

**CURRENT STATE AND PROSPECTS OF USING INFORMATION SYSTEMS IN ARCHAEOLOGY****Rostyslav Stovbukha\*****Abstract**

The study examines the current state and future prospects of integrating information technologies into archaeology. The aim of the paper is to analyze modern digital approaches – GIS, remote sensing, three-dimensional modeling, and artificial intelligence – and their implementation in archaeological practice.

The methodology is based on a systematic analysis of leading publications and projects in the field, as well as the comparison of theoretical sources and real-world application cases. Recent academic publications, reports of international projects, and specialized web resources were analyzed. A systematic approach was applied: data from publications were synthesized, facts were verified using primary sources (peer-reviewed articles, conference proceedings, and reports of COST actions), and key trends were generalized. Particular attention was paid to the critical selection of examples with documented results (supported, among others, by the active knowledge-exchange networks such as the MAIA Project and similar initiatives).

The scientific novelty of the study lies in a comprehensive review of the most recent trends – from LiDAR technologies to machine learning algorithms – and in the critical assessment of their interaction and limitations in archaeological research.

The main results demonstrate the widespread adoption of GIS for spatial analysis of archaeological landscapes, the extensive use of high-precision 3D technologies (aerial photography, photogrammetry, and LiDAR) for detecting hidden archaeological sites, the growing application of unmanned aerial vehicles and neural networks for object identification, as well as the active implementation of FAIR principles for archaeological data management. At the same time, several challenges are identified: the need for long-term preservation of archaeological data, ethical concerns (including confidentiality of site locations and potential data bias), and the necessity for appropriate professional training.

The conclusions confirm that digital archaeology is shaping a new paradigm: it opens unprecedented opportunities for discoveries and analysis, but requires interdisciplinary approaches and strict adherence to data management standards.

**Keywords:** information systems, digital technologies, geographic information systems (GIS), LiDAR, unmanned aerial vehicles (UAVs), artificial intelligence (AI), FAIR principles, remote sensing

---

\* PhD Student, Nizhyn Mykola Gogol State University, Nizhyn, Ukraine. E-mail: [rostovbuha@ndu.edu.ua](mailto:rostovbuha@ndu.edu.ua).  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7955-9677>

## СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В АРХЕОЛОГІЇ

Ростислав Стівбуха\*

### Анотація

В дослідженні розглядається сучасний стан та перспективи інтеграції інформаційних технологій в археології. Метою роботи є аналіз новітніх цифрових підходів – ГІС, дистанційного зондування, тривимірного моделювання та штучного інтелекту – і їхнього впровадження у практику археології.

Методологія базується на системному аналізі провідних публікацій та проєктів у галузі, порівнянні теоретичних джерел і реальних прикладів застосування. Проаналізовано новітні академічні публікації, звіти міжнародних проєктів і веб-ресурси галузі. Використано системний підхід: синтезовано дані з публікацій, проведено верифікацію фактів за первинними джерелами (рецензованими статтями, матеріалами конференцій, звітами COST-акцій) і узагальнено ключові тренди. При цьому особлива увага приділена критичному відбору прикладів із реальними результатами (завдяки активній підтримці проєкту MAIA та інших мереж з обміну знаннями).

Наукова новизна полягає в комплексному огляді найновіших тенденцій (від Лідару до алгоритмів машинного навчання) і критичному осмисленні їхнього взаємовпливу та обмежень у археологічних дослідженнях.

Основні результати свідчать про масове впровадження ГІС для просторового аналізу археологічного ландшафту, широке використання високоточних 3D-технологій (аерофотозйомка, фотограмметрія, LiDAR) для виявлення прихованих пам'яток, зростаюче застосування безпілотників і нейромереж для ідентифікації об'єктів, а також активне впровадження принципів FAIR для управління археологічними даними. Водночас ідентифіковано виклики: необхідність довгострокового збереження археоданих, етичні питання (конфідентційність місцезнаходжень, упередження у даних) та потребу відповідної підготовки фахівців.

Висновки підтверджують, що цифрова археологія формує нову парадигму: вона відкриває безпрецедентні можливості для відкриттів і аналізу, але вимагає міждисциплінарних підходів і жорсткого дотримання стандартів управління даними.

