

Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук України  
Інститут археології НАН України  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

# **ПІДВОДНА АРХЕОЛОГІЯ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

**Стан та перспективи розвитку**

*Монографія*

Миколаїв • НУК • 2019

УДК 902.034:005.8 (477.7)  
П 32

А В Т О Р И :

М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий

РЕЦЕНЗЕНТИ :

Моця Олександр Петрович – член-кореспондент НАН України, доктор історичних наук, професор, завідувач відділу, Інститут археології НАН України;

Харитонов Юрій Миколайович – доктор технічних наук, професор, декан факультету морської інфраструктури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

*Рекомендовано до друку відділом давньоруської та середньовічної археології Інституту археології НАН України, засідання №6 від 17.09.1019 р.  
та вченою радою Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, протокол №9 від 04.10.2019 р.*

**Підводна археологія північного Причорномор'я : Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. – Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2019. – 336 с.**

ISBN 978-966-321-372-9

Монографія присвячена проблемам вивчення пам'яток археології, які знаходяться під водами Чорного моря, його лиманів, річок та водосховищ. Викладено історію розвитку Чорного моря у пізньому голоцені, динаміку розвитку прибережної смуги північного Причорномор'я протягом 4-х тисяч років. Наводяться результати досліджень археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я. Розглянуто перспективи розвитку підводних археологічних досліджень на основі застосування засобів підводної робототехніки.

Для науковців, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів, які працюють у галузі підводної археології та проектного менеджменту.

**УДК 902.034:005.8 (477.7)**

© Ієвлев М. М.,  
Чубенко О. В.,  
Блінцов В. С.,  
Надточий А. В., 2019

ISBN 978-966-321-372-9

## **ЗМІСТ**

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....                            | 7  |
| ВСТУП .....                                                | 8  |
| Розділ 1                                                   |    |
| ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЧОРНОГО МОРЯ                              |    |
| У ПІЗНЬОМУ ГОЛОЦЕНІ .....                                  | 20 |
| Розділ 2                                                   |    |
| ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ПРИБЕРЕЖНОЇ                              |    |
| СМУГИ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я                             |    |
| ЗА ОСТАННІ 4 ТИС. РОКІВ .....                              | 32 |
| Розділ 3                                                   |    |
| ДОСЛІДЖЕНІ АРХЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ,                          |    |
| ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ В ШЕЛЬФОВІЙ ЗОНІ                           |    |
| ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я .....                             | 44 |
| 3.1 Дослідження археологічних пам'яток,                    |    |
| які знаходяться в шельфовій зоні північного                |    |
| Причорномор'я від о. Зміїний                               |    |
| до перекопського перешийка .....                           | 44 |
| 3.1.1 Острів Зміїний .....                                 | 44 |
| 3.1.2 Акваторія Дністровського лиману .....                | 52 |
| 3.1.3 Підводні дослідження біля                            |    |
| Тилігульського лиману .....                                | 57 |
| 3.1.4 Острів Березань .....                                | 60 |
| Ділянки акваторії біля о. Березань,                        |    |
| де проводилися підводні дослідження .....                  | 63 |
| 3.1.5 Акваторія Березанського й Бейкушського лиманів ..... | 72 |
| 3.1.6 Підводні дослідження Бузького лиману .....           | 73 |
| Підводні дослідження Ольвії .....                          | 74 |

|        |                                                                                                                |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|        | Прибережна зона акваторії Бузького лиману<br>на південь від Ольвії .....                                       | 85  |
|        | Проведення батиметричних досліджень у районі<br>поселення Аджигол-1 та городища Дніпровка-2 .....              | 86  |
|        | Батиметричні дослідження поблизу мису Бублікова<br>(Білозірський район Херсонської області) .....              | 94  |
| 3.1.7  | Район Тендрівської і Яголицької заток .....                                                                    | 100 |
| 3.2    | Археологічні пам'ятки<br>на Чорноморському узбережжі Криму .....                                               | 112 |
| 3.2.1  | Дослідження в районі оз. Донузлав .....                                                                        | 115 |
| 3.2.2  | Дослідження акваторії Євпаторійської бухти .....                                                               | 120 |
| 3.2.3  | Дослідження затоплених поселень<br>на ділянці Євпаторія – м. Тарханкут .....                                   | 123 |
| 3.2.4  | Підводні археологічні дослідження стародавнього<br>Херсонесу та його округів .....                             | 125 |
| 3.2.5  | Дослідження Коктебельської бухти .....                                                                         | 132 |
| 3.2.6  | Дослідження мису Меган .....                                                                                   | 133 |
| 3.2.7  | Дослідження Судацької бухти (с. Новий Світ) .....                                                              | 135 |
| 3.2.8  | Дослідження ділянки узбережжя<br>між Алуштою і Гурзуфом .....                                                  | 139 |
| 3.2.9  | Дослідження району мису Плака .....                                                                            | 140 |
| 3.2.10 | Феодосія .....                                                                                                 | 143 |
| 3.3    | Узбережжя Керченського півострова .....                                                                        | 146 |
| 3.3.1  | Кітей .....                                                                                                    | 147 |
| 3.3.2  | Акра .....                                                                                                     | 148 |
| 3.3.3  | Німфей .....                                                                                                   | 154 |
| 3.3.4  | Пантікапей .....                                                                                               | 158 |
| 3.3.5  | Дослідження півострова Казантип .....                                                                          | 160 |
| 3.4    | Дослідження північно-західної частини<br>Азовського моря .....                                                 | 162 |
| 3.5    | Досліджені археологічні пам'ятки,<br>які знаходяться на дні Дніпровського лиману<br>та пониззі р. Дніпро ..... | 165 |
| 3.5.1  | Античне городище Станіслав .....                                                                               | 165 |
| 3.5.2  | Городище «Золотий мис» .....                                                                                   | 167 |

|       |                                                               |     |
|-------|---------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5.3 | Поселення Софіївка-1, та городище Софіївка-2 .....            | 168 |
| 3.5.4 | Батиметричні дослідження біля фортеці Тягин .....             | 172 |
| 3.5.5 | Городище на островах Великі та Мали Кучугури .....            | 180 |
| 3.5.6 | Підводні дослідження Дніпра<br>в районі острова Хортиця ..... | 182 |

## Розділ 4

### ПРОЕКТНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У ЗАДАЧАХ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....

185

|       |                                                                                                                                    |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1   | Основні напрямки досліджень<br>в галузі управління проектами підводних<br>археологічних досліджень .....                           | 186 |
| 4.1.1 | Аналіз сучасного стану управління проектами<br>роботизації підводних археологічних досліджень ....                                 | 195 |
| 4.2   | Методологія та основні методи досліджень .....                                                                                     | 201 |
| 4.2.1 | Розробка концепції управління проектами<br>роботизації підводних археологічних досліджень ....                                     | 201 |
| 4.2.2 | Розробка концептуальної моделі<br>управління проектами роботизації підводних<br>археологічних досліджень .....                     | 205 |
| 4.2.3 | Методологія управління проектами<br>підводних археологічних досліджень .....                                                       | 218 |
| 4.3   | Розробка моделей управління<br>проектами роботизації підводних<br>археологічних досліджень .....                                   | 223 |
| 4.3.1 | Загальна характеристика наукових задач<br>розробки моделей управління проектами<br>підводної археології .....                      | 223 |
| 4.3.2 | Визначення класифікаційних ознак та розробка<br>класифікації проектів ПАД з використанням<br>засобів підводної робототехніки ..... | 224 |
| 4.3.3 | Планування управління змістом проекту<br>підводних археологічних досліджень .....                                                  | 229 |
| 4.3.4 | Розробка моделі управління завданням<br>удосконалення нормативно-законодавчого<br>забезпечення ПАД .....                           | 237 |

|                                  |                                                                                                                                          |     |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.5                            | Розробка моделі управління процесом створення<br>робототехнічного забезпечення ПАД .....                                                 | 246 |
| 4.3.6                            | Розробка моделей управління ризиками<br>у проектах ПАД .....                                                                             | 251 |
| 4.3.7                            | Оцінка ефективності роботизації<br>на фазі планування проекту підводної<br>археологічної діяльності .....                                | 267 |
| 4.4                              | Практики застосування моделей<br>управління проектами роботизації підводних<br>археологічних досліджень .....                            | 275 |
| 4.4.1                            | Управління проектом морської археологічної<br>експедиції «Візантійська галера» .....                                                     | 275 |
| 4.4.2                            | Управління інноваційним проектом<br>«Віртуальний підводний музей України» .....                                                          | 280 |
| ВИСНОВКИ .....                   |                                                                                                                                          | 286 |
| ДОДАТКИ                          |                                                                                                                                          |     |
| Додаток А                        |                                                                                                                                          |     |
|                                  | Методика гідролокаційного пошуку .....                                                                                                   | 288 |
| Додаток Б                        |                                                                                                                                          |     |
|                                  | Інноваційна методика ехозондування<br>щодо досліджень глибин та донних<br>відкладів акваторій природного<br>та штучного походження ..... | 290 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ..... |                                                                                                                                          | 309 |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

|              |                                                        |
|--------------|--------------------------------------------------------|
| АЕ .....     | археологічна експедиція                                |
| АПА.....     | автономний підводний апарат                            |
| БПА.....     | буксирований підводний апарат                          |
| БСВ .....    | балтійська система висот (перевищень)                  |
| ГХС .....    | градуси, хвилини, секунди                              |
| ЗМР .....    | засіб морської робототехніки                           |
| НПА .....    | ненаселений підводний апарат                           |
| ОПА .....    | опускний підводний апарат                              |
| ПА .....     | підводна археологія                                    |
| ПАД .....    | підводна археологічна діяльність                       |
| СК .....     | система координат                                      |
| ТПА .....    | телекерований підводний апарат                         |
| UTM .....    | міжнародна проекція<br>(Universal Transverse Mercator) |
| WGS-84 ..... | міжнародна система координат                           |

## ВСТУП

Підводна археологія, будучи складовою частиною світової науки, тісно пов'язаною з іншими науковими напрямками, цілком залежала від розвитку вітчизняної суспільної думки. Вона ніколи не була наукою в собі й розвивалася послідовно, деякою мірою самотужню, залежно від потреб суспільства.

У розвитку вітчизняної підводної археології можна виділити кілька періодів, що розрізняються між собою не тільки хронологічно, але й по своїй методологічній спрямованості, прийомам наукового дослідження, методам одержання інформації, цілям і завданням історичної реконструкції.

Об'єктами вивчення підводної археології є різноманітні пам'ятки археології та історії, котрі за якихось обставин опинилися на дні моря, лиману чи річки. До сьогодні саме ці пам'ятки найменш досліджені порівняно з розташованими на суші аналогічними пам'ятками і потребують детального вивчення. Недостатня вивченість цих пам'яток пояснюється, в першу чергу, труднощами проведення їх досліджень під водою, відсутністю розроблених досконалих методик та необхідного обладнання. На даний час розроблені й існують різні методики проведення підводних досліджень, в тому числі й археологічні. Створені різноманітні прилади й роботи, які значно полегшують та допомагають при проведенні підводних археологічних досліджень. Потрібно зауважити, що значна кількість пам'яток історії й археології знаходяться на значних глибинах і без необхідного обладнання їх дослідження просто неможливе.

Усі пам'ятки археології можна поділити в першу чергу по часу їх виникнення та існування, їх типу (поселення, корабель, порт та ін.) та місцезнаходження (глибини розташування). Для дослідження кожного типу пам'ятки потрібно розробляти окрему методику досліджень з урахуванням глибини її знахо-

дження та щільності ґрунту, на якому вона знаходиться. На сьогодні створені та продовжуються розробки різноманітного обладнання і роботів, які суттєво полегшують проведення підводних археологічних досліджень, особливо на великих глибинах, на яких людина не може перебувати.

Перший етап – XVIII – середина 30 р. XX століття – початковий період у розвитку підводної археології. На початку підводні дослідження мали скарбопошуковий характер, вони сприяли нагромадженню інформації, що послужила надалі основою для справді наукового вивчення знайдених у воді археологічних пам'яток, які мають безпосереднє відношення до мореплавання, кораблебудування й торгівлі. Уже на початку XVIII ст. починає проглядатися розуміння важливості цілеспрямованих підводних досліджень.

Показовим у цьому плані є Указ Петра I від 13 лютого 1718 р., у якому говориться: *«Коли хто знайде в землі або у воді які старі речі... не такі як у нас нині є або такі, так зело великі або малі перед звичайними, так само які старі написи на каменях, залізі або міді, або яку стару й незвичайну рушницю, посуд та інше, усе, що зело старо й незвичайно, такожь би приносили, за що буде дача дивлячись по речах»*. У другому, більше пізньому указі пропонувалося не тільки збирати певні речі, але й *«де найдуться такі, всьому робити креслення, як що знайдуть»*. Укази Петра I стали першими у світі урядовими розпорядженнями, що ставили своєю метою вивчення й охорону пам'яток, що перебували не тільки на суші, але й у воді.

На початку XIX століття почалося планомірне дослідження античних міст і поселень Північного Причорномор'я, що знаходилися на території Російської держави. Проводилися дослідження не тільки давніх городищ й курганів, але й вивчення археологічних пам'яток, що перебувають на дні Чорного моря. У виданому в 1823 р. І. М. Муравйовим-Апостолом «Подорожі по Тавриді» зверталася увага на те, що частина Ольвії – грецька колонія, заснована на березі Дніпро-Бузького лиману, виявилася затопленою на відстані 40–50 метрів від берега. На



О. С. Уваров

початку XIX століття в Керченській протоці, на південь від коси Паця, випадково знайшли кілька мармурових колон, спроба підняти яких закінчилася невдачею. В 1820 році в прибережній частині Фанагорії виявили й підняли дві мармурові фігури левів. Більш ретельне дослідження затопленої частини Фанагорійського городища дозволило виявити в 1858 р. великі скупчення каміння, прийняті за залишки древнього молу. У середині XIX ст. підводні дослідження в Ольвії були продовжені графом О. С. Уваровим, який

зазначив наявність під водою залишків прибережних стін порту.

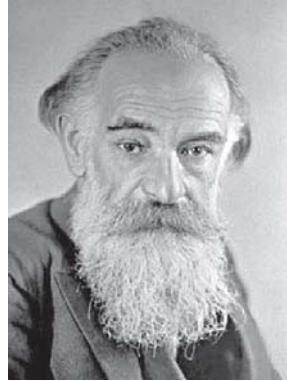
У 1892–1894 рр. одночасно із будівництвом Феодосійського порту в Криму, у ході початих спеціальних водолазних робіт, із дна вдалося витягти велику кількість соснових паль від древніх гідротехнічних споруджень. В 1902 році Б. В. Фармаковським здійснені перші практичні кроки по вивченню затопленої частини Ольвії за допомогою утримуваного на плаву піднімального ковшу. Були здійснені обмірювання споруди, прийнятої за залишки міської пристані.

В 1905 році директором Сімферопольського історичного музею Л. П. Колі відновлені підводні роботи у Феодосійській бухті. Із глибини 5 метрів удалося витягти 15 античних амфор. В 1913 році неподалік від острова Березань під водою знайшли два римські червоноглиняні патери. Знахідки подібного роду по праву вважаються колискою вітчизняної підводної археології.

Початковий етап підводних археологічних досліджень зіграв позитивну роль, він визначив зацікавленість наукових кіл, у першу чергу істориків до археологічних пам'яток, які опинилися під водою. Накопичена за цей період інформація стала відповідною науковою базою для наступного широко-

масштабного процесу дослідницької роботи, розробки методики підводних розвідок і розкопок.

Початком другого періоду в розвитку підводної археології прийнято вважати середину 1930 років. Він характеризується проведенням планомірних підводних археологічних досліджень під керівництвом професора Рубена Абгаровича Орбелі. З його ініціативи в серпні 1937 року була досягнута домовленість із Головним керуванням Червонопрапорного Епрона про спільні підводні роботи, що ставлять своїм завданням пошук й вивчення пам'яток стародавності, що перебувають у воді й ґрунті біля Керчі, Феодосії, Херсонеса й Ольвії.



Р. А. Орбелі

Перші експедиційні роботи були початі в Херсонесі. За порівняно короткий період вдалося зробити обмірювання його затопленої частини, оглянути поверхню дна уздовж берега, встановити місцезнаходження древньої херсонеської гавані. На підставі багаторічних підводних археологічних досліджень Р. А. Орбелі вперше сформулював завдання нової наукової дисципліни – підводної археології, які передбачали цілий комплекс заходів. Маючи більші практичні навички, Р. А. Орбелі не без підстави вважав, що результативність підводної археології базується на тісному взаємозв'язку із природничими науками, зокрема з геологією, біологією, фізикою, механікою, гідрографією. На цій основі передбачалося розробити методику проведення розвідки й розкопок під водою з урахуванням існуючих на той час технічних можливостей. Складовою частиною програми, розробленої на тривалу перспективу, було складання гідроархеологічної карти як по регіонах, так і всієї країни. З однієї сторони це давало можливість поставити під контроль держави всі пам'ятки підводної археології, забезпечити їх охорону, з іншої – скласти перспективний план прове-



В. Д. Блаватський

дення робіт й послідовність вивчення пам'яток. Р. А. Орбелі вважав своєчасним створення особливого наукового інституту гідроархеології в системі Академії наук і Всесоюзного музею підводних вишукувань. Велика Вітчизняна війна, смерть Р. А. Орбелі в 1943 році перешкодили подальшому продовженню дослідницької роботи в області підводної археології на багато років.

Фактичний початок підводним археологічним дослідженням у Північному Причорномор'ї поклали роботи експедиції під керівництвом видатного вченого антикознавця В. Д. Блаватського. Завдяки спеціально розробленим методикам підводної археологічної розвідки й застосуванню різноманітної по призначенню підводної техніки за порівняно короткий період часу вдалося обстежити цілий ряд античних міст, включаючи Пантікапей, Фанагорію, Херсонес, Ольвію, провести роботи в Дністровському лимані, Керченській протоці, на Донузлаві, в Азовському морі.

З цього часу починається використання новітніх досягнень водолазної техніки, зокрема широке застосування одержав акваланг. Завдяки аквалангу вчені одержали можливість вільно й без особливих витрат працювати на глибинах до 50 м. Підводними археологами починають широко застосовуватися гідроакустичні прилади, магнітометри, глибоководні багатоцільові апарати, аерофотознімання, підводне телебачення. Техніка стала використовуватися не тільки для пошуку підводних об'єктів, за її допомогою стали проводити картографування, розкопки незалежно від структури донних відкладень.

Впровадження новітніх технічних засобів і розробка на їхній основі відповідної методики дозволило значно розширити межі підводних історико-археологічних досліджень пам'яток, що знаходяться в шельфовій зоні Чорного моря.

Результати проведених підводних досліджень дозволяють вирішити цілий ряд питань палеогеографічного характеру. За минулі століття відбулися значні зміни в географічній ситуації на багатьох приморських регіонах, зокрема в межах Чорноморського басейну. В цьому районі в результаті підвищення рівня моря (трансгресії), опускання багатьох ділянок суші, абразії берегів та інших природних процесів берегова лінія моря та всіх лиманів змінила свої обриси. У ряді районів зміни, що відбулися, виявилися настільки значними, що без їхнього підводного обстеження стало неможливо точно локалізувати не тільки окремі поселення, але й цілий ряд давньогрецьких міст, що згадуються античними авторами. Найбільш відомими пам'ятками такого типу в Україні є затоплені частини території античних міст Ольвії, Тири, Херсонеса, Пантікапею, Березанського поселення та інших.

Підводними об'єктами, які в першу чергу підлягають вивченню в цьому випадку, можуть бути кам'яні фундаменти та колодязі, підвальні приміщення житлових будинків, місця знаходження залишків корабельних стоянок, які знаходяться на дні водяних акваторій. Зростаюча активність підводних археологічних досліджень не тільки за кордоном, але й у нашій країні, послужила основою для складання досить великої історіографічної бази, що знайшла відбиття в чисельних публікаціях наукового й науково-популярного характеру, у монографіях, присвячених історії розвитку підводної археології, технічних прийомах і методах ведення археологічних робіт у водному середовищі, способах підйому й музеєфікації древніх кораблів. Перші книги, написані одним з родоначальників європейської підводної археології Жаком Івом Кусто, стали основою для наступної появи цілої серії монографій, написаних його учнями й послідовниками.

Застосування комплексних методів у дослідницькій діяльності підводних археологів за останній час значно поширило коло одержаного джерелознавчого матеріалу. Поряд з пошуком і вивченням затонулих у стародавності морських суден,

міст і поселень, що перебувають на дні, все більший розмах здобувають роботи, спрямовані на виявлення, локалізацію й вивчення пам'яток, які мають безпосереднє відношення до військової тематики відносно до XVIII–XX століть. Активні бойові дії, що мали місце на Чорному морі протягом останніх трьох сторіч, залишили після себе численні зразки військово-морської техніки, що затонула в ході запеклих морських боїв під час Північної війни на Балтійському морі за Петра I, Кримської війни 1854–1856 років, Першої світової 1914–1918 років й Другої світової війн 1939–1945 років.

**Види підводних археологічних пам'яток.** Усі археологічні пам'ятки розділяються за часом свого виникнення та існування і місцем розташування. На сьогодення можна виділити наступні типи підводних археологічних пам'яток:

**1. Затоплені ділянки території стародавніх міст і поселень** є найбільш інформативними й відносно добре обстеженими підводними археологічними пам'ятками. Їхнє утворення в основному пов'язане із трансгресією. Певну роль грають також абразія й вітрова ерозія берегових обривів.

Причин, за яких наземні спорудження опинилися під водою, дуже багато. Це й тектонічні зміни земної поверхні внаслідок вулканічної діяльності, землетрусів, але головним чином підвищення рівня води у світовому океані. Постійні коливання рівня в Середземноморському басейні в певні культурні (археологічні) періоди привели в остаточному підсумку до значних палеографічних змін всієї прибережної смуги в межах усього Північного Причорномор'я. В наслідок цих природних процесів більшість давньогрецьких міст, заснованих на берегах Чорного моря, виявилися частково або повністю під водою. До числа археологічних пам'яток подібного типу можна віднести Ольвію, Тиру, Херсонес, Пантікапей, Німфей та ще багато міст та поселень. Протягом багатьох років проводяться підводні археологічні дослідження затоплені частини Ольвії, Херсонеса та Тири, а також Корокондама й Акра, які повністю перебувають на дні Керченської протоки. Подібну картину

можна спостерігати не тільки на Чорному морі, але й у Середземномор'ї й в інших частинах світового океану. Прикладом можуть служити результати підводних досліджень великого фінікійського торговельного порту Цезареї, затопленого морем римського міста Епідавра Іллірійського в затоці Брено, міста Порт-Ройаля біля узбережжя Ямайки, що загинуло в 1692 році в результаті землетрусу й потужного приливу води.

Міста та поселення, що вже багато сотень років знаходяться під водою, не піддавалися руйнівній діяльності людей, не перебудовувалися й не руйнувалися (рис. 1). Вони зберегли своє первісне планування й можливо частково залишки будівель. Внаслідок підводних археологічних досліджень цих об'єктів, що перебувають у донних відкладах, можуть бути встановлені технічні прийоми й матеріали, що застосовувалися при будівництві житлових будівель та споруд господарського призначення, а знайдені в ході розкопок предмети допоможуть реконструювати життєвий уклад, повсякденний побут і заняття населення, що жило в даному місці. Всі міста та селища, які зараз знаходяться під водою, як правило, вели жваву морську торгівлю та мали припортові спорудження чи причали для заходу й стоянки морських суден, тому не виключена можливість знахідок у таких місцях залишків кораблів і корабельного вантажу.

**2. Портові споруди.** На території України такого типу пам'яток відомо дуже мало. Згадування численних портів у творах античних авторів й у ряді епіграфічних документів дозволяють розраховувати на виявлення таких об'єктів у прибережній зоні Північного Причорномор'я у ході майбутніх досліджень. У самому кінці XIX століття при проведенні днопоглиблювальних робіт у ході будівництва Феодосійського морського порту О. Л. Бертсьє-Делагардом були виявлені припортові спорудження, що існували до античного часу. Р. А. Орбелі було проведено обстеження прибережної акваторії іншого античного міста Ольвії [207, с. 144]. За наявними відомостями залишки кам'яного молу античного часу були

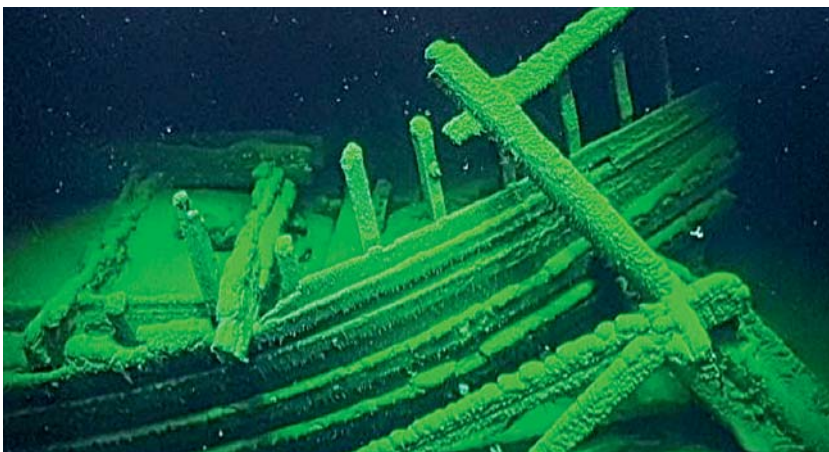
знищені під час проведення днопоглиблювальних робіт у порту м. Керч. На затопленій частині античного міста Фанагорії, на Таманському півострові, було виявлено стародавній мол, який можна побачити «тільки під поверхнею води» [76, с. 110].

