

ГІДРОЛОКАЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИВЧЕННЯ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Описано метод гідролокаційних досліджень щодо виявлення, аналізу збереженості археологічних об'єктів, які знаходяться під водою.

Ключові слова: метод, гідролокація, підводний, археологічний об'єкт.

Моніторинг археологічної спадщини України дозволяє побачити основні тенденції в розвитку ситуації з антропогенною та природною агресією стосовно пам'яток археології, велика кількість яких була втрачена в результаті природних чинників (головним з яких є коливання рівня морів), гідротехнічного будівництва (водосховищ), оранки, промислового і цивільного будівництва.

Унаслідок урбанізації, розвитку техніки і нових технологій будівництва, еволюції міської та сільської інфраструктури, господарської діяльності, яка постійно розширює свої межі, на сучасному етапі у справі захисту та збереження пам'яток та об'єктів археології потрібно вирішувати цю проблему у комплексі, зважаючи на масштаби і терміни археологічних досліджень. Ці фактори ставлять нові завдання щодо якості й інформативності результатів польових археологічних досліджень, вимагають нового підходу до методології [Сорокіна, 2008, с. 5].

Переглянута Європейська конвенція 1992 р. «Про охорону археологічної спадщини» [ВВР, 2004. Ст. 3] визнала, що європейській археологічній спадщині, яка є свідком стародавньої історії, серйозно загрожують руйнування від дедалі більшої кількості великих проектів освоєння територій, природних ризиків, нелегальних або непрофесійних розкопів. Внаслідок перелічених чинників для збереження

археологічної спадщини використання неруйнівних методів стає дедалі необхіднішою частиною при дослідженні археологічних пам'яток (об'єктів). Отже, першочерговим є збереженість археологічних пам'яток, а у разі неможливості проведення археологічних розкопок, їх дослідження лише на наукових засадах із застосуванням сучасних неруйнівних технологій.

Нині використовуються різноманітні методи: метод магнітометричних спостережень, аеро- та радарна зйомки, археомагнітні, гравіметричні методи тощо. Усі ці методи, разом із візуальним обстеженням, збором підйомного матеріалу дають високі результати щодо з'ясування наявності (відсутності) археологічного культурного шару, площі його поширення, культурно-хронологічної належності, перевірки стану збереженості археологічних об'єктів, які знаходяться на суходолі.

Проте існує значна частина археологічних пам'яток України, які були розташовані на узбережжі Чорного моря, лиманів, у гирлах річок та внаслідок значних кліматичних й геологічних змін опинилася повністю чи частково під водою. При проведенні підводних археологічних досліджень були зафіксовані численні поселення, рештки морських та річних човнів різних історичних періодів — від доби бронзи до середньовіччя.

Нині значну роль у відкритті та дослідженні підводних археологічних об'єктів, відтворенні стародавньої берегової смуги Середземного та Чорного морів, часу виникнення лиманів та природних змін, які відбувалися на різних етапах історичного розвитку на території Європи, мають відігравати батиметричні, гідрогеологічні, геофізичні та інші дослідження.

Практично всі природні процеси, які відбуваються в океані, в прибережних областях суші,

в товщі вод, в глибинах Землі, відбиваються в рельєфі дна акваторій. До того ж, природні та антропогенні чинники, що мають місце в придонному шарі акваторій, так або інакше визначають морфологію поверхні дна або характер її змін в часі [Римський-Корсаков, 2011, с. 3]. Тому для виявлення та моніторингу стану збереженості підводних археологічних об'єктів потрібно використовувати сучасні методи дослідження акваторій, такі як картування і кількісна оцінка форм рельєфу дна океану, шельфу і внутрішніх водойм.

