

УДК 903.03(477)

## АРХЕОЛОГІЧНА АЕРОФОТОЗЙОМКА ЗА ДОПОМОГОЮ КВАДРОКОПТЕРІВ DJI PHANTOM (порівняльний аналіз)

Гнера В.А.

(Інститут археології НАН України)

*У статті розглянуто аерофотозйомку пам'яток археології за допомогою квадрокоптерів DJI Phantom та порівняння їх можливостей для ситуативної археологічної аерофотозйомки. На прикладі аеродослідження різних об'єктів археологічної спадщини проаналізовано застосування квадрокоптерів, визначено їх особливості для археологічного дослідження.*

*Ключові слова: квадрокоптер, аеродослідження, аеромоніторинг, пам'ятка археології, фотограмметрія.*

Сьогодні існують численні проблеми з виявленням, вивченням та збереженням пам'яток археологічної спадщини. У більшості регіонів України пам'ятки археології, як і пам'ятки історії, переважають серед інших нерухомих об'єктів культурної спадщини. За офіційною статистикою їх на державному обліку знаходиться близько 58 тисяч, хоча, вочевидь, кількість не зареєстрованих набагато більша, – тобто відомості про них ще не внесені до державного реєстру [7].

Звісно, що за відсутності відповідного фінансування археологічних досліджень, виявлення пам'яток традиційними археологічними методами та їхнє подальше збереження стає складним завданням, особливо в умовах стрімкого збільшення антропогенного впливу на територію України. Тому для сучасних археологів задля вивчення пам'яток археології необхідно залучати усі наявні науково-технічні засоби та методи.

Научно-ефективним інструментом просторового аналізу археологічної інформації є аеродослідження, а з урахуванням можливості ситуативної аерофотозйомки, стає першочерговим

засобом дистанційних досліджень. Також необхідно створення бази фото та відео інформації про сучасний стан археологічних пам'яток та її постійне накопичення.

Аерофотозйомка використовується у західноєвропейській археології вже давно, проте у вітчизняній науці вона застосовувалася лише епізодично (у рідких випадках наявності необхідного фінансування). У даному дослідженні аерофотозйомка представлена у новому форматі та з використанням останніх розробок у професійному виробництві дистанційно керованих літаючих апаратів (квадрокоптерів), які в сучасних умовах набувають популярності для вирішення широкого кола наукових завдань [10].

Розглянемо можливості аерофотозйомки за допомогою квадрокоптерів (відносно дешева аерофотозйомка) для збору дистанційних даних про зовнішній вигляд пам'яток і місце розташування їх у сучасному оточенні [12].

Сьогодні лідером в області виробництва професійних (цивільних) дронів є компанія Dajiang Innovation Technology Co (DJI) – інноватор на ринку безпілотних літаючих апаратів, мі-

## РОЗВИТОК НАУКОВИХ І ТЕХНІЧНИХ ІДЕЙ

кроконтролерів і обладнання для стабілізації відеозйомки [DJI]. Найвідомішою лінійкою квадрокоптерів DJI є Phantom (вдалий варіант за поєднанням своїх можливостей та ціни), до складу якої входять чотири серії.

Показовим прикладом стало використання для ситуативної аерофотозйомки практичних на сьогоднішній день моделей 2-ї, 3-ї та 4-ї серії, зі здатністю працювати в режимі фото і відео – Phantom 2 Vision, Phantom 3 Professional, Phantom 4 (див. рис.). Керування якими відбувається за допомогою пульта дистанційного управління,

де знаходиться кріплення для смартфона, на який відповідна система тран-



DJI Phantom 2 Vision



DJI Phantom 3 Professional



DJI Phantom 4

слює картинку з камери. Дані про роботу квадрокоптерів були використані автором на сорока чотирьох археологічних об'єктах у різних умовах і проаналізовано відмінності та переваги використання у археологічних аеродослідженнях [2, 3, 4, 5].

Зупинимося на порівнянні важливих для аерофотозйомки технічних характеристик квадрокоптерів.

