

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГИС В ПОДВОДНАТА АРХЕОЛОГИЯ

Борислав Александров, Стилиана Любенова

SUMMARY

The underwater cultural heritage in the waters of the Black Sea has a high scientific value, as it is unique in terms of preservation. The number of discovered immovable cultural values is growing rapidly, and access to them both on land and under water is becoming easier. Underwater research equipment, such as various single and multi-beam sonar, underwater profilographs, etc. develops quickly and allows easy and thorough study of objects. This leads to the need for these sites to be included in registers of cultural monuments, both nationally and globally.

The use of geographic information systems (GIS) during the surveys makes it possible to collect a large amount of information and comply with the work plan with the current conditions. In order for the objects to be studied and protected, it is necessary to know their location and the factors that endanger them. An effective tool for managing this huge amount of information is GIS with the ability to combine all data concerning the management of underwater sites, as well as access to this information at different levels - for scientists, the public, for government purposes and etc. In addition, they provide a good opportunity to promote cultural values, which would support the development of cultural tourism in coastal areas.

KEY WORDS: GIS, cultural and historical heritage, underwater archaeology, Black sea

РЕЗЮМЕ

Подводното културно наследство във водите на Черно море има висока научна стойност, тъй като е уникално по степен на съхраненост. Броят на откритите недвижими културни ценности нараства бързо, а достъпът до тях както на сушата, така и под вода става все по-лесен. Оборудването за подводни изследвания, като различни 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. Използването на географските информационни системи (ГИС) по време на проучванията дава възможност за събиране на голям обем информация и съобразяване на плана за работа с моментните условия. 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 именно ГИС с възможността да комбинират всички данни, касаещи управлението на подводните обекти, а също и за достъп до тази информация на различни нива – за учени, за обществеността, за правителствени цели и т.н. Допълнително дават и добра възможност за популяризиране на културните ценности, което би подпомогнало развитието на културния туризъм в крайбрежните зони.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: ГИС, КУЛТУРНО ИСТОРИЧЕСКО НАСЛЕДСТВО, ПОДВОДНА АРХЕОЛОГИЯ, ЧЕРНО МОРЕ

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Република България е една от шестте държави с излаз на Черно море, с четвърта по големина крайбрежна ивица, което има както стопанско, така и важно културно значение. Моретата навсякъде са национално богатство, но за Черно море може да се твърди, че е уникално в световен мащаб, особено като известно средище на минали цивилизации. То отдавна интригува учените със своята древна история и специфични особености. По българските брегове са открити следи от човешка цивилизация, датиращи от праисторията и от времето на най-значимите за Европа култури – гръцка и римска. За тези открития допринася фактът, че Черноморският басейн е представлявал идеална среда за живот, като сладководен, още в миналите хилядолетия. В днешно време уникалната безкислородна водна среда е превърнала морето в музей, криещ неповторими находки.

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. За да е възможно проучването и използването на този ресурс са необходими мерки, свързани с опазването му. За осъществяване на това се прилагат Конвенцията на ЮНЕСКО за „Опазване на подводното културно наследство“ [3] и Морски пространствен план на Република България (МППРБ) 2021-2035г [2].

2. АКТУАЛНО СЪСТОЯНИЕ НА НЕДВИЖИМИТЕ КУЛТУРНИ ЦЕННОСТИ В ЧЕРНО МОРЕ

Значимостта на недвижимите културни ценности, 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 корабкрушения в обхвата на тези пътища образуват случайни капсули на времето, от които може да се извлече ценна информация за целите на археологията и не само. Понякога достъпът до останки на потънали кораби е от особено значение за науката и инженерните дейности. Тъй като морската шир е била арена на много битки и сражения, може да се получи полезна информация за военните действия. 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 Егейско 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 [1].



Фигура 1. Разположение на Черноморският басейн

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 заляло голям брой селища и пристанищни съоръжения, особено в близост до устията на реките и около Варненското и Бургаско езеро [1]. Специфичната морска среда на Черно море позволява на органичния материал да оцелее хилядолетия, което е предпоставка за уникални археологически открития.

