

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ФІКСАЦІЇ АРХЕОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

У статті пропонуються приклади фіксації археологічних об'єктів за допомогою геоінформаційних технологій. Розкриваються основні переваги застосування цих методів, напрацьовані у результаті кількарічної роботи співробітниками архітектурно-археологічної експедиції ІА НАН України на археологічних пам'ятках в умовах міста та польових досліджень. Запропоновано ефективний покроковий алгоритм фіксації із застосуванням найбільш доцільних методів.

Ключові слова: фіксація, археологічні ГІС, низьковисотна аерофотозйомка, геофізичні дослідження, моделювання, моніторинг.

Вступ. Напрацьовання алгоритмів фіксації археологічних об'єктів в умовах, коли здійснюються широкомасштабні роботи є нагальною необхідністю. Особливо, коли фіксація здійснюється різними спеціалістами, різними способами та у різний час. У такому випадку, розуміння кроків фіксації інших спеціалістів, вироблення спільних маркерів при фіксації та послідовності операцій є чинником успішного виконання поставленого завдання.

Постановка проблеми. Проведення археологічних досліджень в умовах сучасного міста спонукає до швидких темпів робіт і основним завданням при цьому є забезпечення якості та повноти фіксації об'єктів дослідження. З огляду на це максимально застосовуються можливості сучасних геоінформаційних технологій, низьковисотної аерофотозйомки та програмно-забезпечення, здатного реалістично та без похибок створити та аналізувати модель археологічних об'єктів, пам'яток тощо. Для удосконалення професійних навичок та освоєння нових можливостей у професії співробітники експе-

диції постійно ставлять перед собою завдання вивчення новітніх методик ведення досліджень, опановування сучасними технологіями. Об'єм знань у науці збільшується настільки стрімко, що якісні комплексні дослідження можливі лише за умови професійної командної роботи.

У процесі роботи архітектурно-археологічної експедиції (ААЕ) ІА НАН України на різних об'єктах у Києві протягом 2014—2017 рр. співробітники напрацьовали певний алгоритм послідовності фіксації, за яким, кожен учасник команди знає і розуміє специфіку роботи своїх колег і здійснює свою частину роботи таким чином, щоб у подальшому його результати можна було якісно поєднати з результатами роботи інших членів команди. Необхідна умова при цьому — створення єдиної системи координат для роботи різних спеціалістів, так званих спільних маркерів фіксації, для можливості поєднання результатів тахеометричної зйомки, низьковисотної аерофотозйомки, фотограмметрії, ручних креслень стратиграфій, перетинів, особливостей об'єктів тощо.

Основна перевага такого способу ведення фіксації полягає у тому, що при виконанні усіх основних кроків на кожному з етапів робота може бути завершена по-перше, уже в камеральних умовах, а не безпосередньо на місці. І, по-друге, доведення креслень, поєднання різних типів планів може бути здійснене іншим співробітником за умови знання ним алгоритму фіксації та володіння певними навичками.

Переваги використання геоінформаційних систем. Запропоновані авторами варіанти використання геоінформаційних технологій саме для фіксації об'єктів засновані виключно на власному досвіді і не претендують на єди-

но можливий або правильний підхід. З нашого боку, це лише спосіб запропонувати колегам зручний багатфункціональний інструмент для вирішення багатьох прикладних та дослідницьких завдань в археології. Цілком зрозуміло, що традиційні методи фіксації за допомогою оптичних геодезичних приладів, ручних креслень та фото фіксації не втрачають своєї актуальності і зберігають максимально можливу повноту та точність інформації.

Серед основних переваг, відзначених у процесі археологічних досліджень в умовах міста та польових робіт відзначимо такі: 1) точність у складних умовах фіксації; 2) універсальність системи координат для фіксації; 3) універсальний формат створених креслень об'єктів; 4) можливість реконструкції пам'ятки на основі об'єктів зафіксованих на кресленнях попередніх досліджень; 5) створення топографічної основи для подальших аналітичних досліджень; 6) поєднання в одній моделі різного типу інформації на основі зафіксованих об'єктів; 7) приєднання атрибутивних даних (бази даних) до зафіксованих об'єктів.

Точність у складних умовах фіксації. В умовах міста такими умовами можуть бути погано освітлені, з важким доступом частини будівель всередині яких є необхідність провести спостереження або шурфування. Будівельні котловани, глибина та контури яких швидко змінюються, впливаючи на площу археологічних досліджень. Великі будівельні майданчики площею більше 3 га на яких фіксація об'єктів здійснюється на багатьох ділянках будівництва одночасно (рис. 1: а). В польових умовах, це — сильно заліснені ділянки укріплень городищ, насипів курганів, площ пам'яток, значні відстані між типами пам'яток одного археологічного комплексу, які знаходяться на площі понад 100 га тощо. У таких випадках традиційна фіксація за допомогою оптичного нівеліра, рулетки та ручного креслення не просто ускладнена, а часто й неможлива. Проте, виконати такі завдання за допомогою тахеометричної фіксації цілком можливо. При цьому забезпечується якість і точність зйомки навіть на значних відстанях, пов'язуються в одну систему зафіксовані на різних ділянках об'єкти, заощаджується час роботи. Прикладом, який ілюструє незаперечну перевагу використання ГІС технологій у польових умовах в сильно залісненій місцевості і одночасно на значній території є роботи, проведені співробітниками ААЕ на території Шестовицького археологічного комплексу на Чернігівщині у 2017 р. (кер. експедиції — канд. іст. наук В. М. Скороход). Протягом дев'яти днів проводилася топографічна зйомка, що включила до свого складу територію городища, посада, шість курганних груп, розташованих на площі 97 га. Додатково було зафіксовано інфраструктуру, гідрографію для створення основи археологічної ГІС «Шес-

товицький археологічний комплекс» (рис. 1: б, в). (Скороход та ін. 2017а, Скороход та ін. 2017б).

Універсальність системи координат для фіксації. Створення єдиної системи координат для фіксації на об'єкті є одночасно перевагою і нагальною необхідністю. Саме завдяки виконанню цього кроку забезпечується можливість у подальшому поєднувати результати робіт різних спеціалістів. Окрім того, забезпечується непорушність координатної мережі та можливість її постійного доповнення (рис. 2: а). У переважній більшості випадків у роботі ААЕ опорна мережа реперів зйомки здійснюється тахеометристом відповідно до потреб дослідження і стає спільними маркерами, які використовуються при аерофотозйомці, фотограмметрії, дослідженнях спеціалістів з палеонології, антракології, антропології тощо, які фіксують результати своїх досліджень разом із найближчими до об'єкту реперами мережі. У подальшому ці результати поєднуються за спільними маркерами як растрові та векторні зображення у процесі створення археологічної геоінформаційної системи об'єкту, а інформація про деталі досліджень спеціалістів заноситься в атрибутивну таблицю даних, яка відповідає певним об'єктам.