**Ключові слова:** інформаційні системи, цифрові технології, геоінформаційні системи (ГІС), LiDAR, безпілотні літальні апарати (БПЛА), штучний інтелект (ШІ), FAIR, дистанційне зондування

**Цитування:** Стівбуха, Р. (2026). Сучасний стан і перспективи використання інформаційних систем в археології. *Консенсус*, 1, 49–55. <https://doi.org/10.3110/consensus/2026-01/049-055>

**URL:** <https://www.konsensus.net.ua/index.php/konsensus/article/view/211>

---

\*аспірант Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, Ніжин, Україна. E-mail: [rostovbuha@ndu.edu.ua](mailto:rostovbuha@ndu.edu.ua). ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7955-9677>

**Постановка проблеми.** Цифрова революція докорінно змінює археологію: сучасні технології дозволяють аналізувати просторові дані та артефакти на абсолютно нових рівнях. Геоінформаційні системи (ГІС) стали базовим інструментом будь-якого археологічного проєкту з просторовими даними. Як показують огляди, ГІС широко застосовуються для картографії пам'яток, аналізу їх розподілу та планування польових досліджень – для просторового аналізу археологічного ландшафту<sup>1</sup>, широке використання високоточних 3D-технологій (аерофотозйомка, фотограмметрія, LiDAR) для виявлення прихованих пам'яток<sup>2</sup>, зростає застосування безпілотників і нейромереж для ідентифікації об'єктів<sup>3</sup>, а також активне впровадження принципів FAIR для управління археологічними даними<sup>4</sup>. Водночас ідентифіковано виклики: необхідність довгострокового збереження археоданих<sup>5</sup>, етичні питання (конфіденційність місцезнаходжень, упередження у даних)<sup>6</sup> та потребу відповідної підготовки фахівців. Поява відкритих геоданих і інтуїтивно зрозумілого програмного забезпечення сприяла тому, що методи просторової статистики та візуалізації стали звичайними у праці археологів. Водночас нові потреби стверджують необхідність формалізації методології і системного огляду джерел.

**Геоінформаційні системи (ГІС)** у археології використовуються для збору, зберігання та просторового аналізу даних про пам'ятки та поселення. Як відзначають дослідники, ще з 1980-х років ГІС стали «незамінним елементом будь-якого археологічного дослідження, що працює з просторовими даними»<sup>7</sup>. Сьогодні археологи використовують ГІС для створення карт пам'яток, моделювання минулих ландшафтів та прогнозування районів потенційних знахідок. Високочастотні дані, інтегровані в ГІС (зйомки ГІС, дистанційного зондування, польові GPS-координати), дають змогу з високою точністю аналізувати розподіл артефактів, топографію місцевості та вплив навколишніх умов. Зокрема, за допомогою ГІС моделюють зміни

<sup>1</sup> Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review | Journal of Computer Applications in Archaeology URL: <https://journal.caa-international.org/articles/10.5334/jcaa.104>

<sup>2</sup> Archaeology: the living past. The UNESCO Courier URL: <https://courier.unesco.org/en/articles/archaeology-living-past>

<sup>3</sup> A human-AI collaboration workflow for archaeological sites detection | Scientific Reports. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-36015-5>; An Open System for Collection and Automatic Recognition of Pottery through Neural Network Algorithms. URL: <https://www.mappalab.eu/wp-content/uploads/2022/02/heritage-04-00008-v2.pdf>

<sup>4</sup> Will It Ever Be FAIR? | Advances in Archaeological Practice | Cambridge Core. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-archaeological-practice/article/will-it-ever-be-fair/9073D28A74C2FE87E53B3C5A7437AC74>

<sup>5</sup> Digital Archaeological Data in the Wild West: the challenge of practising responsible digital data archiving and access in the United States. Nicholson et al. Internet Archaeology 58. URL: <https://intarch.ac.uk/journal/issue58/22/full-text.html>

<sup>6</sup> Debating AI in Archaeology: applications, implications, and ethical considerations. Tenzer, Pistilli, Brandsen and Shenfield. Internet Archaeology 67. URL: <https://intarch.ac.uk/journal/issue67/8/>

<sup>7</sup> Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review | Journal of Computer Applications in Archaeology URL: <https://journal.caa-international.org/articles/10.5334/jcaa.104>

ландшафту (урбанізація, ерозія) і планують розкопки там, де з найбільшою ймовірністю збереглися невідомі об'єкти.