Квадрокоптер	Phantom 2 Vision	Phantom 3 Pro.	Phantom 4
Вага	1242 г.	1280 г.	1380 г.
Акумулятор	5200mAh, LiPo	4480mAh, LiPo 4S	5350mAh, LiPo
Час польоту	до 25 хв.	до 23 хв.	до 28 хв.
Швидкість польоту	до 15 м/с.	до 16 м/с.	до 20 м/с.
Висота польоту	до 200 м.	до 500 м.	до 500 м.
Дальність польоту	до 1 км.	до 2 км.	до 2 км.
Робоча частота	5.725 - 5.825 ГГц	2.400 - 2.483 ГГц	2.400 - 2.483 ГГц
Робоча температура	від 0° до +40°C	від 0° до +40°C	від 0° до +40°C
Позиціонування	GPS	GPS+Glonass	GPS+Glonass
Точність утримання	по висоті: +/- 0.8м. у площині: +/- 2.5м.	по висоті: +/- 0.5м. у площині: +/- 1.5м.	по висоті: +/- 0.5м. у площині: +/- 1.5м.
Стабілізація	2 осі	3 осі	3 осі
Камера	14 MPx	12,4 MPx	12,4 MPx
Кут огляду	120°, f 2/3	94°, f 2/8	94°, f 2/8
Нахил	60°	90°	90°
Режим фотозйомки	4384 x 3288	4000x3000	4000x3000
Режим відеозйомки	HD	HD, FHD, UHD	HD, FHD, UHD

Додатково потрібно відмітити найбільш характерні особливості використання представлених у таблиці моделей.

Phantom 2 Vision трохи легше від подальших моделей, але може піднятися на максимальну висоту 200 м і дальність 1000 м, інші Phantom 3 Professional та Phantom 4 можуть злітати до 500 м і дальність 2000 м. Також у останніх моделей Phantom є можливос-

ті інтелектуального польоту – режими POI (точка інтересу), Follow me (слідуй за мною), Waypoints (політ по точках), IOС (утримання курсу і режим фіксації домашньої точки). Збір польотних даних та повна льотна телеметрія, включаючи такі онлайн дані, як: висота над рівнем моря, швидкість, відстань і інші. Це досить важливо для керовано-систематизованої аерофотозйомки

об'єктів культурної спадщини та отримання важливої інформації про їх зовнішній вигляд, географічне положення, місце у рельєфі тощо.

Окремо потрібно відзначити систему візуального позиціонування, яка відсутня у Phantom 2 Vision. Завдяки даній технології квадрокоптери (3 та 4 покоління) можуть літати в замкнутому просторі, низько над землею і в зонах без GPS сигналу. Візуальні та ультразвукові датчики сканують рельєф поверхні під Phantom 3 Professional та Phantom 4, що дозволяє йому ідентифікувати своє становище і забезпечує точність його руху. Це також важливо для зйомки під покривом дерев та в середині великих об'єктів (будівлі, печери, підземелля тощо), на відміну від літака.

Що ж стосується пульта керування, то у моделей Phantom 3 Professional та Phantom 4 пульти однакові (з інтегрованою технологією DJI Lightbridge), а ось у Phantom 2 Vision відрізняється (менш функціональний). Основна відмінність полягає, що у пульта наступних моделей Phantom 3 та Phantom 4 є додаткові пілотні функції та можливість керувати камерою та зйомкою без використання смартфона.

Порівнюючи дані моделі за технічними характеристиками, для археології функціонально виграють Phantom 3 Professional та Phantom 4, за рахунок більшої: стабільності керування; дальності та висоти польоту; стабілізації камери; якості відеозйомки. Також камера Phantom 2 Vision може знімати горизонтально або під кутом 60 градусів, на відміну від Phantom 3 Professional та Phantom 4, камера яких знімає як горизонтально так і вертикально вниз – 90 градусів. Однак кут огляду об'єктива камери Phantom 2 Vision становить 120 градусів (фактично – «риб'яче око»), тому горизонт виглядає сильно заокругленим, що є однією перевагою і недоліком. Такі знімки згодом потрібно доопрацювати (Adobe *Photoshop* або *Lightroom*

[9]) у прями широкоформатні знімки. Інформацію версій Phantom 3 та 4, вже обладнаних широкоформатним об'єктивом 94 градуси, додатково обробляти непотрібно, але кут огляду менший, що зменшує площу території, яка знімається.