Універсальний формат створених креслень об'єктів. Надзвичайно важлива і корисна функція в умовах сучасних можливостей обміну даними між різними фахівцями, які працюють разом з археологами. Використовуючи растрові та векторні формати даних які пропонує ГІС ви маєте можливість отримувати та ділитися результатами з інженерами, будівельниками, геофізиками, географами, ґрунтознавцями та іншими спеціалістами, які працюють разом з вами на пам'ятці. Загалом прагнення до універсалізації форматів даних та створення ресурсів відкритих даних, які можуть використовуватися у різних галузях є дуже корисним для археологів. З таких ресурсів ми можемо отримати інформацію щодо кадастрових номерів ділянок, висотні дані, сучасні адміністративні, ґрунтові, ландшафтні карти тощо (Публічна... 2018; ESRI... 2018; NASA... 2018).

Можливість реконструкції пам'ятки на основі об'єктів зафіксованих на кресленнях попередніх досліджень. Таку перевагу дослідники можуть реалізувати використовуючи на працювання колег, які проводили археологічні роботи на пам'ятці багато років тому, коли візуалізація реалістичної моделі та відтворення пам'ятки в об'ємі було ускладнене. За умови наявності детальних креслень та профілів об'єкту дослідник сьогодні може відтворити вигляд пам'ятки (городища, житла, кургану, святилища тощо), такою, якою вона була створена та функціонувала у давні часи. Прикладом такої реконструкції може бути складна структура об'єкту, розкопаного у 2004 р. експедицією під

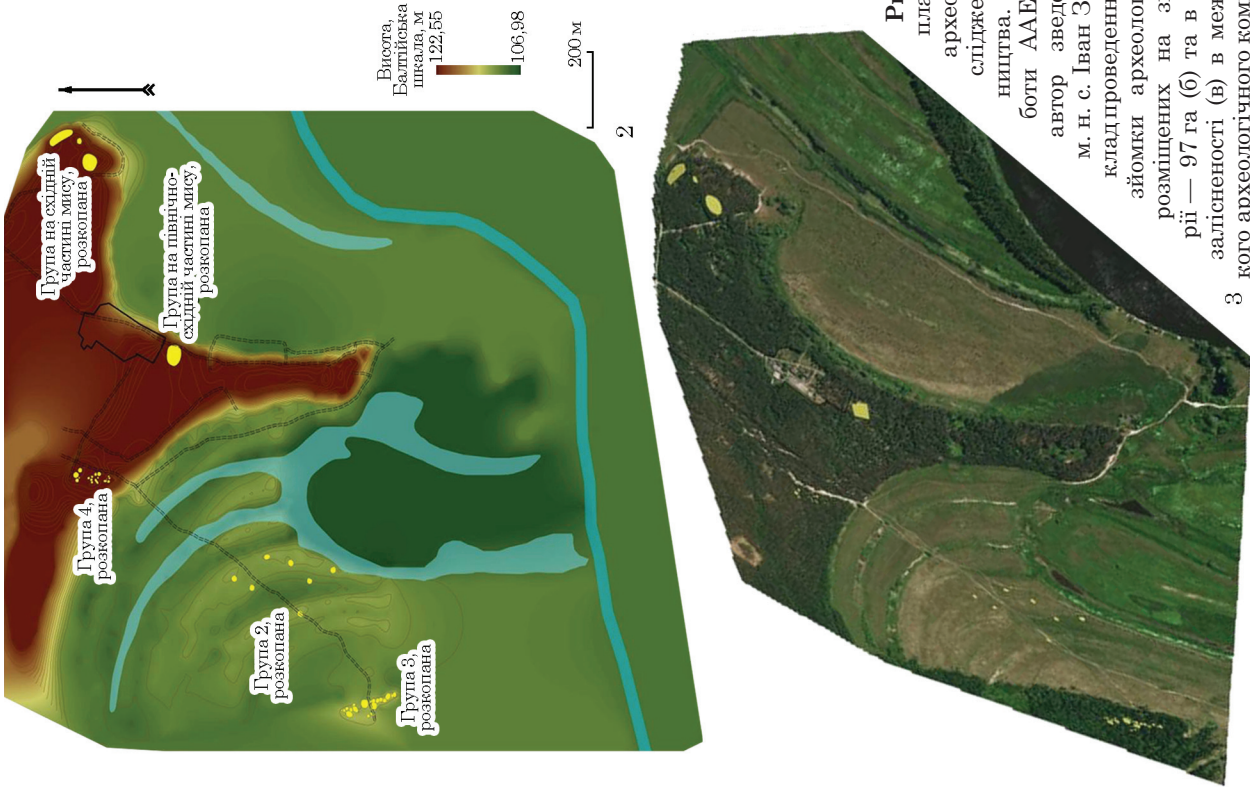


Рис. 1. Зведений план проведення археологічних досліджень у зоні будівництва. Феофанія, роботи ААЕ 2016—2017 р., автор зведеного плану — м. н. с. Іван Зоценко (а); приклад проведення топографічної зйомки археологічних об'єктів, розміщених на значній території — 97 га (б) та в умовах сильної залісненості (в) в межах Шестовицького археологічного комплексу