**Аерофотозйомка і LiDAR.** Одним із найвпливовіших досягнень є застосування лазерного сканування LiDAR (Light Detection and Ranging). Він працює за принципом випромінювання мільйонів лазерних імпульсів і вимірювання часу їхнього повернення, що дозволяє створити надточну 3D-хмару точок земної поверхні. Основна перевага LiDAR – можливість «пробивати» рослинний покрив: хоча більшість імпульсів відбивається від крон дерев, достатня частка променів проникає крізь вегетацію і досягає ґрунту. За допомогою алгоритмічних фільтрів це дозволяє отримати рельєф місцевості – з усіма укріпленнями, терасами, земляними насипами тощо, що були приховані під лісом. Нещодавні дослідження показують, що за допомогою LiDAR можна виявити сотні раніше невідомих пам'яток – наприклад, масивне доісторичне поселення під джунглями Мексики або групи курсових споруд в Ірландії, не помітні на поверхні<sup>8</sup>. За висновками ЮНЕСКО, технологія LiDAR особливо цінна для досліджень укритих джунглями районів Центральної Америки та виявлення об'єктів під щільною рослинністю. Для археологів це суттєво полегшує знаходження захованих та розрахунок їхнього стану без проведення розкопок.

**Фотограмметрія та безпілотники.** Побутова фотограмметрія стала стандартом для документування артефактів та розкопок. Ця технологія дозволяє створювати 3D-моделі з фотографій предметів чи будівель з високою точністю. Аерофотозйомка з дронів (БПЛА) у поєднанні з фотограмметрією дозволяє оперативно моделювати великі території: із набору аерознімків будують ортофотоплани, цифрові моделі висот і високодеталізовані 3D-моделі цілих ділянок розкопок. Згідно з міжнародними оглядами, за останні роки спостерігається **стрімке зростання** застосування дронів – протягом 2019–2024 рр. кількість таких проектів зросла на понад 80%<sup>9</sup>. Дрони значно здешевлюють та пришвидшують документування ландшафтів (через дешевизну і портативність датчиків). Цей інструмент особливо корисний на важкодоступних об'єктах чи при обстеженнях у складних умовах.

**Тривимірне моделювання та 3D-репродукції.** Поєднання LiDAR і фотограмметрії з 3D-моделюванням відкриває нові горизонти. Археологи все частіше застосовують 3D-сканери та принтери для створення віртуальних копій артефактів і пам'яток. Як показує практика, такі 3D-репродукції можуть докорінно змінити археологічну методологію: оцифровані об'єкти стають доступними для аналізу, реставрації та відтворення без фізичного руйнування оригіналу<sup>10</sup>. Тривимірні моделі передаються колегам по всьому світу й використовуються в

<sup>8</sup> Archaeology: the living past. The UNESCO Courier URL: <https://courier.unesco.org/en/articles/archaeology-living-past>

<sup>9</sup> ISPRS-Archives – UAV-BASED PHOTOGRAMMETRY FOR ARCHAEOLOGICAL HERITAGE SITE SURVEY AND 3D MODELING OF THE SARDUS PATER TEMPLE (ITALY). URL: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLII-2-W17/45/2019/>

<sup>10</sup> Photogrammetry | Archaeological Services | Wessex Archaeology. URL: <https://www.wessexarch.co.uk/archaeological-services/photogrammetry>

освітніх та популяризаційних цілях. Завдяки широкому поширенню технологій 3D-документування сьогодні навіть місцева спільнота може проводити власний цифровий архів пам'яток.

**Штучний інтелект.** поступово стає невід'ємним інструментом у комплексі археологічних методів. Уже сьогодні з'являються приклади застосування алгоритмів машинного навчання для аналізу археологічних даних: від автоматичного виявлення потенційних об'єктів на супутникових знімках до розпізнавання фрагментів артефактів чи текстів. Наприклад, нещодавня розробка на основі семантичної сегментації демонструє ~80% точність у виявленні поселень за аналізом космічних знімків<sup>11</sup>. Це означає, що алгоритми ШІ успішно «підкреслюють» на мапі найімовірніші місця поховань або сховків за великої кількості даних. Інше застосування – ідентифікація кераміки та інших знахідок: проект ArchAIDE показав, що нейромережі можуть автоматично розпізнавати типи горщиків за фотографіями уламків<sup>12</sup>. Такі системи прискорюють і спрощують важку й рутинну роботу археолога з каталогізації матеріалу.