Варто зазначити, що Phantom 2 Vision був передовим серійним квадрокоптером з моменту свого виходу і моделі Phantom 3 та Phantom 4 були побудовані на вже успішній основі та додатково ввібрали у себе нові технології від складних апаратів DJI. Більш детальну інформацію технічного характеру можливо дізнатися на сайті виробника [14].

Для порівняння фото та відео зйомки проаналізуємо інформацію практичного використання у археологічних дослідженнях вищезгаданих квадрокоптерів, отриману під час робіт автора на об'єктах археології зокрема та пам'ятках культурної спадщини взагалі у 2014–2016 рр.

**1. Археологічні розвідки.** Використання аерофотознімків, зроблених за допомогою квадрокоптера, на початку археологічної розвідки значно прискорює процес дослідження наміченої території. Звичайний аерофотознімок земної поверхні за умови якісного дешифрування (відокремлення елементів зображення з ознаками антропогенного характеру), може дати значні переваги для пошуку археологічних пам'яток [8]. Знімки з повітря доповнюють знімки з землі, що дає комплексне уявлення про вигляд пам'ятки.

У 2014 р. застосування квадрокоптера Phantom 2 Vision для аерофотозвідки в обстеженні місцевості на околицях с. Йосипівка Брусилівського району Житомирської області та біля с. Пилипча Білоцерківського району Київської області стало ефективним прикладом аеродослідження. Було виявлено та підтверджено розташування відомих та нововиявлених поселень пізньої бронзи, черняхівської культури, давньоруського часу. Також яскравим

прикладом застосування квадрокоптера є фото і відео зйомка у Одеській області біля с. Криничне. Під час археологічної розвідки у серпні 2015 р. за допомогою низько-висотних аерофотознімків з квадрокоптера Phantom 2 Vision були виявлені поселення античного часу, що підтвердилось наземним обстеженням та шурфуванням. У вересні 2016 р. біля с. Криничне знову проводилась аерофотозйомка, але вже за допомогою квадрокоптера Phantom 3 Professional. Теж саме поселення з повітря виглядало тепер зовсім по-іншому (див. рис.), що дало підстави для поглибленого вивчення аерофотознімків даної пам'ятки.



Відповідно, досліджуючи територію, отриманий знімок, за яким не виявлено археологічного об'єкту, також потрібно контролювати перевіряти та обробляти за допомогою альтернативної зйомки за зазначеними нижче критеріями. За певних умов ледь помітні зміни топографії, рослинності або кольору ґрунту можуть допомогти виявити пам'ятку археології або її прикмети. У випадках, коли на знімках фіксується археологічний об'єкт (за первинними чи вторинними дешифруючими ознаками), із зображенням потрібно проводити додаткові операції (обробка фото-знімка). Для обробки цифрових фото-

німків використовується графічний редактор (Adobe Photoshop [9]), можливе застосування інших редакторів, в залежності від уподобання [6].

Для археологічної розвідки фотографічні можливості Phantom 2 Vision та Phantom 3 Professional майже однакові, різниця тільки у можливостях максимальної висоти аерофотозйомки. Але камери у Phantom 2 має кут огляда більший, що охоплює більшу площу на знімку.

**2. Станіонарні археологічні розкопки.** Матеріали низько-висотної аерофотозйомки (фіксована зйомка з різних висот) використані у дослідженні археологічних розкопів.

Аерофотозйомка квадрокоптером Phantom 2 Vision була здійснена у 2014 р. під час розкопок давньоруського ремісничого поселення у м. Вишгороді.



За допомогою отриманих фотографій та навикам тематичного дешифрування знімків, з'явилась можливість повністю побачити, проаналізувати планіграфічну ситуацію досліджуваної ділянки, також зафіксувати і простежити об'єкти та лінії парканів садиб XI – початку XII ст., що суттєво доповнило загальну схему планувальної структури давнього Вишгорода. Завдяки даному випадку аерофотозйомка з квадрокоптера поступово почала використовуватись при археологічних дослідженнях різних пунктів Київської обл. в 2015 р.

У 2016 р. були проведені аеродослідження квадрокоптером Phantom 3 Professional розкопу курганів VII–III ст. до н.е. біля смт. Котельва Полтавської області, розкопу трипільського поселення «Легедзине» Черкаської обл., розкопу на поселенні X–XI ст.