Найефективнішими засобами дослідження морфології дна акваторій і дистанційного моніторингу підводних об'єктів є засоби, що реалізують метод гідролокації: системи бічного огляду, акустичної профілізації та ехолотування. Продуктивність таких систем досягає 15000 км²/доб., смуга обстежуваної поверхні уздовж руху судна — 40 км. Робоча глибина застосування таких засобів — від декількох метрів до 6—8 км. Для дослідження мезорельєфу дна і мезо-масштабних підводних об'єктів використовуються ехолоти і гідролокатори бічного огляду, у тому числі батиметричні, з робочою частотою від 50 до 500 кГц. Для дослідження об'єктів в товщі донних опадів і вивчення їх тонкої структури застосовуються високочастотні акустичні профілографи з робочою частотою 1 — 12 кГц.

Спочатку метод гідролокації бічного огляду (ГБО) розроблявся для пошуку затонулих військових об'єктів. За допомогою ГБО були знайдені історичні підводні об'єкти: «Титанік», «Бисмарк» та ін. [Римський-Корсаков, 2011, с. 3], обстежені численні райони дна, що представляли археологічний інтерес.

У той же час, залишається недостатньо узагальненим досвід використання гідролокаційних засобів в дослідницьких цілях об'єктів археології і слабо розроблена методично-технологічна основа таких досліджень. При цьому під методично-технологічною основою потрібно розуміти сукупність апаратно-програмних засобів, а також науково-обґрунтовану методіку їх формування і використання для досліджень, що включають картування рельєфу, об'єктів, їх фрагментів, вивчення морфології, реєстрації конфігурацій і розмірів форм рельєфу і об'єктів, а також фактів і тенденцій їх зміни.

Для пошуку археологічних об'єктів в акваторіях різних водойм, їх виявлення, ідентифікації, визначення сучасного стану, глибини залягання та географічних координат найефективнішим за часом й витратами на даний момент є метод гідролокації. Під гідролокаційними методами, в основному, розуміється гідролокація бічного огляду на середніх для цього методу частотах, високочастотна акустична профілізація і ехолотування.

Процес обробки гідролокаційної інформації включає підготовку даних і саму обробку. Під-

готовка даних є приведенням даних до виду, зручного для обробки стандартними пакетами програм. Результатом підготовки є масштабовані зображення поверхні дна з об'єктами і розрізами донних відкладень, прив'язані до географічних координат. Сама обробка даних є представленням їх у вигляді, зручному для аналізу археологом. При цьому використовуються стандартні графічні й картографічні пакети програм (AUTOCAD, SURFER, GRAPHER, CORELDRAW тощо).

Для зручності отримання і аналізу результатів археологічні об'єкти за місцезнаходженням поділяють на об'єкти, які знаходяться під водою та розташовані: а) у товщі води (підтоплений об'єкт); б) на дні (поверхні дна) або частково занесений донними осіданнями; в) у товщі дна (повністю занесений донними осіданнями).

Для пошуку археологічних об'єктів на дні використовується метод площадкової гідролокаційної зйомки, що виконується гідролокатором бічного огляду (ГБО) з носіїв (суден), що рухаються. Також використовуються двохчастотні гідролокатори бічного огляду (ДГБО), інтерферометричні гідролокатори бічного огляду (ІГБО) і багатопробневі ехолоти (БПЕ), що працюють в режимі ГБО. Пошук археологічних об'єктів в товщі дна здійснюється за допомогою ГБО. Для визначення місця (координат) розташування об'єктів на акустичному зображенні використовується визначення місця розташування судна в просторі (координати, курс, крен). Для визначення географічних координат використовуються навігаційні приймачі супутникових систем позиціонування (GPS, ГЛОНАСС).

Комплекс робіт по дослідженню археологічних об'єктів під водою включає попередні роботи, зйомку підводного рельєфу, обробку результатів робіт і складання звітів.

