



Получена: 29.12.2022 г.

Приета: 02.03.2023 г.

ГЕОГРАФСКИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ В ПОДВОДНАТА АРХЕОЛОГИЯ

Ст. Любенова¹

Ключови думи: географски информационни системи, картиране, културно историческо наследство, подводна археология, Черно море

РЕЗЮМЕ

В статията са разгледани методите за картиране на бреговата зона, които са пряко свързани с откриването на недвижими културни ценности, също така и видовете археологически проучвания и методиката им при подводни обекти. Изяснени са специфичните особености на черноморския басейн, които са основна предпоставка за откриване на археологически находки. Представени са възможностите за използване на географски информационни системи за документиране, управление и опазване на културни ценности.

1. Въведение

Световният океан представлява 70,8 % от площта на Земята. Той е важен източник на минерали, енергийни и биологични ресурси [1]. Морските територии са средища на минали цивилизации и освен като ресурс, те трябва да бъдат съхранени и като историческа инвестиция в съвременната култура. Това е предпоставка за извършване на постоянни и разнообразни изследвания и придава значение на излаза на държавите на море.

Черно море интригува учените с уникалната си история и специфични особености. По българските брегове са открити следи от човешката цивилизация, датиращи от праисторията и от най-значимите за Европа култури – гръцката и римската. За тези открития допринася фактът, че черноморският басейн е представлявал идеална среда за живот, като сладководен, още в древни времена. В днешно време уникалната безкислородна водна среда е превърнала морето в музей, криещ неповторими находки.

¹ Стиляна Любенова, ас. инж., кат. „Геодезия и геоинформатика“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: lyubanova.fgs@gmail.com

Понастоящем се приема, че културното наследство е носител на индивидуална памет, която го прави особено интересно. Актуална е тенденцията за нарастване на значението му като ресурс и фактор за устойчиво развитие, особено чрез проявата на културен туризъм. Подводното културно наследство във водите на Черно море има висока научна стойност, тъй като е уникално по степен на запазеност. Освен това притежава висок потенциал за развитие като туристически ресурс [2].

Броят на откритите недвижими културни ценности нараства бързо, тъй като достъпът до тях както на сушата, така и под вода става все по-улеснен. Оборудването за подводни изследвания, като странично сканиращи сонари, подводни профилографи и т.н., се развива бързо и позволява лесно и обстойно изучаване на обектите. Това води до необходимостта тези обекти да бъдат включвани в регистри на паметниците на културата, както на национално, така и на световно ниво. За да могат обектите да бъдат изследвани и опазвани, е необходимо да е известно местоположението им и факторите, които ги застрашават. Ефективен инструмент за управляване на този огромен обем от информация са географските информационни системи (ГИС). Те дават възможност да се комбинират различните данни, касаещи управлението на подводните обекти, а също и достъпа до информацията на различни нива – за учени, за обществеността, за правителствени цели и т.н. Не на последно място ГИС дава чудесна възможност за популяризиране на културните ценности, което би подпомогнало развитието на културния туризъм в крайбрежните зони.

2. Особености на черноморския басейн

Черно море е вътрешен полузатворен басейн, разположен между Югоизточна Европа и Мала Азия в област с географски координати 40°55' и 46°32' северна ширина и 27°27' и 41°42' източна дължина. Площта му е 421 368 km², средната му дълбочина е 1271 m, а максималната – 2245 m [1]. Свързано е с Азовско море през протока Керч. Връзката му със Световния океан се осъществява чрез протока Босфора през Средиземно море. Тази единствена връзка го прави едно от най-изолираните от Световния океан морета.

Най-значимата му особеност е безкислородната среда. То е най-големият безкислороден басейн в света. Това свойство се дължи на наличието на сероводород във водите му. Съдържанието на сероводород се наблюдава на дълбочина над 150 – 200 m и нараства с увеличаването ѝ. Сероводородната зона заема около 87 % от общия обем на морето [1].

Излаз на Черно море имат шест държави: България, Румъния, Украйна, Русия, Грузия и Турция. Българското черноморско крайбрежие се простира между нос Сиврибурун на север (маркиращ държавната граница с Румъния) и устието на р. Резовска на юг (маркиращо държавната граница с Турция) [3]. Дължината на водната линия, която представлява източна физическа граница на България, е 432 km.