**3. Якірні стоянки**, на відміну від вищевказаних пам'яток, не містять залишків яких-небудь стаціонарних споруджень. Археологічно вони фіксуються по знахідках якорів і фрагментів керамічних посудин. Подібні місця відомі в районі острова Зміїний, у гавані Євпаторії, у багатьох бухтах Кримського узбережжя.

**4. Залишки аварій корабля** являють собою закриті комплекси, є одними з найбільш інформативних підводних археологічних об'єктів. В античний період, у середньовіччя, новому та новітньому часі аварії кораблів були досить частим явищем. Кількість суден і кораблів, які опинилися з різних причин на дні морів й океанів за весь період існування мореплавання, по підрахунках американських океанографів Рехнітцера і Террі, становить біля мільйона. Щорічні втрати суден тільки в XIX столітті визначаються 3 тисячами. Тільки за останні піввіку у водах Середземного та Чорного морів були виявлені та музеєфіковані, а в ряді випадків й підняті сотні кораблів, що належали до різних історичних епох. Тільки підводними експедиціями під керівництвом Ж. І. Кусто, починаючи з 1948 року, була знайдена велика кількість древніх кораблів поряд міста Махдії, біля острова Антикифера, біля берегів Тунісу, у прибережних водах Франції, Італії, зокрема – островів Сардинії, Сицилії й Корсики. Французькі підводні археологи знайшли кілька античних торговельних суден недалеко від острова Сапієнза, розташованого на південному заході від Пелопоннесу, біля островів Лемноса й Евбеї. Експедицією під керівництвом П. Трокмортонна й Ф. Дюма у західного узбережжя Туреччини, біля мису Гелідонія, було знайдено й повністю досліджено судно, що затонуло близько 1200 років до н.е., що вважається до тепер одним із самих найдавніших морських кораблів, вивчених підводними археологами. Класичними прикладами



*Рисунок 1 – Іспанія. Підводний археологічний парк Байя*



*Рисунок 2 – Залишки затонулого середньовічного корабля  
на дні Чорного моря*

кваліфікованого дослідження знайдених на Середземномор'ї древніх суден, є роботи, що проведені на початку 60 років XX століття в прибережних водах Туреччини, недалеко від острова Ясси-Ада. Численні сліди аварій корабля античного часу й середньовіччя виявлені в територіальних водах Югославії й Болгарії. Кожне зі знайдених на дні суден являє собою велику історичну цінність не тільки для археологів й істориків, але й для тих, хто займається вивченням історії техніки кораблебудування, мореплавання, цікавиться питаннями морської торгівлі й міжнародних відносин на різних етапах існування людського суспільства. Будь-яке затонуле торговельне судно або військовий корабель символізують собою епоху, до якої вони належали. Військовий корабель являє собою цільний одноразовий комплекс, що включає залишки корпусу, корабельного оснащення, вантажу, предмети озброєння, побутових речей.

На жаль, через недостатню вивченість акваторії Північного Причорномор'я такого роду об'єкти відомі в невеликій кількості, хоча тільки знайдених кораблів античної та середньовічної доби відомо декілька десятків. У той же час немає сумнівів у тому, що кількість загиблих кораблів, різних епох, знаходяться на дні Чорного моря у берегів Північного Причорномор'я досить велика. З огляду на наявність шару сірководню в Чорному морі на глибинах понад 200 м є перспектива виявлення залишків кораблів гарної, у порівнянні із прибережною зоною, збереженості [20, с. 115–116]. Що ж стосується прибережної зони, то перспективним напрямком пошуку представляється визначення й ретельне обстеження районів, потенційно небезпечних для мореплавання, портів та корабельних стоянок.

**5. Окремі знахідки** вкрай різноманітні й у більшості представлені керамічними посудинами або їх фрагментами, якірними штоками, лапідарні написи на кам'яних плитах, різноманітними виробами з каменю, зокрема скульптурами, тощо. Такі знахідки є досить важливими у плані визначення

перспектив подальших пошуків ще невідомих археологічних об'єктів, а тому потребують їх повний облік, дослідження і картографування знайденого археологічного матеріалу.

Окрім археологічних пам'яток стародавніх часів існує велика кількість підводних історичних пам'яток, час існування яких відноситься до XVIII–XX ст. До цих пам'яток відносяться, головним чином, затонулі з різних причин кораблі. На відміну від кораблів більш ранніх історичних епох, вони, як правило, знаходяться у задовільному стані збереженості. На сьогодні перелік та місце знаходження більшості із затонулих кораблів цього історичного періоду на території Північного Причорномор'я вже зроблений. Каталог затонулих кораблів на цій акваторії опублікований у книзі С. О. Воронова «Енциклопедія морських катастроф України», яка вийшла друком у 2008 р.

Великий обсяг документального матеріалу щодо результатів підводних археологічних досліджень північного Причорномор'я, який викладений у періодичних наукових виданнях та у монографічній літературі, ставить на порядок денний питання узагальнення отриманих результатів та окреслення перспектив подальших досліджень цих унікальних акваторій.

У зв'язку з цим у монографії розглянуті найбільш значні пам'ятки археології на території Північного Причорномор'я, що відомі на сьогодні та які повністю чи частково знаходяться під водою. Розглядається стан їх збереженості з метою встановлення можливості їх подальшого дослідження. Приводяться результати батиметричної зйомки затопленої частини городища Дніпровка-2, акваторії острова Березань, античного міста Ольвії, Тендрівської коси, пошуку та дослідження переправ та пристані біля середньовічного городища Тягин на р. Дніпро.

Окремий розділ присвячено питанням організації підводних археологічних досліджень із застосуванням сучасних засобів підводної робототехніки.

## Розділ 1

# ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЧОРНОГО МОРЯ У ПІЗНЬОМУ ГОЛОЦЕНІ

Чорне море – водойма площею 420 300 кв. км. Середня глибина його становить 1 290 метрів, а максимальна досягає 2 211 метрів і знаходиться на півночі від мису Інеболу на по-бережжі Туреччини. Найбільша довжина 1 150 км, а ширина 580 км. Загальна довжина берегової лінії Чорного моря 3 400 км. Береги моря мало зрізані, за виключенням північно-західної частини, де знаходилися ряд заток та бухт (рис. 1.1). У Чорно-му морі не багато островів. Один з них – о. Зміїний, розташова-ний в 37 км на схід від Дунайської дельти, другий – о. Березань знаходиться поблизу Очакова і третій – о. Кефкен в 90 км від проливу Босфор. Площа самого великого острова Зміїного не перевищує півтора кв. км. Дно Чорного моря гли-боке і рівне з мілководними краями по периферії (див. рис. 1, 2). Шельф Чорного моря починається у берега й спускається на глибину 100–140 м й займає 24% чорноморського дна. Ширина моря різна: північно-західний шельф уходить у море на 200–250 км, а у кавказьких і малоазійських берегів – на 6–10 км, а інколи обривається вже в 500 м від берега.

Палеогеографічні реконструкції на північно-західному шельфі Чорного моря є невід’ємною частиною при пошуку затоплених поселень й городищ, місць знаходження старовин-них корабельних аварій; відновлення історії кораблебудуван-ня й судноплавство у Чорному морі. У зв’язку з цим зростає актуальність детальних реконструкцій обставин змінених донних осадків.

Пізня історія геологічного розвитку північно-західного шельфу Чорного моря досить ретельно висвячена в роботах А. Д. Архангельського і М. М. Страхова (1938), О. І. Дзенс-

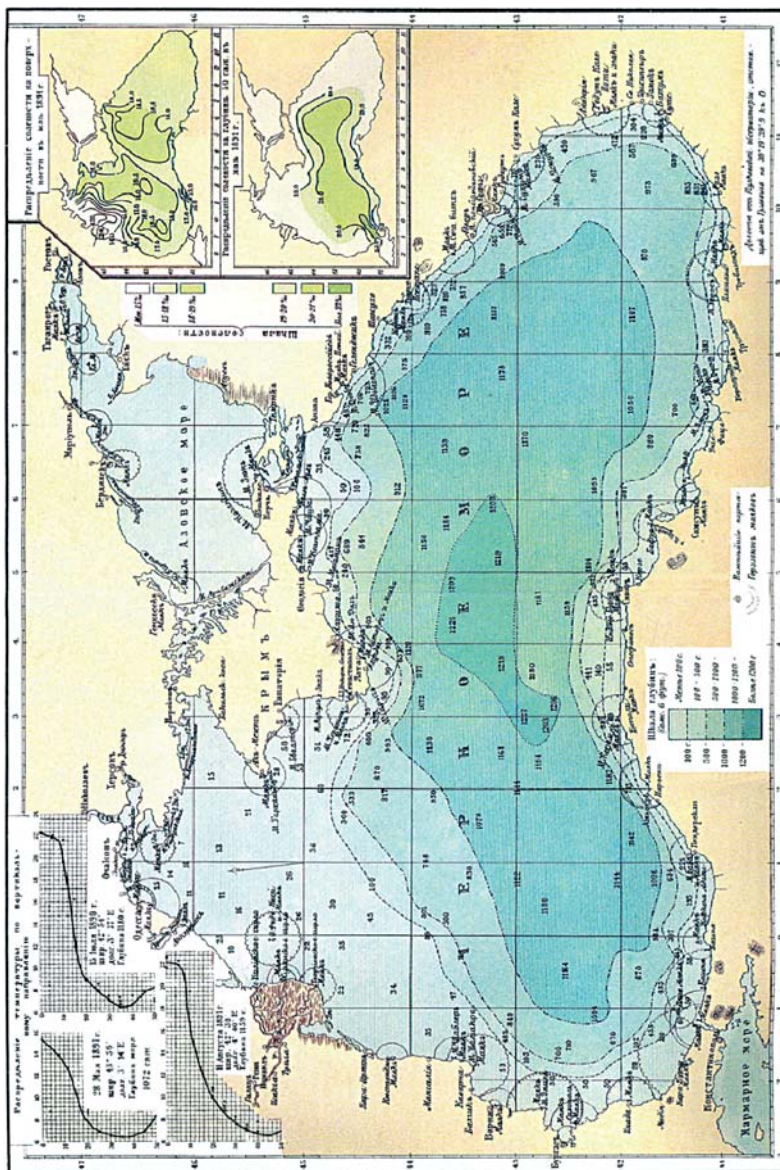


Рисунок 1.1 – Карта Чорного моря з показниками відміток глибин

Литовського (1936, 1946), В. П. Зенковича (1960), М. В. Муратова (1960), Л. О. Невесської і Є. М. Невесського (1961), Г. І. Попова (1959, 1961), П. В. Федорова (1959, 1978), О. Ю. Митропольського (1982) та інших дослідників. Північно-західний шельф Чорного моря характеризується різноманітними умовами осадоко накопичення. На сьогодні з'явилися нові дослідження, які значно розширили існуючі уяви про палеогеографічні обставини в пізній плейстоценово-голоценовий час та дані про коливання рівня Чорноморського басейну. Сучасні палеогеографічні реконструкції дозволяють досить детально відобразити на картах палеофації і літологію донних відкладень від сучасної берегової лінії до глибини 55 м, так як за відносно короткий проміжок часу в геологічних масштабах відбулася поступова зміна фацій від субаеральних до морських [273].

В геоморфологічному відношенні поверхня дна північно-західного шельфу Чорного моря являє собою полого нахилену до півдня субгоризонтальну рівнину із загальним нахилом 1–2°. Ранній голоценовий рельєф успадкований від пізньоплейстоценового субаерального рельєфу приморської рівнини. Остання була розчленована річними долинами, які становлять сучасний рельєф у вигляді лінійних субмеридіальних жолобів з перепадами глибин 10–15 м та шириною від 2 до 20 км й більше. Ухил схилів змінюється від 5–6° до 20°. На шельфі виділяються два виступи субширотного простирання. Перший відповідає сучасному прибережному підводному ухилу і характеризується перепадом глибин 10–15 м і нахилом поверхні 20°. Другий виступ знаходиться на глибині 30–40 м, ухил дна становить 6–7°. По другому виступу проходить межа між внутрішнім і зовнішнім шельфом на сучасних глибинах 30–40 м. На півдні виступ проходить в пологу нерозчленовану рівнину.

З півдня межа району досліджень трасується на сучасних глибинах 50–55 м. Вододільні простори ранньоголоценового часу району сучасного внутрішнього шельфу представлені хвилястими вододільними рівнинами, складеними в різні

комплекси доголоценових континентальних відкладень еолово-делювіального, елювіального, еолового й алювіального генезису. Еолово-делювіальні й елювіальні відкладення дуже відомі, представлені суглинками пілуватими, не слоїстими; супесями важкими, сіро-жовтими, пілуватими.

Еолові відкладення представлені дрібним, середнім кварцовим піском зеленувато-сірого, жовтувато-сірого, сірого кольорів з рідкими включеннями інібного невизначеного детриту, розповсюджені в північній частині району та утворюють поверхню сучасної Одеської банки і Кінбурнської коси.

Алювіальні відкладення представлені відкладеннями першої, другої і четвертої надпоймених терас.

Перша надпоймена тераса складена: торфом коричневого кольору, погано розкладеним, у підшві слабоалевритовим, паралельно слоїстим; алевритом дрібним, темно-сірим, з включеннями глини і піску, з рідкими включеннями інібного детриту прісноводних раковин, з рослинними залишками.

Друга надпоймена тераса складається: алевритом синювато-сірого, зеленувато-сірого кольору, дрібним, глинистим, з включенням піску; пісок – дрібнозернистий з алевритом.

В центральних районах моря на глибині 100–150 м, ближче до берегів з глибини 150–200 м та до самого дна вода насичена сірководнем. Таким чином, 87% загального об'єму Чорного моря займає вода, насичена.

Формування берегової лінії Північного Причорномор'я так же як усього Чорного моря фіксується з пізнього плейстоцена. На думку Д. Д. Квасова формування сучасної берегової лінії почалося 20 тисяч років тому й триває до теперішнього часу [125, с. 20].

Геологічні і палеонтологічні дані підтверджують, що протягом останніх 30 тис. років рівень Чорного моря коливався в осциляційному або зворотно-поступальному режимі. Це було пов'язано в першу чергу із зміною балансу між об'ємом принесеної води і випаруванням [130]. Процес трансформації новоевксинського озера в сучасне Чорне море до нашого часу

викликає розбіжності серед дослідників, які займаються цією проблемою [8; 193; 360].

З однієї точки зору ця трансформація була поступальною. Вона почалася біля 9,5 тисяч років тому завдяки відновленню водообміну між Чорним і Середземним морем через Дарданелли, Мармурове море і Босфорської протоки [130, с. 87].

За іншою версією трансформація басейну мала осциляційний або зворотно-поступальний характер і відбувалася з зміною швидкості в залежності від різних факторів та причин [200; 279; 288; 356, с.115–130].

Інші автори розглядають [354] трансформацію новоевксинського басейну в сучасне Чорне море швидкою зміною прісного озера, яке існувало на місці Чорного моря в пізньому плейстоцені, внаслідок чого було затоплено середземноморськими водами, що хлинули через вузьку Босфорську протоку 8–7,2 тисяч років тому в зв'язку з різким підвищенням рівня Світового океану в післяльодовиковий період. Середземноморські води, прорвавши гіпотетичну дамбу на виході із Босфору в Чорне море, затопили Новоевксинське озеро, піднявши рівень озера від 140 м. В результаті більше ніж 100 000 кв. км прибережно-морських рівнин (відкритого чорноморського шельфу) було затоплено. Існує також гіпотеза А. Л. Чепалиги про те, що різке підняття Чорного моря було викликане ні середземноморськими, а каспійськими водами, які проникли в Новоевксинське озеро через Манич, Дон, Азовське море і Керченську протоку між 16 і 13 тис. р., піднявши рівень озера від 100 до 120 м [319].

Підняття рівня води в пізнім плейстоцені підвищило рівень ранньоноевксинського озера, яке знаходилося на місці моря, від –100 м до –120 м до початку голоцену [130]. В пік останнього заledenіння (27–17 тис. р. т.), з 20–19,5 тисяч років тому, під час максимального розвитку Валдайського обледеніння рівень Чорного моря був нижчий сучасного на 100 м, що зумовило значне збільшення врізу глибин русел річок, що впадають у море. Підтвердженням поступового поглиблення

русел річок служить то, що товщина мулу в р. Південний Буг у районі Ольвії складає до 40 м, а в пониззях р. Дніпра 40–50 м [125, с. 214; 300, с. 56].

Приблизно 8 тис. років тому, в результаті підняття рівня світового океану стався прорив води з Середземного моря в Чорне, яке було внутрішнім морем, таким як Каспійське. З цієї миті починається процес підняття рівня Чорного моря, так звана Чорноморська трансгресія. Вона протікала нерівномірно, випробовуючи періодично уповільнення і прискорення підйому рівня моря, бо навіть деяке пониження [278]. В результаті підняття рівня моря сталося затоплення пониззя річок і перетворення їх в лимани, що зумовило активну абразію берегової лінії. Підняття відбувалося нерівномірно. Приблизно в 3-му тис. до н.е., в ході трансгресії настав максимум, рівень моря перевищив сучасний на 2 м [300, с. 56].

З другої половини II тис. до н.е. розпочинається пониження рівня Чорного моря, відоме в сучасній літературі під назвою Фанагорійської регресії. Її максимальні відмітки визначаються різними дослідниками від –2 до –13.

Ця різниця у визначенні максимальної відмітки рівня падіння Чорного моря за часів Фанагорійської регресії, ймовірно, викликана тим, що до теперішнього часу не існує єдиної точки відліку для визначення зміни його рівня. Крім того, ряд дослідників, як, наприклад, К. К. Шилик, не враховували тектонічні рухи, що відбуваються в прибережних районах на території Північного Причорномор'я [300, с. 57].

Матеріали вивчення літології й стратиграфії лиманних відкладень Північно-Західного Причорномор'я переконливо свідчать про існування періоду, під час якого відбувалися різкі зміни в умовах осадонакопичення у внутрішніх частинах лиманів, пов'язаних з відносним зниженням рівня моря. Голоценова фаза чорноморської трансгресії носила скачкоподібний характер і складалася із чотирьох «стрибків», які фіксуються по палеоберегових лініях і регресивним відступом моря. Л. А. Невесською було виділено чотири таких «скачки»:

бугазький, витязевський, каламитський та джеметинський. Обриси берегової лінії бугазського часу дуже хвилясті й характеризуються наявністю заток та лиманів, а її положення трасується на рівні сучасних ізобат 25–35 м. Формування слоїв донних відкладень голоцену невідривно пов'язане з розвитком сучасного Чорноморського басейну. Бугазський час почався з швидкого підйому рівня води, внаслідок чого на території шельфу почали накопичуватися субаквальні відкладення із змішаною прісноводною, солонуватоводною і морською фауною [193].

Донні відкладення бугазського часу представлені широким гранулометричним спектром від мулів глинистих і алевритових до пісків і ракушечників і мають складне, іноді мозаїчне розташування в межах описаного району.

Зокрема, у будові донних відкладень Дніпровсько-Бузького лиману відзначається поява в загальній мулистій товщі шарів більш грубозернистого, піщаного й піщано-алевритового матеріалу, що містить відносно більше прісноводні фауністичні комплекси, чим їхні мулисті відкладення [74]. У верхів'ях Бузького лиману піщано-алевритові прошарки заміщаються з оторфованими супесями й торфовищами, що залягають на глибинах 4,0–5,0 м і стратиграфічно співвідносяться із регресивною «фанагорійською» фазою, що пішла слідом за періодом щодо більше високого рівня моря на початку 2-го тис. до н.е. Серія радіовуглецевих датувань по мушлевному матеріалу дозволяє відносити регресивну серію лиманних відкладень до 1-го тис. до н.е., протягом якого відбувалося зниження рівня моря на 4,5–5,5 м нижче сучасного. Зокрема, для відкладень Будацького лиману початок сучасного етапу осадонакопичення за даними радіовуглецевого датування (некалібрований вік) оцінюється в 1600 років тому, що може розглядатися як приблизна оцінка віку початку останньої трансгресивної фази [138].

В той же час, судячи з різних глибин, положення нині затоплених акумулятивних форм, а також висот древніх берего-

вих терас з античного до теперішнього часу існувала різна швидкість занурення і підняття різних ділянок прибережних територій [280, с. 145]. Деякі дані про зміну рівня Чорного моря в другій половині 1-го тис. до н.е. – початку 1-го тис. н.е. дають результати підводних археологічних досліджень, проведених на ряду античних пам'яток, що розташовані в його прибережній зоні.

Нині встановлено, що рівень Чорного моря за останні 4 тисячі років зазнав значні зміни. Проте в абсолютних величинах про рівень Чорного моря єдиної думки не існує. У період з VII ст. до н.е. по IV ст. н.е. коливання рівня Чорного моря на думку різних дослідників визначалося від 2 до 13 м (рис. 1.2). У випадку якщо рівень Чорного моря був нижчий сучасного на 10 м оголили б ділянки шельфу шириною від декількох сотень метрів до декількох десятків кілометрів. На поверхні виявилися б найбільш мілководні ділянки в північно-західній частині Чорного моря – Одеська, Дністровська і, можливо, Катран банки (рис. 1.3, б).

Такі ж процеси фіксуються при визначенні змін рівня Каспійського моря, де на початку 1-го тис. до н.е. відбувається падіння рівня, а потім його поступове підняття до кінця цього ж тисячоліття [58, с. 112]. Для Чорного моря М. Ф. Веклич виділяє наступні фази розвитку:

- I трансгресивна фаза (–85 м) – 11 тис. років тому – пізній дріас;
- II трансгресивна фаза (–45 м) – 11 тис. років тому – РВ;
- II регресивна фаза (–65 м) – 9,3 тис. років тому ранній ВО;
- III трансгресивна фаза (–30, –35 м) – 8,5 тис. років тому пізній ВО;
- III регресивна фаза (–55, –57 м) – 8 тис. років тому межа ВО і АТ;
- IV трансгресивна фаза (–10 м) – 6,5 тис. років тому середина АТ;
- IV регресивний фаза (–25 м) – 5,8 тис. років тому остання третина АТ;

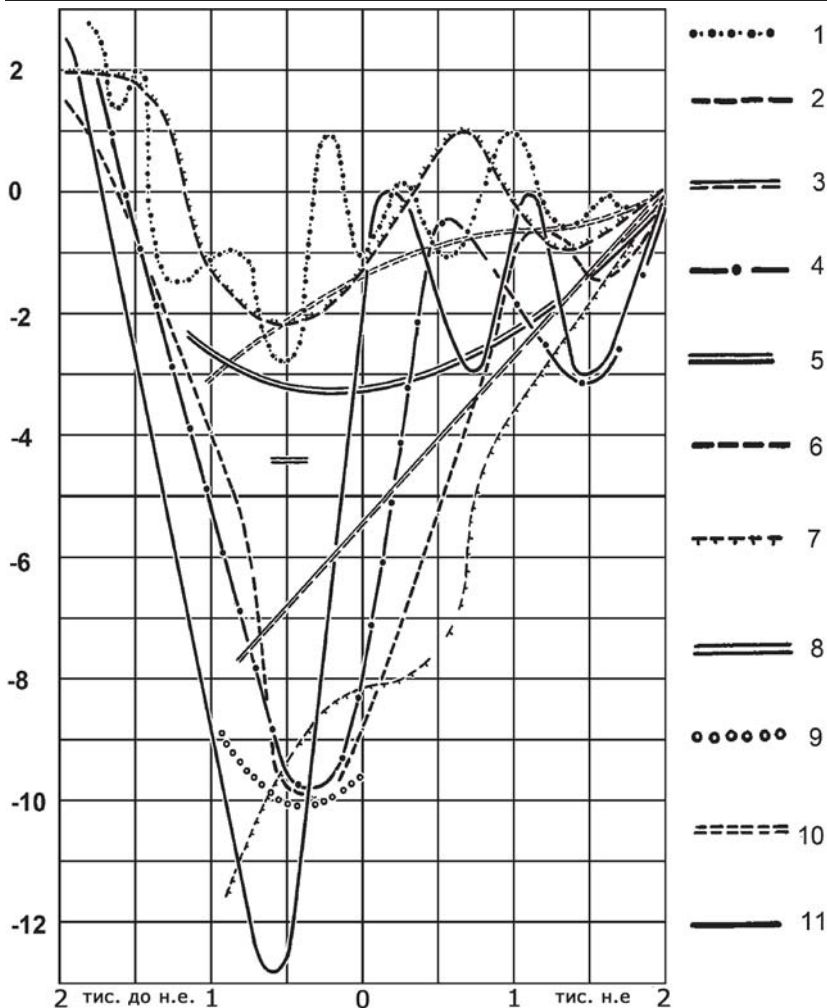


Рисунок 1.2 – Коливання Чорного моря за останні 4000 років за результатами досліджень різних авторів:

- 1 – крива Р. Фейбриджа (коливання рівня світового океану – за N. A. Morner, 1971); 2 – за В. П. Федоровим (1959);
- 3 – за В. П. Зенковичем (1960); 4 – за К. К. Шиликом (1970, 1975);
- 5 – за М. С. Благоволіним, О. М. Щегловим (1968);
- 6 – за С. І. Варушенком (1975); 7 – за Є. М. Невеским (1967);
- 8 – за О. М. Щегловим (1969); 9 – за А. Б. Островським (1967);
- 10 – за І. О. Правоторовим (1967); 11 – за М. Ф. Векличем (1987)

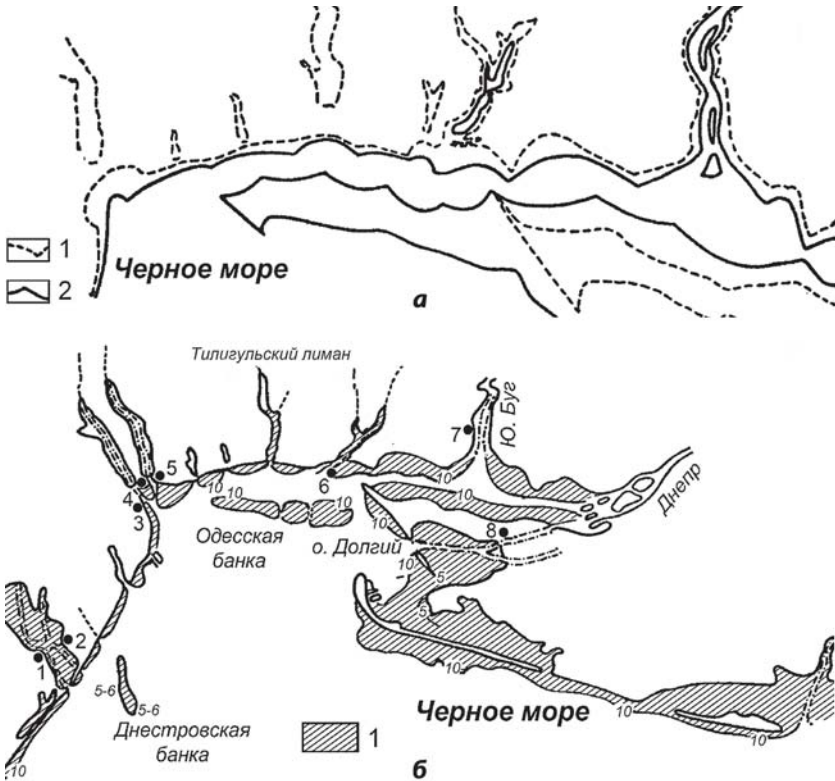


Рисунок 1.3 – Берегова лінія Чорного моря в античний час за реконструкціями різних авторів:

**а** – в районі від сучасного Тилигульського лиману до Дніпро-Бугського лиману (за К. К. Шиликом):

1 – сучасна берегова лінія;

2 – берегова лінія в античний час;

**б** – в районі Північно-Західного Причорномор'я

(за І. В. Бруяко і В. О. Карповим):

1 – затоплені ділянки узбережжя;

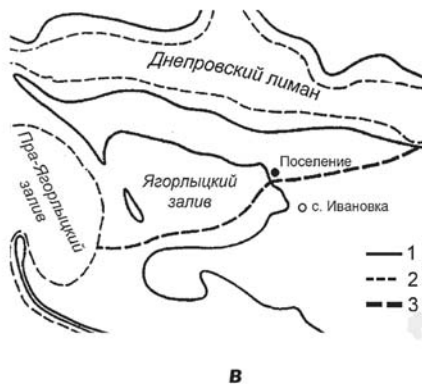
**в** – в районі Дніпровського лиману і Ягорлицької затоки

(за М. В. Агбуновим):

1 – сучасна берегова лінія;

2 – берегова лінія в античний час;

3 – існуюче русло р. Дніпро



- V трансгресивна фаза (+2, +3 м) – 4 тис. років тому ранній SB;
- V регресивна фаза (–13 м) – 2,5 тис. років тому межа SB і SA;
- VI трансгресивна фаза з трьома максимумами (0 м) – 1,7 тис. років тому; (0 м) – 0,7 тис. років назад; сучасний; і двома мінімумами (–3 м) – 1,1 тис. років тому і (–3 м) близько 0,5 тис. років тому.