«Магерки 1» Чернігівської обл. На даних ділянках фотографічно зафіксована з різної висоти площа розкопу. Це дало можливість для фотограмметричного дослідження цифрових знімків розкопу та побудови 3D моделі [11].

Порівнюючи аерофотознімки наведених квадрокоптерів зазначимо, що кожен фотознімок є індивідуальним, відповідно, та сама пам'ятка або об'єкт, знятий різною фототехнікою в різні часи, відображається по різному. Аерофотознімки дозволяють виявляти різні деталі, які окремо або разом допомагають виявляти особливості стану пам'ятки. Такі аеродослідження дають підстави для подальшого поглибленого археологічного вивчення.

Знімки, виконані Phantom 3 Professional над розкопом (кут зйомки 90 градусів) високої якості (широкоформатні) вже готові до фотограмметричної обробки у археологічних дослідженнях. На відміну від знімків зроблених з квадрокоптера Phantom 2 Vision, які потрібно додатково вирівнювати (кут зйомки 60 градусів) та обробляти до широкоформатного вигляду.

**3. Науково-рятивні археологічні дослідження у великих містах.** Аерофотозйомка, за допомогою квадрокоптера Phantom 2 Vision, апробована та доведена доцільність використання при дослідженні пам'яток у міській забудові протягом 2014 р. Особливо вона необхідна для отримання загальної фотографії площі, яка досліджується (це неможливо зробити з землі – частина загальної картини розкопу об'єктів не потрапляє до об'єктива). Археологічні розкопки на території Національного заповідника Софія Київська, де була отримана загальна картина розкопу у контексті стародавніх архітектурних пам'яток. У м. Біла Церква, завдяки аерофотознімкам були зафіксовані рештки храму XIII ст. Дана пам'ятка давньоруської архітектури знаходиться в зоні щільної забудови, тому попереднє моделювання пам'ятки, без проведення земляних

робіт було можливе тільки за умови використання квадрокоптера [2].

У 2015 р. на Поштовій площі (м. Київ) квадрокоптером Phantom 2 Vision було зафіксовано залишки пізньосередньовічної пристані [5]. Дані знімки стали вже історією – об'єкт вибраний і на його місці будується торговельний центр.

З 2016 р., квадрокоптер використовується при проведенні рятивних розкопок у м. Києві, вже як обов'язковий елемент рятивної міської археології.

Розглянемо ще декілька прикладів використання фото і відео зйомки квадрокоптерами Phantom 3 Professional та Phantom 4 на археологічних рятивних



дослідженнях у м. Києві. А саме: на розкопах за адресами вул. Кирилівська X–XIX ст., та вул. Метрологічна XI–XIII ст. Зроблені низько-висотні знімки площ розкопів з прилеглою територією новобудов. Проаналізовано перспективу майбутніх досліджень за фотознімками частково виявлених об'єктів, особливо з низьких висот (5–10 м).

Отримані під час аерофотозйомки розкопів результати мали велику користь для дослідницької роботи на пам'ятках. 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 розібрані в процесі археологізації [12]. Такі знімки можливо використовувати для візуалізації існуючих та зруйнованих об'єктів на даній території у контексті сучасної забудови. Крім того, повітряна зйомка є єдиним ефективним засобом вивчення історичних та археологічних об'єктів, які не можуть бути досліджені традиційними методами – пам'ятки архітектури, історії тощо [15].

Дані аерофотодослідження проходять в складних міських умовах пілотування: різновисотні будівлі, лінії електропередач, потужні магнітні поля, велика кількість радіосигналів тощо. Проте квадрокоптери DJI Phantom, найбільш пристосовані для екстремальної аерофотозйомки, з поставленими завданнями впоралися майже однаково ефективно. За таких умов їхня максимальна висота зйомки, як правило, не перевищує 150 м. Однак стабільне і надійне пілотування у міському оточенні більш зручне у Phantom 3 Professional та Phantom 4. До того ж формат фотознімків в них придатний до фотографічної обробки.