3. КЛАСИФИКАЦИЯ НА КУЛТУРНОТО НАСЛЕДСТВО В БЪЛГАРСКАТА ТЕРИТОРИЯ НА ЧЕРНО МОРЕ СПОРЕД МОРСКИЯ ПРОСТРАНСТВЕН ПЛАН НА Р БЪЛГАРИЯ

Класификацията на културното наследство в МППРБ се извършва на база определението за „подводно културно наследство“ в Конвенцията на ЮНЕСКО за „Опазване на подводното културно наследство“ от 2001 г. Според нея класификацията на подводното КН в българската акватория на Черно море е следното:

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. Най-типичен пример са праисторическите села;

б/ Археологически структури, които се откриват на морското дъно, но са попаднали там от морската повърхност, каквито са останките от потънали кораби;

в/ Археологически структури, които са били изградени в миналото на сушата, но поради локални тектонични и свлачищни процеси днес се откриват на морското дъно. Пример за такива структури са част от потопените крепостни стени на гр. Несебър.

г/ Археологически структури, които са изградени в миналото като подводни съоръжения, като останките от древни пристанища;

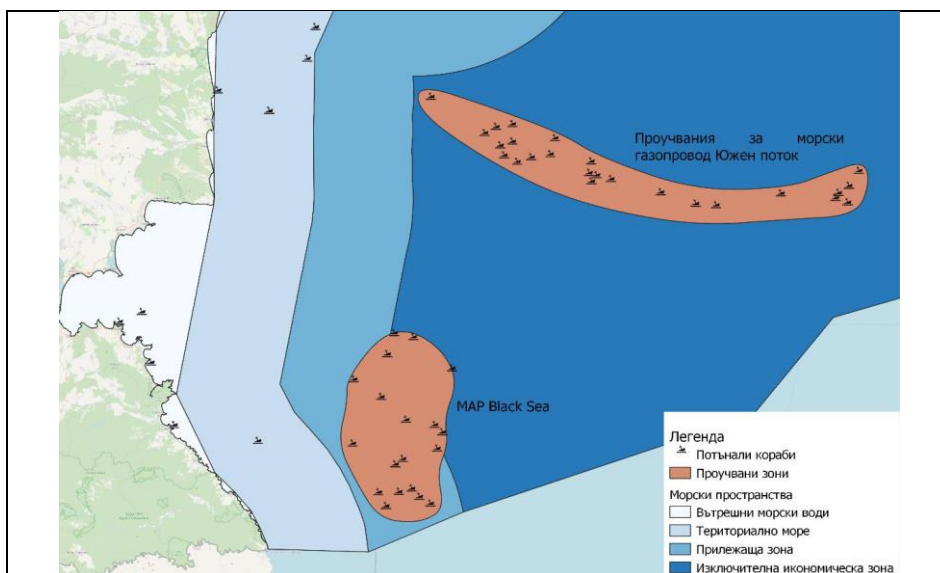
д/ Отделни находки и предмети с исторически, културен или археологически характер, които се откриват на морското дъно.

Според пространствената си структура и териториалния обхват НКЦ на брега се делят на групови и единични.

- Групови – обособена територия или част от акватория, наситена с издирени или подлежащи на издирване на дъното или в него, под повърхността или наземни археологически културни ценности. Това са археологическите резервати в териториалния обхват на МППРБ, както и другите разновидности на груповите културни ценности-ансамбъл, комплекс, историческо селище, историческа зона и серийните обекти.

- Единични – това са предимно обекти НКЦ, които са разположени изцяло под водата или непосредствено на морския бряг, в контактна зона между морето и сушата и които обекти, според научната и културната област към която се отнасят, са археологически. 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 МППРБ, са регистрирани около 781 НКЦ в приморските области.

Подводните недвижими културни ценности в голямата си част са останки от корабокрушения. Дълбоководните корабокрушения имат потенциал да бъдат декларирани като световно културно наследство по [3], поради специфичните условия на Черно море. При спасителни дълбоководни проучвания на Института по Океанология към БАН са регистрирани 4 корабокрушения източно и северно от Варна на дълбочини между 100 и 140 m. В рамките на големият морски археологически проект MAP Black Sea от 2015-2017 г са регистрирани и документирани общо 55 корабокрушения. При проучвания за морски газопровод Южен поток са локализирани 88 антропогенни цели (Фиг. 2).