До моменту формування Чорного моря у сучасних межах його територія була значно менша. Особливо це відноситься до району Північного Причорномор'я, на території якого фіксуються найменші глибини, більшість яких не перевищує відміток –100 м. Тому в різні історичні періоди територія суші могла змінюватися від декількох сотень метрів до десятків кілометрів, а в деякі періоди й сотень кілометрів від сучасного берега. Всі ці території незаймані морем в історичний період, без сумніву, були заселені. На них могли існувати стоянки та поселення, а, можливо, і городища від доби каменю до середньовіччя, які знаходяться на глибинах від 1 до 100 м. Так у Чорному морі на 25 км від порту Синоп (Туреччина), на глибині 97 м знайдені рештки будівлі розмірами 10×12 м, час існування та культурну приналежність якої досі не визначено. Гіпотетично час її загибелі відносять до моменту, коли води Середземного моря прорвали Боспорську протоку (приблизно 8 000 тис. років тому назад) і підняли рівень Чорного моря [66, с. 15]. На території Північного Причорномор'я зараз відомо декілька десятків поселень та городищ античного часу, які повністю чи частково затоплені.

Без сумніву, велика кількість різноманітних пам'яток археології та історії зараз знаходиться на дні Чорного моря. Тому однією з головних задач для пошуку пам'яток археології стає складання карт зміни берегової смуги берегів Чорного моря, в нашому випадку Північного Причорномор'я за останні 20 000 років із нанесенням русел в падаючих в нього річок. Існування таких карт значно полегшить та звужить райони пошуків археологічних пам'яток, які зараз знаходяться під водою. Для проведення такого роду підводних археологічних

досліджень необхідно розробити нові методики їх пошуку із використанням існуючих технічних засобів, провести роботи по їх удосконаленню та розробці нових більш сучасних приладів. Необхідно враховувати, що пам'ятки, які знаходяться на дні моря, можуть бути покриті різними типами донних ґрунтів: піщаним, замуленим, пісчано-кам'янистим чи поєднувати ці характеристики. Для кожного типу донних ґрунтів необхідно розробляти нові чи удосконалювати вже існуючі методики пошуків археологічних пам'яток. Як показує досвід проведення подібних робіт, найбільш важкі умови дослідження відносяться до замуленого дна.

Процес трансгресії проходив поступово і в результаті, як правило, має місце порушення структури культурного шару на затопленій території. Матеріал з різночасних культурних шарів переміщався й перемішувався. Сучасна стратиграфія донних відкладень, наприклад, у затоплених частинах античних пам'яток, сформувалася в процесі седиментації: фрагменти кераміки й інших предметів залягають, практично, випадково по відношенню один до одного. Виявлення неперевідкладеного культурного шару можна чекати, ймовірно, під рештками монументальних кам'яних споруджень, якщо вони є поряд.

Виходячи з того, що за минулі тисячоліття відбулися значні зміни в географічній ситуації в приморських регіонах Чорноморського басейну, дослідницька робота в ході проведення підводних досліджень, окрім пошуку археологічних пам'яток, допомагає вирішити цілий ряд питань палеогеографічного характеру.

## Розділ 2

### **ДИНАМІКА РОЗВИТКУ ПРИБЕРЕЖНОЇ СМУГИ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я ЗА ОСТАННІ 4 ТИС. РОКІВ**

Впродовж трансгресії Чорного моря, яка почалася слідом за фанагорійською регресією, постійно відбувається вікова зміна берегової смуги, що обумовлено хвилевими процесами та течіями. Руйнівні й утворюючі сили моря намагаються вирівняти берегову смугу. В залежності від різноманітних природних чинників в окремих місцях йде інтенсивний розмив берегів, а в інших відбувається накопичення наносів, що приводить до формування піщаних кос, мисів та окремих островів. Ці всі процеси відбуваються на території всього Північного Причорномор'я. Особливо добре вони фіксуються на пам'ятках археології, які знаходяться на берегах Чорного моря та його лиманах.

На даний час найбільш дослідженими пам'ятками археології, які знаходяться повністю чи частково на дні Чорного моря, є пам'ятки античного та середньовічного періодів. Це пояснюється тим, що за час їх існування зміни рівня Чорного моря коливалися (по даним різних дослідників) в діапазоні від -13 до +3 м, що значно полегшувало процес їх дослідження та проведення реконструкцій древніх берегових ліній, що існували в ці історичні періоди. Невеликі акумулятивні утворення цих періодів збереглися лише у відносно ізольованих затоках і лиманах зі зниженими гідрологічними умовами. На ряді ділянок чорноморського узбережжя активне наростання берега в наступний період привело до того, що археологічні пам'ятки, головним чином доби пізньої бронзи та античного часу фанагорійської регресії, опинилися під товщею більш молодих прибережно-морських відкладень. Однак для більшої

частини Чорноморського узбережжя подібні релікти виявилися розмиті, що визначило використання різних непрямих, переважно літологічних індикаторів положення рівня моря (прошарки пісків і торфів у товщі лиманних відкладень, що залягають нижче сучасного рівня моря, континентальні відкладення тощо), що допускають значні погрішності. Нечисленність радіовуглецевих датувань, виконаних по різних типах органічного матеріалу (раковини, деревина, торф) і в різних лабораторіях протягом останніх двох-трьох десятиліть (з урахуванням розвитку методики радіовуглецевого датування), визначило додаткову проблему співвідношення їх між собою й з історичною шкалою, оскільки можливі відхилення між радіовуглецевими й історичними показниками дат можуть становити від 100 до 450 років залежно від типу датуючого матеріалу [193].

Проводячи реконструкцію древньої берегової лінії в районі Північного Причорномор'я, необхідно відмітити, що вона за останні 4 тис. років зазнала великих змін. Зараз, спираючись на наявні археологічні матеріали й письмові відомості античних авторів, що дійшли до нашого часу, ми можемо зробити приблизну реконструкцію берегової лінії тільки з часу початку грецької колонізації побережжя Північного Причорномор'я. Так згідно з припущенням К. К. Шилика, в X–I ст. до н. е. сучасна Кінбурнська коса була значно ширша і довша на 45 км, тягнулась до району Одеси [300]. За визначенням М. В. Агбунова, Кінбурнська коса в античний час була системою островів, розділених між собою окремими Дніпровськими протоками [3, с. 128]. Такої ж думки про Кінбурнську косу дотримуються І. В. Бруяко і В. О. Карпов. За їхнім твердженням, ця коса, що існувала в античну епоху (нині Одеська банка), є частиною лесового плато верхнеплейстоценового періоду, покритого піщаними відкладеннями голоценового часу. В середині 1-го тис. до н.е. Одеська банка була піщаною косою, аналогічно сучасній Тендрівській косі, заввишки над урізанням води від 1 до 4 м, розділену, щонайменше, на дві частини. Берегова

лінія розташовувалася значно мористій, в районі о. Березань, Дніпро-Бузького лиману до 5 км, а в районі Ягорлицької затоки, що ймовірно, не існувала у той час, і Тендрівської коси до 15–25 км [3, с. 118; 50, с. 89–94].

Ці приведені реконструкції древньої берегової лінії Чорного моря в цілому не суперечать реконструкції берегової лінії цього регіону, запропонованою К. К. Шиликом [300] і М. В. Агбуновим [3, с. 120, рис. 12]. Вони знаходять своє підтвердження на картах Нижнього Подніпров'я, що відносяться до кінця XVIII ст. На них позначені глибини водної акваторії цього регіону, які не перевищують 1–3 м, як над Одеською банкою, так і в прибережній частині [221, с. 89, 151]. На цих, нині затоплених територіях, площа яких могла займати декілька сотень квадратних кілометрів, може знаходитися велика кількість поселень, а можливо і міст різних епох. Обстеження затоплених територій та створення археологічної карти пам'яток Північного Причорномор'я, з подальшою постановкою їх на державний облік, є одним з головних завдань сучасної підводної археологічної науки. Рішення цієї задачі нині практично неможливе без залучення новітніх науково-технічних методів, які виникли за останні десятиліття.

Існує також думка В. В. Латишева, згідно якою Кінбурнська коса в античний час не існувала і була утворена пізніше. За його припущенням, вона тягнулася не далі мису Станіслава, який розташований при злитті річок Дніпро і Південний Буг [160, с. 289]. Проте, це припущення, виходячи з наявних на сьогодні археологічних даних, було помилкове. Кінбурнська коса є частиною древньої дельти р. Дніпро, яка існувала задовго до античного часу. Підтвердженням цьому служать залишки поселень і стоянок доби бронзи, виявлені при проведенні археологічних розвідок в цьому районі [148, с. 73–74]. Ймовірно, в античний час Кінбурнська коса була відокремлена від берега одним або навіть декількома рукавами Дніпра і являла собою декілька дельтових островів (рис. 2.2). Один з Дніпровських рукавів існував до пізнього середньовіччя і відомий в

## РОЗДІЛ 2

Динаміка розвитку прибережної смуги Північного Причорномор'я за останні 4 тис. років



Рисунок 2.1 – Карта Північного Причорномор'я за Геродотом

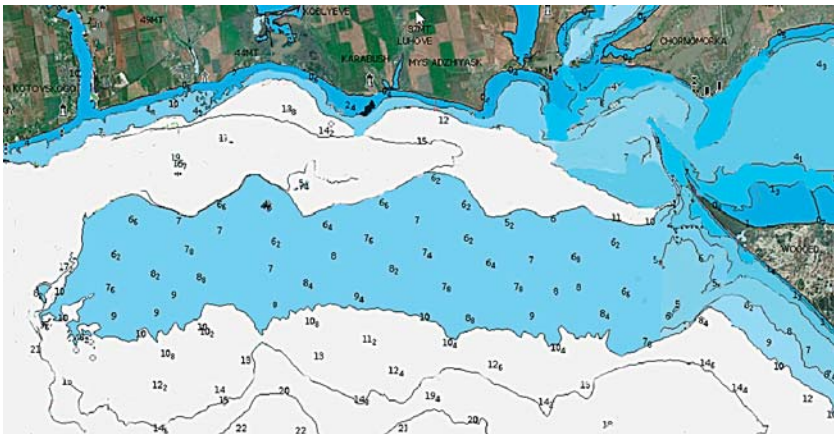


Рисунок 2.2 – Ділянка Північно-Західного Причорномор'я між Кінбурнською косою та м. Одеса (Одеська банка). Сучасний стан

літературі під назвою «Козацька протока». Ця «протока» згадується в описі цього району Північного Причорномор'я, що відноситься до XVII ст., в книзі Боплана «Опис України» [46, с. 28]. На карті, складеній Н. Родзевілом і Г. Бопланом, показані декілька островів, що знаходилися в Дніпровській дельті. Підтвердження існування рукавів Дніпра, які розділяли

Кінбурнську косу на декілька окремих дельтових островів, служать повідомлення Нестора про те, що Дніпро впадає в море «трьома жерли», тобто трьома гирлами. Про це також свідчать італійські морські карти XIV–XVI ст., що збереглися до теперішнього часу. Так на рукописних та виданих італійських портоланах, починаючи з П. Весконтє, показані рукави дельти Дніпра, створюючи два острови різної величини. Більший західний і менший східний (рис. 2.3, 2.4).

У описі району Кінбурнської коси кінця XVIII–XIX ст. книзі «Спадщина Де-Волана» і на приведених в ній картах не зустрічаються згадки ні про які-небудь рукави Дніпра східніше за його основне русло [221]. Ймовірно, до цього часу вони припинили своє існування. В край спірним виглядає припущення І. В. Бруяко і В. О. Карпова про те, що о.Березань з'єднувався з материком не із західною сторони від мису Аджияск (с. Рибаківка), а зі східною, з боку м. Очакова [50, с. 95]. У цей період Березанський лиман, мабуть, була закрыта водойма, через яку протікала р. Березанка, причому її фарватер до теперішнього часу проходить зі східного боку о. Березань. Сам о. Березань нині є частиною материка, який відокремився від корінного берега у більш ранню геологічну епоху. Ймовірно, о. Березань утворився в 3-му тис. до н.е., в той час, коли рівень Чорного моря перевищив сучасний на 2–3 м [60, с. 162]. Тому в античний час він був сполучений з корінним берегом за рахунок мулів, які виступили на поверхню внаслідок падіння рівня води. У пізніший час в результаті підняття рівня Чорного моря він знову стає островом. Підтвердженням того, що о. Березань з'єднувався з материком саме із західного боку берега, в районі сучасного села Рибаківка, служить карта опублікована в книзі «Спадщина Ф. П. Де-Волана», на якій показана косу збоку села у напрямку о. Березань. У цій книзі в опису о. Березань повідомляється, що він віддалений від західного гирла Березанської затоки на відстань від 8 до 900 сажнів, тобто острів знаходився на відстані від 17 м до 1,9 км. Глибина піщаної мілини між островом і материком у той час складала всього



Рисунок 2.3 – Карта Північного Причорномор'я XVI ст.



Рисунок 2.4 –

- а – Район Північно-Західного Причорномор'я на карті Фра Мауро 1459 р.;  
б – район Дніпро-Бугського лиману на карті А. Ортелія 1590 р.

4 фути (1,2 м) [221, с. 89–90]. Необхідно відмітити, що приблизно така ж глибина піщаної мілини, що сполучала острів з материком. Згідно опитування місцевих жителів, постійний зв'язок острова з материком зберігався майже до середини XX ст. Це можна побачити на фотографії північного краю о. Березань з боку с. Рибаківка, зробленою в 1931 р. [255, с. 18, рис. 3]. На думку К. К. Шилика, о. Березань відокремився від материка тільки у кінці III–IV ст. н.е., коли рівень Чорного моря досяг відмітки –2 м. К. К. Шилик також висловив припущення, що поселення на о. Березані існувало тільки в ті періоди, коли острів отримував сухопутний зв'язок з корінним берегом [303]. Ймовірно, упродовж усього античного періоду, а можливо, і раннього середньовіччя зв'язок о. Березань з материком повністю не уривався. В процесі підводних досліджень був виявлений перевідкладений культурний шар, що містив значну кількість археологічного матеріалу, датованого II–III ст. н.е. Це служить доказом того, що о. Березань до кінця III ст. н.е., а можливо, і в пізніший час, був півостровом [186, с. 43–48]. Відстань між о. Березань і мисом Аджияск залишається мілководним до теперішнього часу, його глибини зрідка перевищують відмітку 2 м.

Увесь регіон Північного Причорномор'я зазнав складну геологічну історію свого розвитку, яка визначається двома

основними чинниками: тектонічним і евристатичним. Їх взаємодія сформувала сучасну структуру району та зробила значний вплив на стан берегової лінії і процес осадконакопичення. На території північно-західної частини Чорного моря після сарматська доба характеризується майже повною відсутністю деформацій. На неотектонічному етапі розвитку спостерігаються блокові диференційовані рухи. Біля 14–13 тис. років тому в периферійних частинах глибоководної Чорноморської котловини відбулися сильні тектонічні зміни. Диференційований характер руху зумовлений блоковою будовою шельфу, що відбилося в нерівномірному проникненні вод в глибину шельфу. Неотектонічні процеси проявилися в основному в активізації древніх меридіональних розломів, по яким проходить нерівномірне занурення окремих блоків. Найбільш інтенсивно занурюється блок, розташований на сході меридіана Миколаєва. Дослідження тектонічних рухів, які проведені на території Степового Причорномор'я, показали, що район Нижнього Побужжя і Нижнього Подніпров'я зазнає опускання, яке відбувається під впливом Чорноморської западини, що розширюється. Цей процес опускання відбувався і продовжує відбуватися диференційовано залежно від структурних особливостей різних ділянок блоків фундаменту цього району [80, с. 7]. Подібні геологічні зміни відбувалися і відбуваються на території усього регіону Північного Причорномор'я. Так, поверхня суші північно-західного Криму має різний рух в тектонічному відношенні. На його території Тарханкутське підняття спостерігається підвищення, а фланкуючі його Альмінська, Каркінітська западини – пониження [153, с. 301]. Можливо, саме цим фактом пояснюються відмінності показників визначення рівня Чорного моря під час Фанагорійської регресії різними дослідниками. В результаті проведених геологічних досліджень встановлено, що в районі м. Очаків опускання прибережної смуги відбувається із швидкістю 0,9 мм в рік; у районі смт Станіслав – 0,8 мм; у районі с. Касперівка (Кізомис) – 2,1 мм; у районі Кінбурнської коси – до 1,5 мм (рис. 2.5) [80, с. 7].

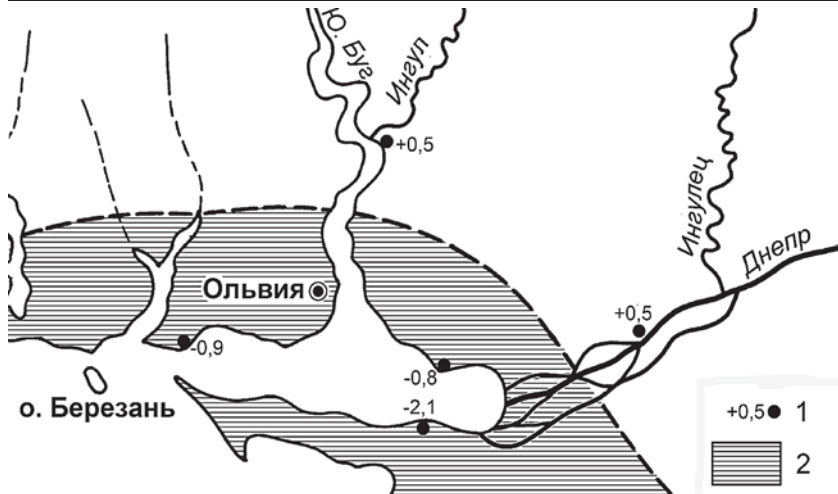


Рисунок 2.5 – Карта-схема тектонічних рухів у районі  
Дніпро-Бугського лиману (за П. Ф. Гожик і Ф. А. Новосельським, 1989):  
1 – швидкість сучасних тектонічних рухів, мм/рік; 2 – зона опускання

Таким чином, середня швидкість опускання цього району складає близько 1,3 мм в рік. Визначення величини опускання території району Нижнього Побужжя і Нижнього Подніпров'я, починаючи з VII ст. до н.е., показали, що тільки за рахунок тектонічного чинника цей район до теперішнього часу міг опуститися приблизно на 3–3,5 м. Необхідно враховувати те, що у зв'язку з незначним, з геологічної точки зору, проміжком часу цього природного процесу ця величина досить близька до реальної. Таким чином, навіть якщо приймати величину падіння рівня Чорного моря в результаті регресії –4 м, то для району Нижнього Побужжя і Придніпров'я з урахуванням тектонічного пониження цієї ділянки вона складе не менше 7–7,5 м. Крім того, необхідно враховувати той факт, що усі античні населені пункти Північного Причорномор'я знаходяться в різних геологічних регіонах, на територіях, де по-різному протікають геологічні процеси опускання або підняття. Тому визначення максимального падіння рівня Чорного моря в місцях їх розташування можуть значно відрізнятися один від

одного. Мабуть, саме цією причиною, разом з недостатньою вивченістю затоплених античних поселень, можна до деякої міри пояснити відмінність у результатах визначення абсолютних відміток рівня Чорного моря в античний час у різних дослідників.

Внаслідок падіння рівня Чорного моря до середини 1-го тис. до н.е. площі лиманів зменшувалися за рахунок осушення їх мілководних ділянок. Берегова лінія Чорного моря знаходилася південніше в порівнянні з сучасною на відстань від декількох сотень метрів до декількох кілометрів. Уздовж берегів сталося часткове оголення мулу, утворилися болотисті мілини й острови, на яких в античний час могли знаходитися поселення. Підтвердженням існування таких поселень в затоплених прибережних зонах Дністровського і Тилігульського лиманів, в районі о. Березань, Ягорлицької затоки, Тендрівської коси і в північно-західному районі Сивашу служать знахідки археологічного матеріалу в місцях їх розташування. Ці затоплені поселення, також як і затоплені квартали Нижнього міста Ольвії, знаходилися на глибинах від 0,3 до -4 м. Таким чином, можна визнавати доведеним факт існування в північній частині прибережної зони Чорного моря затоплених, як мінімум дев'яти повністю, п'яти частково поселень і Нижнього міста Ольвії. Нині із-за сильного розмиву берегової лінії в районі від Кінбурнської коси до східного берега р. Каланчак практично не збереглося жодного поселення античного часу. На можливість існування їх в цьому районі вказують тільки залишки затопленого поселення на Тендрівській косі та фрагменти обкатоної античної кераміки, що зустрічаються практично на більшості ділянок узбережжя від Тендрівської коси до гирла р. Каланчак і на островах в Ягорлицькій затоці, а також випадкові знахідки предметів античного виробництва, як правило, фрагменти або цілі амфори [186, с. 69–75]. Те, що Тендрівська коса була частиною материка аж до середини XIX ст., що відокремилася від нього згодом в результаті підняття рівня Чорного моря і тектонічного опускання, свідчить той факт, що ще в 1848 р. вона була його частиною і на неї можна було

потрапити по суші [186, с. 71; 271, с. 471, 629]. В описах античних авторів дані про Каркинїтську затоку украй суперечливі й їх інтерпретація викликає дискусію у сучасних дослідників. Детальний перелік Каркинїтської затоки міститься в «Географічному керівництві» Клавдія Птолемея (Ptol., III, 52). Серед перерахованих в цій праці поселень автор згадує населений пункт під назвою Кефалонес. В. Г. Зубарев розміщує цей населений пункт в західній частині сучасного о. Джарилгач [117, с. 189], який в середині 1-го тис. до н.е. був частиною материка [50, с. 94]. Це припущення цілком може відповідати істині, оскільки глибини протоки, що відділяють о. Джарилгач від материка, не перевищують відмітки  $-4$  м практично по усьому його узбережжю. Заперечення викликає розміщення античного населеного пункту на західній стороні острова. Дійсно, якщо античне поселення знаходилося на о. Джарилгач, який був частиною материка, про що свідчать декілька курганів на його території, існування яких підтверджується описом острова А. С. Уваровим, він повинен був знаходитися з його східної сторони [271, с. 471]. Головною причиною такого розташування є те, що ця сторона острова в античний час була піднесеним західним берегом пригирлової частини р. Каланчак, а усі грецькі поселення розміщувалися на піднесених ділянках в районах, що мали постійне джерело прісної води. При побудові своїх поселень перевагу грецькі колоністи віддавали районам з річками, що знаходилися в гирлі. Більшість усіх античних міст і поселень прибережних районів степового Північного Причорномор'я (без урахування античних міст і поселень, що знаходяться на Кримському півострові) розташовувалися на високих берегах пониззі річок Дністер, Дніпро, П. Буг, Дон. На відміну від Птолемея, Пліній розміщує Кефалонес на острові (Plin, NH, 93), що може бути пояснено тим, що тривале підняття рівня води Чорного моря привело перетворення цієї частини території на острів [50]. Окрім самого о. Джарилгач в цьому районі, навпроти гирла р. Каланчак, знаходяться Лебедині острови, які також, без сум-

ніву, були залишками затопленої частини суші. Ймовірно, саме в районі їх розташування могло знаходитися поселення Кефалонес. На користь цього може свідчити те, що територія, на котрій розташовувалися Лебедині острови, займала саму піднесену ділянку в цьому районі на березі ріки. Крім того, про це може побічно свідчити на їх території знахідка двох античних амфор, що зберігалися в Каланчацькому краєзнавчому музеї. Є також, на жаль, не підтверджені дані про знахідки античної кераміки в прибережній зоні Лебединих островів.