Попередні роботи складаються з ознайомлення з літературними, архівними та музейними матеріалами, що стосуються акваторії, де планується проведення досліджень; вивчення і аналізу картографічних і описових матеріалів, морських навігаційних карт, лоцманських і навігаційних карт внутрішніх водних шляхів, каталогів координат і висот пунктів тріангуляції, нівеляції, а також магнітних і гравіметричних пунктів; матеріалів маршрутного аерофотознімання, топографічних і навігаційно-гідрографічних описів, фізико-географічних, геологічних, геоморфологічних описів і карт тощо. До попередніх робіт також відноситься підготовка безпосередньо технічних засобів, а також вивчення правил використання апаратури та інших технічних приладів, плавзасобів, засобів зв'язку тощо.

Гідролокаційний пошук і зйомка підводних об'єктів включає: положення рекогносцирувальних галсів; пошук підводного об'єкту; по-

ложення знімальних галсів; виявлення об'єкту і визначення його місця розташування; водозлазне обстеження. Зйомки підводного рельєфу проводяться методом, який характеризується виміром відстані між знімальними галсами і точками виміру глибин. Якщо глибини вимірюються гідроакустичними приладами, що безперервно реєструють профіль дна шляхом руху судна (галсу), тоді встановлення подробиць зйомки полягає тільки у виборі міжгалсових відстаней.

Виявлення археологічного об'єкту — визначення наявності об'єкту на підстилаючому фоні відбувається за рахунок різної яскравості (тону). Виявлення об'єкту можливе тільки за рахунок відмінної від фону відбиваючої здатності (фонового контрасту). Чим вище фоновий контраст (відмінність яскравості об'єкту по відношенню до фону), тим вище вірогідність виявлення об'єкту (рис. 1; рис. 2 — див. вклейку). Відбиваюча здатність об'єкту залежить від матеріалу, з якого він виготовлений, форми об'єкту, наявності порожнин.

Повнота покриття району пошуку характеризується відстанями між знімальними галсами. Основними критеріями для вибору відстані між знімальними галсами є характер підводного рельєфу, міра його горизонтальної і вертикальної розчленованості на різних глибинах, а також відсутність пропущених ділянок.

Обробка матеріалів гідроЛокаційного пошуку включає: дешифрування акустичних зображень; визначення місця розташування знятих об'єктів. При дешифруванні зображень враховуються характерні особливості отримуваних зображень рельєфу дна, ґрунтів, підводних комунікацій.

Такі зображення фіксують неоднорідності відображення поверхнею дна гідроакустичної енергії. Такі неоднорідності виникають: на рівному дні — внаслідок неоднорідності відбиваючої здатності донних ґрунтів і об'єктів; на нерівному дні — внаслідок різної відбиваючої здатності схилів різної експозиції, об'єктів, що височіють над дном, і наявності зон акустичної невидимості (акустичні тіні); внаслідок поєднання перерахованих основних чинників отримуються акустичні зображення об'єктів (знімки треків), карта глибин, карта твердості ґрунтів.

Проведення гідроЛокаційних досліджень дозволяють визначити не лише окремі археологічні об'єкти, але й розповсюдження їх скупчень, у тому числі межі затоплених поселень, а також надає необхідну інформацію для подальшого проведення досліджень зафіксованих археологічних об'єктів. Недоліком цього методу є те, що він не дозволяє датувати зафіксований об'єкт та визначити його культурну приналежність. Він дозволяє виявити лише їх локалізацію, розміри та глибину знаходження.

Для перевірки даної методики в польовому сезоні 2015 р. була проведена батиметрична