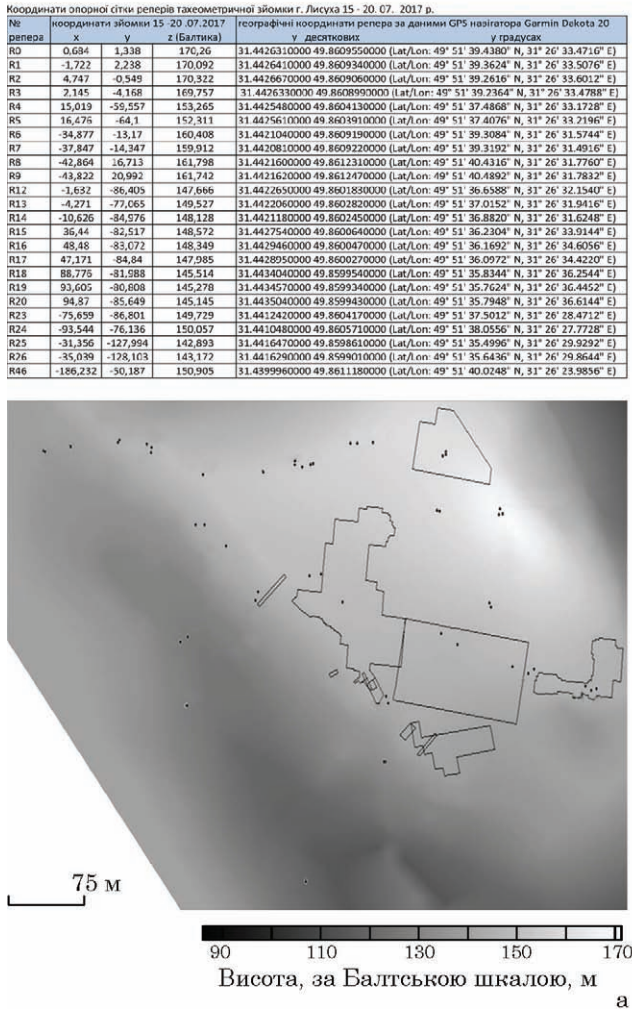
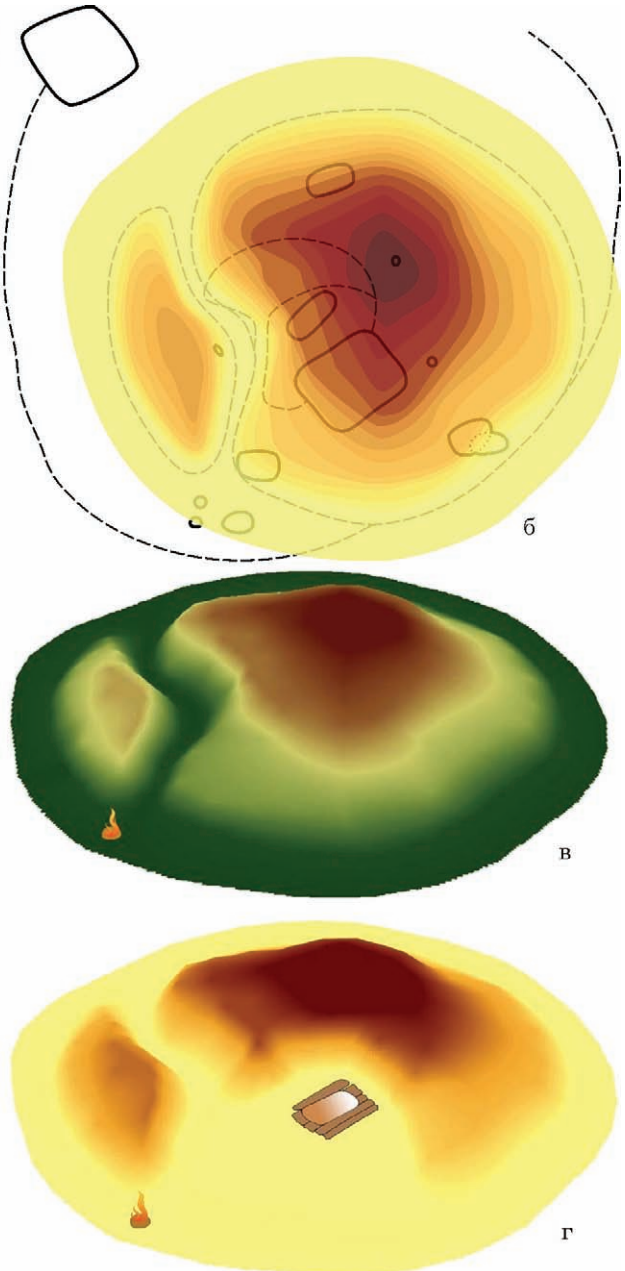


Рис. 2. Приклад створеної мережі реперів та координати для зйомки топографії городища Лисуха, Канівська археологічна експедиція (кер. — канд. іст. наук Ю. В. Болтрик), роботи ААЕ 2017 р. (а); реконструкція об'єкту на основі креслень попередніх років: план (б) та об'ємні реконструкції об'єкту (в, г)

керівництвом Ю. В. Болтрика у м. Кропивницький (тоді Кіровоград) (Болтрик, Ніколова 2004). Мова йде про споруду, що двічі змінювала своє призначення. Дослідники припускають, що спочатку вона існувала як святилище і мала дводольну структуру, а пізніше, над нею було насипано цілісний курган з багатьма похованнями. Завдяки дуже детальній фіксації, кресленням планів та багатьох профілів на кожному з етапів дослідження, створених канд. іст. наук С. М. Разумовим, пізніше з'явилася можливість реконструювати етапи функціонування цієї унікальної пам'ятки (рис. 2: б—г).

Створення топографічної основи для подальших аналітичних досліджень. Незамінна можливість для просторових археологічних досліджень. Незалежно від того, чи планує археолог проведення широкомасштабних робіт на пам'ятці, чи підготовку інформації для



взяття пам'ятки на облік органами охорони культурної спадщини (обміри, винос території пам'ятки та охоронної зони в натуру тощо), чи проведення шурфування — створення топографічної основи невід'ємна умова фахового підходу до проведення робіт. Якісно складений топографічний план є основою для поєднання результатів досліджень попередніх і подальших робіт, реконструкції реалістичної моделі пам'ятки, мікрорельєфу, джерелом точних вимірів конструкцій та особливостей пам'ятки та моніторингу її сучасного стану.

Прикладом, який поєднує усі перераховані вище обставини є результат робіт, проведених співробітниками ААЕ у липні 2017 р. на городищі Лисуха, у Канівському Подніпр'ї. Перед геодезистами стояло завдання не лише створити топографічний план городища, а й поєднати результати фіксації об'єктів, досліджених у

різні роки різними дослідниками. Особливістю фіксації на цій пам'ятці є помітно пошкоджений рельєф пам'ятки, який був істотно знищений під час будівництва Канівського водосховища. Фіксація сучасного стану пам'ятки, яка продовжує знаходитись у зоні активного антропогенного впливу нагально необхідна для проведення рятівних досліджень (рис. 3: а) (Манігда, Пробийголова, Очеретний 2017, с. 293—300).

Поєднання в одній моделі різного типу інформації на основі зафіксованих об'єктів. Після того, як усі попередні кроки фіксації інформації на пам'ятці уже здійснені усією командою фахівців, постає необхідність поєднання результатів їхніх досліджень. Інструменти ГІС надають досліднику таку можливість у повній мірі, дозволяючи створити реалістичну модель, яка аналізує об'єкт / пам'ятку з різних сторін. Глибина аналізу при цьому обмежена лише сумою знань, отриманих дослідниками при вивченні пам'ятки (рис. 3: б). Найчастіше, основу археологічних ГІС становлять такі векторні, растрові та табличні шари інформації: мережа реперів, картографічні основи, геодезична мережа точки GPS фіксації, ізолінії, гідрографія, інфраструктура, фотограмметричні плани, моделі (результати низьковисотної аерофотозйомки та ручної фотозйомки), модель рельєфу, графічні плани, геофізичні поверхні, аналітичні поверхні (результати дослідження ґрунтів, палінології тощо), атрибутивні дані пов'язані з розташуванням індивідуальних знахідок, археозоологією, археоантропологією тощо.

У процесі роботи ААЕ на різних об'єктах участь запрошених фахівців у суміжних галузях визначається доцільністю їхньої роботи у дослідженні кожного конкретного об'єкту. При широкомасштабних планових польових роботах ми намагаємося залучити до дослідження якомога більшу кількість спеціалістів, які розкриють життя давнього населення у повній мірі.

В умовах міста для фіксації об'єктів різного ступеню дослідження ми найчастіше використовуємо обов'язковий алгоритм фіксації, який складається переважно з тахеометричної зйомки, низьковисотної аерофотозйомки, ручної фотозйомки, ручних креслень (за необхідності), археоботанічних, археозоологічних, археоантропологічних та антракологічних досліджень (за необхідності).