**4. Зйомка на пам'ятках культурної спадщини.** Аналогічним чином представляємо можливості аеромоніторингу для збору даних про зовнішній вигляд поселень, городищ, курганних насипів, пам'яток архітектури та місце їхнього розташування у сучасному ландшафті.

Першим досвідом регулярного аеромоніторингу є дослідження стану консервації фундаментів Десятинного храму, де проводилась періодична аерофотозйомка ділянки, квадрокопте-

рами Phantom 2 Vision, Phantom 3 Professional та Phantom 4. Моніторингова аерофотозйомка старокиївської гори проводилася у 2014, 2015 та 2016 рр., трьома вищевказаними дронами, над фундаментами Десятинної церкви та над Дитинцем стародавнього Києва у цілому. Отже була апробована низько-висотна аерофотозйомка для моніторингу стану консервації, а отримані результати мали важливе значення для вивчення унікальної пам'ятки української культури [4].

Також проведено нагляд за станом і режимом використання пам'яток поза межами міста (у лісостеповій зоні), а саме: 2014 р. – Phantom 2 Vision – у с. Виползові, на городищі та поселенні кін. IX–X, XII ст.; м. Олевськ – городище X–XIII ст.; 2015 рік – м. Коростень – городище VIII–XIII ст. (, фортеця Аккерман (історико-архітектурна пам'ятка XIII–XV ст.), античного міста Тира.

У 2016 р. Phantom 3 Professional був використаний для аерофото та відео моніторингу таких археологічних пам'яток, як: Більське городище VII–III ст. до н.е. (Західне укріплення); Ма-



лин – городище з поселенням IX–XIII ст.; курганний могильник «Норинці» IX–XIII ст., тощо.

Окрім цього, у 2016 р. можливості квадрокоптера DJI Phantom 4 були застосовані для ситуативного аеромоніторингу курганного могильника давньоруського часу разом з поселенням Мала Зубовщина.

Вищезгаданий аеромоніторинг на окремих об'єктах дав цілковиту картину топографії пам'яток, що дало змогу наочно побачити розташування його окремих складових. Таким чином, аеродослідження дозволило більш чітко контролювати зміни на самих пам'ятках та у навколишньому середовищі, що має велике значення для їх збереження. Відповідно аерофотозйомка стала 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.

Наведені приклади моніторингової аерофотозйомки яскраво продемонстрували наочну необхідність використання квадрокоптерів DJI Phantom у обстеженні пам'яток з висоти. Отримані фотознімки для моніторингу з повітря однаково інформативні, але, цілком зрозуміло, що для роботи краще використовувати більш сучасні моделі. Phantom 3 та 4 зручніше для використання завдяки більш широким можливостям об'єктива камери (експозиція, апертура об'єктива, формат тощо) в польоті, що, в свою чергу посилює контроль за глибиною різкості.

Відео з квадрокоптерів Phantom 3 Professional та Phantom 4, яке можливо знімати у форматі 4K (роздільна здатність у цифровій кінематографії та комп'ютерній графіці, приблизно відповідна 4000 пікселям по горизонталі) більш якісне та стабільне – це повноцінна кінозйомка, яка має більш презентабельний характер.

У сучасних реаліях, аерофотозйомка з квадрокоптерів DJI Phantom демонструє значні переваги використан-

ня у археологічних дослідженнях, що і було представлено нами на прикладах. Низько-висотна аерофотозйомка особливо ефективна для досліджень як великих, так і малих за розміром пам'яток, можливе фіксування об'єктів як окремо, так і у комплексі з оточуючим ландшафтом [3]. Таким чином, відкривається можливість більш якісно досліджувати складні, великі за площею пам'ятки, цілі комплекси пам'яток та ландшафти (особливо антропогенно змінені) [1]. Аерофотозйомка дозволяє отримати високоякісне зображення пам'ятки під різними кутами, в різний час доби та пору року, а також зафіксувати архітектурно-археологічні об'єкти та їх елементи у важкодоступних для традиційної наземної зйомки ракурсах.

Використання аерофото та відео зйомки ми також вважаємо перспективним у мультимедійній популяризації культурної спадщини України. Інтерактивне представлення пам'яток археології (поселення, городища, оборонні споруди, могильники, некрополі та ін.); пам'яток архітектури та містобудування (житлові та господарські будівлі, об'єкти інфраструктури, історична забудова вулиць та ін.) має привернути увагу громадськості до нагальних проблем вітчизняної культури [13].