Фигура 2. Зони с проучени корабокрушения

Тези корабокрушения са датирани по следния начин:

- o Антични – края на V в – начало на IV в. пр. Хр.;
- o Римската епоха – I – V век;
- o Средновековни – IX – X век и XIII – XIV век;
- o Османски типове – XVII – XIX век;

о Големи гребно-ветроходни лодки от XVIII век;

о Западноевропейски типове кораби от XVIII – XIX век.

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

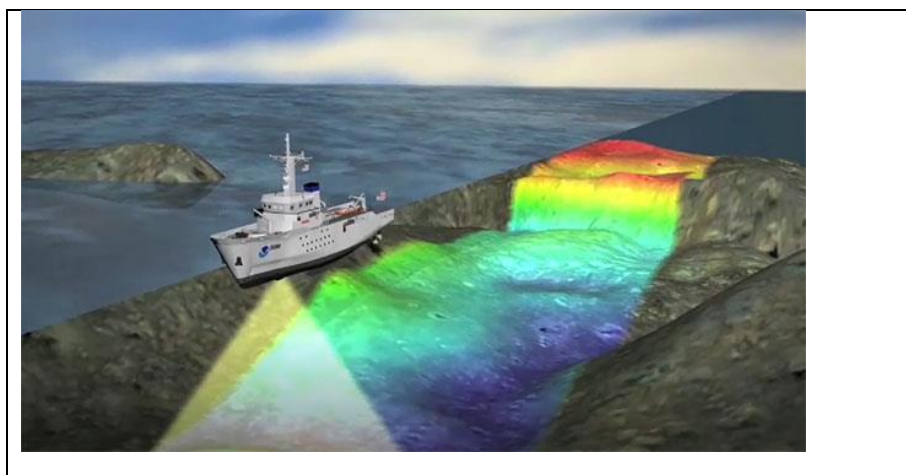
4. ПОЛУЧАВАНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ ЗА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО И ВИДА НА ИЗСЛЕДВАНИТЕ ОБЕКТИ

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. Вторите 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 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.

Измерването на дълбочини - батиметрията е клон на хидрографията, чиято задача е картографиране на морското и океанско дъно. 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. 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.

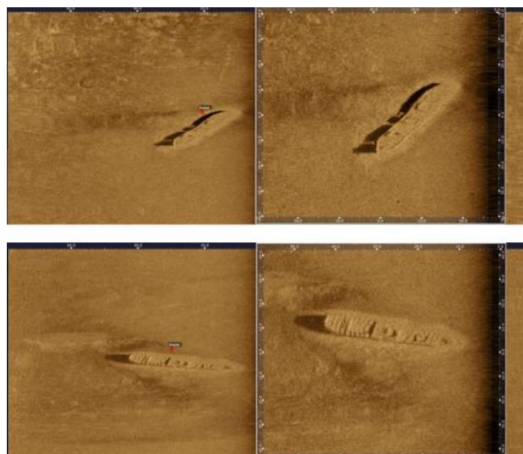
Еднолъчевите ехолоти не могат да се използват за пълно изследване на дъното, тъй като дават информация за дълбочините в сравнително тясна ивица по снимачния галс, под кила на плавателния съд и съответно в междугалсовото разстояние остават пропуски. Обикновено, в допълнение към измерванията с еднолъчев ехолот се използва и странично сканиращ сонар (ССС). По-съвременният вариант за картографиране на морското дъно са многолъчевите ехолоти (MBES), които излъчват ветрилообразна звукова вълна (Фиг. 3). Те постигат покритие между 120° и 150° и 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 отразения сигнал, в следствие 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 голямо множество от точки. Въз основа на това могат да се генерират цифрови модели (ЦМ) с изключително високи точност и подробност [4].