## Розділ 3

### **ДОСЛІДЖЕНІ АРХЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ, ЯКІ ЗНАХОДЯТЬСЯ В ШЕЛЬФОВІЙ ЗОНІ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

#### **3.1 Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні Північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка**

##### **3.1.1 Острів Зміїний**

Острів Зміїний (острів Ахілла, Білий острів (Левка), острів Федоніс) (рис. 3.1) один з трьох чорноморських материкових островів, розташованих у відкритому морі. Він знаходиться у 38 км на схід, напроти устя Дунаю.

Геологічна будова острова така, що припускати його значне зменшення в ході трансгресії й абразії не доводиться. З цього приводу, пошук затопленої частини древньої Левки, де міг би зберегтися культурний шар античного часу, не має змісту [219, с. 13–15]. Археологічний матеріал, знайдений при його дослідженні датується VII ст. до н.е. – XV ст. н.е. Серед підводних археологічних об'єктів північно-західної частини Чорного моря його прибережна зона займає особливе місце.

Протягом всієї античної епохи на острові існувало святилище Ахілла найбільш відоме й шановане в Північному Причорномор'ї. У зв'язку із цим, острів згадується в працях багатьох античних і середньовічних письменників [219; 269]. Численні нумізматичні знахідки на його території свідчать про постійний зв'язок з містами Ольвією, Херсонесом, Пантікапеем та іншими античними містами Північного Причорномор'я, а також з такими середземноморськими торговими центрами, як

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

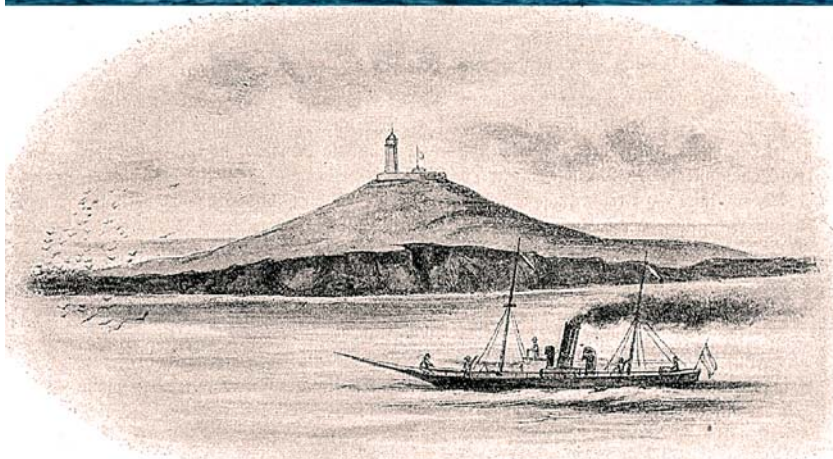


Рисунок 3.1 – Острів Зміїний, сучасний вигляд та зображення на гравюрі 1836 р.

Хіос, Родос, Самос, Фасос. У перші ст. н.е. о. Зміїний грав значну роль як одне з місць дислокації римського флоту. У більш пізній час острів продовжував слугувати місцем для стоянки кораблів, про що свідчать знахідки монет Візантійської імперії та фрагменти давньоруських поховань. Знаходячись на торговельних шляхах, о. Зміїний активно використовувався венеціанськими і генуезькими купцями, які засновували свої численні колонії в Північному Причорномор'ї.

Перші дослідження археологічних пам'яток острова були проведені в першій чверті XIX ст. В 1823 р. капітан-лейтенант Критський виявив у його південно-західній частині залишки фундаменту й стін великого за розмірами будинку, складеного з місцевого білого вапняку [269, с. 27].

В 1841 р. археологічне обстеження острова зробив Н. Н. Мурзакевич один із засновників Одеського товариства історії й старожитностей. Провівши розкопки в межах північно-східної частини острова, Н. Н. Мурзакевич зміг встановити, що розміри острова зазнали значних змін, скоротившись в кілька разів у порівнянні з античним періодом [239, с. 50].

Розташування острова щодо морських шляхів визначало його значення в якості одного із проміжних пунктів, де зупинялися кораблі. Відповідно, володіння островом означало контроль над морськими шляхами. У принципі, статус острова як сакральної зони, що має загальне еллінське значення, перешкоджав перетворенню його в базу для практичного здійснення такого контролю (*de facto* – у піратську базу). Про те, що подібні спроби мали місце, свідчить епіграфічний документ фрагмент почесного декрету на честь ольвіополита (ім'я не збереглося), що визволив Левку від піратів (ІРЕ, II, № 325). У той же час, здійснюючи патронат над святилищем, Ольвія, а пізніше – Томи, безумовно, так чи інакше використали острів у плані одержання певних вигід від морської торгівлі [62, с. 167; 219, с. 104]. Тривале функціонування тут одного з найбільш шанованих святилищ передбачає наявність гавані або хоча б регулярно використовуваного місця якірної стоянки. Останнє

навіть більш імовірно через існуючу заборону на проживання та яку-небудь господарську діяльність у володіннях Ахілла, і саме це припущення одержало підтвердження у ході здійснення в районі о.Зміїний підводних археологічних досліджень.

Перші пробні занурення зроблені тут у ході роботи експедицій 1964 й 1966 рр., що проводилися Державним Історичним та Одеським Археологічним музеями, результатів не дали [219, с. 7]. Стаціонарні підводні розвідки на акваторії о. Зміїний ведуться з 1988 р. Чорноморською експедицією Одеського Археологічного музею НАН України під керівництвом С. Б. Охотникова [217, с. 51–55; 218, с. 164; 219; 220, с. 38–41]. Роботи велися в Південній та Північній Бухтах острова, а також трохи східніше останньої на відстані до 100–150 м від берега при глибині до 15–20 м. Було встановлено, що дно поблизу острова кам'янисте, починаючи від глибини 15 м піщане. Від північно-східного краю острова по напрямку на північ тягнеться підводна гряда, що складається з валунів. Основна маса піднімального археологічного матеріалу походить із Північної бухти, де він залягав на відстані 100–150 м від берега витягнутою смугою; найбільша ж концентрація кераміки (т. зв. «амфорне поле») спостерігалася в її центрі. Здебільшого матеріал представлений уламками амфор, у тому числі: на широкому піддоні кінця VII – початку VI ст. до н.е., виробництва клазомен, хіоські пухлогорлі, фасоські й інших античних центрів, аж до амфор римського часу. Таким чином, амфорний матеріал характеризує весь період існування святилища Ахілла на Левке [218, с. 164; 219, с. 37–44, рис. 6–10, фото 16, 17]. Слід також зазначити знахідки: черепиці, плоских керамид й овальних канельованих калиптерів, а також обпалених цеглин завтовшки близько 5 см [218, с. 164; 219, с. 24, фото 6]. Значну групу знахідок становлять частини античних якорів кам'яні (6 штук) і свинцеві (28 штук), штоки й свинцеві скріпи, що фіксують дерев'яні лабети якорів (6 штук). Характерно, що залягали вони по лінії, яка повторює вигин бухти [217, с. 54–55; 219, с. 20]. Більша частина цих знахідок неопублікована,

однак, видані матеріали дають можливість скласти цілісне уявлення про типологію й хронологію якорів античного часу з району о.Зміїний. Нижче, на прикладах конкретних знахідок, приводиться опис виділених типів якірних штоків:

1. Якірні штоки прямокутної форми й трапецієподібного перетину. Довжина близько 0,6 м, ширина 0,11–0,13 м. У центрі перебуває прямокутний жолоб. Датуються VI–V ст. до н.е.
2. Сегментовидний кам'яний шток. Довжина 1,4 м, найбільша ширина до 0,25 м. У центрі простежена вибірка по всьому периметру, що призначалася для кріплення веретена. Датуються V ст. до н.е.
3. Свинцевий шток дугастої форми довжиною 0,99 м при найбільшій ширині 0,09 м. У центрі круглий отвір діаметром 3 см. Датуються V–IV ст. до н.е.
4. Дворогий свинцевий шток довжиною 1,26 м із центральним прямокутним отвором розмірами 0,21×0,14 м. Роги штока загнуті нагору, усередині них проходить прямокутна в перетині порожнина від дерев'яного сердечника. На одній з бічних граней центральної частини штока нанесений знак у вигляді букви «Т». Датуються такі якорі III–I ст. до н.е. III–IV ст. н.е. [206, обр. 8]. На думку авторів публікації, С. Б. Охотникова й А. С. Островерхова шток, знайдений у районі о. Зміїний, швидше за все, відноситься до III–I ст. до н.е. (посилання на: Perrone Mercanti, 1972, р. 34, 40).

Крім кераміки та деталей якорів у числі знахідок присутнє конусоподібне свинцеве грузило висотою 0,28 м, що використовувалося, імовірно, як лот. У верхній частині виробу є отвір зі слідами потертості від канату [217, с. 55; 219, с. 49]. Особливий інтерес представляє знахідка в Південній бухті острова фрагмента мармурового рельєфу. Він був виявлений на глибині 15 м на кам'янистому ґрунті. Розміри рельєфу 0,36×0,45×0,15 м. Судячи з вигину, він мав діаметр 1 м і міг належати фризу круглого будинку або служити як облицювання колони. На рельєфі поміщене зображення листа рослини або крила грифона в

обрамленні канелюрів, а зверху профільований валик з невеликим уступом. Найбільш імовірне датування II–III ст. н.е. [219, с. 23, фото 4.2].

У 2011 р. біля о. Зміїний експедицією «Наварекс» Одеського національного університету імені І. І. Мечникова було виявлено дерев'яне судно з свинцевою обшивкою днища (рис. 3.2–3.4). Вантаж цього судна складався з трьох типів синхронних амфор: Пепарет-I (Пепарет-II, Пепарет-III ?, Солоха-I), різноманітного чорнолакового посуду, зокрема рибними блюдами, чашами-канфарами, чашами-скіфосами та керамічного посуду екіпажу. Аналіз керамічного комплексу дозволяє зробити припущення, що воно здійснювало морські рейси у 350–325 рр. до н.е. між о. Пепарет у Егейському морі та античними містами Північно-Західного Причорномор'я [267]. Затонулий парусник «Зміїний-Патрокл» перший підводно-археологічний об'єкт античного періоду в Північно-Західному Причорномор'ї, який знаходиться на доступній глибині. За попередніми даними, судно було завантажено амфорами в чотири ряди в кількості 3000 штук, що відповідає 100 нетто тонам. Воно представляє собою неоціненне джерело для вивчення старогрецької колонізації й торговельних шляхів із Еллади в північно-західне Причорномор'я, є унікальною пам'яткою кораблебудування IV ст. до н.е. і належить до категорії напівзакритих підводно-археологічних комплексів [267].

**Випадкові знахідки.** Від очаківських рибалок неодноразово доводилося чути про знахідки амфор у районі о. Зміїний. Доля їх здебільшого невідома. Окремі зразки амфор потрапили в Одеський археологічний музей. Нижче представлена характеристика цих амфор:

1. Амфора, інв. № 84233, висота – 64 см, ширина плечей – 36 см, діаметр дна – 4 см. Типологічний даний екземпляр відноситься до так званих «амфор зі стаканоподібним дном» [96, тип. 9]. Відповідно до останніх розробок, датування цих амфор укладається в межі кінця VII – першої половини VI ст. до н.е. [246, с. 17–18, рис. 4; 323, р. 162–163, fig. 23.5, a].

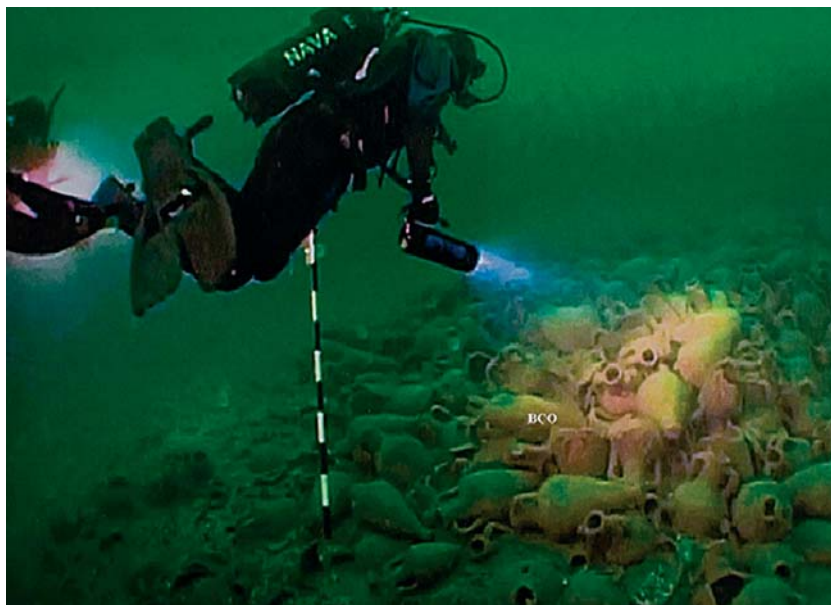


Рисунок 3.2 – Фото знайденого античного судна



Рисунок 3.3 – Зображення античного судна на римській мозаїці

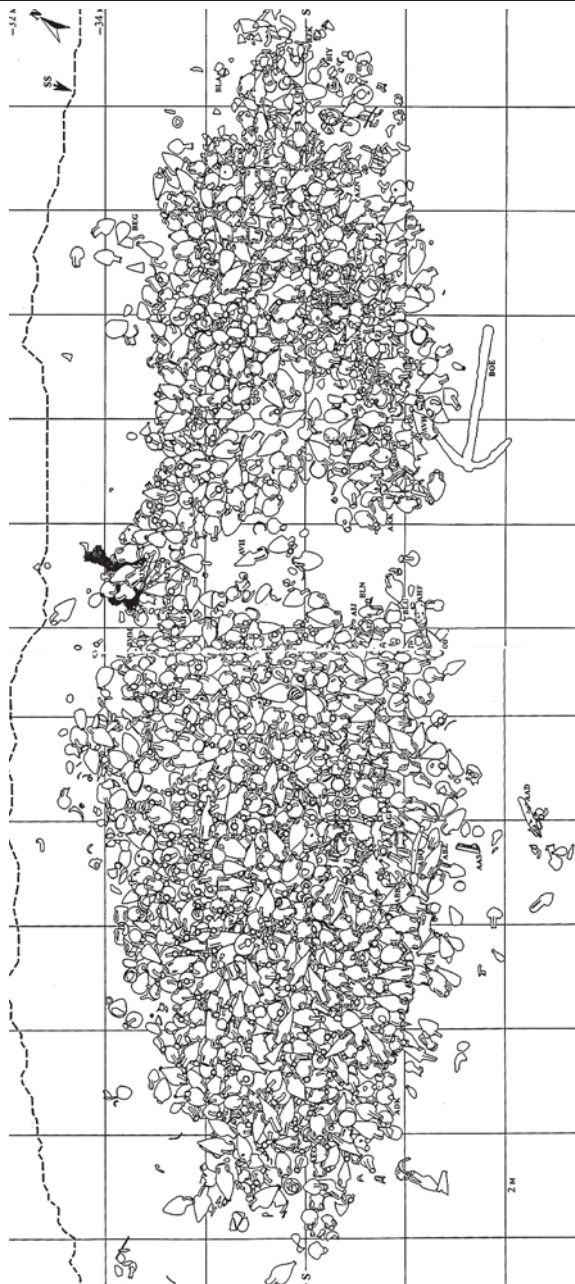


Рисунок 3.4 – План-схема знайденого античного судна (Терешенко, 2013)

2. Амфора, виявлена в 60 милях від південного сходу від острова Зміїний, на глибині 62 м. Вона має округлений конусоподібний корпус висотою 70 см і діаметром 28 см, датується III ст. н.е. Амфори подібних типів існують в IV–V ст. н.е. [140, с. 26, рис. 18–20, 29, с. 95; 350, рл. 15, 31].
3. Верхня частина амфори (висота фрагмента 42 см), XII–XIII ст.

### 3.1.2 Акваторія Дністровського лиману

**Район м. Тири (Білгород-Дністровський).** Розташована на правому березі Дністровського лиману, Тири була одним з найбільших античних міст Північно-Причорноморського регіону, центром однойменного поліса (рис. 3.5). Вона була заснована в V в. до н.е., на шляху проходження кораблів уздовж західного й північно-західного узбережжя Понта Євксинського на правому березі Дністерського лиману. Будучи самостійним полісом в IV–III ст. до н.е., наприкінці II ст. до н.е. Тири увійшла до складу держави Мітридата Євпатора. Життя в місті тривало до V ст. н. е. Надалі тут було розташоване середньовічне місто Монкастро. Приблизно наприкінці XIV початку XV ст. молдавськими господарями була побудована фортеця Четатя Албе (Біла фортеця), що у подальшому вже при турках, мала назву Аккерман.

Підводні дослідження, проведені в 1962 р. в акваторії Дністровського лиману біля міста Тири підводною археологічною експедицією Інституту археології АН СРСР під керівництвом В. Д. Блаватського, встановили, що значна частина території міста перебуває під водою. Було з'ясовано, що сліди розмиву шарів античного та середньовічного міста зустрічаються на відстані більше 100 м від сучасного берега лиману і знаходяться на глибинах до –3 м [18, с. 172]. Із самого початку підводним археологам довелося зштовхнутися із цілим рядом труднощів, у першу чергу із сильними наносами піску й мулу та поганою видимістю у воді. Не дивлячись на це, вдалося дослідити три райони: західний напроти старої місцевості, пів-

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка



Рисунок 3.5 – Залишки античного міста Тира та середньовічна фортеця



Рисунок 3.6 – Карта глибин біля античної Тирі та середньовічної фортеці

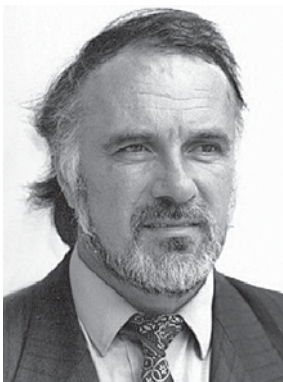
денно-східний біля паромної переправи й східний недалеко від електростанції. У процесі підводних робіт змогли встановити залишки античного й середньовічного міста. Наступні комплексні історико-археологічні дослідження проведені разом з підводними, дозволили вирішити ряд складних питань,

що стосується палеогеографічної обстановки в межах Дністровського лиману в античну та середньовічну епохи.

У західній частині були виявлені залишки зруйнованих водами лиману, середньовічних споруджень. Напроти паромної пристані знаходився культурний шар античного часу, а на захід спостерігалися сліди розмиву античних шарів [18, с. 172].

Розвідницькі підводні роботи в районі Тири проводилися також експедицією Інституту археології АН УРСР в 1971 р. під керівництвом С. Д. Крижицького. Були виконані виміри глибин з визначенням складу ґрунту на поверхні дна на восьми поперечних профілях довжиною до 600 м. Виміри показали, що в районі Тири, у порівнянні з Ольвією (де паралельно велися підводні дослідження), ухил дна набагато менший (рис. 3.6), а рівень залягання мулів більш високий. На відстані 100–200 м від берега був виявлений уступ дна із плавним перепадом глибин до 0,5 м [149, с. 396–397].

**«Острів Тирагетів».** «Острів Тирагетів» згадується у творі Плінія Старшого (ІУ, 82), і це єдине повідомлення про нього, яке зустрічається в античних авторів [253, с. 29]. В останнє десятиліття одержала визнання гіпотеза М. В. Агбунова, відповідно до якої, островом Тирагетів був дельтовий острів в усті Дністровського лиману. М. В. Агбунов вважав що в античний час Дністровський лиман не існував, а річка Дністер



М. В. Агбунов

мала два рукава, між якими знаходився великий дельтовий острів (рис. 3.7, 3.8). Ця гіпотеза в значній мірі заснована на результатах, проведених її автором підводних археологічних розвідок [3, с. 76–81, рис. 10]. Ці роботи були проведені в районі пересипу Дністровського лиману в 1981 р. При їх проведенні був обстежений район загальною площею біля 500×500 м. Археологічний матеріал, зібраний у ході огляду донної поверхні, був представлений більш ніж

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

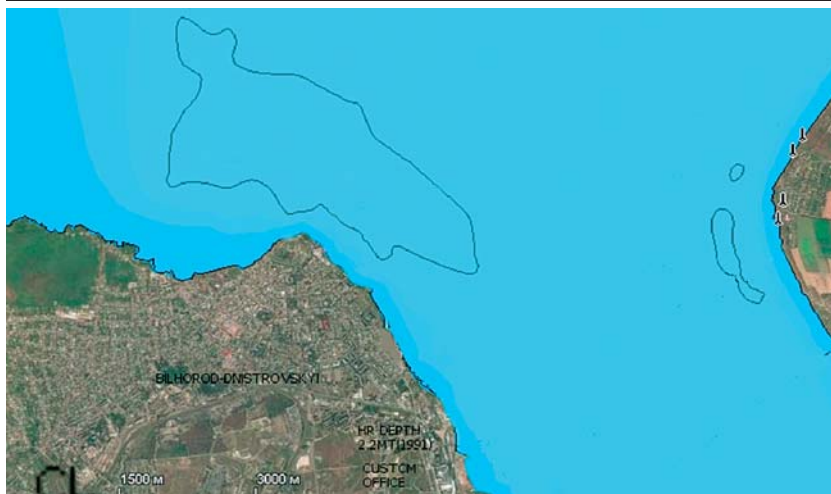


Рисунок 3.7 – Мілководна ділянка Дністерського лиману напроти античної Тира (залишки острова, що існував тоді)

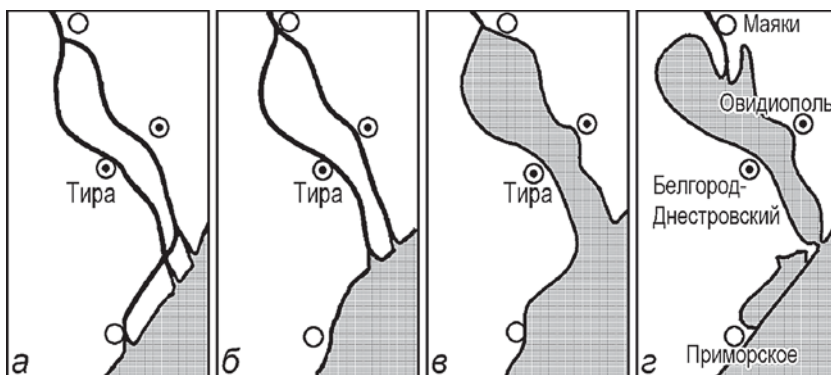


Рисунок 3.8 – Зміни Дністровського лиману за останні 2500 років (за М. В. Агбуновим, 1987):

а – в архаїчний період; б – в елліністичний і римський періоди;  
в – у середньовіччя; з – сучасність

сотнею уламків амфор і ліпних посудин (гетських і скіфських, по визначенню автора знахідок). Подібна картина спостерігалася в кілометрі до заходу та у двох кілометрах на схід від зазначеного району. Все це знаходилося на глибинах  $-3...-4$  м. На думку М. В. Агбунова, ним були виявлені сліди трьох посе-

лень IV–III ст. до н.е., які входили до складу полісу античної Тири [3, с. 76–85].

Як показав геологічний розріз дна лиману по лінії Білгород-Дністровський – Овідіопіль, дно перекрито товщею мулу до 4 м, вершина острова на розрізі знаходиться нижче сучасного рівня моря на – 3,7 м. Острів виступав над рівнем води від 1 м до 4 м (в залежності від рівня моря). Довжина острова дорівнювала 20–30 км, ширина 5–8 км [212, с. 16, 17]. Він був затоплений під час Німфейської трансгресії, але не зник назавжди. В XIII–XVI ст. рівень моря знизився до відмітки –3 м і острів знову виникає на території Дністровського лиману. На карті Фра Мауро 1459 р. зображений великий острів, який омивається двома рукавами (див. рис. 2.4, а).