Окрім тахеометричної фіксації, іншим обов'язковим елементом фіксації об'єктів є низьковисотна аерофотозйомка, яка супроводжує усі без винятку дослідження, які ведуться ААЕ. На сьогоднішній день фахівці експедиції активно застосовують квадрокоптери DJI для отримання високоякісних аерофотознімків для вирішення широкого кола наукових завдань в рамках археологічних досліджень (Гнера 2017а, с. 52—60). Спираючись на отриману практику

використання квадрокоптера DJI Phantom 3 Professional (*DJI Phantom 3 Professional* 2018), сформувався завдання, що виконуються під час аерофотозйомки:

- оперативна аерофотозйомка великих і малих площ;
- проведення планової та перспективної аерофотозйомки;
- фото і відео обліт навколо об'єкта, території (360°), запис популяризаційних відео сюжетів;
- створення за допомогою програмного забезпечення ортофотопокриття території;
- формування ортофотоплану (фотографічний план місцевості на точній геодезичній основі);
- аерофотознімки — основа для археологічної та охоронної документації.

Аерофотозйомка стає першочерговим засобом дистанційних досліджень та необхідним інструментом просторового аналізу археологічної інформації. Аерофотозйомка, за допомогою квадрокоптера, використовується протягом усіх етапів ведення археологічного дослідження: на початку вона значно прискорює процес обстеження археологічного об'єкту; в ході дослідження допомагає у визначенні структури та плануванні подальших розкопок; на фінальній стадії археологічного вивчення виконується аерофотограмметрична зйомка для побудови цифрових моделей об'єкту та його елементів. Знімки з повітря доповнюються знімками та вимірюваннями з землі, що дає комплексне уявлення про вигляд і структуру пам'ятки. До того ж, у процесі археологічного дослідження завдяки аерофотозйомці постійно фіксується сам об'єкт та його стадії дослідження, що значно підсилює інформаційну складову польової документації.

Польова аерофотозйомка заснована на послідовності, яка може бути виражена в такий спосіб: спостереження → інтерпретація → вимір → запис → аналіз. Низьковисотна аерофотозйомка, це — оперативна аерофотозйомка великих і малих площ. Зйомка проводиться з малих висот 5—20 м, де фіксуються елементи об'єкту з дрібними деталями. Наступні знімки виконуються з висоти 20—100 м, де охоплюється, у більшості випадків, вся площа дослідження (розкопу), завдяки чому отримуємо можливість для аналізу об'єкта в цілому (Гнера 2015, с. 247—255). На кінцевому етапі зйомки знімки робляться з максимально можливих висот (для різних моделей квадрокоптерів властива різна максимальна висота, також висота залежить від польотних умов розташування археологічного об'єкту) 100—500 м, де є можливість побачити весь об'єкт з середовищем яке його оточує та ландшафтом.

За допомогою регулярної низьковисотної аерофотозйомки пам'ятки, здійснюється постійний моніторинг її стану. Крім того аерофотозйомка проводиться в двох режимах — плановому (ор-

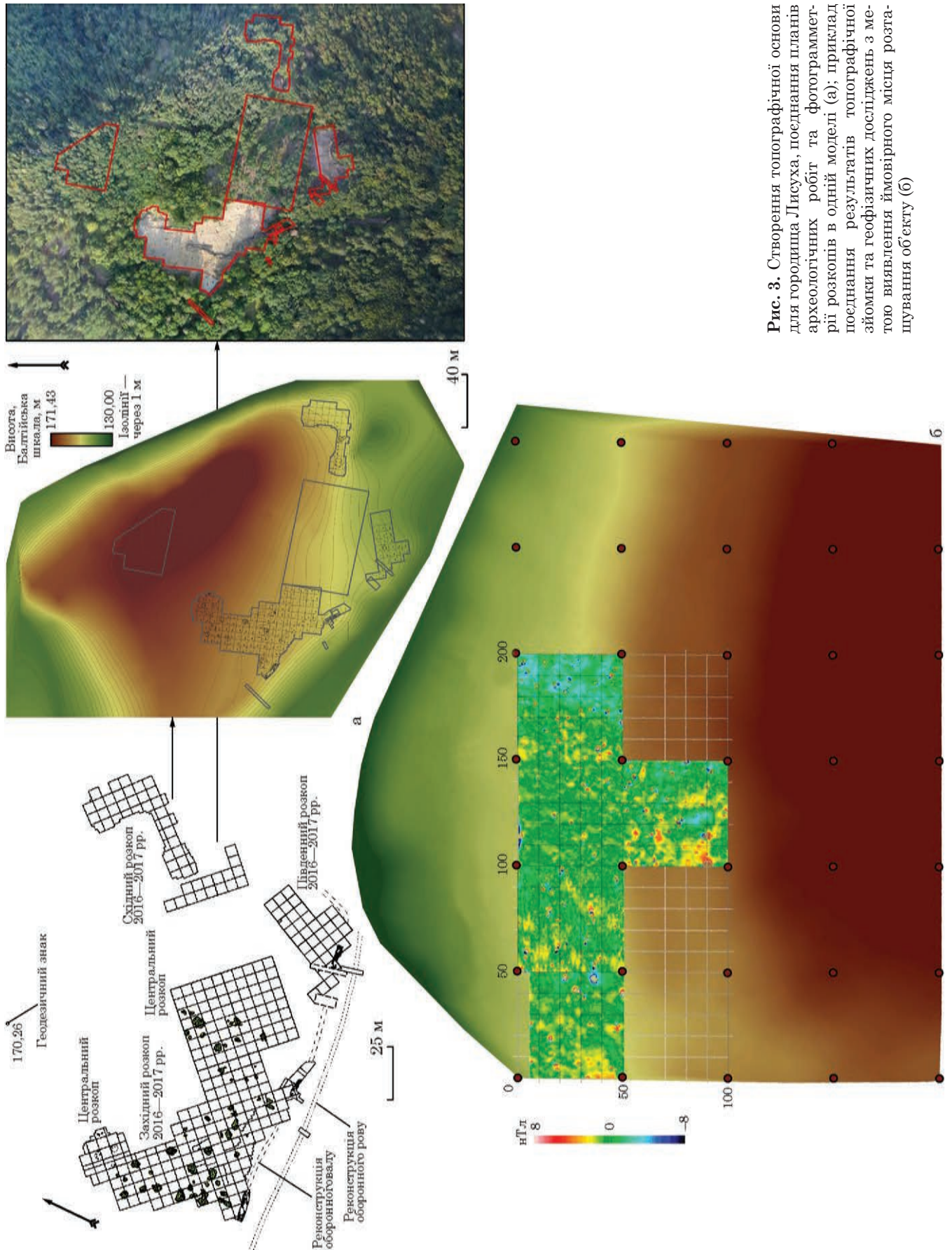


Рис. 3. Створення топографічної основи для городища Лисуха, поєднання планів археологічних робіт та фотограмметрії розкопів в одній моделі (а); приклад поєднання результатів топографічної зйомки та геофізичних досліджень з метою виявлення ймовірного місця розташування об'єкту (б)



Рис. 4. Плановий вигляд аерофотознімків. Поштова площа, м. Київ

тогональна проекція) та перспективному (аксонометрична проекція). При плановому режимі знімки робляться вертикально вниз з постійної заданої висоти, забезпечуючи рівномірне покриття території, над якою проходить польотний маршрут (рис. 4). Перспективний режим дозволяє фіксувати загальні види об'єктів, що знімаються, в тому числі панорамні, здійснюючи обліт по певній траєкторії зі зміною висоти та віддаленням.