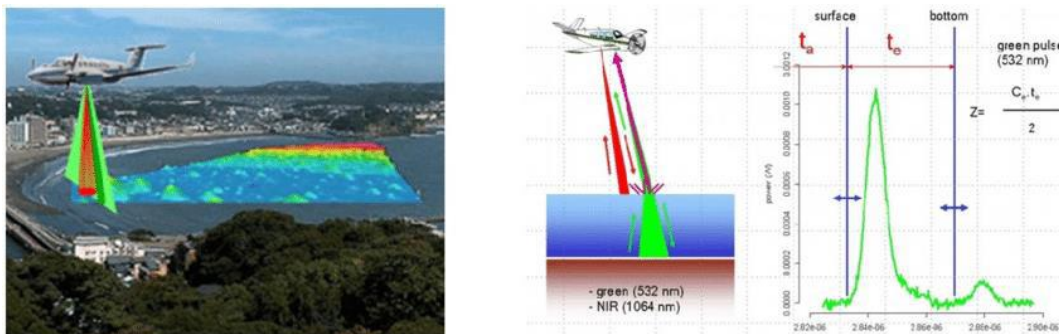
Фигура 3. Принцип на действие на многолъчев ехолот

Друг начин за получаване на информация за дъното са странично-сканиращите сонарни системи, известни още като хидролокатори със страничен обзор. Служат за откриване на подводни цели и характерни особености на дъното и измерване на посока и разстояние до тях [4]. 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 (Фиг. 4). Технологията на ССС се основава на излъчване на широка ивица (70° - 180°) звукови импулси с различни честоти, което позволява да се постигне висока резолюция. ССС дават възможност за получаване на различни физически характеристики - размер, цвят, положение. Предпоставка за приложението им са различните отражателни характеристики на дъното в изследваната акватория.



Фигура 4. Регистриране на потънал кораб със странично сканиращ сонар

В крайбрежната зона се използват и нови съвременни дистанционни технологии като сателитна батиметрия за картографиране на плитки зони, в които водата е достатъчно бистра, както и батиметричен ЛИДАР (Фиг. 5). Това е друга възможност за картографиране на плитки участъци с прозрачни води. Дълбочините се изчисляват от разликата във времето между отражението на лазерен импулс, предаден от въздушна платформа, от водата и морското дъно.



Фигура 5. Определяне на дълбочини с ЛИДАР

Споменатите до тук 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. СЪЩНОСТ НА ГИС И ПРИЛОЖЕНИЕ В ПОДВОДНАТА АРХЕОЛОГИЯ

Географските информационни системи са софтуерно приложение, обвързващо информацията за местоположението на обекта с информация за неговата същност. 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 чрез използване на база данни [5]. Една от най-важните способности на ГИС е възможността за заявки към данните. При използване на единна база данни и шаблон за информацията се премахва необходимостта от разпределяне и конвентиране 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. Потребителите сами могат да създават и добавят собствени слоеве с цел решаване на реални проблеми.

ГИС в подводната археология предоставя полезен инструмент за документиране и управление на голям обем данни, получен при провеждане на археологически проучвания. Съхраняването на слоеве с информация за акваториите – батиметрични, данни от предишни

XXXI МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ
 “СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В
 ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ”

София, 04 – 05 ноември 2021 г.

XXXI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
 MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE IN
 GEODESY AND RELATED FIELDS

Sofia, 04 – 05 November 2021

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 налични от подводна археология и която от своя страна допринася за изследователски начинания и за разпространението на археологическите знания [6].

В таблица 1 е показано нагледно описание на предметната област, разделена на класове обекти, със съответното детайлизиране на обекта и типа данни, които го характеризират.

Вариант за реализиране на географската информационна система и предоставяне на информацията на потребителите е създаването на уеб страница (Фиг. 6 и Фиг. 7).

Таблица 1. Описание на предметна област

Предметна област	Клас обекти	Обект	Тип данни
НКЦ в континенталния шелф на Р България	Подводни НКЦ	Потънали селища (структури)	Векторни данни от тип точка с атрибут;
		Останки от потънали кораби	Векторни данни от тип точка с атрибут;
		Древни пристанища	Векторни данни от тип точка с атрибут;
	НКЦ на брега	Археологически резервати	Векторни данни от тип точка с атрибут;
		Археологически комплекси	Векторни данни от тип точка с атрибут;
		Други групови археологически обекти	Векторни данни от тип точка с атрибут;
		Единични археологически НКЦ	Векторни данни от тип точка с атрибут;
	Морски пространства	Вътрешни морски води	Векторни данни от тип полигон с атрибут;
		Териториално море	Векторни данни от тип полигон с атрибут;
		Прилежаща зона	Векторни данни от тип полигон с атрибут;
		Континентален шелф	Векторни данни от тип полигон с атрибут;
		Изключителна икономическа зона	Векторни данни от тип полигон с атрибут;