З цім дельтовим островом також пов'язана проблема локалізації поселення Офіуса. За припущенням Ф. К. Бруна, Офіуса була одною з назв саме цього дельтового острова [48, с. 10–11]. В подальшому це припущення підтримав М. В. Агбунов, який вважав, що спершу в VI ст. до н.е. на дельтовому острові було засновано поселення Офіуса. Показове, що в античному світі відомо не менш десяти поселень з назвою Офіуса, і усі вони розташовані на островах. У V ст. до н.е. поселення, на думку М. В. Агбунова, було перенесено на правий берег Дністра під назвою Тири [1, с. 145; 3, с. 87–101]. Можна зробити припущення, що однією з головних причин такого перенесення було підняття рівня Чорного моря та початок формування Дністровського лиману внаслідок цього процесу.

Іншої думки дотримуються І. В. Бруйко та В. О. Карпов, вони вважають, що острів Тирагетів в античні часи знаходився на місці сучасної Дністровської банки (див. рис. 1.3, б, рис. 3.9). Цей острів мав розміри довжиною приблизно 8–10 та шириною 2–3 км, він височів над рівнем моря на 4–5 м. Його підшову становило вапнякове плато, вкрите літогенними осадами Карангатського періоду [50, с. 89–90]. На думку А. С. Островерхова на цьому острові розташовувався емпорій Тирського полісу [212, с. 17–20].

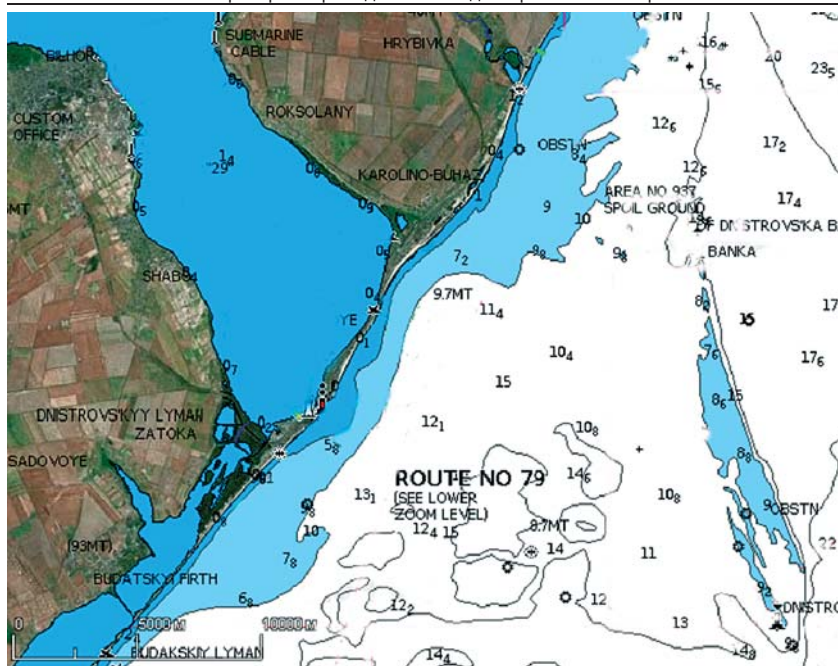


Рисунок 3.9 – Карта глибин Чорного моря в районі знаходження Дністровської банки біля Дністровського лиману

### 3.1.3 Підводні дослідження біля Тилігульського лиману

Тилігульський лиман був одним із великих лиманів Північного Причорномор'я, який був утворений в наслідок підняття рівня Чорного моря в голоцені [198, с. 67]. В лиман впадає річка Тилігул, беручи початок на Подільській височині довжиною 173 км, яка пересихала в літній період. Лиман має форму каньйону, його береги обривисті, а глибини нарастають зразу у берега. Він представляє собою широку річну долину, яка в своїй нижній частині перетворюється в солоне озеро, відокремлений від моря піщаним пересипом шириною до 4 км і висотою до 2 м. У середині XIX ст. при дослідженні в Північному Причорномор'ї графом А. С. Уваровим при вивченні змін палеогеографічного характеру у відношенні Тилігульського

лиману, було висловлено припущення, що в давній давнині лиман з'єднувався з морем і становив зручну гавань для кораблів [274, с. 140]. Східніше Тилігульського лиману, у прибережній зоні, в районі, так званої «Банки Тутаєва» (рис. 3.10), в 300–500 м від берегу, на глибині 3–4 м знайдено затоплене античне поселення, яке займало площу 330 × 500 м (рис. 3.11, IV).

Це поселення М. В. Агбунов ототожнював з античним містом Одес [2, с. 58], повідомлення про яке зустрічається у античних авторів, таких як Птоломей (Ptol., III, 514), Пліній (Plin., NH IV, 82), Аппіан (App., PPE, 87), Псевдо-Аппіан (Ps.-App., PPT, 31). Існує також думка, що стародавній Одес необхідно ототожнювати з Кошарським городищем, яке розташоване вище, на корінному правому березі Тилігульського лиману [83, с. 182;

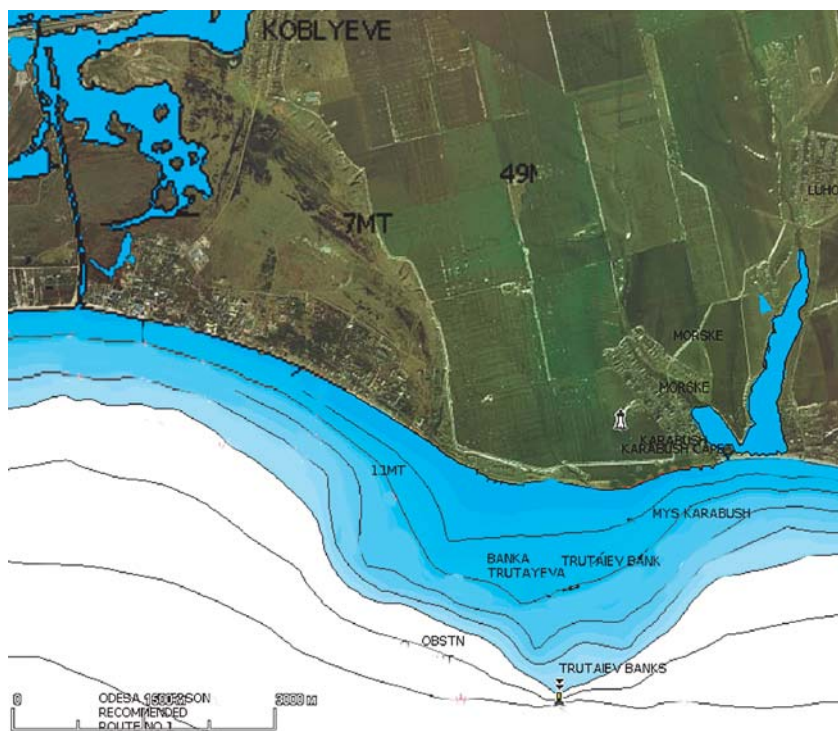


Рисунок 3.10 – Карта глибин Чорного моря  
в районі розташування банки Тутаєва

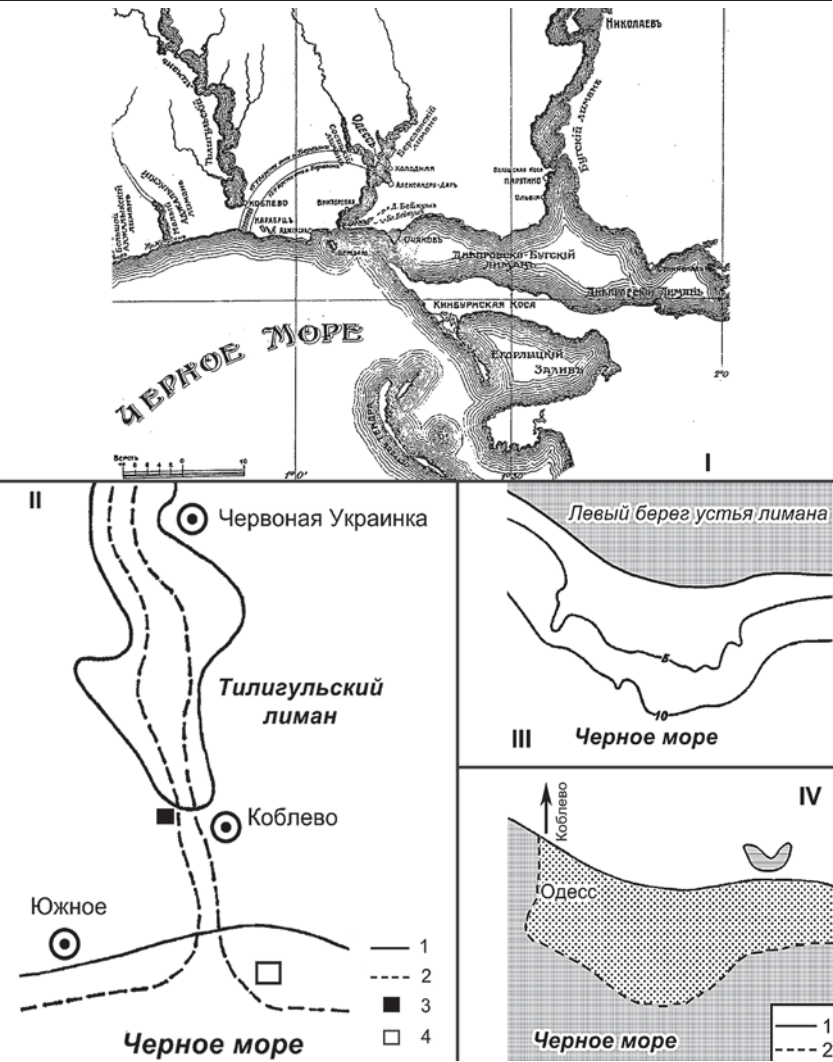


Рисунок 3.11 – Розташування стародавнього Одеса:

1 – за В. І. Гошкевичем, 1915;

II – за Е. А. Симановичем, 1954; В. Г. Зубаревим, 2005;

III, IV – за М. В. Агбуновим, 1987: 1 – сучасна берегова лінія; 2 – берегова лінія в античний час; 4 – розташування Одеса за М. В. Агбуновим.

IV – район розташування давньою Одеса в античний час за М. В. Агбуновим:

1 – сучасна берегова лінія; 2 – берегова лінія в античний час

117, с. 128–130; 260] (рис. 3.11). Розглянувши ці два припущення про місце розташування древнього Одеса, можна дійти висновку, що останнє виглядає більше аргументованим з наступних причин:

Лівий берег Тилігульського лиману в елліністичний період був південніший (згідно з даними М. В. Агбунова) приблизно на 500 м. Він був низькою акумулятивною формою, що вийшла на поверхню в результаті пониження рівня Чорного моря. У районі лівого берега протоки, яка сполучала Тилігульський лиман з Чорним морем, не могла знаходитися досить зручна стоянка для великих кораблів так, як її основне русло як і в усіх річок цього регіону, повинне було проходити біля правого високого берега.

За своїм місцем розташування поселення, відкрите М. В. Агбуновим, не відповідало вимогам, які пред'являлися до місця заснування міст в античний час.

Усі міста Північно-західного Причорномор'я, такі як Тира і Ольвія, розташовувалися на високих правих берегах річок (Дністра і Дніпра) на досить більшій відстані від моря, що рятувало кораблі від штормів. Усім цим вимогам цілком відповідає Кошарське городище (IV–III ст. до н.е.), яке знаходилося на правому березі протоки (можливо, річки в античний час), яка з'єднувала Тилігульський лиман з Чорним морем. Відкрите М. В. Агбуновим античне поселення ймовірно могло відноситися до поселень сільської хори античного Одеса і було затоплено внаслідок пізнішого підняття рівня Чорного моря.

### **3.1.4 Острів Березань**

Острів Березань перебуває в місці злиття вод Дніпро-Бузького лиману й Чорного моря, приблизно в 12 км від м. Очакова, напроти виходу до Березанського лиману (рис. 3.12).

Відстань до найближчих ділянок узбережжя від острова становить біля 2 км. У середині XIX ст. дослідження на прибережній частині о. Березань в Північному Причорномор'ї проводилися графом А. С. Уваровим. У двох його книгах, що вийшли



Рисунок 3.12 – Сучасний вигляд о. Березань

в 1851 й 1856 рр., були висвітлені результати змін палеогеографічного характеру в обстежених ним місцях.

На його думку, о. Березань в античну епоху мав зовсім інший вигляд. Задовго до початку археологічних розкопок на острові А. С. Уваров прийшов до висновку, що о. Березань, як стоянку для морських суден, могли використовувати слов'яни в ході своїх плавань по Чорному морю [274, с. 141].

За даними, що відносяться до початку XIX ст., о. Березань мав в довжину 1000 футів або 2 версти (2,12 км) і ширину від 3 до 400 сажень (від 6,4 м до 852 м) [221, с. 90]. Згідно з обмірами острова, проведеними наприкінці XX ст., його сучасні розміри дорівнюють 890 м в довжину і 420 м завширшки. Таким чином, навіть з урахуванням помилок при визначенні розмірів, можна констатувати, що площа о. Березань за останні 200 років скоротилася майже в два рази, і в античний час, особливо на ранньому етапі колонізації, у кінці VII ст. до н.е. він міг займати ще більшу площу.

Як вже писалося, на початку XIX ст. острів був віддалений від західного берега Березанського лиману на відстань від 8 до 900 сажень (17 м і 1917 м) і, швидше за все, був сполучений з материком чи відокремлений від нього. На карті, складеній Деволаном, показана коса, яка практично сполучає острів з

материком [221, с. 90]. Ця ж коса показана і на карті акваторії о. Березань, складеною в 1817 р., хоча вже і декілька менших розмірів. На фотографії, зробленій в 1931 р., ясно видно, що коса підходить до острова [255, с. 18, рис. 2, 3]. Ці дані показують процес зміни розмірів коси, що сполучала острів з материком, будучи наочними доказами зміни рівня Чорного моря за останні 200 років. Як пам'ятник археології, о. Березань широко відомий. На ньому розташовані залишки найбільш раннього античного поселення, заснованого в останній чверті VII ст. до н.е. У сучасній історіографії Березанське поселення ототожнюється з мілетською колонією Борисфен, про заснування якої в 645 р. до н.е. повідомляється в «Хроніках» єпископа Евсевія, що жив в IV в. н.е. Після утворення в Нижньому Побужжі поліса із центром в Ольвії Березанське поселення продовжувало існувати як портове місто. У ході розкопок на острові були виявлені також: невелике поселення й досить великий могильник епохи середньовіччя, який відноситься до давньоруського часу.

Підводні археологічні дослідження, які були проведені в районі Березані, ставили метою детальне з'ясування палео-географічної ситуації тут у період стародавності, визначення часу відокремлення острова від материка, вивчення динаміки зміни обрисів його берегів. При цьому, незважаючи на те, що акваторія Березані досліджена досить повно, треба зауважити, що повних відповідей на поставлені питання поки ще немає.

Перша спроба проведення тут підводних археологічних досліджень була розпочата в 1961 р. під керівництвом В. В. Лапіна. Тоді були виконані проміри глибин по напрямку: маяк на острові навігаційний знак у с. Вікторівка. За результатами промірів був складений профіль дна лиману в даному районі на відстані до 600 м від берега [157, с. 133–134; 346, р. 134, fig. 2].

Надалі стаціонарні підводні дослідження проводилися Березанською експедицією Інституту археології Національної Академії наук України під керівництвом В. В. Назарова в 1984, 1988, 1989, 1996 й 2000 рр. [165, с. 491–492; 188, с. 81–83; 191, с. 639–640; 346, р. 131–136].

Були обстежені прилеглі до острова ділянки акваторії по напрямках: північ, північний захід, північний схід і схід. Обстежена також ділянка акваторії між островом і мисом Аджияск. Крім візуальної розвідки була проведена шурфівка донних відкладень у північній і північно-східній ділянках акваторії з метою визначення їхньої стратиграфії й потужності, пошуку культурного шару в затопленій частині поселення.



В. В. Назаров

### **Ділянки акваторії біля о. Березань, де проводилися підводні дослідження**

**Північно-західна ділянка** обстежувалася в 1996 р. методом візуального огляду донної поверхні. Дослідження велися на відстані до 100 м від берега на глибинах від 1 до 5 м проти двох розкопаних ділянок античного некрополя на острові. Підйомний матеріал фрагментований і нечисленний. Серед нього потрібно відмітити знахідку верхньої частини (горло з ручками й верхня частина тулова) світло глиняної вузькогорлої амфори й уламок горла (властиво, віночок) аналогічної амфори. Відповідно до класифікації Д. Б. Шелова, ці амфори відносяться до другого типу й датуються I ст. до н.е. – I ст. н.е. [307, с. 17–18, рис. 2].

**Північна ділянка** зі сходу обмежена підводною піщаною косою, що тягнеться в північно-східному напрямку. Прилягаючи до берега острова її частина являє собою надводне утворення, причому конфігурація й розміри постійно варіюються залежно від місцевих погодних умов. Із заходу ділянка обмежується підводною кам'яною грядою, витягнутої паралельно берегової лінії острова й розташованої на глибині до 2 м. Утворена вона великими вапняковими каменями, багато з яких мають більше 1 м у поперечному перерізі. Очевидно, ця гряда являє собою скупчення великого уламкового матеріалу,

що утворилося в ході абразійного процесу (саме в даній ділянці берега острова він протікає найбільш інтенсивно).

Обстежувалася ця ділянка в 1984, 1985 й 2000 рр. методом візуального огляду донної поверхні. В 1988 й 1989 рр. тут були проведені розвідувальні роботи. У ході візуального огляду було зібрано достатня кількість визначального археологічного матеріалу. В основному він представлений уламками фрагментів амфор, а в меншій кількості фрагменти столового посуду лутеріїв тощо. Зустрічаються іноді й кістки тварин. Датування підйомного матеріалу відповідає часу існування поселення в цілому. Присутні уламки амфор і посуду датуються від архаїчного аж до римського часу включно. Окатаність кераміки незначна, багато й неокатаних уламків. Основна маса підйомного матеріалу була зібрана на відстані до 50–175 м від уреза води, по напрямку на північ від берега острова.

За результатами проведеної тут в 1988–1989 рр. шурфовки, на відстані 50 м від берега товщина акумулятивних відкладень становить 0,10–0,20 м, на відстані 70 м зростає до 1 м, а на відстані близько 140 м становить вже 4,15 м від рівня донної поверхні. Відповідно, наростання глибин від урезу води становить 1,10–1,20 – 1,70–2,0 м. Ґрунт замулений пісок (зверху залягає тонкий прошарок чистого піску), насичений уламками стулок раковин мідій. Нижче залягає материкова скеля з вапняку, що складає фундамент острова.

Кераміка, що була знайдена у ґрунті, у цілому ідентична піднімальному матеріалу. Тут під шаром наносів, безпосередньо в поверхні материкової скелі, на відносно невеликій площі (приблизно 3×3 м) знайдені в значній кількості уламки амфор, у тому числі великі неокатані фрагменти стінок з рифленою поверхнею, а також ціла світлоглиняна вузькогорла амфора на кільцевому піддоні. Ранній матеріал представлений уламком родосько-іонійської посудини, імовірно, ойнахої із двоствольною ручкою, а також уламком ніжки хіоської пухлогорлої амфори. Характер і стан описаного комплексу знахідок свідчить, що в даному місці зафіксоване не випадкове скупчення

переміщеного археологічного матеріалу, а виявлений матеріал з культурного шару римського часу. Шар повинен характеризуватися як перевідкладений, з огляду на практично повне заміщення глинистого ґрунту наносним піщаним. Знахідки ж, виявлені на рівні контакту донних відкладень і поверхні материкової скелі, перебували практично *in situ*, якщо оцінювати їх з погляду просторового розташування (у вертикальній площині), вони могли незначно переміститися в процесі розмивання ґрунту, що складає культурний шар. Слабка окатаність кераміки прямо вказує на те, що вона майже не піддалася впливу абразії, тобто затоплення даної ділянки суші відбулося у відносно короткий строк.

**Північно-східна ділянка** обстеженої прибережної акваторії острова простирається від підводної коси на північно-захід до розкопа «Основний» на південно-сході. В 1982 й 1984 рр. обстежувався методом візуального огляду донної поверхні. В 1988 р. тут було закладено 2 розвідувальних шурфи. Роботи велися на відстані до 340 м від берега. Глибина 1,40–1,70 м. Дно піщане, попадалися окремі бутові камені й скупчення каменів. Останні, швидше за все, являють собою зруйновану поверхню ділянок материкової скелі, що виступає над шаром акумулює вних наносів. Товщина останнього на даній ділянці – 0,10–0,50 м.

Археологічний матеріал у ході досліджень не був виявлений. Відсутній він й у ґрунті, що складає підводну косу, яка простягнулася по напрямку на північний схід від острова (тут теж був закладений розвідувальний шурф). Окатані уламки кераміки зустрічаються тільки безпосередньо у берега, що пов'язане з дією абразивних й ерозійних процесів.

#### **Випадкові знахідки**

1. Дві чаші-патери римського часу були знайдені рибалками в районі острова на початку століття [202, с. 204]. Фрагмент (верхня частина) мармурової антропоморфної стели архаїчної герми, був піднятий із дна лиману (також рибалками) у районі Березані в 20-х рр. двадцятого століття [155]. Зберігається в Миколаївському обласному краєзнавчому музеї.

За неперевіреними даними, у лимані, недалеко від південно-східного краю острова, бачили мармурові плити з написами. Дане повідомлення, що виходить від аквалангістів-аматорів, звичайно ж, не може розглядатися в якості достовірної наукової інформації. Вона включена з урахуванням необхідності визначення перспективи підводно-археологічних досліджень у районі о. Березань.

В результаті проведених підводних археологічних досліджень була знайдена затоплена частина Березанського поселення (рис. 3.13). Воно знаходиться на відстані від 50 до 175 м на північ від острова, на глибині до 2 м, і фіксується завдяки скупченню античної кераміки. Спираючись на описи, що збереглися, і проведені підводні дослідження, можна припустити, що площа о. Березань могла бути більша за сучасну як мінімум в

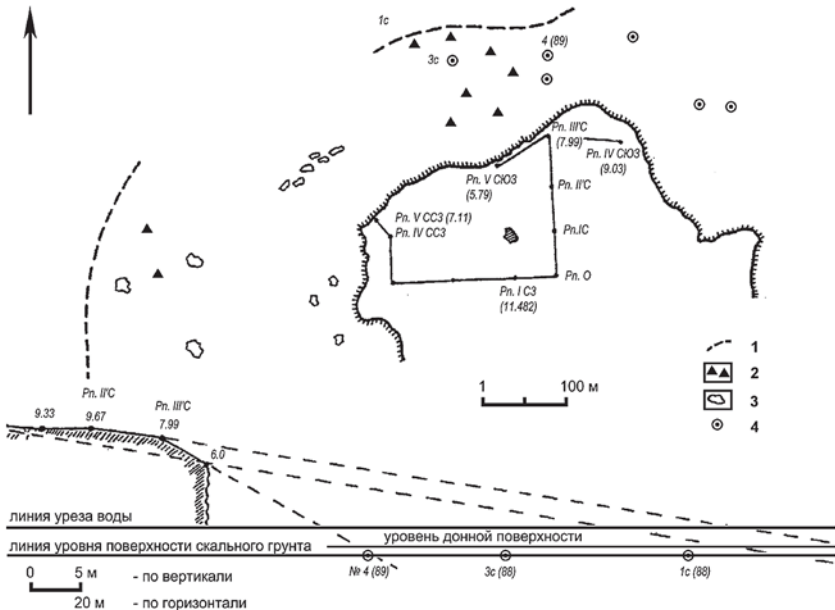


Рисунок 3.13 – План затопленої частини Березанського поселення.  
Реконструкція зруйнованого абразією північного берега острова  
(за В. В. Назаровим, 2003):

- 1 – берегова смуга в античний час; 2 – поширення фрагментів кераміки;  
3 – камені; 4 – шурфи

2–3 рази [120], а з урахуванням території акумулятивної форми, що вийшла на поверхню в результаті пониження рівня Чорного моря, вона могла бути ще більше (рис. 3.14). Розглядаючи карту глибин, навіть при мінімальному падінні рівня Чорного моря до відмітки  $-4$  м, це припущення виглядає цілком обґрунтованим. Ці дані підтверджуються проведеними батиметричними дослідженнями в акваторії о. Березань (рис. 3.15–3.17).