3. Недвижими културни ценности в българската акватория на Черно море

3.1. Определение за „подводно културно наследство“

Определението за „подводно културно наследство“ е дефинирано в Конвенцията на ЮНЕСКО за „Опазване на подводното културно наследство“ [4]. Според него „подводно културно наследство“ са всички следи от човешко съществуване, които са частично или

изцяло потънали за период от минимум 100 години. Това са поселища, конструкции, сгради, плавателни съдове, летателни средства и други превозни средства заедно с техните товари, отделни находки, праисторически предмети [4].

Значимостта на недвижимите културни ценности (НКЦ), открити под вода, се поражда от факта, че морето е средище на минали цивилизации. Морските пътища за търговия са пряко свързани с великите географски открития, развитието и възхода на човешката цивилизация. Някои корабокрушения в обхвата на тези пътища образуват случайни капсули на времето, от които може да се извлече ценна информация за целите на археологията, науката и дори инженерните дейности. Други важни НКЦ, които са обект на подводни проучвания, са подводници, летателни средства, потънали селищни образувания, сгради, пристанища и всякакви други обекти, които дават представа за живота в миналото, тъй като голяма част от населените места са се формирали по бреговете на водни басейни и впоследствие са попаднали под вода.

Територията на България е била населявана хилядолетия преди основаването на нашата държава. Ето защо, не е изненадващо, че земите ни са осеяни с безброй археологически обекти. Черноморското крайбрежие, заедно със съседния егейски регион, принадлежи към земите, които често са наричани „люлка на съвременната европейска цивилизация“. Черноморското и Егейското крайбрежие формират т.нар. Понто-Егейска провинция, която е оказала значително влияние върху ранните човешки общества в Югоизточна Европа, Мала Азия, Кавказ и т.н. [3].

3.2. Класификация на културното наследство в българската територия на Черно море

Класификацията на културното наследство се извършва на база Морския пространствен план на Република България [5] и съобразно определението за „подводно културно наследство“ дефинирано в конвенцията на ЮНЕСКО. Подводното културно наследство в българската акватория на Черно море по-конкретно се класифицира по следния начин:

- а) селища и структури, които днес са на дъното на морето, но са били изградени или са се формирали при по-ниски морски нива в миналото;
- б) археологически структури, които се откриват на морското дъно, но са попаднали там от морската повърхност;
- в) археологически структури, които са били изградени в миналото на сушата, но поради локални тектонични и свлачищни процеси днес се откриват на морското дъно;
- г) археологически структури, които са изградени в миналото като подводни съоръжения;
- д) отделни находки и предмети с исторически, културен или археологически характер, които се откриват на морското дъно.

Пряко свързани с подводните находки са тези, открити на брега. Според пространствената си структура и териториалния обхват те се делят на:

- Групови – обособена територия или част от акватория, наситена с издирени или подлежащи на издирване на дъното или акватория в него, под повърхността или наземни археологически културни ценности.
- Единични – това са предимно обекти, които са разположени изцяло под водата или непосредствено на морския бряг, в контактна зона между морето и сушата. Тези обекти, според научната и културната област, към която се отнасят, са археологически.

3.3. Актуално състояние

Броят на античните археологически и исторически паметници по българското черноморско крайбрежие е значителен. Приблизително на всеки 9 km от него съществува НКЦ от национално или световно значение. Потопените праисторически селища са над 20, останките от корабокрушения – вероятно над 500. Постепенното покачване на нивото на Черно море е потопило голям брой селища и пристанищни съоръжения, особено в близост до устията на реките и около Варненското и Бургаското езеро [3]. Специфичната морска среда на Черно море позволява на органичния материал да оцелее хилядолетия, което е предпоставка за уникални археологически открития.