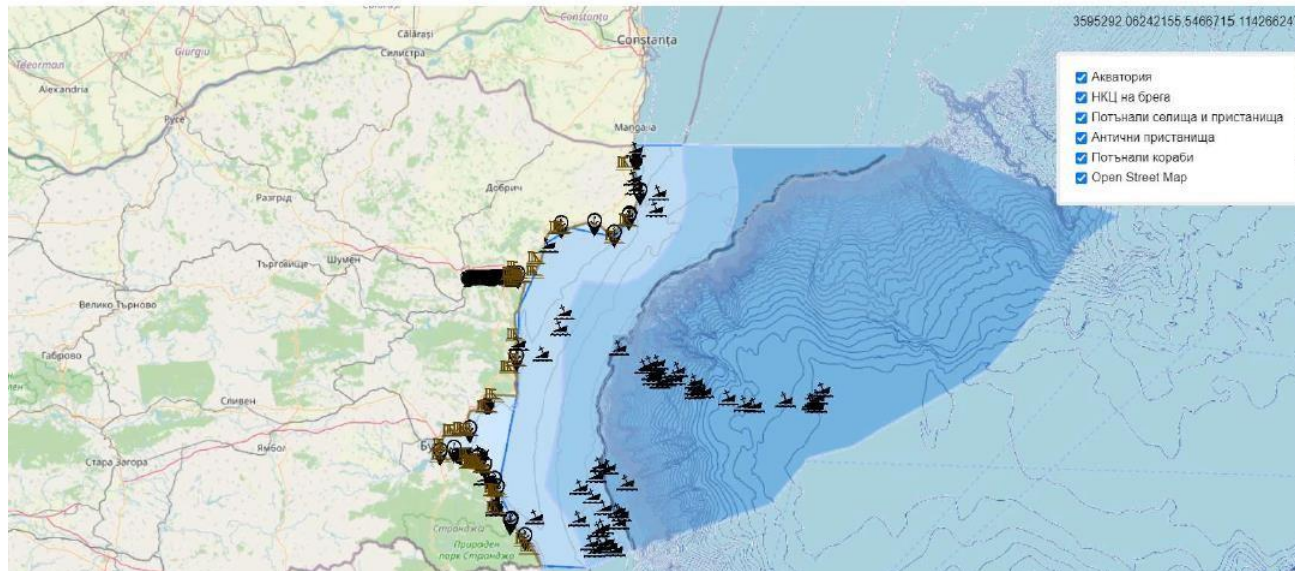
XXXI МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ
“СЪВРЕМЕННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В
ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ”

София, 04 – 05 ноември 2021 г.