Така аерофотозйомка особливо корисна для досліджень пам'яток, як невеликих за розміром, так і для цілих комплексів, що займають значну площу. Аерофотозйомка дозволяє отримати високоякісне зображення пам'ятки під різними кутами, а також зафіксувати елементи архітектурно-археологічних об'єктів, важкодоступних для традиційної наземної зйомки (напр., верхніх частин фасадів). Для більш показового представлення пам'ятки виконується фото і відео обліт навколо об'єкта, території (360°) (рис. 5: а).

Застосування аерофото- та відеозйомки є прогресивним напрямком у популяризації культурної спадщини та демонстрації: пам'яток археології (поселення, городища, оборонні споруди, могилиники, некрополі та ін.); пам'яток архітектури та містобудування (житлові та господарські будівлі, об'єкти інфраструктури, історична забудова вулиць та ін.). До того ж, створення ситуативної візуалізації давнього городища, зруйнованих об'єктів архітектури на аерофотознімках мають перспективу використання у науковій, музейній, пам'яткоохороній

роботі. А також значний потенціал міститься у використанні їх як інструменту реклами власної історії на прикладі сферичних панорам об'єктів культурної спадщини.

Результатом проведення різнопланових аерофотознімків є виконання ортофотопланів та моделей об'єктів дослідження — фотограмметричні дослідження. Аерофотозйомка для них виконується за спеціальним маршрутом польоту та на заданій висоті (в залежності від роздільної здатності фотоплану та площі зйомки висота змінюється) (рис. 5: б). Кількість фотографій для побудови одного фотографічного плану залежить від площі ділянки або об'єкту та становить від 200 до 2000 знімків. Для такої аерофотозйомки застосовується спосіб накладання кадрів, що становить 80 і 60 % по горизонталі та вертикалі. Для цієї методики однакові ділянки поверхні фігурують одночасно на декількох кадрах і при подальших діях збіги характерних ознак склеюються, утворюючи єдине ортофотопокриття (Жуковский 2015, с. 69—80). Подібна методика застосовується фахівцями і для створення фотограмметричних зображень, зроблених ручним способом.

Обробка знімків проводиться з використанням програмного забезпечення, вибір якого залежить від уподобань дослідника. Після закінчення обробки аерофотознімків отримуємо ортофотопокриття території (об'єкту) — візуальну 3D-модель для перегляду і розміщення на сайті. Текстуру поверхні можна підкласти під різні CAD продукти і окреслити будь-яку ділянку.



Рис. 5. Панорама, археологічний комплекс «Межигір'я», Київська обл. (а); схема створення ортофотоплану об'єкту, поселення X—XIII ст. Феофанія 1, м. Київ (б)

Завдяки різному програмному забезпеченню ми маємо можливість створювати ортофотоплан — ректифікований фотографічний план місцевості на точній геодезичній основі. Для забезпечення географічної прив'язки знімків в програмі обробки, використовуються закріплені на місцевості наземні контрольні точки (в залежності від висоти зйомки розміри контрольних точок становлять від 0,1 до 1 м), координати яких визначені геодезичними методами.

У ході археологічного дослідження корисно застосовувати ортофотоплан, що показує не тільки розташування архітектурних, інженерних та природних об'єктів (рис. 6), а й основні

фіксовані видові перспективи, сектори та точки огляду зйомки (рис. 7). Створення ортофотопланів археологічних об'єктів за сучасними аерофотознімками, дозволяє оперативно виявляти зміни на території пам'ятки. До того ж більшість археологічних пам'яток мають застарілу облікову документацію, яка ґрунтується на мінімумі інформації. Знімки з квадрокоптера дають нам змогу детально зафіксувати сучасний стан (вигляд) і площу, як відомої пам'ятки (об'єкту), так і щойно виявленої. Таким чином новітні паспорти можуть покласти початок нової, більш сучасної інформаційної системи для спрощення реєстрації, а надалі — охорони археологічної пам'ятки (Гнера 2017, с. 244—247).

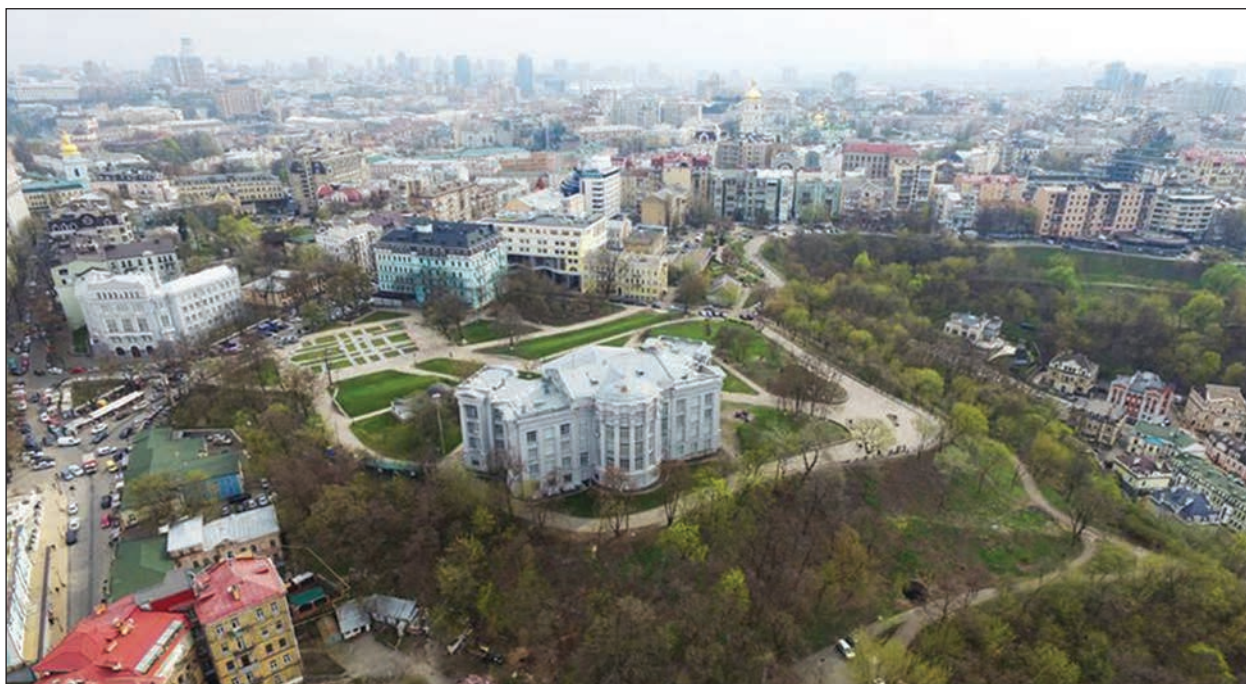


Рис. 6. Аерофотознімок. Археологічний комплекс «Старокиївська гора», м. Київ



Рис. 7. Сектор зйомки і точка огляду камери. Археологічний комплекс «Старокиївська гора», м. Київ

Ведення щорічних ортофотопланів є неодмінною умовою при виконанні аеромоніторингу в місті. За відсутності таких планів неможливий об'єктивний і наочний облік мінливого стану історичного та культурного середовища. Такі плани повинні вестися регулярно і перебувати в постійній роботі по уточненню ситуації.

