

## UTILIZAREA UAV ÎN CERCETĂRILE ARHEOLOGICE DIN BAZINUL RÂULUI COGÂLNIC. SITUL *LIPOVENI II-LA NISIPĂRIE*

### THE USE OF UAV IN ARCHAEOLOGICAL RESEARCH IN THE COGÂLNIC RIVER BASIN. *LIPOVENI II-LA NISIPĂRIE* ARCHAEOLOGICAL SITE

Sergiu MATVEEV, ORCID: 0000-0001-8515-2852  
Veaceslav SPRINCEAN, ORCID: 0000-0001-6719-7387  
Vlad VORNIC, ORCID: 0000-0003-2796-7716  
Universitatea de Stat din Moldova  
Agenția Națională Arheologică

CZU: 902.4(282.247.31)

e-mail: sergiu.matveev@usm.md  
e-mail: sprincean@gmail.com  
e-mail: vladimir.vornic@usm.md

Cercetările arheologice, de la începuturile lor, au înglobat o varietate mare de instrumente și metode interdisciplinare, rolul cărora în ultimele decenii a crescut continuu. Unul din astfel de instrumente, devenit indispensabil pentru explorarea siturilor arheologice, în special a componentei metodelor de analiză spațială, este aeronava fără pilot, în limba engleză *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) sau drona. În acest context, arheologii de la Universitatea de Stat din Moldova (USM) beneficiază de suportul tehnic al colegilor de la Oficiul de educație pentru drone de la USM și celor de la Agenția Națională Arheologică (ANA). Un caz de bune practici, în acest sens, îl prezintă cercetările de salvare de la situl arheologic *Lipoveni II-La Nisipărie* (r-nul Cimișlia).

Investigațiile de teren la situl arheologic stratificat *Lipoveni II-La Nisipărie* au demarat în anul 2013, ca urmare a unor ample excavări ilegale de nisip, care au distrus o parte considerabilă a sitului [1]. Radiografia descoperirilor celor zece ani de cercetare prezintă un număr mare de complexe studiate integral sau parțial, și anume, o locuință adâncită în sol, diferite cuptoare menajere, vetre de lut, platforme de piatră, 125 de gropi menajere sau cu altă destinație, precum și un număr mare de artefacte și material osteologic. Ele au permis identificarea în limitele sitului mai multor nivele de locuire: eneolitic (a doua jumătate a mil. IV-începutul mil. III î.Hr.), finalul epocii bronzului și prima epocă a fierului (sec. XII-X î.Hr.), a doua epocă a fierului (VI-IV î.Hr.), epoca romană (sec. I-II d. Hr.), perioada de început a marilor migrații (sec. IV d.Hr.), Evul Mediu timpuriu (sec. VIII-IX d.Hr.), la care se adaugă vestigii sporadice atribuite Evului Mediu târziu (sec. XV-XVIII). În plus, este de subliniat că excavarea ilegală a nisipului efectuată în perioada sovietică și în deceniile următoare a distrus aproape complet o necropolă de tip Sântana de Mureș-Cerneahov din perioada de în-

ceput a epocii migrațiilor (sec. IV d.Hr.), urmele căreia au fost surprinse de noi prin cercetările de suprafață în zona cea mai înaltă a sitului *Lipoveni II-La Nisipărie* [2].

Captarea fotografiilor aeriene cu ajutorul UAV oferă posibilitatea cercetării complexității peisajului arheologic, a cartografierii sitului (Fig. 1, 2), cât și evițarea mai clară a secțiunilor arheologice executate pe parcursul anilor (Fig. 3). Prelevarea datelor de pe teren a fost urmată de etapa fotogrammetriei, prelucrarea imaginilor obținute prin teledetecție aeriană și satelitară. Aceasta este o metodă care utilizează, în cazul de față, imaginile aeriene ale obiectelor în scopul reconstituirii geometrice a acestora și a poziției lor în spațiu în vederea măsurării lor și a reprezentării grafice și cartografice cât mai precise. Obiectivul principal al fotogrammetriei constă în măsurarea obiectelor pe imagini cu geometrie cunoscută și, în același timp, reprezentarea acestora ca elemente de planimetrie, respectiv altimetrie în cadrul planurilor și hărților. Baza tehnică a întocmirii hărții topografice în înțelesul actual al acesteia o reprezintă fotografiile aeriene, exploatate în mod sistematic atât la nivel de planimetrie, cât și la nivel de altimetrie. Fotogrammetria se bazează pe două categorii mari de imagini: *imagini aeriene* – fotografii aeriene, care sunt obținute cu ajutorul camerelor metrice cu geometrie cunoscută și se folosesc altitudini situate de obicei între 50 m și 130 m pentru UAV, conform legislației Republicii Moldova; *imagini satelitare*, obținute cu unii senzori având geometrie cunoscută și care respectă standardele similare fotografiilor aeriene. La aceste două categorii de imagini se mai adaugă și imaginile de la senzori activi, Radar și Lidar, deoarece ambele aplicații pot produce, în primul rând, date de elevație a terenului și date privind geometria obiectelor din teren: Radar – Grammetrie și Lidar – Lasergrammetrie. Imaginile metrice (fotografiile) reprezintă o imagine preluată cu o cameră sau un senzor special în condițiile în care aceasta prezintă o proiecție ce rezultă din trecerea razelor de lumină prin punctul de perspectivă echivalent cu focarul sistemului optic al senzorului. Fotografiiile sunt imagini metrice, pentru că au geometria cunoscută.