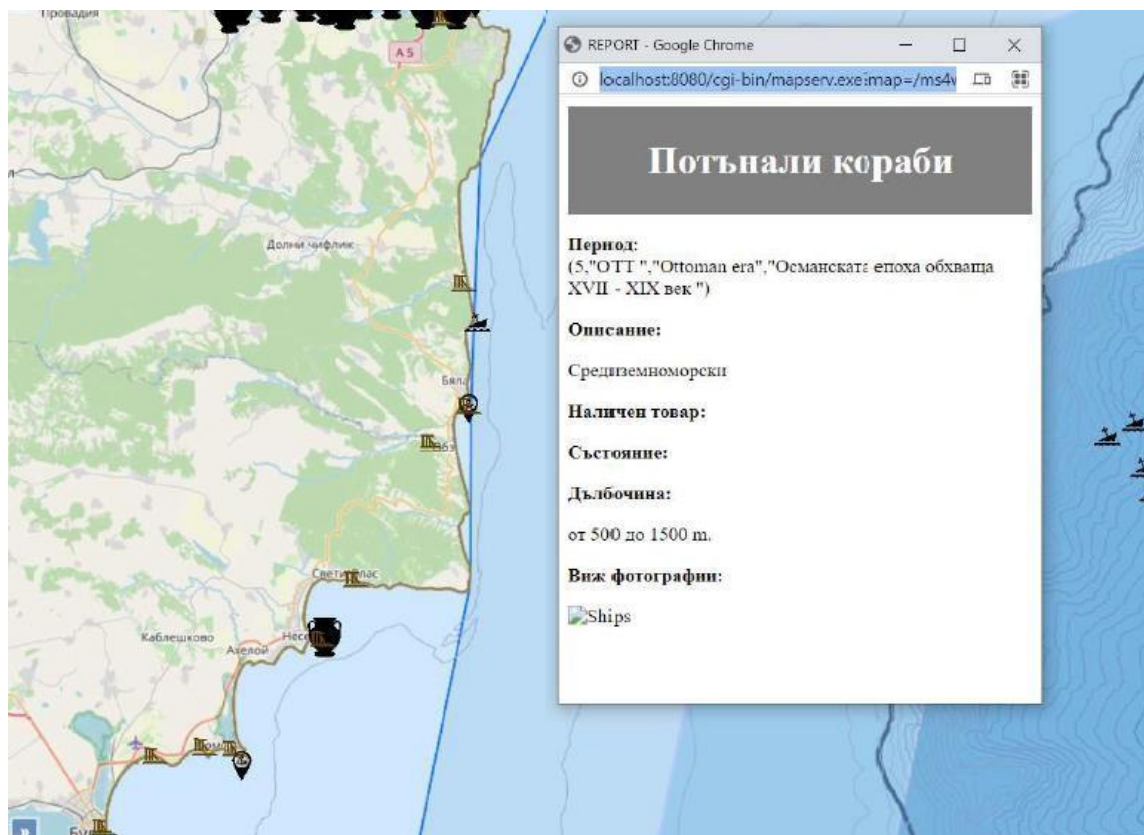
XXXI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON
MODERN TECHNOLOGIES, EDUCATION AND PROFESSIONAL PRACTICE IN
GEODESY AND RELATED FIELDS

Sofia, 04 – 05 November 2021

Недвижими културни ценности в континенталния шелф на Р България



Фигура 6. Уеб страница на ГИС за НКЦ



Фигура 7. Извеждане на екран на информация за обект от уеб страница на ГИС за НКЦ

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводната археология и културното наследство са значително нов и все още не достатъчно изследван ресурс. С техническото развитие се подобряват и подсилват методите, с които се извършват археологически проучвания. Обема 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 подсигурава достъп на всички хора до тази част от информацията, с цел популяризиране на културното наследство. Тъй като една от най-важните му характеристики е местоположението, най-удачен и подходящ метод за постигане на тези цели са географските информационни системи.

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 и въпреки това няма достатъчно налична информация за тях, нито система в която да бъдат съхранявани и използвани. Географската информационна система за националното културно наследство в континенталния шелф би могла да даде възможност на повече хора да се запознаят с уникалните открития, направени в българската акватория.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Коцев, И. и кол., *Анализ и картографиране на чувствителността на Българската Черноморска крайбрежна зона*, Тотал, София, 2019
- [2] МРРБ, *Морски пространствен план на Република България 2021-2035г.*
- [3] ЮНЕСКО, Конвенция за защита на подводното културно наследство – 02.10.2001г.
- [4] Трендафилова, Л., Дечев, Д., „Съвременни батиметрични изследвания в Българската черноморска крайбрежна зона“, София, 04-06.11.2020г.
- [5] ESRI, *What is GIS? , USA, 2012*
- [6]
https://www.researchgate.net/publication/299538524_THE_IMPORTANCE_OF_GIS_IN_UNDERWATER_ARCHAEOLOGY

ДАННИ ЗА АВТОРИТЕ

доц. д-р инж. Борислав Александров

Университет по архитектура, строителство и геодезия, Геодезически факултет

Адрес за контакт: бул."Хр. Смирненски" 1, София 1046

e-mail: alekb_fgs@uacg.bg

ас. инж. Стиляна Любенова

Университет по архитектура, строителство и геодезия, Геодезически факултет

Адрес за контакт: бул."Хр. Смирненски" 1, София 1046

e-mail: lyubenova_fgs@uacg.bg