Рисунок 3.14 –  
1 – карта глибин. Navionics;  
2 – план о. Березань

2

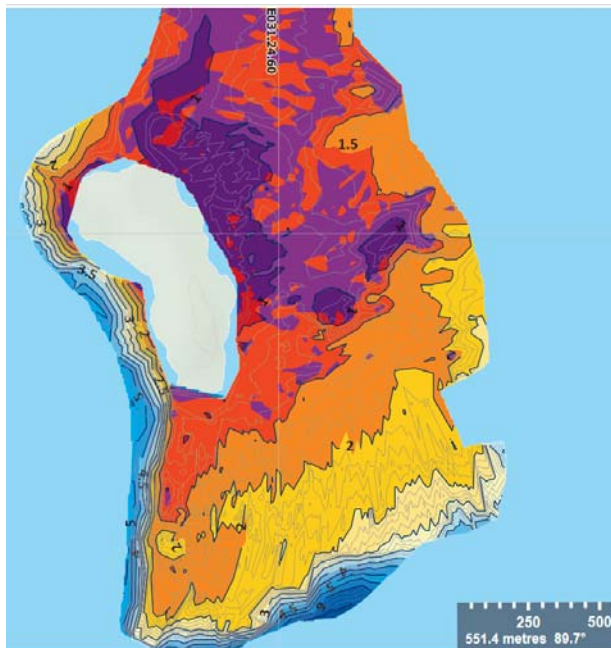


Рисунок 3.15 – Карта щільності ґрунтів дна

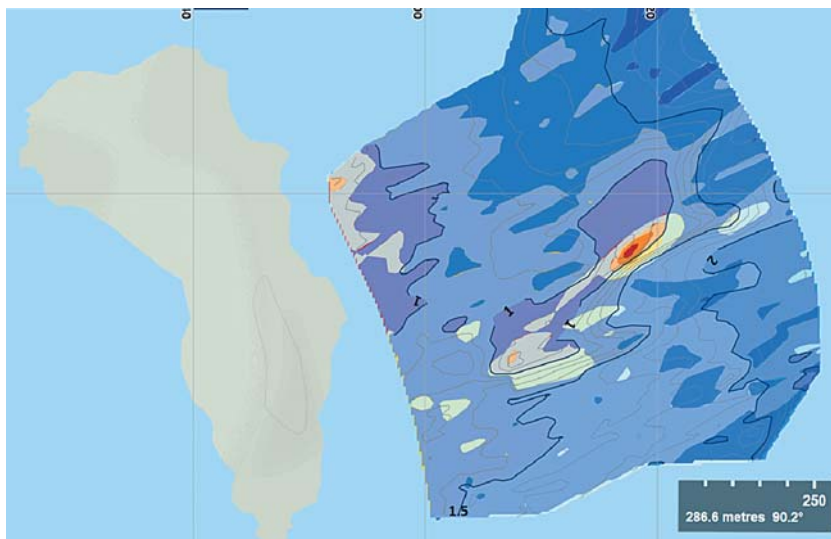


Рисунок 3.16 – Батиметрична карта

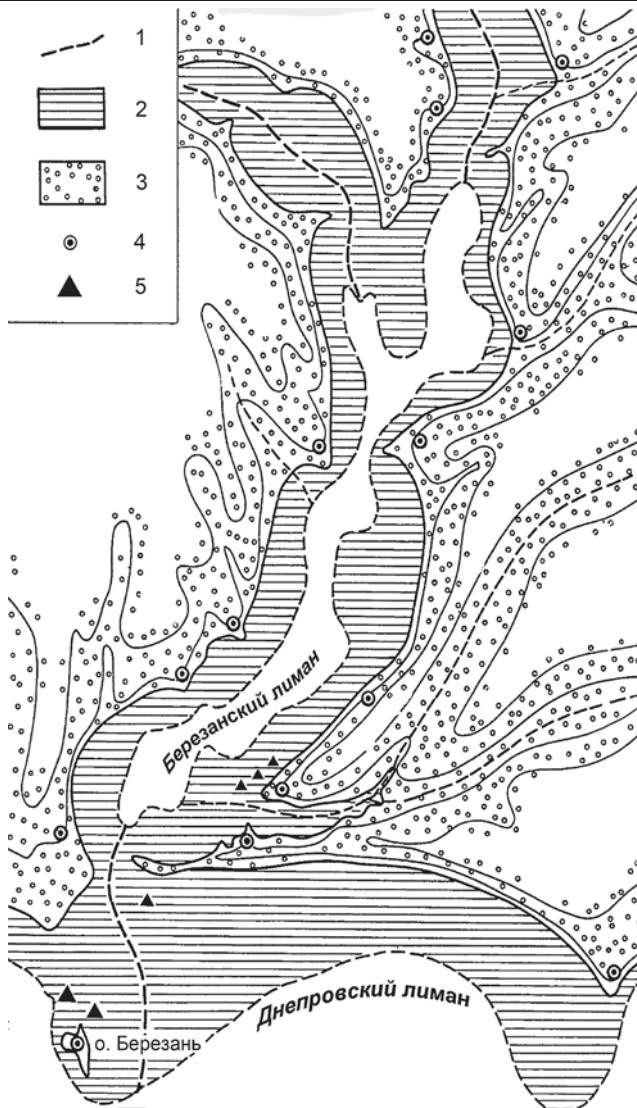


Рисунок 3.17 – Поселення архайчного періоду на берегах Березанського лиману (Крыжицкий та ін., 1990):  
 1 – існуючі русла річок; 2 – затоплені території; 3 – території, зайняті лісовою рослинністю; 4 – поселення першої половини VI–V ст. до н.е.;  
 5 – місця знахідок античної кераміки в акваторії Березанського лиману і прилеглих до нього територій (дано за В. В. Назаровим 2003)

**Ділянка між о. Березань і м. Аджиаск** характеризується відносно великими глибинами (до 6–7 м) і щодо гарної видимості (порядку 3 м у придонному шарі води). Шар акумулятивних наносів (пісок) тут досить тонкий; місцями зустрічаються виходи корінної породи, попадаються на дні й великі брили вапняку.

Археологічні розвідки даної ділянки акваторії проводилися в 1984, 1988 й 1996 рр. Методика – візуальне обстеження донної поверхні й збір підйомного матеріалу. Фіксація місць знахідок здійснювалась методом зарубок теодолітом з берега (1984, 1988) і секстантом з борта судна «Буревісник» (типу ВРД), що належить миколаївському Спортивно-технічному клубу «Садко» (1996). При вході в Березанський лиман біля Бейкушського мису, підводним загоном Північнопричорноморської експедиції, під керівництвом В. В. Назарова, в 1985 р. були досліджені залишки поселення VI – першої половини V ст. до н.е., що опинилося на морському дні в результаті інтенсивної абразії берега [190, с. 629–630].

Роботи на цій ділянці акваторії велися переважно з метою перевірки гіпотези К. К. Шилика про існування тут гавані Березанського поселення. На його думку, вона повинна була розташовуватися приблизно в 500 м до північно-заходу від сучасного острова, де на батиметричних картах відзначений різкий злам ліній ізобат, що позначають глибини в 3, 4 і 5 м.

Підйомний матеріал, зібраний у ході досліджень, представлений головним чином різночасовими уламками амфор, у тому числі: уламок віночка архаїчної амфори «із широкими смугами» і уламок стінки амфори з рифленою поверхнею, що датується I ст. н.е. Особливий інтерес викликає знахідка кам'яного якоря, що представляє собою плоский камінь із перетяжкою посередині для кріплення канату. Це один з найбільш примітивних типів якорів. Використовуватися такі якорі могли на човнах. Аналогії даній знахідці відомі в Ольвії, на Бейкушському поселенні й характерні на о. Березані [187, с. 95].

Факт виявлення якоря в місці передбачуваної гавані разом з античною керамікою, безумовно, дуже важливий, однак на даному етапі досліджень робити певні висновки представляється передчасним.

**Ділянка між островом і Табірною косою.** Роботи на цій території проводилися в 1996 р. Було обстежено ділянку площею порядку 1 кв. км на відстані 1 км від острова й 1 км від Табірної коси. Глибина в зазначеному районі 2,3 м (рис. 3.18) Поверхня дна рівна, ґрунт піщаний. Іноді на дні зустрічаються дрібні й середні, рідше великі бутові камені. У процесі розвідки був зібраний підйомний археологічний матеріал нечисленний, але досить виразний. Здебільшого він представлений уламками античних амфор, серед яких по профільних деталях виділяються: дві лесбоські сіроглиняні, одна «зі стаканоподібним дном», одна фасоська. Присутні також одиничні уламки червоноглиняного, сіроглиняного і світлоглиняного столового посуду. Відзначимо, що значна частина керамічних уламків неокатана або окатана в незначному ступені [191, с. 629–630].

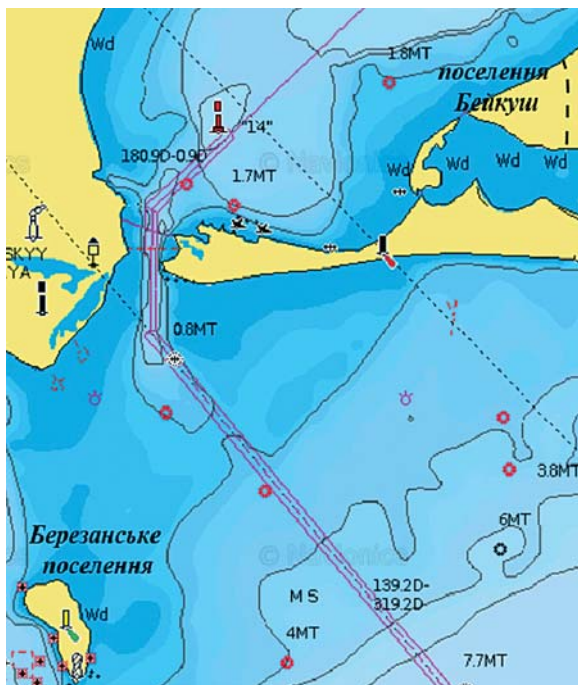


Рисунок 3.18 – Сучасна ділянка прибережної частини між о. Березань та Березанським лиманом

Імовірно, зазначені знахідки можна розцінювати як свідчення існування тут у стародавності античного поселення, розмитого згодом у ході трансгресії й утворення лиману в його сучасних обрисах.

### 3.1.5 Акваторія Березанського й Бейкушського лиманів

**Бейкушське поселення** розташоване на мису, в місці злиття Березанського й Бейкушського лиманів (див. рис. 3.17, 3.18, рис. 3.19). Датується VI–V ст. до н.е. У стародавності це був один із центрів відправлення культу Ахілла [147, с. 86].

На цей час частина поселення затоплена водами Березанського лиману та знищена в ході абразії берега, і процес цей

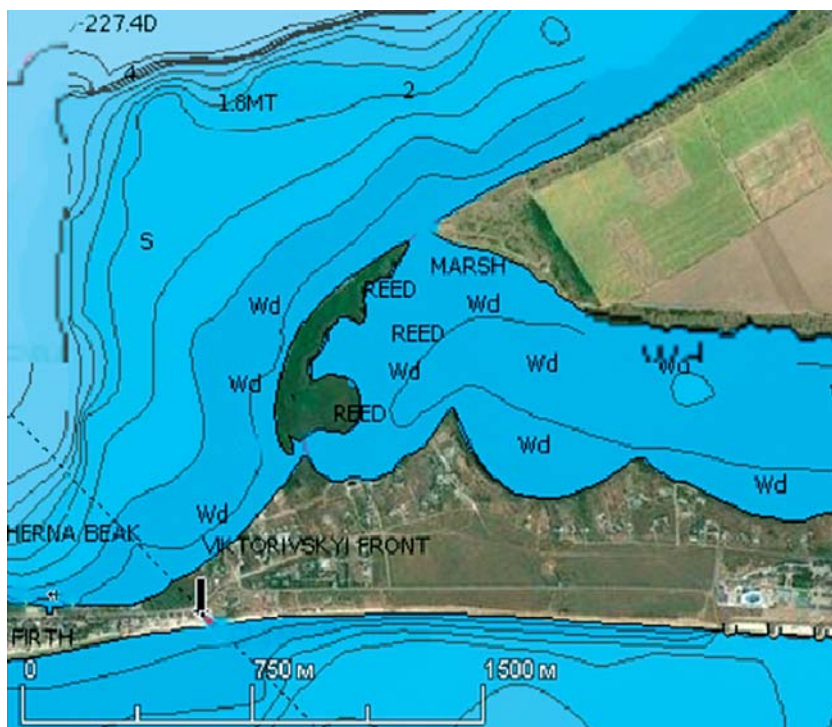


Рисунок 3.19 – Карта глибин біля античного поселення  
VI–V ст. до н.е. Бейкуш

триває з великою інтенсивністю. Гідроархеологічні дослідження акваторії Березанського лиману в районі Бейкушського мису проводилися Підводним загonom Північнопричорноморської експедиції в 1985 р. [189, с. 629–630]. Обстежена ділянка, що безпосередньо примикає до поселення й далі уздовж розташованої до півдня коси, відділена від Бейкушського мису штучною протокою. Глибини в зазначеному районі не перевищують 1 м; в «протоці» 2 м. Ґрунт – піщаний.

Археологічний матеріал був виявлений в основному західніше мису й на захід коси на відстані до 100 м від берега, а також на дні «протоки» й у зрізах її бортів. Головним чином він представлений сильно окатаними уламками амфор (у незначній кількості попадалися й неокатані уламки); датується VI – першою чвертю V ст. до н.е.

Окрім Бейкушського поселення архаїчного часу на берегах Березанського лиману відкрито ще 17 поселень античного часу, на жаль підводних досліджень водної акваторії в місцях їх розташування не проводилося.

#### ***Випадкові знахідки***

1. Фрагментований лапідарний напис, присвячений Ахіллу Понтарху, було знайдено в лимані, навпроти села Вікторівка в 1913 р. [213, с. 82; 276, с. 61; 335].
2. В 1907 р. з води була піднята біля Березанського лиману мармурова ольвійська плита з написом на честь Адоя, переможця на змаганнях [276, с. 63; 336].

### **3.1.6 Підводні дослідження акваторії Бузького лиману**

Територія Ольвійського поліса простиралася від району сучасної Одеси до Перекопського перешийка. Сфера впливу поліса в період його розквіту поширювалася на острів Левке (Зміїний) і Північно-Західний Крим. Поліс мав широкі торговельні й культурні зв'язки з багатьма центрами еллінського світу. По берегах Березанського, Бузького та Дніпровського лиманів зараз відомо більше сотні поселень та городищ, які

входили до складу Ольвійської держави. Переважна більшість з них розташовувалися на берегах Чорного моря, лиманів та впадаючих в них річок. Майже усі вони у різній мірі постраждали від підняття рівня Чорного моря. Частина з них була затоплена повністю чи частково, решта постраждала від берегової абразії, яка була обумовлена цим природним процесом.

Головні території Ольвійської держави розташовувалися по берегах Бузького лиману. На сьогодення на його берегах відомо понад 150 поселень та городищ античного часу. З них підводні та батиметричні дослідження проводилися тільки біля міста Ольвії, городища Дніпровка-2, та в районі мису Бубликова.

### **Підводні дослідження Ольвії**

Руїни міста Ольвії, центра одного з найбільших античних полісів у Північному Причорномор'ї, знаходяться на південь від села Парутіно Очаківського району Миколаївської області, на правому березі Бузького лиману. Будучи заснованою приблизно в середині VI ст. до н.е. мілетцями, Ольвія існувала як столиця однойменного поліса аж до IV ст. н.е. За цей час район Нижнього Побужжя і територія міста пережили значні зміни оточуючого Бузького лиману. У плані городище Ольвія має форму, що наближається до трикутника; з півночі й заходу обмежено глибокими балками, а зі сходу Бузьким лиманом (рис. 3.20). У вертикальній площині городище ділиться на три частини: т.зв. «Верхнє місто», що займає територію плато; «Терасове місто», розташоване на схилі; і «Нижнє місто», що перебуває на поверхні морської абразійної тераси, що утворилася в ході новочорноморської трансгресії [300, с. 58–60; 68–69].

Саме так зване «Нижнє місто» Ольвії найбільш постраждало внаслідок підняття рівня Чорного моря. Те, що якась частина Ольвійського городища затоплена водами Бузького лиману, було відомо ще наприкінці XVIII–XIX ст. Приблизно в 1792 році Ф. П. Деволаном був складений «Рапорт про географічне й то-

пографічне положення провінції Озу або Едиссан, звичайно називаної Очаківським степом, для прояснення карт і планів, знятих по Найвищому велінню інженером-майором Деволаном». Крім географічних, гідрографічних і топографічних відомостей, тут присутні й деякі описи стародавностей. Деволан відмітив, що на місці урочища Ста могил (так тоді йменувався район Ольвії) «безперечно перебувають у руїні древнього міста». Це місто Деволан визначив як «Борисфенополіс Страбона й Птолемея». Ольвію він помилково локалізував трохи північніше за Волоською косою. Ймовірно, Деволан не звернув уваги на те, що Ольвія й Борисфен у древніх авторів, як правило, були назвою одного міста. Описуючи сучасний стан Ольвійського городища, Деволан відзначав, що частина його знищена лиманом. Він писав: «Імовірно, у результаті якогось земле-тросу частина цих руїн виявилася скинута в ріку, або вони підмиті плинами; у лиман поступово були віднесе-

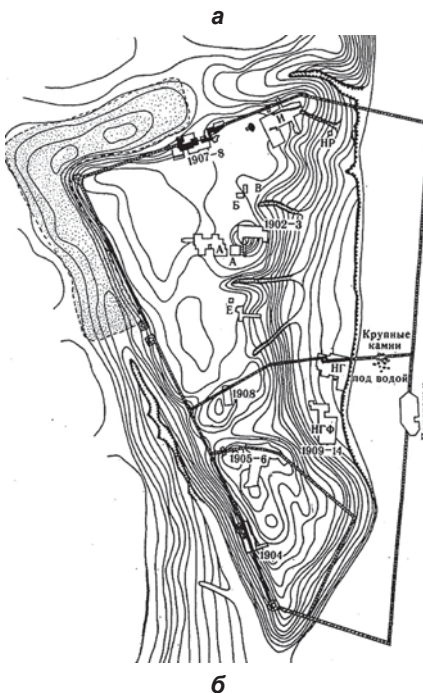
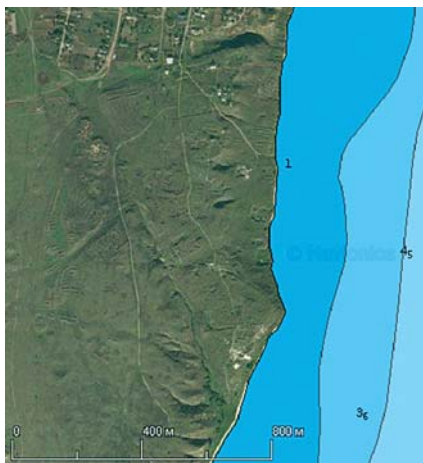


Рисунок 3.20 –  
а – Ольвія, аерознімок. Сучасний стан;  
б – План Ольвії  
(за Карасьовим, 1948 р.)



Б. В. Фармаковский

ні більші шматки. Скоріше, у результаті землетрусу більша частина цього місця поглинена (лиманом). Це підтверджується безліччю оброблених кам'яних фрагментів, що знаходять у воді, мармурових, гранітних» [270, с. 9–10]. В описі Ольвії 1807 р. професора Харківського університету І. С. Ризького сказано, що в лимані «валяється також нескінченна кількість згаданих глиняних, а іноді мармурових обломків». Місцеві жителі «з каменів, що валяються в без-

лічі на березі, роблять невеликі напівкруглі в річці запрудини, і вимиваючи з них лопатами на берег воду, шукають під водою різні невеликі штучки, особливо мідні, срібні й навіть зрідка золоті монети» [270, с. 14]. П. П. Кеппен, що відвідав Ольвію в серпні 1819 р., згодом писав наступне: «Затверджують, що монети й інші речі знаходять не тільки на березі Бугу, але й під водою далеко від берега».

Ще в першій половині XIX і на початку XX століть робили кількаразові спроби вивчити затоплену частину Ольвійського городища. Уперше спробу археологічного вивчення затопленої частини Ольвії почав Б. В. Фармаковский, що спробував використати для цього спеціально найнятий у Миколаєві піднімальний ківш на плаву, т.зв. «машину для добування золотих речей» [144, с. 63, прим. 6]. По його ж завданню в 1915 й 1916 рр. В. І. Деренкіним були зроблені обмірювання кам'яного завалу, що перебуває під водою, відомого за назвою «пристань» і знятий профіль дна в цьому районі [144, с. 39; 277, с. 23].

У 1937 р. за допомогою Одеського аварійно-рятувального загону під керівництвом Р. А. Орбелі було проведено обстеження прибережної акваторії античного міста Ольвії. Незважаючи на вкрай погану видимість у воді, непогоду й обмежений строк роботи водолазів, все ж таки вдалося визначити

місце очікуваного знаходження гавані на площі більше 11 000 кв. м. Були означені залишки припортових споруджень на відстані 60 м від берега, що перебували на дні Дніпро-Бузького лиману. Своїми роботами в Ольвії Р. А. Орбелі висловив припущення, що нижнє місто Ольвії разом з гідротехнічними спорудами античного часу знаходяться під водою [207, с. 144].

Початку комплексних досліджень у Бузькому лимані поклали роботи Б. Борисова і Б. Зюкова, під керівництвом яких група аквалангістів провела візуальне обстеження дна акваторії, що прилягає до цього древнього міста. В 1961 році підводною експедицією В. Д. Блаватського була виконана топо́зйомка дна лиману, зафіксовані й обміряні кам'яні розвали і скупчення кераміки (див. рис. 3.13, І). В 1964 р. К. К. Шиликом і Б. Г. Федоровим була виконана геоакустична зйомка затопленої частини Ольвії, у результаті якої виявлені нові об'єкти – розвали північних оборонних стін міста [144, с. 40–41]. Слідом за цим здійснена реконструкція затопленої частини міста, складений геоморфологічний план дна за допомогою акустичних приладів, розроблених і застосованих К. К. Шиликом і Б. Г. Федоровим. До цього часу вже була здійснена реконструкція топографії античної Ольвії, складений докладний геоморфологічний план дна і берегової лінії стосовно сучасного стану [300, с. 51–90; 304]. У цілому роботи показали, що міська територія простиралася в східному напрямку від сучасного кліфу не менш чим на 200 метрів, рівень води в лимані наприкінці III ст. до н.е. був на 6 метрів нижче сучасного. З 1971 року в Ольвії починає діяти постійна підводна експедиція Інституту археології НАН України, організована з ініціативи С. Д. Крижицького. У ході підводних робіт археологами були обстежені раніше відкриті скупчення каменів, у тому числі «пристань», розвалини північних стін міста, відкриті два нових затоплених об'єкти амфорних полів. Так названа «пристань» являла собою витягнутий з півночі на південь розвал каменів, розміром 83×33 м, що складається як з оброблених плит і блоків, так і неопрацьованих каменів привізних порід.



С. Д. Крижицький

Стратиграфія розвалу, простежена в декількох шурфах, дала підставу відмовитися згодом від самого визначення даного об'єкта як «пристань» і віднести його до системи оборонного комплексу міста, що мало місце в елліністичний період. В районі Ольвії берегова смуга в античний час проходила поблизу сучасної приблизно на 300–500 м [300, с. 77, рис. 14]. В 1971–1977 рр. у затопленій частині Ольвії Підводною експедицією Інституту археології АН УРСР під керів-

ництвом С. Д. Крижицького був проведений комплекс гідроархеологічних досліджень, що включає візуальне обстеження акваторії, обмірювання й нанесення на план археологічних об'єктів і шурфування.

Глибини на обстеженій ділянці змінюються в межах 1,5–2,5 м; видимість близька до нульової. Дно досить рівне, піщане, далі до сходу – мулисте. Біля берега у великій кількості зафіксовані камені, які вивалилися із кліфу, що руйнується абразією. Іноді, при зниженні рівня води в лимані, у результаті сильних північних вітрів, ці камені, а також камені, що відносяться до інших будівельних залишків, які зараз знаходяться у прибережній зоні Бузького лиману, виступають над поверхнею води.

Археологічний матеріал і будівельні залишки були виявлені на території від Північної балки до так званого Південно-східного мису. Приступаючи до підводних робіт, археологи спиралися на результати, отриманих в 1964 році К. К. Шиликом і Б. Х. Федоровим у ході проведення геоакустичної зйомки в межах всієї затопленої частини Ольвії. Суттєву роль у проведенні багаторічних підводних досліджень зіграли й ті обставини, що до моменту початку робіт в 1971 році, було уточнене місцезнаходження на дні багатьох археологічних об'єктів, виявлених у свій час О. М. Карасьовим [124, с. 14] і В. Д. Блаватським [20, с. 225–234]. У ході проведення цілого комплексу дослідни-

цьких робіт, що включають підводну розвідку акваторії, стратиграфічні спостереження, обмірювання й занесення на загальний археологічний план будівельних залишків, шурфування в місцях передбачуваного знаходження припортової частини міста, удалося виявити раніше невідомі скупчення кераміки, кам'яних блоків, розвали оборонних споруд догетського й післягетського періодів (див. рис. 3.13, II). Самими значимими об'єктами, обстеженими на затопленій частині Ольвії, є так називані «амфорні поля», залишки оборонних споруд і будівельних комплексів у межах припортової частини міста [142, с. 319].

Потрібно зазначити, що досліджена затоплена частина нижнього плато городища Ольвія представляє на цей час один з найбільш детальних вивчених у підводних археологічних об'єктів узбережжя Північного Причорномор'я. Це дозволяє розглядати його в якості одного з опорних реперів при реконструкціях змін рівня моря в античний час у цьому регіоні. Головний інтерес представляє комплекс підводних об'єктів, що характеризують границі забудови та вікові рамки освоєння давньогрецькими переселенцями території нижнього міста. Обоє вивчених розвалів оборонних споруд простежуються до глибин 2,0–2,3 м і хронологічно відносяться до V–IV й IV–III ст. до н.е. [144].

Відсутність досить виразно встановленої східної оборонної стіни, яка імовірно знаходилася вздовж лиману, дозволяє розглядати ці розвали як деякі орієнтири східної границі «Нижнього міста». У зовнішній прилиманній смузі, укладеній між розвалами на глибинах 2,2–3,1 м, розташовуються два амфорних поля, «перше» з яких (південне) відноситься до IV в. до н.е., а «друге» на видаленні 50–60 м до півночі від «першого» містить керамічний матеріал кінця VI ст. до н.е. – IV ст. н.е. [163, с. 65–88].