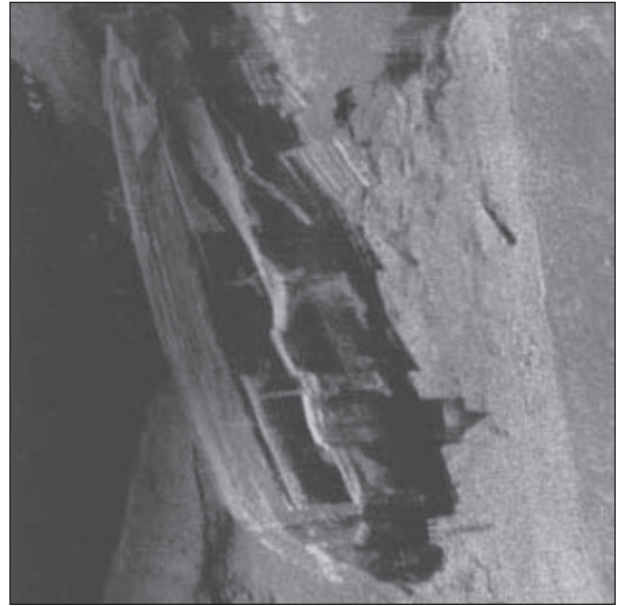


Рис. 1. Затонуле судно

зйомка у районі ймовірно затопленої частини городища Дніпровка 2 на площі 3,7 км в акваторії Дніпро-Бузького лиману, який з'єднується з Чорним морем [Певлев, Чубенко, 2015, с. 144]. Віціліла частина багатопарового городища Дніпровка 2 загальною площею 1,1 га безпосередньо знаходиться на березі лиману. Внаслідок проведення батиметричної зйомки на дні була відкрита невідома раніше частина городища, яка знаходиться на дні Дніпро-Бузького лиману. Ця поселенська структура існувала в часи античності та середньовіччя, коли рівень Чорного моря, за даними різних дослідників, був нижче сучасного на 9—4 м [Веклич, 1987, с. 160, рис. 60]. Ця частина городища має досить значні розміри й знаходиться на глибинах до 2 м від сучасного рівня лиману. Пошук був виконаний способом паралельних галсів. При проведенні батиметричної зйомки було зафіксовано, що стародавнє русло лиману проходило на відстані біля 1 км від сучасної берегової лінії. На такій відстані закінчуються глибини до 2,5 м та починаються глибини від 3 до 5,5 м. Саме на глибинах від 1 до 2,5 м знаходиться ділянка, де могла розташовуватися затоплена частина городища Дніпровка 2, така ж як досліджена частина затопленого «Нижнього міста» античної Ольвії [Крыжицкий, 1984, с. 61—63, рис. 15].

При складанні карти рельєфу дна ділянки, яка розташована навпроти городища Дніпровка 2, було встановлено, що ділянка знаходиться переважно на глибині до 2 м. В центральній її частині знаходилися декілька понижень, поглиблених на 2,5 м. Вздож стародавнього русла р. Південний Буг в північній частині ділянки розташовується підвищення над дном лиману на глибині 1,5 м, яке має видовжену форму, довжиною близько 600 м та завшир-

шки 20—50 м. Отже, на ділянці знаходилося декілька понижень та підвищень, які виникли навряд чи внаслідок природних чинників [Левлев, Чубенко, 2015, с. 146].

На захід від городища, за 1,1 км від сучасного берегу лиману, на глибині 6—6,5 м було зафіксовано заглиблення 500—550 м завдовжки і 250—270 м завширшки. Це заглиблення мало досить правильну прямокутну форму, що дає можливість зробити припущення про його штучне походження. Не виключено, що це є рештки морського порту, який існував за часів середньовіччя.

Складання карти щільності ґрунтів зафіксувало три ділянки, які мають підвищену щільність ґрунту. Перша ділянка розташовується на глибинах від 1,5 до 2 м, половою завширшки 20—50 м та довжиною біля 2 км вздовж всієї дослідженої частини стародавнього русла р. Південний Буг. Друга ділянка, площею близько 500 × 750 м, розташовується на північний схід від городища. Третя ділянка, розмірами близько 400 × 250 м, знаходиться на 550 м на північний схід від городища. При її обстеженні було зафіксовано велику кількість каміння. Більшість цього каміння утворювали довгі паралельні смуги, а в деяких випадках частини прямокутників, що вказує на їх штучне походження. Правдоподібно, що це каміння на дні лиману є рештками фундаментів будівель стародавнього поселення. Знаходження ділянок, на яких фіксується більша щільність ґрунту, а також решток фундаментів будівель, вказує на високу ймовірність належності цієї частини поселення до городища Дніпровка 2. Проте, зважаючи, що територія імовірного поселення розділена на дві частини, які знаходяться на відстані трохи більшу за 500 м, ці дві частини датуються різним часом існування городища Дніпровка 2 [Левлев, Чубенко, 2015, с. 149].