Накопичена інформація (фото, відео, GPS позиціонування) відкриває значні можливості для отримання додаткової (альтернативної) інформації про стан об'єктів археологічної спадщини, що полегшує процес наукового дослідження та збереження останніх. Спираючись на отриману практику застосування квадрокоптерів, ми пропонуємо включати використання ситуативної аерофотозйомки, як обов'язків елемент, під час археологічних досліджень та дистанційного вивчення пам'яток культурної спадщини.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Аэрофотосъемка и аэровидеосъемка в Украине. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aerophoto.com.ua>.
2. Гнера В.А. Аналіз використання дистанційно пілотованих літаючих апаратів у археологічних дослідженнях. Праці Центру пам'яткознавства : зб. наук. пр. К. : Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПК, 2014. – Вип. 26. – С. 16–25.
3. Гнера В.А. Перспективи використання низько-висотної аерофотозйомки в пам'яткознавчих дослідженнях. Матеріали 14-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки». Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПК. – Львів, 2015. – С. 106–109.
4. Гнера В.А. Моніторинг законсервованих фундаментів Десятинної церкви за допомогою аерофотозйомки. Opus Mixtum № 3. МІДЦ. – К., 2015. – С. 274–282.
5. Гнера В.А. Музеефікація пам'яток археології у міському середовищі. Opus Mixtum № 4. МІДЦ. – К., 2016. – С. 208–217.
6. Потапов А.А. Новейшие методы обработки изображений / А.А. Потапов // – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с
7. Титова О.М. Коротка характеристика пам'яток археології України / О.М. Титова // Праці Центру пам'яткознавства : зб. наук. праць. Вип. 17. – К., 2010. – С. 271–278.
8. Шишкин К.В. Аэрометод как источник для исторической топографии Ольвии и ее окрестности / К.В. Шишкин // Советская археология. – 1982. – № 3. – С. 235–242.
9. Adobe Photoshop. The world's best digital imaging software. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.photoshop.com/products/photoshop>
10. Audronis T. Drony Wprowadzenie : genialne ujęcia z lotu ptaka // T. Audronis // – Gliwice : Helion, 2015. – 112 s.
11. Ashmore T. Drones in Archeology: professional and avocational. Library of CVAS Member's Papers [Electronic resource]. – Access mode: [http://cvassanangelo.org/uploads/Drones\\_in\\_Archeology.pdf](http://cvassanangelo.org/uploads/Drones_in_Archeology.pdf)
12. Bogacki. M. Z lotu ptaka Zdjęcia z balonu i latawca jako metoda dokumentacji archeologicznej / M. Bogacki // Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. W., 2016. – 354 s.
13. Can Drones Revolutionize Archaeology? [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.history.com/news/can-drones-revolutionize-archaeology>.
14. DJI. [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.dji.com>
15. Gnera V.A. Advantage of using quadrocopters, for aero photo ancient of Old Rus towns. Gardarika. – S., 2015, Vol. (5), Is. 4. – P. 133–144.

**Гнера В.А. Археологическая аэрофотосъемка при помощи квадрокоптеров DJI Phantom (сравнительный анализ).** В статье рассмотрена аэрофотосъемка памятников археологии с помощью квадрокоптеров DJI Phantom и сравнение их возможностей для ситуативного археологической аэрофотосъемки. На примере аероисследования различных объектов археологического наследия проанализировано применения квадрокоптеров, определены их особенности для археологического исследования.

**Ключевые слова:** квадрокоптер, аероисследование, аеромониторинг, памятник археологии, фотограмметрия.

**Gnera V.A. Archaeological aerial photography with the help of quadrocopters DJI Phantom (comparative analysis).** The article deals with aerial photography of archeological monuments with the help of DJI Phantom quadrocopters and comparison of their capabilities for situational archaeological aerial photography. Using the example of aerial research of various objects of the archaeological heritage, the applications of quadrocopters have been analyzed, and their features for archaeological research have been determined.

**Key words:** quadrocopter, air research, aeromonitoring, monument of ar-geology, photogrammetry.