Наявність культурного шару середини 1-го тис. н.е. у зовнішній частині «Нижнього міста» не підтверджує існуючі уявлення про розвиток у цей період трансгресивної фази так

званої «німфейської» трансгресії, що неминуче привела б до затоплення цієї території. Результати підводних досліджень затопленої частини Ольвії показали, що найбільша глибина залягання непорушених культурних шарів у зовнішній, прилиманній частині городища становить 2,5–3,3 м, визначаючи верхню межу положення рівня в середині 1-го тис. до н.е. у 4,0–4,5 м нижче сучасного (рис. 3.21, I, II). Аналізуючи знахідки керамічних комплексів, можна констатувати, що припортова північно-східна частина міста продовжувала функціонувати й після III ст. н.е., що побічно свідчить про незначну зміну положення рівня моря наприкінці 1-го тис. до н.е. – початку 1-го тис. н.е.

Зараз ця затоплена частина міста знаходиться на глибинах від –2 до –4,5 м. Східна межа Ольвії знаходилася на відстані

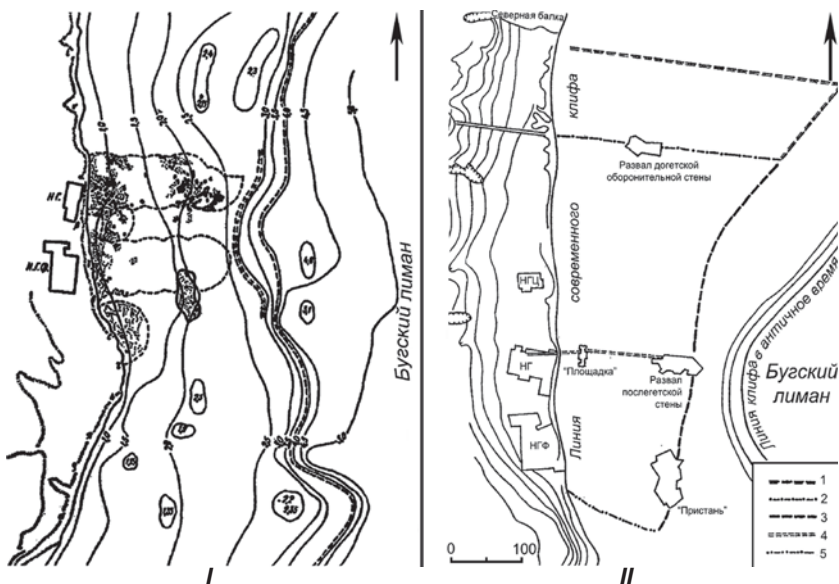


Рисунок 3.21 – Реконструкція меж затопленої частини  
Нижнього міста Ольвії:

I – за В. Д. Блаватським, 1962; II – за С. Д. Крижиським, 2001:

- 1 – лінія північної оборонної стіни елліністичного часу;
- 2 – лінія оборонної стіни V – перша половина IV ст. до н.е.;
- 3 – східна межа Нижнього міста; 4 – лінія оборонної стіни початок н.е.;
- 5 – варіанти розташування південної стіни Нижнього міста

170 м від сучасної берегової лінії, в районі так званої «пристані», в районі розвалу післягетської стіни в 210 м і 280–290 м біля північно-східного кута амфорного поля II [144, с. 61–63]. Крім того, місто значною мірою постраждало від зсувів і берегової абразії, викликаних підняттям рівня води в Чорному морі, що характерно для усього цього регіону. Амфорні поля вдалося виявити у верхніх шарах донних відкладень у ході візуальної розвідки. У межах границь першого амфорного поля археологи змогли знайти велику кількість великих некатаних фрагментів амфор і біля десятка цілих екземплярів. У хронологічному відношенні амфори представлені починаючи з VI ст. до н.е. і до II–III ст. н.е. Найбільше виразно в кількісному і якісному відношенні представлено IV ст. до н.е. Цим часом датуються амфори всіх основних центрів керамічного виробництва Фасоса, Хіоса, Гераклеї. Відкриття першого амфорного поля і його вивчення визначило цікаві висновки. Розташовуючись у межах припортової частини міста, воно свідчило про те, що в даному місці, швидше за все, перебували складські приміщення, у підвалах яких зберігалася велика кількість амфор, доставлених в Ольвію на кораблях по морю або призначених до вивозу. Друге амфорне поле відстояло від першого на відстані 50–60 м і мало більш чітку конфігурацію. Знайдена в його межах кераміка представлена не тільки амфорами, але і столовим й кухонним посудом, та в хронологічному відношенні охоплює діапазон VI ст. до н.е. – III ст. до н.е. Відкриття амфорних полів дало можливість визначити місцезнаходження припортової частини міста й древньої гавані, де могли швартуватися прибулі в Ольвію морські торговельні судна.

Підводні археологічні дослідження в Ольвії дозволили значно доповнити й конкретизувати загальну картину розвитку міста з моменту його виникнення наприкінці VII ст. до н.е. [299, с. 72–77; 300, с. 51–91; 301, с. 109–115]. У результаті реконструкції меж затопленої частини Ольвійського городища, вдалося з'ясувати, що територія, яка перебуває на дні лиману, «Нижнього міста» на ранньому етапі свого існування

в V–IV століттях до н.е. мала площу не менш 12 га. В елліністичний час близько 17 га, а в перші століття н.е. її розміри з урахуванням припортового району скоротилися до 6–7 га [144, с. 63]. Більша частина виявлених об'єктів дослідники пов'язують з фортифікаційними спорудженнями Ольвії. Це, зокрема, завали каменів, витягнуті по напрямку схід-схід-захід-схід, які визначаються в якості розвалів «догетських» (елліністичних) і «післягетських» (римського часу) захисних стін. В 1914 р. у зазначеному районі «у воді під стрімким берегом, увінчаним частиною ольвійської захисної стіни» [244, с. 1], була знайдена плита із чотирьохстрічним латинським написом, де повідомлялося про будівлю в II ст. н.е. римськими солдатами (зазначені найменування конкретних військових частин), імовірно, оборонної стіни [119, с. 52–54].

Південна частина прибережної акваторії навпроти Ольвійського городища від Південно-східного мису до Заячої балки, що відмежовує городище із заходу й південно-заходу, практично позбавлена культурних залишків, що визначено в результаті розвідкових занурень, які неодноразово проводилися тут [144, с. 62].

У цілому підводні дослідження древньої Ольвії змогли дати додаткові відомості про місцезнаходження найбільш значних архітектурно-будівельних комплексів, конкретизувати картину поетапного розвитку міста.

Проведена батиметрична зйомка вздовж затопленої берегової смуги Ольвії на відстані від 100 до 200 м підтвердила існування не одного, а декількох молів. Вони знаходились на глибинах 4–5 м, мали зафіксовану довжину від 50 до 100 м на відстані до 300 м від сучасного берега (рис. 3.24–3.27). На даний час неможливо встановити до якого часу існування Ольвії ці моли відносяться. Для вирішення цього питання необхідно проведення стаціонарних підводних археологічних досліджень. Окрім того, біля одного з цих молів зафіксовані залишки затонулого судна (рис. 3.28). Також в центральній часті дослідженої ділянки затопленої частини Нижнього міста Ольвії фіксуються численні ділянки більш щільного ґрунту, що вка-



Рисунок 3.22 – Зображення античного грецького судна на чорнолаковій посудині



Рисунок 3.23 – Аерофотознімок. Ольвія, Нижнє місто

зує на їх можливе штучне походження. Вірогідно, на їх місці можливо знаходилися житлові чи господарські споруди, які існували на території Нижнього міста Ольвії. Для остаточного вирішення походження і призначення цих об'єктів необхідно провести ретельну батиметричну зйомку території всієї затопленої частини Нижнього міста Ольвії з подальшим проведенням підводних археологічних досліджень.



Рисунок 3.24 – Багатошарова батиметрична карта

Рисунок 3.25 – Багатошарова карта дна Південної частини Нижнього міста

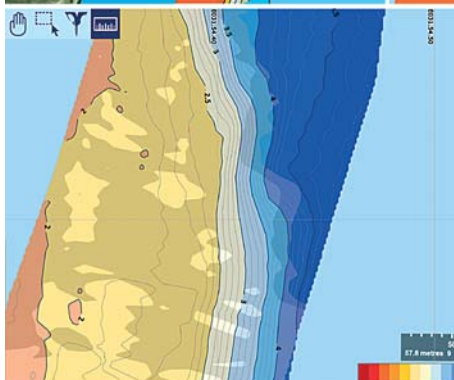
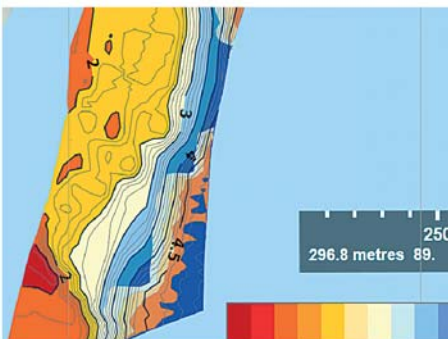


Рисунок 3.26 – Батиметрична карта дна Південної частини Нижнього міста



Рисунок 3.27 – Багатошарова карта дна Південної частини Нижнього міста

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

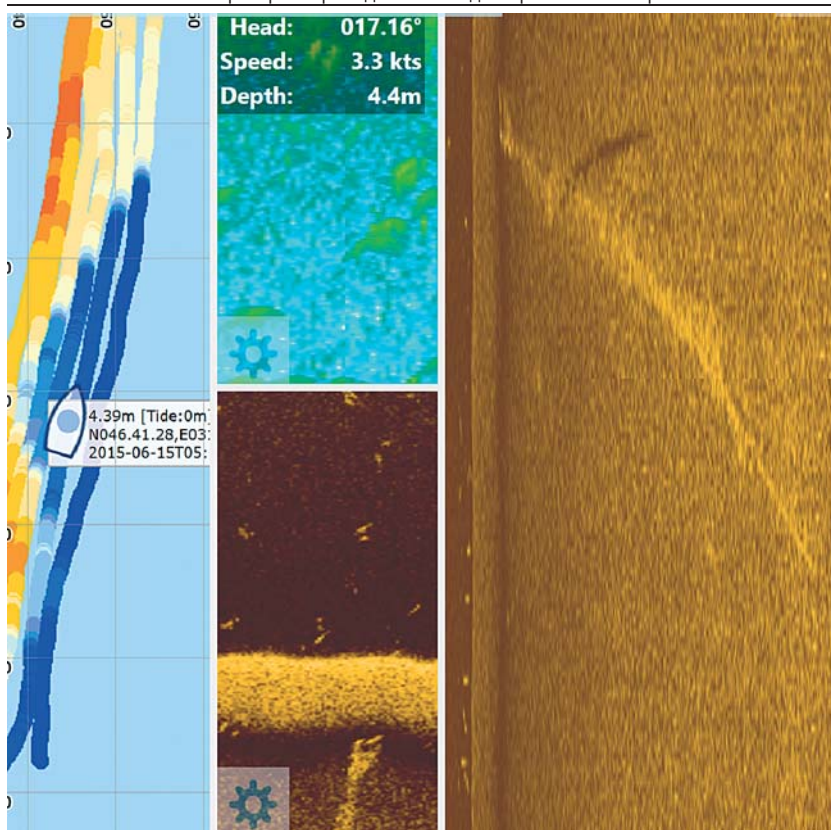


Рисунок 3.28 – Рештки замуленого судна

### Прибережна зона акваторії Бузького лиману на південь від Ольвії

Підводні археологічні розвідки проводилися Ольвійською експедицією в 1987 р. [189]. Були обстежені три ділянки акваторії напроти території, що простирається від Заячої балки до Широкої балки. У районі останньої відомо одне з поселень ольвійської хори архайчного часу [148, с. 25–26]; у цілому ж територія плато до заходу й півдня від Ольвії зайнята її некрополем. Беріг тут стрімчастий, відрізняється наявністю зсувів, вузьких і глибоких балок, а також неширокого піщаного пляжу.

Культурний шар у зрізі берегових обривів не проглядається, але іноді помітні руйнування абразією поховань. На березі в невеликій кількості зустрічаються окатані уламки стінок амфор.

**Ділянка № 1** розташована безпосередньо на південь від Заячої балки – між нею і другою безіменною балкою. На березі й у воді біля берега у відносно великій кількості зустрічаються окатані уламки античної кераміки, у той час як північніше й південніше від ділянки кераміка практично відсутня. Обстеження проводилося методом вільного пошуку на глибинах 1–2 м. Археологічні об'єкти не були виявлені. Поширення уламків кераміки обмежено зоною зрізу води.

**Ділянка № 2** розташована приблизно у двох кілометрах на південь від Ольвії. На березі й у воді тут перебуває досить багато каменів – як бутових, так і зі слідами обробки. Кілька таких каменів було розчищено шляхом розмиву ґрунту за допомогою мотопомпи ПМ-600. Імовірно, вони є залишками античної будівлі, зруйнованої зсувом. Це міг бути, швидше за все, кам'яний склеп. Як уже згадувалося, на плато розташовувався некрополь Ольвії, і такого роду погребальні спорудження для нього в цілому характерні.

Приблизно в 65 м від берега на глибині 1,70–1,80 м було виявлено витягнуте по осі північ-південь скупчення бутових каменів, що виступає над рівнем донної поверхні на 15–30 см. Характер їх на дійсному етапі досліджень не з'ясований.

Археологічний матеріал у ході обстеження даної ділянки, а також **ділянки № 3**, що перебуває напроти устя Широкої балки, не був виявлений.

### **Проведення батиметричних досліджень у районі поселення Аджигол-1 та городища Дніпровка-2**

Обстежені пам'ятки поселення Аджигол-1 та городища Дніпровка-2, знаходяться на правому березі Дніпро-Бузького лиману (рис. 3.29). В часи античності та середньовіччя лиман у сучасному вигляді не існував. На його місці знаходилися

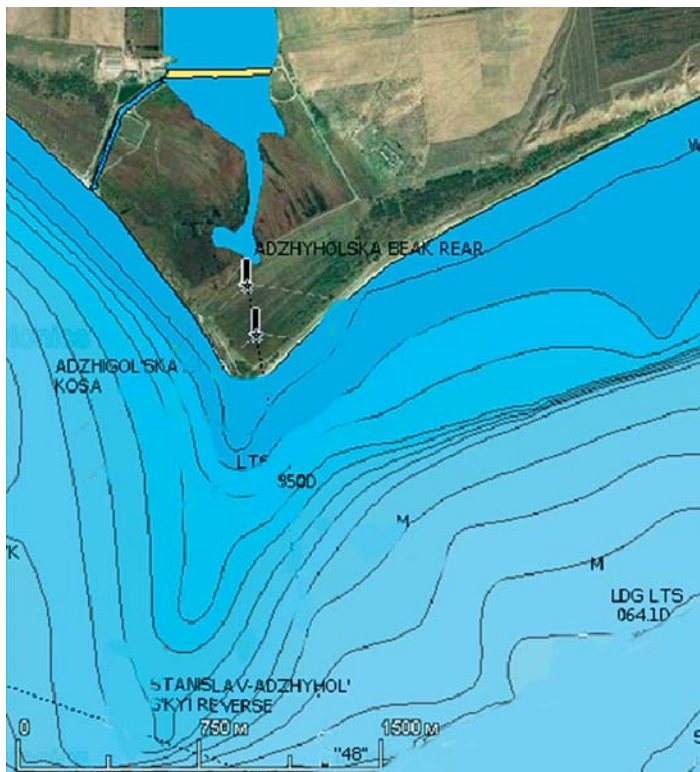


Рисунок 3.29 – Карта глибин біля Аджигольського мису

річки Дніпро та Південний Буг, які зливалися в районі Аджигольського мису. Вірогідно, саме цей фактор був однією з причин виникнення поселення та городища в цьому місці в античний час та середньовіччі.

**Поселення Аджигол-1** розташовується в декількох сотнях метрів від берега Дніпро-Бузького лиману на високому схилі Аджигольської балки. Батиметричні обстеження акваторії Бузького лиману, в районі розташування цього поселення, показало відсутність будь-яких значних археологічних залишків, які можна було б віднести до цього поселення. Проведені дослідження вказують на те, що це поселення знаходилася на місці яке не постраждало при піднятті рівня Чорного моря.

**Городище Дніпровка-2** (рис. 3.30) багат шарове (на його території фіксуються античні та середньовічні культурні шари), знаходиться на березі лиману, але в часи античності та середньовіччя, коли рівень Чорного моря був нижче сучасного на 4–9 м (за даними різних дослідників), лиман у сучасному стані ще не існував. На цьому місці, в районі Аджигольського мису, зливалися річки Дніпро та Південний Буг [120, с. 40–41]. Перед городищем знаходилася досить значна за своєю площею затоплена територія, на якій могла знаходитися нижня частина городища. Існування залишків з'їзду з території городища Дніпровка-2 до берега Дніпро-Бузького лиману, що було зафіксовано ще В. І. Гошкевичем у 1913 р., свідчить про мож-



Рисунок 3.30 – Городище  
Дніпровка-2:  
а – фото космічної зйомки городища;  
б – план городища

ливість її існування, яка розташовувалася на його березі. Внаслідок підняття рівня Чорного моря ця частина городища була затоплена. Подібне затоплене «Нижнє місто» знаходиться біля античного міста Ольвія. З метою пошуку частини городища на затопленій ділянці в районі розташування городища Дніпровка-2 була проведена батиметрична зйомка.

Загальна площа дослідженої ділянки складала 3,75 кв. км: 2,5 км довжини та 1,5 км ширини (рис. 3.31, б). При проведенні батиметричної зйомки було встановлено, що на відстані до 1 км від сучасного берега Дніпро-Бузького лиману знаходиться територія на глибинах від 1 до 2,5 м. Таким чином, у разі, якщо рівень Чорного моря був нижче сучасного на 4 м, на ній могло б розташовуватися поселення таке ж, як досліджене «Нижнє місто» в античній Ольвії.

Батиметрична зйомка показала, що стародавнє русло лиману проходило на відстані 1 км від сучасної берегової лінії лиману, біля городища Дніпровка-2. Саме на цій відстані закінчуються глибини -2 м та починаються глибини від -3 до -5,5 м (рис. 3.32, а). При складанні карти рельєфу дна напроти городища Дніпровка-2 було зафіксовано, що воно переважно знаходиться на глибині -2 м. В його центральній частині було зафіксовано декілька понижень поглиблених на -2,5 м. Вздовж стародавнього русла р. Південний Буг в північній частині, на глибині -1,5 м, знаходиться підвищення, яке має витягнуту форму: довжину біля 600 м та ширину від 20 до 50 м.

Таким чином, на території обстеженої ділянки знаходилося декілька понижень та підвищень, виникнення яких не могло бути зумовлено природними чинниками. З західного боку городища, на відстані 1,1 км від сучасного берегу лиману, в його акваторії, на глибині -6...-6,5 м, було зафіксовано поглиблення довжиною 500-550 м та завширшки 250-270 м. Це поглиблення мало досить правильну прямокутну форму, що дає можливість зробити припущення про його штучне походження.

Складання карти щільності ґрунтів дослідженої ділянки показало, що вздовж всього стародавнього русла р. Південний

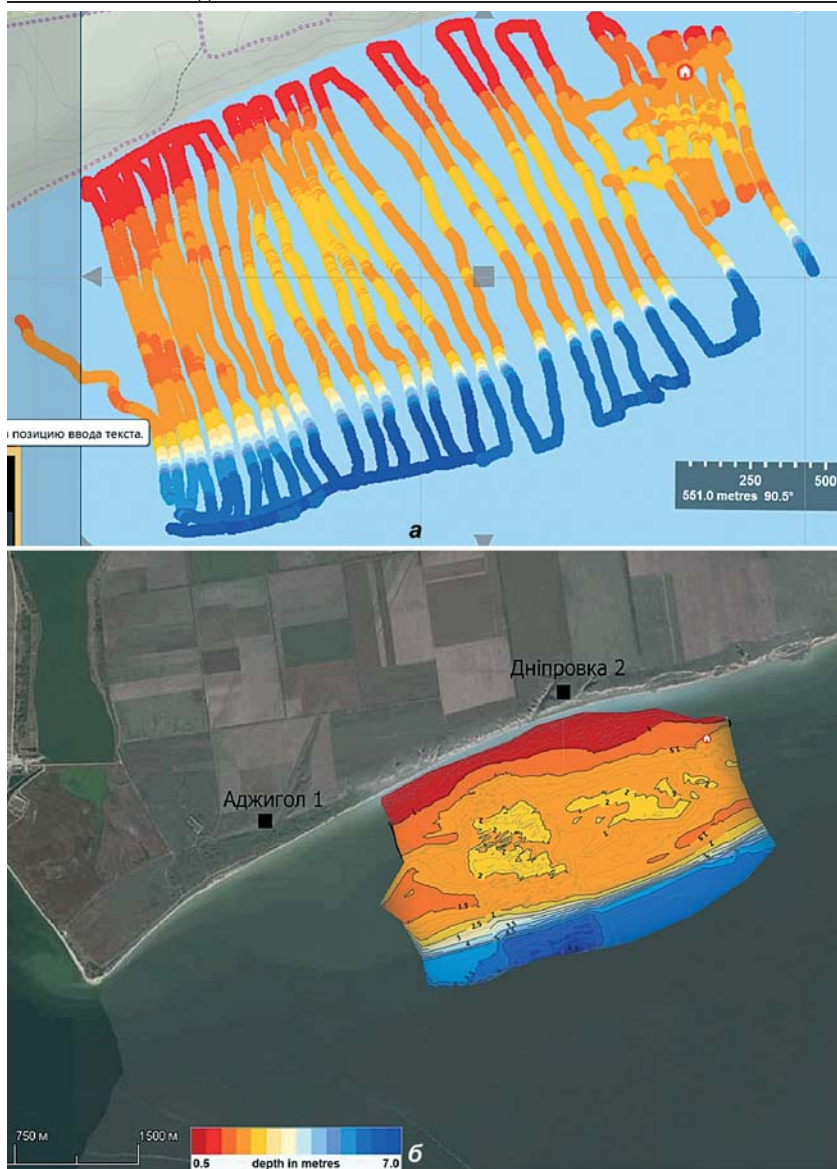


Рисунок 3.31 –

**а** – схема проходження треків на водній акваторії біля городища Дніпровка-2;  
**б** – план розташування дослідженої ділянки батиметричної зйомки біля городища Дніпровка-2

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

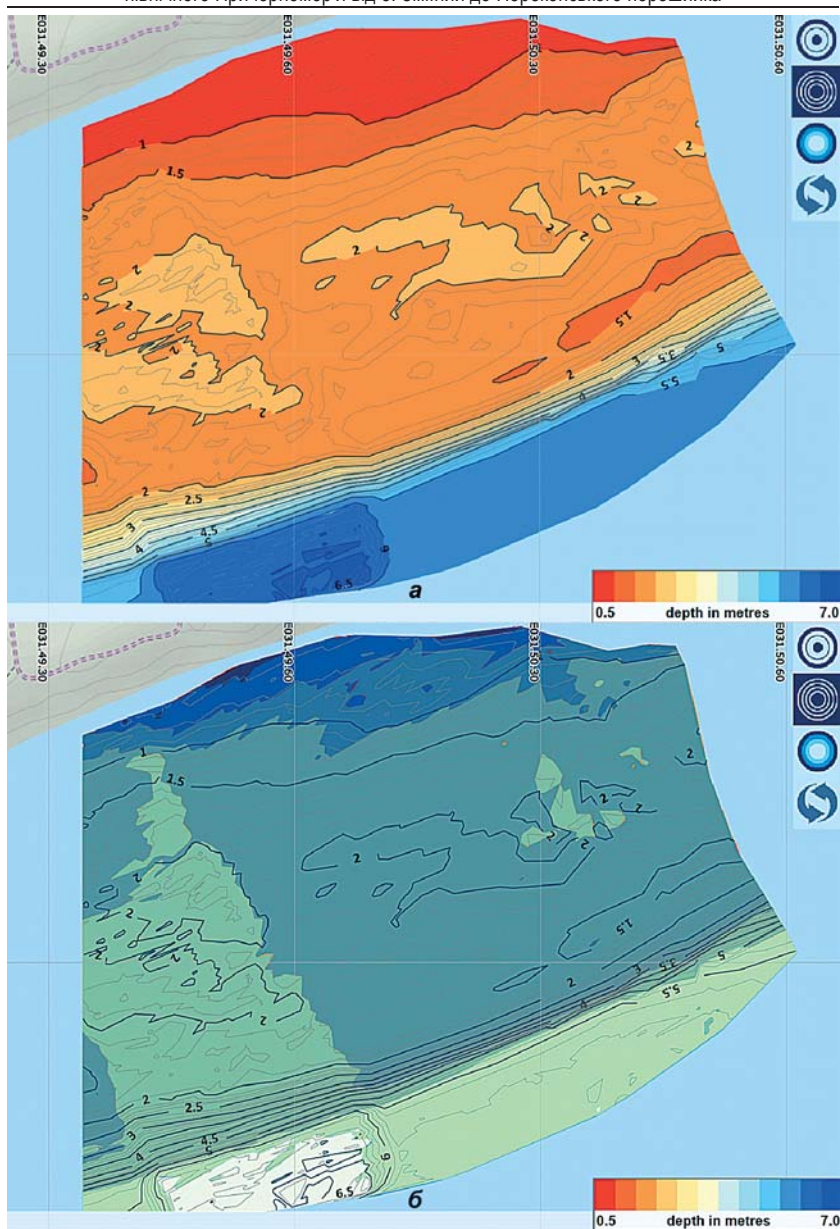


Рисунок 3.32 – Городище Дніпровка-2:  
а – карта глибин; б – карта щільності ґрунтів

Буг на її території фіксується смуга завширшки 20–50 м довжиною біля 2 км (рис. 3.32, б). Ця смуга співпадає з підвищенням, яке було зафіксовано при складанні карти рельєфу дна (рис. 3.32, а). Вона знаходиться на глибинах від 1,5 до 2 м.