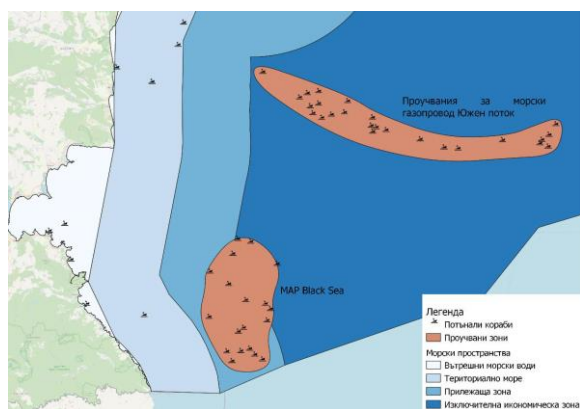
Изследването на обектите през последните години е получило допълнително развитие и разширение с напредването на техническите средства. Откриването на културни ценности и достъпът до тях са все по-улеснени. Това води до значително нарастване на откритите ценности. Към момента, по данни от [5], са регистрирани около 781 НКЦ в приморските области.

Дълбоководните корабокрушения имат потенциал да бъдат декларирани като световно културно наследство по [4], поради специфичните условия на Черно море.

Тези корабокрушения датират в период от V в.пр.Хр. до XIX век.

Анализът на данните от международния проект MAP Black Sea показва, че в зоните, в които са проведени проучванията, има сходна гъстота на корабокрушенията от около 1 корабокрушение на 4 km².

Освен тези корабокрушения в български води има и редица други останки, които по смисъла на Конвенцията за опазване на подводното културно наследство също са под закрилата на закона.



Фиг. 1. Изследвани зони

4. Събиране на информация за местоположението и вида на изследваните обекти

Картографирането на бреговата зона се извършва с цел определяне на релеф, геоморфоложки особености, геоложки процеси, ландшафтни характеристики на сушата, археологически обекти и др. Използват се както класически геодезически методи, така и дистанционни. Дистанционните методи дават възможност да се картографират и труднодостъпните или изцяло недостъпни зони, а липсата на пряк контакт с обектите ги

предпазва от физическо увреждане. При провеждане на археологически проучвания се извършва и определяне на местоположението на обектите. За обекти КН, разположени на сушата, могат да се използват както класически геодезически измервания, така и определяне на координати с ГНСС. При извършване на хидрографски измервания е необходимо да се определят координатите на точките, в които се измерват дълбочини. За определяне на координатите се използват ГНСС измервания и по-специално кинематични измервания. При този метод се използват минимум две антени, едната от които е неподвижна (базова), а другата е подвижна – монтирана на плавателния съд. Този метод се използва при разстояния не повече от 15 km от брега, след което се преминава към навигационно решение.

В днешно време за получаване на високоточна и подробна информация за дълбочините и релефа на дъното се използват проучвателни методи, които се базират на разнообразна апаратура и методики, като еднолъчеви и многолъчеви сонарни системи, сателитна батиметрия, лидарни системи, автономни подводни и надводни средства за заснемане на дъното. Те са различни за дълбоководните зони и за бреговата част. Рядко, в зони, където не може да бъде използвана съвременна апаратура, се налага използване на ръчни методи – лот и лот-лин. Събирането на батиметрични данни с плавателен съд се извършва основно в дълбоководни зони и в бреговата част, при дълбочини, по-големи от 5 m. За целта се използват т.нар. хидроакустични методи, които се основават на измерване на времето, за което ултразвуков сигнал изминава разстоянието от излъчвателя до дъното и обратно с определена скорост. На този принцип работят редица устройства – еднолъчеви и многолъчеви ехолоти, хидролокатори, системи за подводно сканиране и др.

Еднолъчевите ехолоти не могат да се използват за пълно изследване на дъното, тъй като дават информация за дълбочините в сравнително тясна ивица по снимачния галс, под кила на плавателния съд и съответно в междугалсовото разстояние остават пропуски. Обикновено, в допълнение към измерванията с еднолъчев ехолот се използва и странично сканиращ сонар (ССС). По-съвременният вариант за картографиране са многолъчевите ехолоти, които постигат покритие между 120° и 150° . Те имат предимство пред еднолъчевите ехолоти, тъй като събират данни за дъното много по-бързо и по-ефективно. За всеки лъч, който се излъчва от MBES, се измерва разстоянието до точката, от която е пристигнал отразеният сигнал, вследствие на това се получават пространствени координати на стотици точки от дъното от всеки импулс. По този начин релефът се заснема непрекъснато и се представя с огромно множество от точки. Въз основа на това могат да се генерират цифрови модели (ЦМ) с изключително висока точност и подробности [2].

