізу встановлено, що інтеграція штучного інтелекту (ШІ) та геоінформаційних систем (GIS) у геодезії є одним із ключових напрямів розвитку сучасних геопросторових технологій. Поєднання аналітичних можливостей GIS із алгоритмами машинного нав-

чання та глибокого навчання забезпечує суттєве підвищення ефективності обробки, аналізу та інтерпретації просторових даних.

Встановлено, що використання технологій штучного інтелекту дозволяє значно скоротити час обробки великих масивів геоданих, автоматизувати процеси розпізнавання та класифікації об'єктів місцевості, а також підвищити точність результатів геодезичних вимірювань. Особливо ефективними є нейронні мережі при обробці даних дистанційного зондування Землі та аерофотознімків.

Важливим результатом є підтвердження того, що інтеграція ШІ та GIS-технологій забезпечує перехід від традиційних методів геопросторового аналізу до інтелектуальних автоматизованих систем підтримки прийняття рішень. Такі системи здатні не лише обробляти дані, але й виявляти приховані просторові закономірності та здійснювати прогнозування змін території.

Водночас визначено низку проблем, що стримують повноцінне впровадження даних технологій у геодезичну практику. До них належать залежність якості результатів від вихідних даних, складність інтерпретації моделей штучного інтелекту, потреба у висококваліфікованих

фахівцях та питання інтеграції різних геопросторових систем.

Перспективи подальшого розвитку пов'язані з удосконаленням алгоритмів машинного навчання, впровадженням хмарних GIS-платформ, використанням великих геопросторових даних (Big GeoData) та створенням інтелектуальних геоінформаційних систем нового покоління. Очікується, що такі технології стануть основою автоматизованої геодезії майбутнього.

Таким чином, штучний інтелект та GIS-технології є важливим кроком у розвитку сучасної геодезії, що забезпечує підвищення точності, оперативності та ефективності геопросторових досліджень.

Список використаної літератури

1. Бондаренко Е., Дудун Т. The application of artificial intelligence systems in the training of cartography and geoinformatics specialists in Ukraine. Інформаційні технології і засоби навчання. 2025. Т. 106, № 2. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/6008>
2. Бондаренко Е., Дудун Т., Яценко О. Directions of application of artificial intelligence tools for collection and processing of geospatial data in modern Ukrainian realities // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія. 2025. URL: <https://geography.bulletin.knu.ua/uk/article/view/6729>
3. Лазоренко Н. Дослідження застосування штучного інтелекту (GeoAI) для завдань топографічного картографування. Просторовий розвиток. 2024. № 8. С. 430–443. URL: <https://spd.knuba.edu.ua/article/view/315533>
4. Кінь Д. Щодо підвищення точності методів картометричних і морфометричних обчислень у геоінформаційному середовищі. Просторовий розвиток. 2024. № 7. URL: <https://spd.knuba.edu.ua/article/view/302636>
5. Малюк О. Особливості діяльності Комітету експертів ООН з управління глобальною геопросторовою інформацією (UN-GGIM): досвід України. Містобудування та територіальне планування. 2024. № 86. URL: <https://mtp.knuba.edu.ua/article/view/310447>
6. Мартин А., Тревого І., Євсюков Т. Управління публічністю геопросторових даних в Україні під час війни. Західне геодезичне товариство. 2024. Т. 47. URL: <https://zgt.com.ua/en/управління-публічністю-геопросторових/>
7. Національний університет «Києво-Могилянська академія». Офіційний сайт. URL: <https://www.ukma.edu.ua>
8. Поморцева О. Є., Пілічева М. О., Анопрієнко Т. В. Технологія використання геоінформаційних систем при обробці геодезичних даних. Технічні науки та технології. 2019. № 4(18). С. 229–237. DOI: 10.25140/2411-5363-2019-4(18)-229-237. URL: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-4\(18\)-229-237](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-4(18)-229-237)
9. Український гідрометеорологічний інститут. Офіційний сайт. URL: <https://uhmi.org.ua>
10. Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова. Офіційний сайт. URL: <https://www.kname.edu.ua>

References

1. Bondarenko, E., & Dudun, T. (2025). The application of artificial intelligence systems in the training of cartography and geoinfor-