Результати аерофотозйомки, отримані у процесі досліджень містять велику користь для дослідницької роботи на пам'ятках археології. Фотознімки з висоти пташиного польоту дозволяють оперативно визначити розташування найбільш інформативних об'єктів, дослідження яких необхідне для датування та культурно-історичної ідентифікації пам'ятки. Також зберігається максимум інформації у вигляді цифрової моделі пам'ятки про об'єкти, які будуть знищені у процесі дослідження. Такі знімки можна використовувати для візуалізації існуючих та зруйнованих об'єктів на певній території у контексті сучасної міської забудови. Крім того, аерофотозйомка — єдиний ефективний засіб вивчення історичних та археологічних об'єктів, які не можуть бути досліджені традиційними методами, зокрема, пам'ятки архітектури, історії тощо.

Відповідно, аерофотозйомка стає показовим ілюстративним матеріалом для подальших досліджень у новому форматі: вивчення пам'ятки дистанційно; збереження існуючих та зруйнованих об'єктів культурної спадщини у зображеннях (як окремо, так і з оточуючим середовищем); віртуальної музеєфікації тощо (Гнера 2016, с. 208—217).

Іншим, дуже інформативним джерелом для доповнення археологічної моделі досліджуваної пам'ятки є геомагнітні дослідження. На сьогоднішній день, важливість їхнього застосування важко переоцінити. Однією з основних переваг для археології є те, що це неінвазивний метод фіксації, який дозволяє отримати достовірну інформацію про наявність, структуру, розміри об'єкту до початку його дослідження. Поєднання результатів геомагнітних досліджень з іншими типами аналітичних поверхонь може надати додаткові уточнення, відповіді на питання про наявність об'єкту для дослідження як такого. Прикладом таких досліджень можуть бути роботи, проведені співробітниками ААЕ у 2013 р. на Войцехівському могильнику епохи бронзи спільно з висококваліфікованим фахівцем, канд. геогр. наук К. М. Бондар. Керівник експедиції (ФАЕ) — канд. іст. наук С. Д. Лисенко. Перед геодезистом стояло завдання спробувати реконструювати мікротопографію схилу розораного плато, на якому знаходився курганний могильник з метою оцінки ймовірності знаходження курганів на схилі плато. На момент проведення топозйомки насипи курганів візуально не простежувались. Для створення регулярної мережі зйомки ділянку плато площею 6 га (200x300 м) було

розбито на квадрати зі стороною 50 м і в межах кожного квадрату топозйомка проводилася зі щільністю 100 точок на квадрат. Паралельно у межах створеної системи квадратів працювала К. М. Бондар з командою, якій вдалося відзняти 4 квадрати 50 × 50 м (1 га). Зйомка проводилася у русі в автоматичному режимі. Для кожної ділянки були розраховані значення повної магнітної індукції та грід нормального поля. Поєднання результатів мікротопографії та виявлення можливих аномалій дозволило визначити місця ймовірного розташування у цих координатах поховальних пам'яток (рис. 8: а) (Манігда 2013, с. 35—37).

Приєднання атрибутивних даних (бази даних) до зафіксованих об'єктів. У процесі фіксації дослідники мають справу не лише зі створенням графічних планів, перетинів об'єктів, стратиграфічними розрізами, а й з інформацією, яка пов'язана з рухомими знахідками. Результати вивчення цих артефактів містяться у вигляді текстових / табличних звітів, які подаються дослідниками. Отримані результати є неодмінною складовою характеристики об'єкту і вбудовуються у ГІС модель пам'ятки у вигляді атрибутивних таблиць, приєднаних до конкретного об'єкту, горизонту, розрізу тощо. Такі атрибутивні таблиці можуть містити інформацію будь-якого характеру. Найчастіше в археологічних дослідженнях це результати археозоологічних, археоантропологічних, археоботанічних, антракологічних та ін. звітів (рис. 8: б). На сьогоднішній день співробітниками ААЕ розробляється реляційна база даних (автор — О. Манігда), основною функцією якої є облік та зберігання інформації про усі рухомі знахідки з об'єктів на яких ведуться археологічні дослідження співробітниками ААЕ. Основною перевагою приєднання атрибутивних таблиць до ГІС є можливість створення аналітичних поверхонь у результаті аналізу рухомих артефактів та рельєфу (щільність, напрямок розповсюдження, хронологія ознак / явищ / тенденцій / артефактів тощо; визначення об'єму виїмок та насипів ґрунту для усвідомлення трудозатрати у виробничих процесах тощо). Глибина аналізу у цьому випадку обмежена лише інформацією отриманою у результаті дослідження.

Кілька думок наостанок. Археологія належить до тих наук, яка вивчає свій предмет способом його знищення. І чим ретельніше досліджує тим більший ступінь знищення. Це — незворотній процес. І ретельна, докладна, якісна фіксація предмету у процесі дослідження — єдиний можливий доказ існування пам'ятки матеріальної культури у минулому. Фіксація — це наша система доказів, наші аргументи на користь певних гіпотез, наші свідчення про спосіб існування давніх суспільств. Ми зобов'язані створювати свою систему доказів таким чином, щоб будь-який фахівець,