Варто також відзначити успіхи у цифровій епіграфії: наприклад, в 2024 році з допомогою ШІ вдалося розшифрувати 2000-річний опалений сувій з Помпеїв, що раніше вважався практично нерозбірливим<sup>13</sup>. Таким чином, сучасні методи глибинного навчання полегшують читання стародавніх рукописів і гравюр, даючи змогу відтворювати тексти, які десятиліттями були недоступні. Подібні досягнення спричинили створення міжнародних спільнот на кшталт «MAIA» (Managing AI in Archaeology), які координують дослідження і встановлюють етичні рамки для використання ШІ.

Проте масове впровадження штучного інтелекту породжує й виклики. Потрібна критична перевірка результатів – ШІ дає корисні підказки, але остаточне рішення мають приймати люди. За висновками дослідників, саме поєднання людського досвіду з алгоритмічним аналізом («спільна робота людини та ШІ») забезпечує найкращий результат<sup>14</sup>.

**Стандарти даних і довгострокове зберігання.** Швидкий розвиток цифрових технологій вимагає відповідного управління даними. Значну увагу в останні роки привертають принципи FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable): вважається, що цифрові архіви проектів мають бути відкритими і з багатими метаданими, забезпечувати глобальні ідентифікатори для знаходження ресурсів, використовувати стандартизовані формати і словники (наприклад, MIDAS Heritage

<sup>11</sup> A human-AI collaboration workflow for archaeological sites detection | Scientific Reports. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-36015-5>

<sup>12</sup> An Open System for Collection and Automatic Recognition of Pottery through Neural Network Algorithms URL: <https://www.mappalab.eu/wp-content/uploads/2022/02/heritage-04-00008-v2.pdf>

<sup>13</sup> Archaeology: the living past. The UNESCO Courier URL: <https://courier.unesco.org/en/articles/archaeology-living-past>

<sup>14</sup> A human-AI collaboration workflow for archaeological sites detection | Scientific Reports. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-36015-5>

для опису культурних ресурсів)<sup>15</sup>. Це забезпечує можливість повторних досліджень і інтеграції даних з різних проєктів. Водночас реальність показує, що археологи часто не зберігають масиви польових даних – виникає своєрідна «криза цифрового кураторства»<sup>16</sup>. Аналіз сучасних досліджень зафіксував: багато проєктів не мають належної політики архівації даних, через що цінна інформація може загинути. Наприклад, в США навіть попри вимоги законодавства, більшість археологів не систематично зберігають цифрові набори даних після завершення розкопок.

Ці проблеми пов'язані також з етичними аспектами: хто володіє цифровими репліками та картами (включаючи місцеві громади), як захищати чутливі дані (наприклад, точні координати сакральних об'єктів) та уникати упереджень у тренувальних вибірках ШІ<sup>17</sup>. Важливо розробити правила «відповідального діління даними», дотримуючись прозорості та інклюзивності.

**Освіта та підготовка фахівців.** Активне впровадження цифрових технологій потребує відповідної підготовки археологів. Багато університетів і дослідницьких центрів сьогодні впроваджують курси з геоінформатики, дистанційного зондування та цифрового моделювання. Поява спеціалізованих навчальних програм з ГС в археології, фотограмметрії і робототехніки означає, що нове покоління фахівців здобуває необхідні навички ще під час навчання. Крім того, розвиваються онлайн-платформи та спеціалізовані воркшопи (зокрема в рамках програм COST і CAA), що дозволяють практичним археологам підвищувати кваліфікацію в галузі ШІ та ГС. Таким чином, формуються стандарти освіти, які відповідають викликам цифрової епохи в археології.

**Висновки.** Проведений аналіз показує, що археологія входить у «золоту добу» цифрових технологій: впровадження ГС, LiDAR, дронів, фотограмметрії та ШІ докорінно перетворює методи роботи з пам'ятками. Ці інструменти забезпечують раніше неможливі відкриття – від виявлення прихованих мегаполітичних пам'яток до віртуального відтворення артефактів<sup>18</sup>. Разом із тим необхідно вирішувати супутні проблеми: забезпечити довгострокове зберігання даних і доступ до них, розв'язувати етичні питання використання цифрової інформації, стандартизувати методики збору й аналізу даних<sup>19</sup>. В якості наукової новизни роботи вказано інтегрований підхід:

---

<sup>15</sup> Will It Ever Be FAIR? | Advances in Archaeological Practice | Cambridge Core. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-archaeological-practice/article/will-it-ever-be-fair/9073D28A74C2FE87E53B3C5A7437AC74>