Странично-сканираща сонарна система (Side-scan Sonar – SSS) – известна още като хидролокатор със страничен обзор служи за откриване на подводни цели и характерни особености на дъното и измерване на посока и разстояние до тях [6]. Те са основен инструмент при локализиране на потънали обекти и получаване на детайлна картина на морското дъно. Това ги прави важна част от подводните археологически проучвания. Технологиите на СССР се основава на излъчване на широка ивица (70° – 180°) звукови импулси с различни честоти, което позволява да се постигне висока резолюция. СССР дават възможност за получаване на различни физически характеристики – размер, цвят, положение. Предпоставка за приложението им са различните отражателни характеристики на дъното в изследваната акватория.

В крайбрежната зона се използват и нови съвременни дистанционни технологии – сателитна батиметрия за плитки зони, в които водата е достатъчно бистра и LIDAR (Light Detection and Ranging). Използването му е друга възможност за картографиране на плитки участъци с чисти води. Дълбочините се изчисляват от разликата във времето между отражението на лазерен импулс, предаден от въздушна платформа, от водата и от морското дъно.

Споменатите дотук методи понякога са трудно осъществими за малки обхвати или плитководни зони, тъй като изискват голям финансов ресурс. По тази причина безпилотните летателни апарати (БЛА), които навлизат с бързи темпове в картографирането, са основен инструмент за получаване на актуална информация за бреговата зона.

5. Приложение на географските информационни системи в подводната археология

Географските информационни системи намират все по-широко приложение в различни аспекти от човешкия живот заради многобройните си функции. На първо място те представят обекти, разположени на, под и около земната повърхност върху екрана на компютър или мобилно устройство.

ГИС са софтуерни приложения, обвързващи информацията за местоположението на обекти с информация за това какво представляват обектите. Предимствата на системата пред обикновена карта са: възможност за съхранение на голям обем информация в различни слоеве и възможностите за бързо и лесно актуализиране на тази информация за кратко време, което се постига благодарение на съхранението на данните в база данни. Една от най-важните способности на ГИС е възможността за заявки към данните. Работата с такава система намалява необходимостта от допълнително обучение на специалистите в дадена област за работа с различни софтуери. При използване на единна база данни и шаблон за информацията се премахва необходимостта от разпределяне и конвертиране на данни в различни формати. Използването на ГИС помага за по-лесното възприемане на информацията, тъй като предоставя пространствено визуализиране на обектите. Съхранението на данните в слоеве дава възможност за отсяване на информация с включване и изключване на отделните слоеве. По този начин потребителят може да вижда само това, което му е необходимо и да прави сравнения и анализи, например между актуално и предишно състояние на даден обект. ГИС дават възможност на потребителите да създават и добавят собствени слоеве с цел решаване на реални проблеми. ГИС намират редица приложения в различни сфери: медии, военни действия, учебни и информативни цели, правителствени организации, публичен сектор, здравеопазване, транспорт, геодезия и картография, научни дейности и други [7].

5.1. Приложение на ГИС в подводната археология

Изброените дотук възможности на ГИС са изключително полезни за археологическите дейности, тъй като за извършването им е необходима внимателно планирана стратегия, чрез която да се оптимизира работният процес. Използването на ГИС по време на проучванията дава възможност за събиране на голям обем информация и съобразяване на плана за работа с моментните условия.

Свързването на „парчетата“ информация, събрана от археолозите върху карта, е от особено значение. Дори може да се каже, че без картография няма археология. Същината на археологическите открития е свързването на всички единични обекти в цялостна картина, въз основа на което може да се правят заключения за миналото. Използването на ГИС в археологията е широко разпространено, тъй като улеснява извършването на анализи и планирането на археологически дейности.

ГИС е ефективен инструмент за управление на културното наследство, особено за подводното културно наследство, тъй като дава следните предимства:

- възможност за планиране и моделиране на проекти;

- възможност за вземане на по-добри решения при включване на голям обем информация и извършване на сравнения;
- визуални анализи;
- възможност за комбиниране на информация от много заинтересовани страни (археолози, флот, рибари и др.).