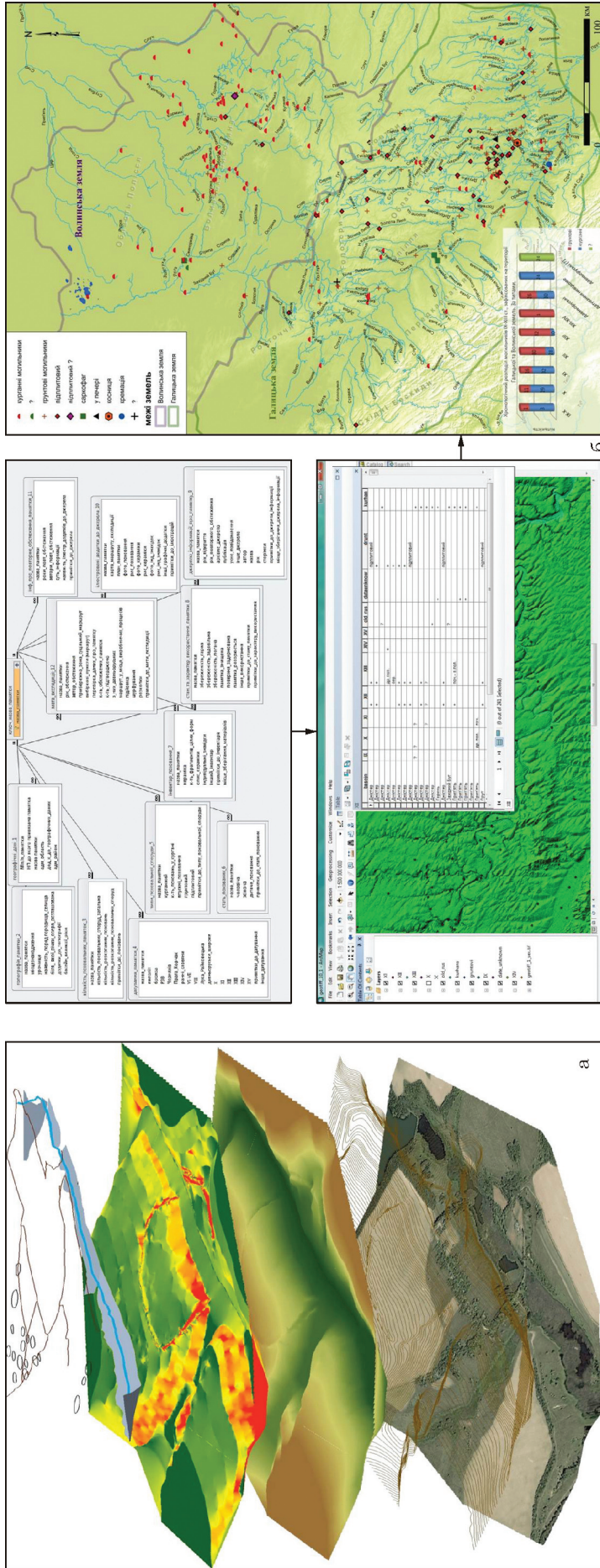


Рис. 8. Модель археологічної ГІС «Пастирське городище» (а); приєднання інформації з бази даних до агритуївних таблиць моделі ГІС та створення на основі цієї інформації аналітичних поверхонь (б)

який володіє певною сумою знань про предмет нашого дослідження міг скористатися нею, як правдивою основою для створення своїх власних розробок А за необхідності, міг повторити або продовжити наші дослідження скориставшись створеною нами системою доказів. Особливою місією археології сьогодення є максимальне збереження пам'яток археології як найбільшого національного надбання для наступних поколінь. І у цій справі вивчення пам'яток неінвазивними методами, створення реалістичних моделей та постійний моніторинг і облік пам'яток, програма загальнонаціональної паспортизації має стати основним завданням і напрямком розвитку археологічної науки в Україні.

СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

Аерофотозйомка низьковисотна — дистанційний метод вивчення земної поверхні шляхом фотографування в різних областях оптичного спектра. Здійснюється за допомогою безпілотних літальних апаратів (дронів) та виконує завдання недоступні для знімків з літака або супутника.

Геоінформаційна система (ГІС) — сучасна комп'ютерна технологія, що дозволяє поєднати модель зображення території (відображення карт, космо-, аерофото зображень земної поверхні) з інформацією табличного типу (статистичні дані, ознаки, показники тощо). Система, що забезпечує можливість використання, збереження, редагування, аналізу та відображення створених дослідником даних.

Археологічна ГІС — ГІС направлена на аналіз розподілу археологічних даних у просторі, для вивчення історичних закономірностей розташування та функціонування археологічних об'єктів.

Геомагнітні дослідження — група геофізичних методів дослідження геологічної будови земної кори, що базуються на вивченні магнітного поля Землі. Полягає у виявленні й вивченні магнітних аномалій, які виникають внаслідок неоднакового намагнічення різних ґрунтів, порід, предметів.

Векторний формат даних — формат графічних файлів основними властивостями яких є такі: 1) розмір файлу, не залежить від реальної величини об'єкта, що дозволяє, використовуючи мінімальну кількість інформації, описати достатньо великий об'єкт файлом мінімального розміру; 2) параметри об'єктів зберігаються і можуть бути легко змінені. Також це означає, що переміщення, масштабування, обертання та інше, не погіршує якості малюнка; 3) при збільшенні або зменшенні об'єктів товщина ліній може бути задана постійною величиною, незалежно від реальної контуру.

Растровий формат даних — формат графічних даних, який являє собою сітку (растр), зазвичай прямокутну, пікселів відображених на різних носіях інформації.

Тахеометрична зйомка — тип топографічної зйомки за допомогою тахеометра, яка полягає в одночасному обчисленні трьох координат точки на місцевості (x , y — площа, z — висота), тобто в обчисленні напрямку, відстані та перевищення значення. Застосовується для створення докладних планів

мікротопографії, а також у поєднанні з іншими видами робіт (аерофотозйомкою, фотограмметриєю тощо).

Фотограмметричне зображення — зображення отримане шляхом поєднання явищ, форми й положення різних предметів у просторі. Об'єкти та їх розміри фіксуються шляхом вимірювань їх фотографічного зображення.

ЛІТЕРАТУРА

Болтрик, Ю. В., Ніколова, А. В. 2004. *Отчет об охранных исследованиях Сугуклейского кургана эпохи ранней — средней бронзы в городе Кировограде в 2004 г.* НА ІА НАНУ, ф. 64, 2004/111.

Гнера, В. А. 2015. Моніторинг законсервованих фундаментів Десятинної церкви за допомогою аерофотозйомки. *Opus Mixtum*, 3, с. 247-255.

Гнера, В. А. 2016. Музеефікація пам'яток археології у міському середовищі. *Opus Mixtum*, 4, с. 208-217.

Гнера, В. А. 2017а. Аеромоніторинг пам'яток Старокиївської гори, «Град Володимира» 2014—2017 рр. *Opus Mixtum*, 5, с. 244-247.

Гнера, В. А. 2017б. Археологічна аерофотозйомка за допомогою квадрокоптерів DJI Phantom (порівняльний аналіз). *Питання історії і науки*, 4, с. 52-60.

Жуковский, М. О. 2015. Использование мультироторных БПЛА и фотограмметрических технологий обработки аэрофотосъемки в современных археологических исследованиях. *Виртуальная археология (эффективность методов): материалы Второй Международной конференции, состоявшейся 1—3 июня 2015 года в Государственном Эрмитаже*, с. 69-80.

Манігда, О. В., Пробийголова, О. С., Очеретний, С. В. 2018. Досвід топографічної зйомки городища на горі лисуха. Обміри та аналіз сучасного стану пам'ятки. Реконструкція природного рельєфу. *Археологія і давня історія України*, 1 (26): Археологічна географія, с. 293-300.

Манігда, О. В. 2013. Топографічна зйомка території в зоні Войцехівського археологічного комплексу (ВАК). Виявлення імовірних археологічних об'єктів. Приложение І.4. В: Лысенко, С. Д., Лысенко, С. С., Ключко, В. И. *Отчет о работах Фастовской археологической экспедиции в 2013 году*. НА ІА НАНУ, ф. 64, 2013/б. н., с. 35-37.