<sup>16</sup> Digital Archaeological Data in the Wild West: the challenge of practising responsible digital data archiving and access in the United States. Nicholson et al. Internet Archaeology 58. URL: <https://intarch.ac.uk/journal/issue58/22/full-text.html>

<sup>17</sup> Debating AI in Archaeology: applications, implications, and ethical considerations. Tenzer, Pistilli, Brandsen and Shenfield. Internet Archaeology 67. URL: <https://intarch.ac.uk/journal/issue67/8/>

<sup>18</sup> Archaeology: the living past. The UNESCO Courier URL: <https://courier.unesco.org/en/articles/archaeology-living-past>; A human-AI collaboration workflow for archaeological sites detection | Scientific Reports. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-36015-5>

<sup>19</sup> Will It Ever Be FAIR? | Advances in Archaeological Practice | Cambridge Core. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-archaeological-practice/article/will-it-ever-be-fair/9073D28A74C2FE87E53B3C5A7437AC74>

сукупна оцінка всіх тенденцій (від LiDAR до GIS+AI) дає цілісне бачення розвитку галузі, а не розрізнені факти. Отже, цифрова археологія пропонує безпрецедентний інструментарій і знання, які дозволяють глибше досліджувати минуле. Майбутнє дисципліни залежатиме від того, наскільки успішно наукова спільнота вбудує ці технології у загальні теорії та практику археологічного дослідження.

#### REFERENCES

- Bagnolo, V., & Paba, N. (2019). *UAV-based photogrammetry for archaeological heritage site survey and 3D modeling of the Sardus Pater Temple (Italy)*. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W17, 45–51. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W17-45-2019>
- Casini, L., Marchetti, N., Montanucci, A., Orrù, V., & Rocchetti, M. (2023). A human–AI collaboration workflow for archaeological sites detection. *Scientific Reports*, 13, 8699. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36015-5>
- Gualandi, M.L., Gattiglia, G., & Anichini, F. (2021). An open system for collection and automatic recognition of pottery through neural network algorithms. *Heritage*, 4 (1), 140–159. <https://doi.org/10.3390/heritage4010008>
- Menéndez-Marsh, F. et al. (2023). Geographic Information Systems in Archaeology: A Systematic Review. *Journal of Computer Applications in Archaeology*, 6 (1), 40–50.
- Milligan, M. (2024, April 25). Archaeologists reveal hundreds of ancient monuments using LiDAR. *HeritageDaily*. Retrieved from <https://www.heritedaily.com/2024/04/archaeologists-reveal-hundreds-of-ancient-monuments-using-lidar/151775>
- Nicholson, C., Fernandez, R., & Irwin, J. (2021). Digital archaeological data in the Wild West: the challenge of practising responsible digital data archiving and access in the United States. *Internet Archaeology*, 58. <https://doi.org/10.1141/ia.58.22>
- Nicholson, C., Kansa, S., Gupta, N., & Fernandez, R. (2023). Will it ever be FAIR? Making archaeological data findable, accessible, interoperable, and reusable. *Advances in Archaeological Practice*, 11 (1), 63–75. <https://doi.org/10.1017/aap.2022.40>
- Tenzer, M., Pistilli, G., Brandsen, A., & Shenfield, A. (2024). Debating AI in archaeology: applications, implications, and ethical considerations. *Internet Archaeology*, 67. <https://doi.org/10.1141/ia.67.8>
- UNESCO. (2025). Archaeology: the living past. *UNESCO Courier*, July–Sept 2025.
- European Space Agency. (2020). *Cultural Landscapes Scanner (CLS): Earth Observation and automated detection of subsoil undiscovered cultural heritage sites via AI approaches*. (Discovery Programme Phase B4). Retrieved from <https://activities.esa.int/4000132058>

Отримано 12.02.2026

Отримано в доопрацьованому вигляді 26.02.2026

Прийнято до друку 01.03.2026

Submitted 12.02.2026

Received in revised form 26.02.2026

Accepted for publication 01.03.2026

---

[fair/0073D28A74C2FE87E53B3C5A7437AC74](https://doi.org/10.1017/aap.2022.40); Digital Archaeological Data in the Wild West: the challenge of practising responsible digital data archiving and access in the United States. Nicholson et al. *Internet Archaeology* 58. URL:<https://intarch.ac.uk/journal/issue/58/22/full-text.html>