ГИС в подводната археология предоставя полезен инструмент за документиране и управление на голям обем данни, получени при провеждане на археологически проучвания. Съхраняването на слоеве с информация за акваториите – батиметрични, данни от предишни проучвания, информация за минали състояния и др., подпомага откриването на потенциални области за изследване. Основните цели, които стоят зад използването на ГИС в подводната археология, са разпознаването на минали ландшафти, брегови линии и селища, които сега са под вода; идентифициране на възможни рискови зони за останките; създаване на ЦМ на дълбочините; контекстуализация на останките в техния минал пейзаж. ГИС осигурява единна база данни, която да интегрира всички данни от подводна археология и която от своя страна допринася за изследователски начинания и за разпространението на археологическите знания [8].

6. Заключение

Подводната археология и КН са значително нов и все още не достатъчно изследван ресурс. С техническото развитие се подобряват и подсилват методите, с които се извършват археологически проучвания. Обемът на събраната информация за обектите се увеличава, което от своя страна води до необходимост от систематизиране на данните и съхранение в единна система, която на първо място да улеснява работата на специалистите от тази област. Друга роля на такава информационна система е да подsigурява достъп на всички хора до тази част от информацията, с цел популяризиране на културното наследство. Тъй като една от най-важните характеристики на недвижими културни ценности е местоположението, най-удачен и подходящ метод за постигане на тези цели са ГИС.

Интересът към културното наследство, и по-специално към подводното, се увеличава в световен мащаб. Черно море крие едни от най-невероятните открития на подводната археология, въпреки това няма достатъчно налична информация за тях, нито система, в която да бъдат съхранявани и използвани. Географската информационна система за НКЦ в континенталния шелф би могла да даде възможност на повече хора да се запознаят с невероятните открития, които са направени в българската акватория.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Peychev, V., Dimitrov, D.* Okeanologia. Ongal, 2012, ISBN: 978-954-8279-82-6.
2. *Alexandrov, B., Lyubenova, St.* Prilozhenie na GIS v podvodnata arheologia. XXXI International Symposium on modern technologies, education and professional practice in geodesy and related fields, Sofia, 04-05 November 2021.
3. *Kotsev, I. et. al.* Analiz i kartografirane na chuvstvitelnostta na Balgarskata Chernomorska kraybrezhna zona. Total, 2019, ISBN: 978-954-9490-57-2.

4. UNESCO. Convention on the protection of the underwater cultural heritage.
5. Morski prostranstven plan na Republika Bulgaria 2021 – 2035. https://mspbг.ncrdhp.bg/pic/documents/20/MSPRB_ZAPISKA_final_09_2021.pdf.
6. Trendafilova, L., Dechev, D. Savremenni batimetriczni izsledvania v Balgarskata chernomorska kraybrezhna zona. XXX International Symposium on modern technologies, education and professional practice in geodesy and related fields, Sofia, 04-06 November 2020.
7. What is GIS? https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecore-archive/Files/Pdfs/library/fliers/pdfs/what_is_gis.pdf.
8. Figueiredo, A., Bernardes, I. The importance of GIS in underwater archaeology. https://www.researchgate.net/publication/299538524_THE_IMPORTANCE_OF_GIS_IN_UNDERWATER_ARCHAEOLOGY.

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN UNDERWATER ARCHEOLOGY

St. Lyubenova¹

Keywords: Geographic Information Systems, mapping, cultural-historical heritage, underwater archaeology, Black Sea

ABSTRACT

The paper presents the methods for mapping the coastal zone, which are directly related to the discovery of immovable cultural values, as well as the types of archeological research and their methodology for underwater sites. The specific features of the Black Sea basin, which are the main prerequisite for the discovery of archaeological finds, have been clarified. The possibilities of using geographic information systems for documentation, management and preservation of cultural values are presented.

¹ Stilyana Lyubenova, Senior Assist. Prof. Eng., Dept. “Geodesy and Geoinformatics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: lyubenova.fgs@gmail.com