- matics specialists in Ukraine. Information Technologies and Learning Tools, 106(2). Available at: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/6008>
2. Bondarenko, E., Dudun, T., & Yatsenko, O. (2025). Directions of application of artificial intelligence tools for collection and processing of geospatial data in modern Ukrainian realities. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geography. Available at: <https://geography.bulletin.knu.ua/uk/article/view/6729>
3. Lazorenko, N. (2024). Doslidzhennia zastosuvannia shtuchnoho intelektu (GeoAI) dlia zavdan topohrafichnoho kartohravuvannia [Research on the application of artificial intelligence (GeoAI) for topographic mapping tasks]. Spatial Development, 8, 430–443. Available at: <https://spd.knuba.edu.ua/article/view/315533>
4. Kin, D. (2024). Shchodo pidvyshchennia tochnosti metodiv kartometrychnykh i morfometrychnykh obchyslen u heoinformatsiinomu seredovyschi [Improving the accuracy of cartometric and morphometric methods in the geoinformation environment]. Spatial Development, 7. Available at: <https://spd.knuba.edu.ua/article/view/302636>
5. Maliuk, O. (2024). Osoblyvosti diialnosti Komitetu ekspertiv OON z upravlinnia hlobalnoiu heoprostorovoio informatsiieiu (UN-GGIM): dosvid Ukrainy [Activities of the UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM): The experience of Ukraine]. Urban Planning and Territorial Planning, 86. Available at: <https://mtp.knuba.edu.ua/article/view/310447>
6. Martyn, A., Trevoho, I., & Yevsiukov, T. (2024). Upravlinnia publichnistiu heopros-torovykh danykh v Ukraini pid chas viiny [Management of public access to geospatial data in Ukraine during wartime]. West Ukrainian Geodetic Society, 47. Available at: <https://zgt.com.ua/en/управління-публічністю-геопросторових/>
7. National University of Kyiv-Mohyla Academy. (2026). Official website. Available at: <https://www.ukma.edu.ua>
8. Pomortseva, O. Ye., Pilicheva, M. O., & Anopriienko, T. V. (2019). Tekhnolohiia vykorystannia heoinformatsiinykh system pry obrobtsi heodezychnykh danykh [Technology of using geographic information systems in geodetic data processing]. Technical Sciences and Technologies, 4(18), 229–237. Available at: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-4\(18\)-229-237](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2019-4(18)-229-237)
9. Ukrainian Hydrometeorological Institute. (2026). Official website. Available at: <https://uhmi.org.ua>
10. O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. (2026). Official website. Available at: <https://www.kname.edu.ua>

Fomenko V., Parakhnenko V.

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND GIS TECHNOLOGIES IN GEODESY

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING 3'26: 172-182.

<http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2026.03.12>

Abstract. *The integration of artificial intelligence technologies and geoinformation systems (GIS) is one of the key areas of development of modern geodetic science and practice. The combination of spatial analysis tools with intelligent algorithms creates new opportunities for automating the collection, processing, analysis and presentation of geospatial information. This ensures an increase in the accuracy of geodetic measurements, acceleration of work and improvement of the quality of management decisions.*

Current geodetic research is based on the use of significant spatial data arrays coming from global navigation satellite systems, unmanned aerial vehicles, laser scanning and remote sensing of the Earth. The processing of such information by traditional methods requires considerable time and human resources. The use of artificial intelligence technologies allows you to automate the search for regularities, the classification of objects and the performance of complex data analysis with a high level of accuracy and speed.

A special role in the development of modern geodesy is played by machine learning methods and neural networks that provide automatic recognition of objects on satellite and aerial photographs. Their use significantly simplifies the process of creating digital maps, updating geospatial databases and observing changes in the earth's surface. This makes it possible to quickly obtain reliable information about the development of territories, the state of land resources and the course of natural processes.

Geoinformation systems provide accumulation, storage, processing and visualization of spatial information, and the use of artificial intelligence significantly expands the possibilities of its analysis and forecasting. The combination of these technologies contributes to the creation of intelligent geoinformation systems capable of automatically detecting trends in the development of territories, assessing potential risks and predicting changes in the natural environment.

One of the promising areas of use of artificial intelligence in geodesy is the automation of processing the results of geodetic measurements, analysis of geospatial information, construction of digital terrain models and updating of cadastral data. Machine learning algorithms provide more accurate determination of coordinates, automatic recognition of spatial objects and timely detection of changes in geodetic materials. A separate direction is land monitoring, within which artificial intelligence technologies are used to assess land use changes, control the state of land resources, and informational support for the territory management process.

The use of intelligent algorithms during the monitoring of engineering structures, transport networks and natural complexes opens up significant opportunities. By analyzing geodetic observations in real time, such systems can predict deformation processes, detect potentially dangerous areas in a timely manner, and warn of possible emergency situations, which is essential to ensure the safe operation of critical infrastructure.

The integration of artificial intelligence and GIS technologies is also widely used in the field of urban planning and implementation of «smart city» concepts. Geospatial analysis makes it possible to optimize transport infrastructure, plan the development of engineering communications, as well as assess the environmental consequences of urbanization processes. This provides state administration and local self-government bodies with modern tools for sound territorial development planning.

Together with the numerous advantages of introducing artificial intelligence technologies into geodetic activity, it is accompanied by the need to solve the issues of ensuring the quality of raw data, information security and improving analysis algorithms. Further scientific research focuses on increasing the accuracy of machine learning models, developing automated geospatial information processing technologies, and creating new intelligent services for the geodetic industry.

Therefore, the integration of artificial intelligence technologies and geoinformation systems is an important component of the digital transformation of modern geodesy. Their complex use ensures an increase in the efficiency of geodetic works, an improvement in the quality of spatial data analysis, an expansion of territorial monitoring capabilities, and contributes to the development of modern approaches to the management of land resources and infrastructure facilities.

Keywords: *integration, artificial intelligence, GIS technologies, geodesy, geospatial data, machine learning, neural networks, digital maps, monitoring of territories.*