Prelucrarea fotogrammetrică a imaginilor aeriene în baza tehnicii *Structure for Motion* [3, 4] a oferit noi posibilități de cercetare. Aici putem aminti, în primul rând, modelele digitale ale terenului (DEM) și ale suprafeței terestre (DSM), care constituie suportul cartografic principal pentru analizele spațiale.

Imaginile obținute în anul 2022 pe situl *Lipoveni II-La Nisipărie* au fost prelucrate cu ajutorul a două softuri, folosite pe larg în fotogrammetrie, și anume, Pix4D și AgiSoft. Astfel, s-a reușit elaborarea modelului 3D al terenului, a modelului digital de teren (DTM), a modelului digital de elevație (DEM) (Fig. 4), a modelului de suprafață digitală (DSM) (Fig. 5), precum și a hărții de reflectanță, orthomosaică (Fig. 6) și termală.



Fig. 1. Vedere asupra sitului Lipoveni II-La Nisipărie captată cu ajutorul UAV



Fig. 2. Vedere asupra Secțiunii X/2022, situl *Lipoveni II-La Nisipărie* captată cu ajutorul UAV



Fig. 3. Vedere asupra Secțiunii X/2022, situl *Lipoveni II-La Nisipărie* captată cu ajutorul UAV

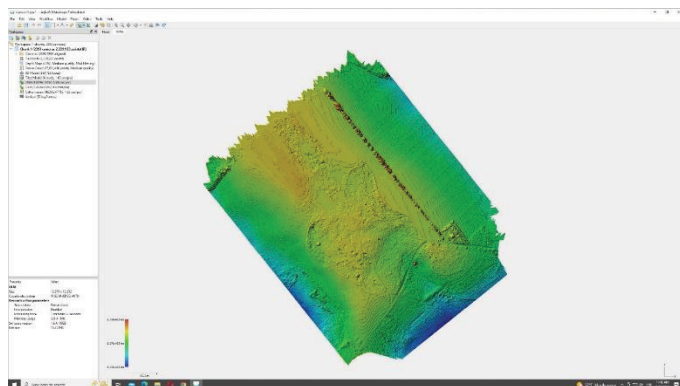


Fig. 4. Modelul DEM al sitului Lipoveni II-La Nisipărie (imagine V. Sprincean)

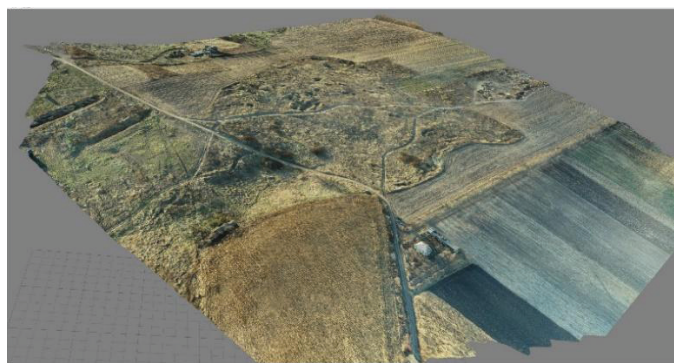


Fig. 5. Modelul tridimensional al terenului în zona sitului Lipoveni II-La Nisipărie (imagine V. Sprincean)



Fig. 6. Orthomosaicul sitului Lipoveni II-La Nisipărie (imagine V. Sprincean)

**Referințe:**

1. MATVEEV, S., VORNIC, V. Archaeological research at Lipoveni II – La Nisipărie site (2013-2016). In: *Plural*. Chișinău, 2017, vol. V, no. 2, pp. 124-163.

2. MATVEEV, S. VORNIC, V, Vase ceramice descoperite în necropola de tip Sântana de Mureș-Černjachov de la Lipoveni (r-nul Cimișlia). În: *Istorie, cultură și cercetare*. 2016, vol. I, Târgoviște, pp. 39-55.
3. CARRIVICK, Jonathan L., SMITH, Mark W. Fluvial and aquatic applications of Structure from Motion photogrammetry and unmanned aerial vehicle/drone technology. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*. 2019, vol. 6, no. 1, p. 1328.
4. JAMES, Mike R. et al. Guidelines on the use of structure-from-motion photogrammetry in geomorphic research. În: *Earth Surface Processes and Landforms*. 2019, vol. 44, no. 10, pp. 2081-2084.

*Articol elaborat în cadrul Proiectului: „Patrimoniul arheologic din epoca fierului în regiunea Nistrului Mijlociu și bazinul râului Cogâlnic: cercetare interdisciplinară și valorificare științifică”. Cifrul: 20.80009.1606.14.*