Проведення батиметричних досліджень показало його ефективність для пошуку затоплених поселень та окремих археологічних об'єктів.

Європейська конвенція Про охорону археологічної спадщини // Збірка договорів Ради Європи Парламентське видавництво, Київ — 2000. — ВВР, 2004. — № 15. — Ст. 224.

Веклич М.Ф. Проблеми палеокліматології. — К., 1987. — 189 с.

Левлев М.М., Чубенко О.В. Батиметричні дослідження у районі городища Дніпровка 2 // Матеріали V Всеукр. наук.-техніч. конф. з міжнар. участю. — Миколаїв, 2015. — Ч. 1. — С. 144—150.

Крыжицкий С.Д. Основные итоги изучения затопленной части Нижнего города Ольвии // АКСП. — К., 1984. — С. 36—65.

Сорокина И.А. Полевые археологические исследования в России в 1946—2006 гг. — Тула, 2008. — 244 с.

Н. И. Минаева

ГИДРОЛОКАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ И ИЗУЧЕНИЯ ПОДВОДНЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Для обнаружения и мониторинга состояния сохранности археологических объектов, которые находятся под водой, необходимо использовать современные методы исследования акваторий, такие как картирование и количественная оценка форм рельефа дна океана, шельфа и внутренних водоемов. В данный момент для поиска археологических объектов в акваториях различных водоемов, их обнаружения, идентификации, определения их современного состояния, глубины залегания и географических координат самым эффективным по времени и затратам является метод гидролокации.

Для проверки данной методики во время полевого сезона 2015 г. была проведена батиметрическая съемка затопленной части городища Днепровка 2 на площади 3,7 км² в акватории Днепро-Бугского лимана. Результаты исследований показали достаточную эффективность гидролокационного метода для поиска и изучения затопленных археологических комплексов и отдельных объектов.

Ключевые слова: метод, гидролокация, подводный, археологический объект.

N. I. Minaieva

SONAR DETECTION AS AN EFFECTIVE METHOD OF DISCOVERY AND STUDY OF UNDERWATER ARCHAEOLOGICAL OBJECTS

To discover underwater archaeological objects and monitor their state of preservation, it is important to utilize modern methods in research of water areas, such as mapping and quantitative assessment of bottom topography of oceans, shelves, and inland water bodies. Due to its limited time and resources consumption, sonar detection is for the moment the most effective method of searching for archaeological objects in various water areas, their localization, identification, determination of their state of preservation, depth of location, and geographical coordinates.

This method has been checked within the field season of 2015 when the bathymetric survey of 3.7 km² of the submerged Dnieprovka 2 site in the water area of the Dnieper-Bug Estuary has been conducted. The results of the survey showed high efficiency of the sonar detection method for the submerged archaeological sites and objects search and study.

Key words: method, hydrolocation, submarine, archaeological object.

Одержано 6.08.2015

До статті
Ю. В. Болтрика, С. А. Горбаненка, М. В. Кублія, М. С. Сергєєвої, С. Ю. Яніш
СЕВЕРИНІВСЬКЕ ГОРОДИЩЕ: БІОГОСПОДАРСЬКИЙ АСПЕКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