Публічна кадастрова карта України. Режим доступу: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> (дата звернення: 19.03.2018).

Скороход, В., Манігда, О., Зоценко, І., Степаненко, С. 2017а. У друці. Топографічна зйомка городища, посаду та подолу в ур. Коровель біля с. Шестовиця (обстеження, обміри та аналіз сучасного стану пам'ятки). *Археологічні дослідження в Україні 2017 р.*, в друці.

Скороход, В., Манігда, О., Зоценко, І., Степаненко, С. 2017б. Топографічна зйомка курганних груп Шестовицького некрополя (обстеження, обміри та аналіз сучасного стану пам'ятки). *Археологічні дослідження в Україні 2017 р.*, в друці.

DJI Phantom 3 Professional. Режим доступу: <http://www.dji.com/product/phantom-3-pro> (дата звернення: 19.03.2018).

ESRI open source data. Режим доступу: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline/arcgis-open-data> (дата звернення: 19.03.2018).

NASA SRTM. Режим доступу: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducts.html> (дата звернення: 19.03.2018).

REFERENCES

- Boltrik, Yu. V., Nikolova, A. V. 2004. *Otchet ob ohrannyh issledovaniyah Sugokleyskogo kurgana epohi rannej — srednej bronzy v gorode Kirovohrade v 2004 g.* NA IA NANU, f. 64, 2004/111.
- Hnera, V. A. 2015. Monitorynh zakonservovanykh fundamentiv Desiatynnoi tserkvy za dopomohoiu aerofotoziomky. *Opus Mixtum*, 3, s. 247-255.
- Hnera, V. A. 2016. Muzeifikatsiia pam'iatok arkheolohii u miskomu seredovyshchi. *Opus Mixtum*, 4, s. 208-217.
- Hnera, V. A. 2017a. Aeromonitornyh pam'iatok Starokyivskoi hory, «Hrad Volodymyra» 2014—2017 rr. *Opus Mixtum*, 5, s. 244-247.
- Hnera, V. A. 2017b. Arkheolohichna aerofotoziomka za dopomohoiu kvadrokopteriv DJI Phantom (porivnialnyi analiz). *Pytannia istorii i nauky*, 4, s. 52-60.
- Zhukovskij, M. O. 2015. Ispol'zovanie mul'tirotnykh BPLA i fotogrammetricheskikh tehnologij obrabotki aerofotosemki v sovremennyh arheologicheskikh issledovaniyah. *Virtual'naya arheologiya (effektivnost' metodov): materialy Vtoroj Mezhdunarodnoj konferenczii, sostoyavshejsya 1—3 iyunya 2015 goda v Gosudarstvennom Ermitazhe*, s. 69-80.
- Manihda, O. V., Probyholova, O. S., Ocheretnyi, S. V. 2018. Dosvid topografichnoi ziomky horodyshcha na hori lysukha. Obmiry ta analiz suchasnoho stanu pamiatky. Rekonstruktsiia pryrodnoho reliefu. *Arkheolohiia i davnia istoriia Ukrainy*, 1 (26): Arkheolohichna heohrafiia, s. 293-300.
- Manihda, O. V. 2013. Topografichna ziomka terytorii v zoni Voitsekhivskoho arkheolohichnoho kompleksu (VAK). Vyavleniia imovirnykh arkheolohichnykh ob'ektiv. Prylozhenie I.4. In: Lysenko, S. D., Lysenko, S. S., Klochko, V. Y. *Otchet o rabotakh Fastovskoi arkheolohicheskoy ekspeditsiyi v 2013 godu.* NA IA NANU, f. 64, 2013/b. n., s. 35-37.
- Publichna kadastrova karta Ukrainy. Access mode: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> (Date: 19.03.2018).
- Skorokhod, V., Manihda, O., Zotsenko, I., Stepanenko, S. 2017a. Topografichna ziomka horodyshcha, posadu ta podolu v ur. Korovel bilia s. Shestovytsia (obstezhennia, obmiry ta analiz suchasnoho stanu pamiatky). *Arkheolohichni doslidzhennia v Ukraini 2017 r.* Kyiv: IA NANU, v druzhi.
- Skorokhod, V., Manihda, O., Zotsenko, I., Stepanenko, S. 2017b. Topografichna ziomka kurhannykh hrup Shestovyt'skoho nekropolia (obstezhennia, obmiry ta analiz suchasnoho stanu pamiatky). *Arkheolohichni doslidzhennia v Ukraini 2017 r.*, v druzhi.
- DJI Phantom 3 Professional. Access mode: <http://www.dji.com/product/phantom-3-pro> (Date: 19.03.2018).
- ESRI open source data. Access mode: <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgisonline/arcgis-open-data> (Date: 19.03.2018).
- NASA SRTM. Access mode: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/cbanddataproducts.html> (Date: 19.03.2018).

O. V. Manihda, V. A. Hnera

PREFERENCES OF USING GEOINFORMATION SYSTEMS FOR FIXATION ON ARCHAEOLOGICAL OBJECTS

The paper proposes examples of archaeological objects fixing using Geoinformation system (GIS) as an effective computer-supported system used for a digital visualization and analysis of geographic features and events happening on them. The main preference of using these methods is disclosed due to elaborations of specialists worked in Architectural-archaeological expedition of Archaeology Institute of NASU for several years. There is an experience gained in field and urban space.

According to this thesis main preferences that is noticed by authors are: 1) an accuracy of fixing in a difficult conditions; 2) multipurpose and flexibility of coordinate system; 3) a unique format of different file types; 4) an opportunity of object reconstruction based on earlier drawing; 5) creation a topography ground (basic plan) for future excavations; 6) combining in one GIS model different types of information that is appropriate to an archaeological object; 7) join the attribute tables of database related to archaeological objects fixed during the excavation in GIS formats.

An effective algorithm of object fixing is proposed by using the most basic methods of GIS.

Keywords: fixing, archaeological GIS, drones aerial photography, remote sensing, modeling, monitoring.

Одержано 5.05.2018

ГНЕРА Володимир Анатолійович, кандидат історичних наук, науковий співробітник відділу археології Києва, Інститут археології НАН України, вул. Володимирська, 3, Київ, 01001, Україна, soiskatel@ex.ua.
HNERA Volodymyr A., PhD, Research Fellow at Department of Kyiv archaeology, Institute of Archaeology, National Academy of Sciences of Ukraine, 3, Volodymyrska str., Kyiv, 01001, Ukraine, soiskatel@ex.ua.
МАНІГДА Ольга Володимирівна, кандидат історичних наук, науковий співробітник, учений секретар, Інститут археології НАН України, пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна, manigda_olga@iananu.org.ua.
MANIHDA Olha V., PhD, Researcher in charge of scientific collaboration, Institute of Archaeology, National Academy of Sciences of Ukraine, 12, Heroiv Stalinhrada Av., Kyiv, 04210, Ukraine, manigda_olga@iananu.org.ua.