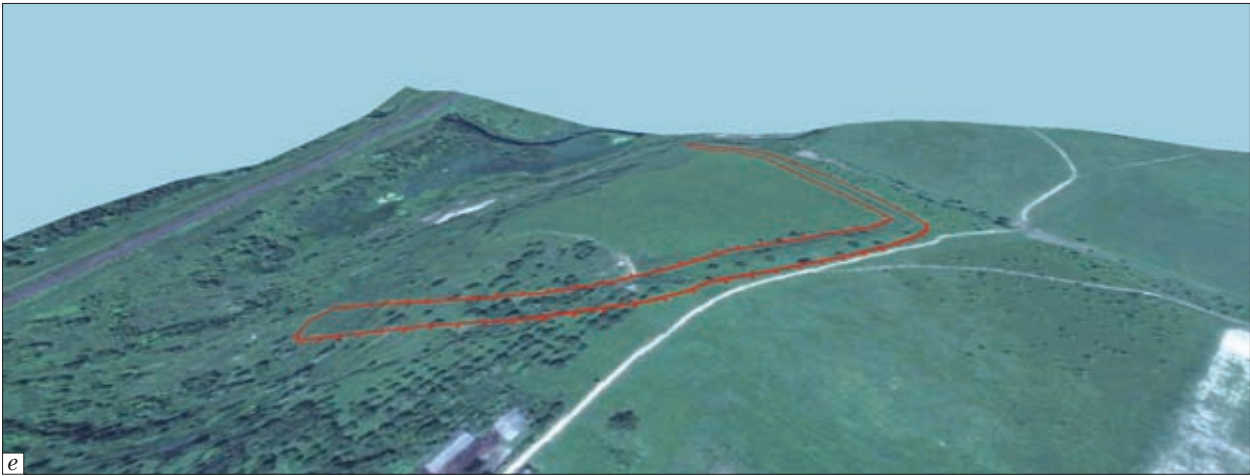


Рис. 1. Северинівське городище: e — вигляд з південного заходу, e — вигляд з півночі—північного сходу. Автор 3D-реконструкції — В.В. Шерстюк

До статті
Н. І. Мінаєвої
ГІДРОЛОКАЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД
ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИВЧЕННЯ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

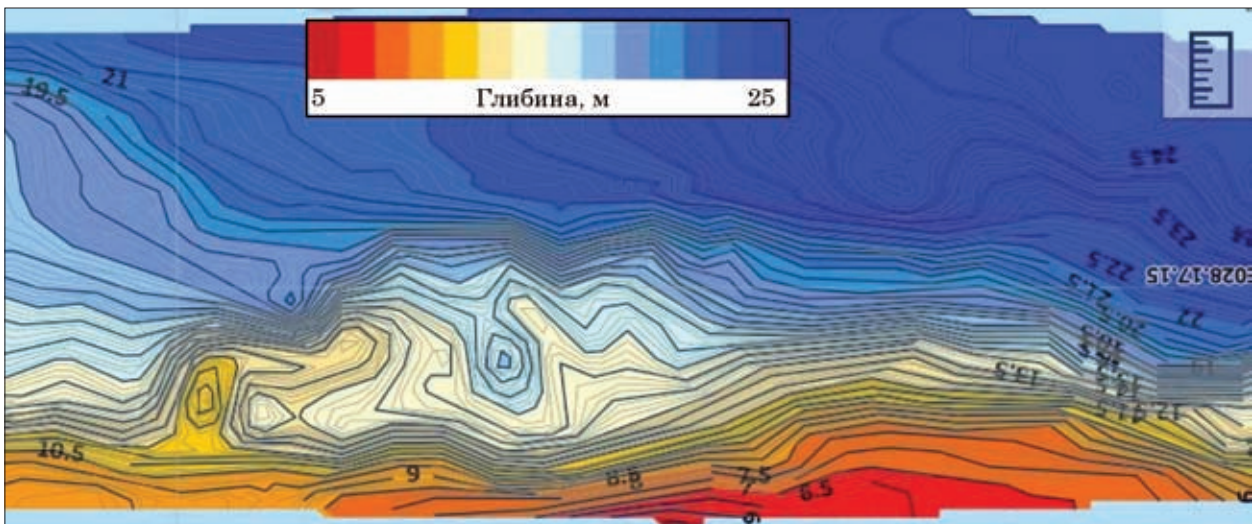


Рис. 2. Карта з ізобатами з місця розташування затонулого судна