Ще одна ділянка, на якій була зафіксована більша щільність ґрунту, розташовувалася на північно-східній частині водної акваторії Дніпро-Бузького лиману, біля городища Дніпровка-2, його розміри дорівнюють приблизно 500 м на 750 м. У 550 м на північний схід від городища знаходиться ще декілька щільно розташованих ділянок, на яких фіксується більша щільність ґрунту, розмірами приблизно 400 м на 250 м (рис. 3.32, б). При обстеженні цієї частини території Дніпро-Бузького лиману на його дні, окрім ділянок, які мали більшу щільність ґрунту, була зафіксована велика кількість каміння. Більшість цього каміння утворювало довгі паралельні смуги, а в деяких випадках частини прямокутників, що вказує на їх штучне походження. Вірогідно, це каміння на дні лиману є рештками фундаментів будівель стародавнього поселення, яке тут розташовувалося. Час існування цього поселення буде встановлено після проведення підводних археологічних досліджень.

Знаходження цих ділянок, на яких фіксується більша щільність ґрунту, а також решток фундаментів будівель, вказує на те, що саме на цій території повинна була знаходитися ніжня частина поселення, яке мало відноситися до городища Дніпровка-2.

Зважаючи на те, що територія імовірного поселення розділена на дві частини, які знаходяться на відстані приблизно до 500 м, можна зробити припущення про те, що ці дві частини поселення можуть відноситися до різного часу існування городища Дніпровка-2.

Як вже вказувалося, городище знаходиться на дуже важливому стратегічному місці зливання Дніпровського та Бузького лиманів, на самому високому місці (42 м над рівнем лиману), тому на його території фіксуються всі періоди існування городища з античності до середньовіччя, не змінюючи свого місця розташування.

Без проведення стаціонарних підводних археологічних досліджень зараз неможливо точно встановити час існування та межі затопленого поселення, а також – чи уся ця територія була суцільним поселенням, чи мала декілька періодів розвитку в залежності від зміни рівня води в Дніпро-Бузькому лимані.

На підставі отриманих результатів, можна зробити припущення, що південно-східна частина затопленого поселення може відноситися до середньовічного періоду. Це припущення спирається на те, що воно розташовано біля, вже вказаного, прямокутного поглиблення з глибинами до –6,5 м. На цьому місці, вірогідно, був розташований середньовічний порт. Знахідки решток фундаментів у південно-східній частині поселення може свідчити про те, що вони можуть відноситися до античного часу існування цього поселення. На користь цього, свідчать знахідки подібних кам'яних фундаментів у затопленій частині античного «Нижнього міста» Ольвія, яке знаходиться у 7 км вище за течією Бузькому лиману.

### **Висновок**

Проведені обстеження пам'яток в районі Дніпро-Бузького лиману, біля впадіння в нього Аджигольської балки (див. рис. 3.31, а) у с. Солончаки Очаківського району Миколаївської області встановили:

1. Поселення Аджигол 1 значно пошкоджено внаслідок господарчої діяльності протягом останніх років, але слідів руйнації його території від підняття рівня Бузького лиману, не зафіксовано.
2. В акваторії Дніпро-Бузького лиману в районі розташування поселення Аджигол 1 ніяких археологічних об'єктів не виявлено.
3. Городище Дніпровка-2, яке розташовано в 2 км на північ від поселення Аджигол-1, зазнало значних руйнацій від берегової абразії в наслідок підняття рівня Бузького лиману, господарчої діяльності місцевого населення та грабіжницьких розкопок. Особливо це відноситься до його південної частини цитаделі.

4. В акваторії Дніпро-Бузького лиману в районі розташування городища Дніпровка-2 знаходиться його затоплена частина, яка займає значну площу (див. рис. 3.32). В його південно-східній частині розташовувалися рештки будівель, які можна пов'язати з його античним періодом існування. В північно-східній частині у районі знаходження стародавнього русла розташовувався порт прямокутної форми, час існування якого можна віднести до XIV–XVI ст.
5. Проведення на території городища Дніпровка-2 та його частини, яка знаходиться під водою Дніпро-Бузького лиману, може надати дуже цікаві у подальшому наукові результати.

### **Батиметричні дослідження поблизу мису Бубликова (Білозірський район Херсонської області)**

У 2016 Експедиція ІА НАН України проводила археологічні дослідження з використанням новітніх неруйнівних методик у районі мису Бубликова. Мис Бубликова розташовується між двома великими балками: Бубликовою та Олександрівською балками. Мис Бубликова займає дуже зручне стратегічне положення дозволяючи контролювати пониззя р. Південний Буг. Таким чином, цей мис разом з мисом Станіслав дозволяв здійснювати контроль над всім районом Бузького лиману (рис. 3.33). Підняття рівня води Чорного моря, яке обумовило підняття рівня води у Дніпро-Бузькому лимані. Згідно наявним даним мис Бубликова у часи античності та середньовіччі мав значно більшу довжину. Його затоплена частина мала довжину до 2 км, була завширшки 150–200 м та загальну площину біля 33–35 га. Уся затоплена частина мису Бубликова знаходиться на глибинах –2...–2,5 м, в той час як глибини у цьому районі Дніпро-Бузького лиману дорівнюють –4...–5 м (рис. 3.34). Одною з задач проведення підводних археологічних досліджень саме біля мису Бубликова на території його затопленої частині, було встановлення можливості існування храму Деметри на ньому, а не на Станіславському мисі. Саме на мисі Станіслав переважна більшість дослідників, спираючись на повідомлення античного

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

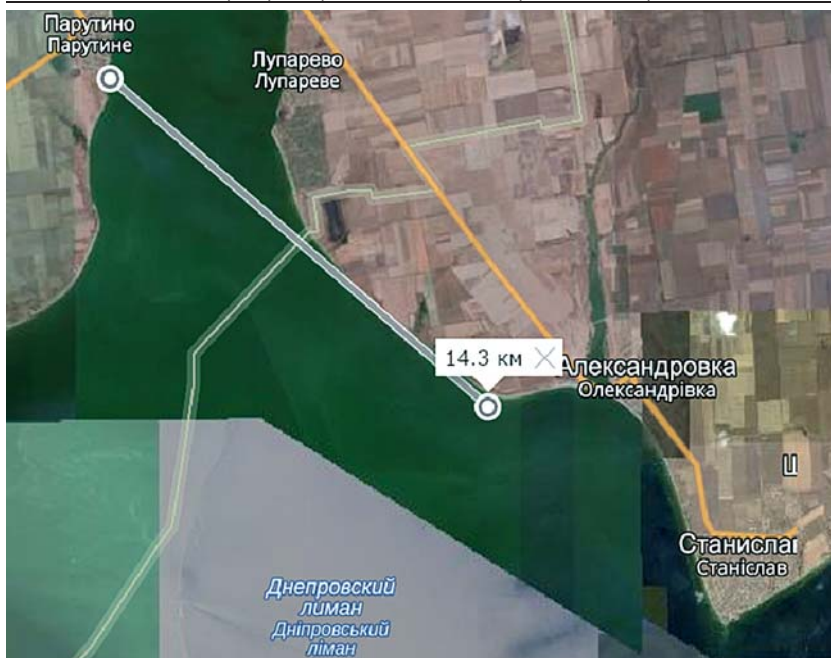


Рисунок 3.33 – Відстань від сучасного с. Парутине (античного міста Ольвія) до мису Бубликова

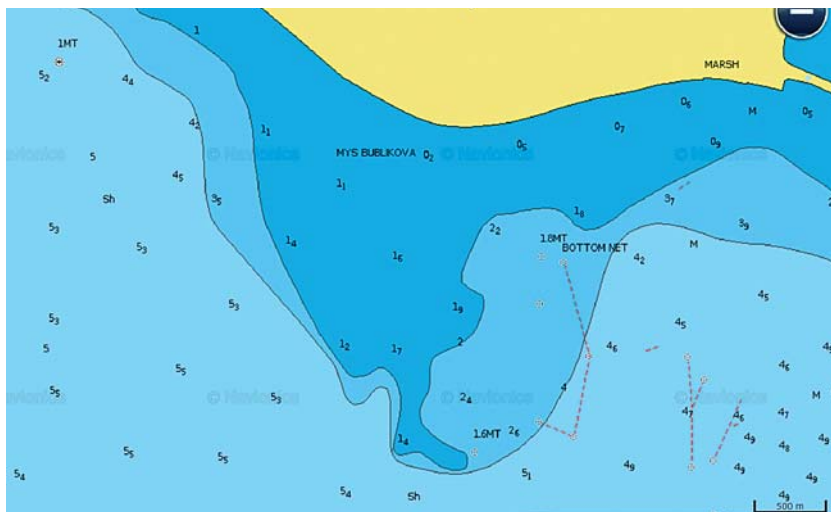


Рисунок 3.34 – Карта глибин у районі розташування мису Бубликова

автора Геродота, розташовує храм грецької богині Деметри. У своїй книзі Геродот досить точно вказує місце розташування цього храму, який знаходився, за його повідомленням, на вузькій клиноподібній смузі землі, яка мала назву мису Гиполая. Станіславський мис, знаходиться на декілька кілометрів південніше від мису Бубликова. Треба відмітити, що до мису Станіслав від міста Ольвія, з якого, згідно повідомленню Геродота, можна було побачити храм Деметри відстань понад 23 км (рис. 3.35). На цієї відстані можливість побачити цей храм з Ольвії практично неможливо. Інша річ, коли йдеться про мис Бубликова, відстань до якого складає 14,3 км (див. рис. 3.33), що дає більшу можливість його побачити з міста Ольвія.

Поряд з мисом Бубликова, у районі Олександрівської балки, згідно даним, отриманим під час археологічних розвідок, які проводилися у другій чверті XX ст., окрім поселень та ґрунтових могильників античного часу біля мису Бубликова, був зафіксований давньоруський могильник XII ст. Це може свідчити на користь того, що на мисі Бубликова могло розташовуватися давньоруське поселення чи городище, яке здійснювало контроль за водними торговельними шляхами по річках Південний Буг та Дніпро.

Обстеження берегової смуги у районі розташування мису Бубликова виявило незначну кількість обкатаної кераміки античного часу, фрагментів кераміки середньовічного часу та уламки залізних та скляних шлаків. Ці знахідки можуть вказувати на можливість існування металообробної майстерні поблизу чи на самому мисі Бубликова.

Проведені батиметричні досліджень на затопленій частині території мису Бубликова зафіксували декілька ділянок підвищень з більшою щільністю ґрунту (рис. 3.36). Ці ділянки мали правильну геометричну форму (рис. 3.37), та знаходяться на відстані біля 1 км від сучасного берегу лиману на його затопленій частині. Треба зазначити, що дно Бузького лиману у цьому місці вкрито шаром мулу, тому проведення підводних археологічних досліджень буде складно. Глибини в районі цих

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

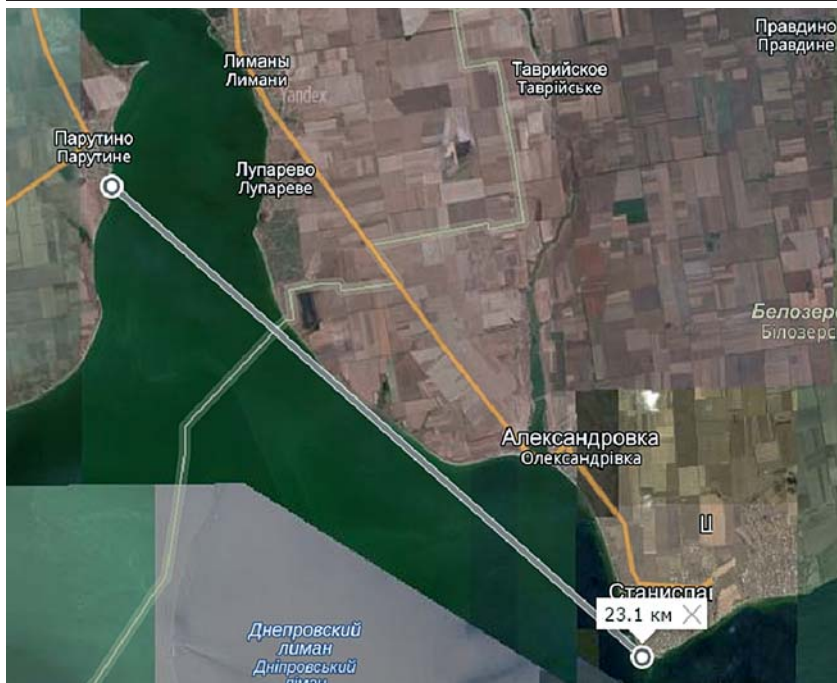


Рисунок 3.35 –  
Відстань від сучасного  
с. Парутине (античного  
міста Ольвія)  
до мису Станіслав

Рисунок 3.36 –  
Щільність ґрунту  
на дослідженій ділянці  
центральної частини  
мису Бубликова

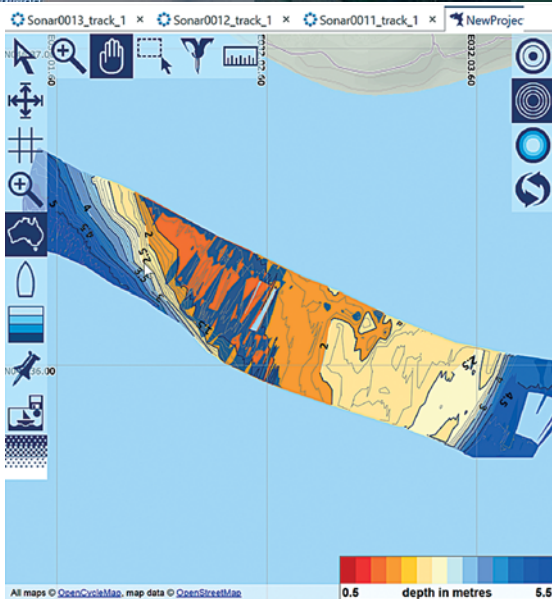




Рисунок 3.37 – Розташування ділянок, на яких потрібно провести підводні археологічні дослідження в центральній частині мису Бубликова

підвищень складають 1,5–2 м. З східного боку їх розташування, на глибині 2–2,5 м, було зафіксовано продовжну підвищену смугу, яка мала напрям з півдня на північ. Різниця між глибинами зі західної та східної сторін від цієї смуги складає  $-0,5...-1$  м (рис. 3.38). Також вздовж підвищення зафіксовано підвищена щільність ґрунту, що може вказувати на можливість існування штучно збудованого підпорного муру чи молу у цьому місці. Проведені батиметричні дослідження дозволяють зробити припущення про можливість існування на цьому місці комплексу зруйнованих споруд, час побудови та культурна приналежність, який зараз невизначений. Неподалік від них, з західного боку затопленої території мису Бубликова, були зафіксовані рештки затонулого судна (рис. 3.39). Подальші дослідження дадуть можливість встановити час існування та культурну приналежність знайдених об'єктів, а також тип затонулого судна та час його загибелі.

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

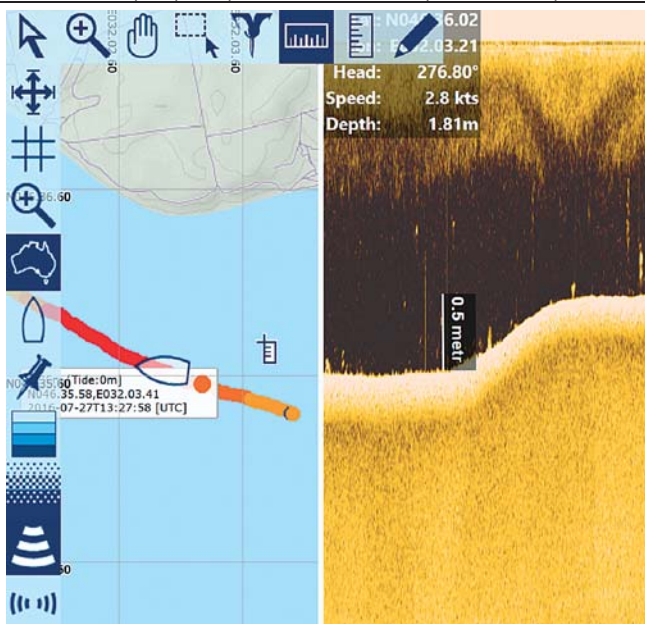


Рисунок 3.38 – Західна ділянка затопленої частини мису Бубликова

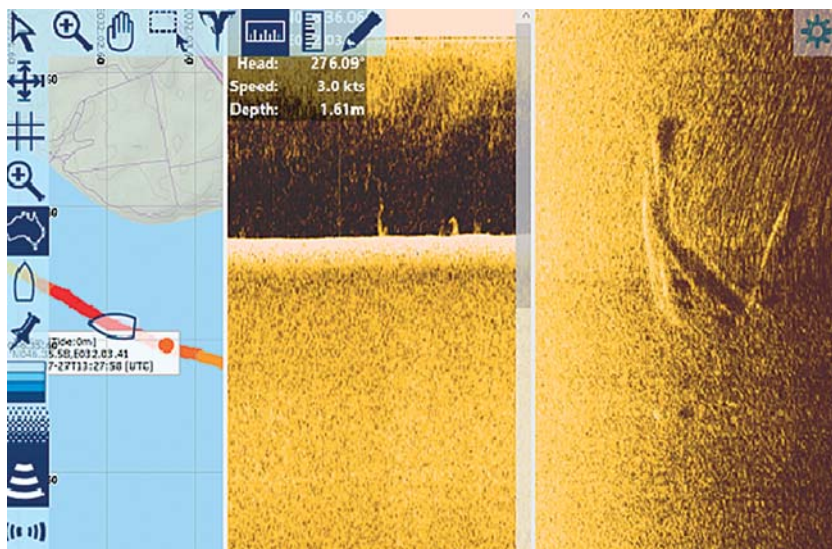


Рисунок 3.39 – Залишки судна (?) біля західного боку затопленого мису Бубликова

### 3.1.7 Район Тендрівської та Ягорлицької заток

Зараз обидві ці затоки розташовуються на північ від Кінбурнської коси та мають глибини, які не перевищують відмітки 2–3 м (рис. 3.40). Ще у XIX ст. територія цих заток була значно менше за сучасну (рис. 3.41). Згідно даних палеогеографічних та палеогеологічних досліджень, які розглядалися раніше, території цих заток, за часів доби бронзи, античності та середньовіччя, не були зайняті водами Чорного моря (див. рис. 1.3). Тому на їх місці могла існувати значна кількість поселень, могильників та інших археологічних пам'яток від доби бронзи до часів раннього середньовіччя. Рештки від них частково збереглися на незатоплених територіях, які стали островами, а ще декілька були зафіксовані при проведенні підводних археологічних досліджень.

Поселення епохи бронзи біля острова Орлів розташовується в 2,5 км на південно-захід від півострова Ягорлицький Кут, в 5 км у напрямку північного сходу від Тендрівської коси, у Тендрівській затоці. Підходи до острова мілководні, найбільші перевищення висоти острова над рівнем моря досягають 1,5–2,0 м. У 100–150 м на південний захід від будинку іхтіологів у зрізі берега зустрінуто велика кількість кераміки катакомбної культури (перша половина 2-го тис. до н.е.), вироби з кременю та остеологічний матеріал. Серед кам'яних виробів виділяються кремінні пластини, відщепи, фрагменти зернотерок. Відкриття напівзатопленого поселення епохи бронзи в акваторії Тендрівської затоки свідчить, що в 2-му тис. до н.е. рівень Чорного моря був нижче сучасного. Вочевидь, що в цей час територія острова Орлів була частиною материка – Ягорлицького Кута, який, імовірно, значно видавався в Тендрівську затоку або навіть з'єднувався з Тендрівською косою [252, с. 18–190].

В 1983 р. Причорноморською експедицією інституту археології АН УРСР, очолюваною А. С. Островерховим, у ході розвідницьких робіт в районі островів Круглий і Довгий, був виявлений амфорний матеріал, що відноситься до елліністичного, римського часу й раннього середньовіччя [211, с. 59]. При

101

дослідженні морських берегів островів, знайдені матеріали античного та середньовічного часу, фрагменти амфор, що датуються від V ст. до н.е. до VII ст. н.е. Острови мають акумулятивне походження і піднімаються над рівнем моря не більше, чим на 1 м. Знахідки виявлені біля острова Довгий, на відстані від берега 100–150 м та глибині 0,5–0,6 м. Знайдені археологічні матеріали дозволяють зробити припущення про існування стародавнього поселення, яке існувало з античного до ранньосередньовічного часу. Воно знаходилося на березі зручної бухти Пра-Ягорлицької затоки, що була частиною дельтового острова, відомого в античній літературі під назвою Борисфен [218, с. 113–128].

**Район Ягорлицької затоки.** Ягорлицька затока розташована в північно-західній частині акваторії Чорного моря в адміністративних межах Херсонської області України (див. рис. 3.40).

Обстеження підводної частини Ягорлицької затоки, було проведено в 2001 році експедицією, організованою Українською міжгалузевою лабораторією історичних досліджень під керівництвом С. В. Воронова й В. В. Назарова. Завдяки використанню в процесі розвідки ехолота, на дні в ряді місць вдалося виявити три курганоподібних утворень, висотою до 5 метрів. Що є безсумнівним доказом наявності суші на місці існування сучасної Ягорлицької затоки, що виявилася затопленою в ході підвищення рівня води в Чорному морі.

Окрім цих об'єктів на південно-східному березі Ягорлицької затоки знаходиться частково затоплене грецьке поселення, яке отримало цю назву від назви затоки – Ягорлицьке. Воно виникає наприкінці VII – початку VI ст. до н.е. услід за Березанським поселенням. Згідно наявних палеогеографічних даних, цей район в VII ст. до н.е. був одним з дельтових островів р. Дніпро. Ягорлицьке поселення розташовувалося в районі древньої Дніпровської дельти на східнішому рукаві р. Дніпро, який існував ще у XVII ст. і відомий під назвою «Козацька протока». Найбільш важливим чинником, що зумовив вибір місця його основи, стали природні ресурси навколишньої території.

Утворений виносами Дніпра і його протоків, район стародавньої дельти включає увесь принесений матеріал, у тому числі і корисні копалини. Зараз поселення розташовується смугою вздовж узбережжя Ягорлицької затоки, його довжина складає 1,4 км, а ширина 0,4–0,5 км углиб узбережжя (Крыжицкий та ін., 1990. с. 40). Загальна зафіксована площа поселення складає приблизно 70 га (рис. 3.42, б). Крім того, при визначенні усієї території поселення необхідно враховувати його затоплену частину. Вона фіксується переривчастою смугою вздовж прибережної зони Ягорлицької затоки шириною 50–100 м, на глибинах –0,3–0,6 м (рис. 3.42, б, II). Таким чином, близько 10–12 га площі Ягорлицького поселення нині є затопленими, а його загальна площа могла складати 90 га, а може і більше. Це ро-

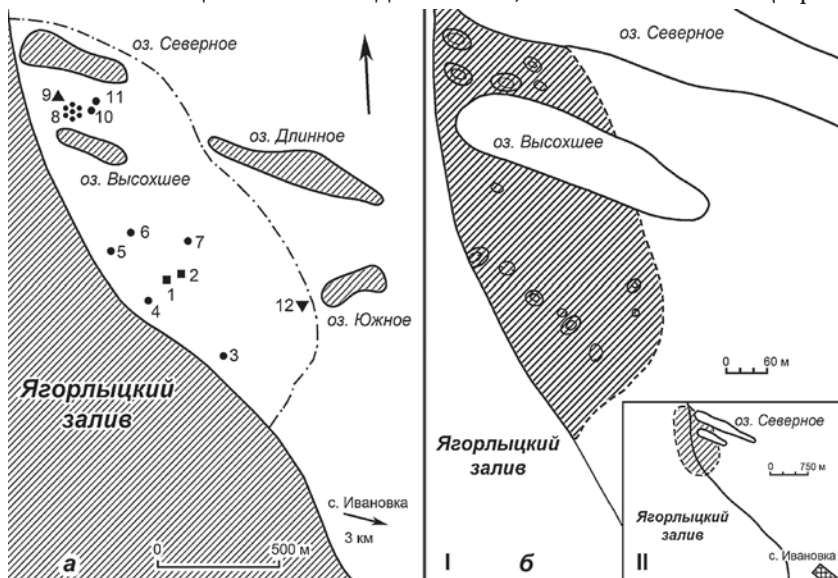


Рисунок 3.42 – План Ягорлицького поселення:

- а** – за А. С. Островерховим 1978: 1 – залишки домниці;  
2 – залишки залізоплавильної печі; 3–7 знахідок бронзових виробів, шлаків і бронзолитейних шлаків; 8 – масові знахідки скляних намист;  
9 – залишки печі для керамічних виробів (можливо, скляних);  
10–11 знахідок свинцевих пряслиць; 12 – фрагменти античної кераміки;  
**б** – за Н. П. Оленковським, 2002: I – план поселення з виявленими археологічними об'єктами; II – план місце розташування поселення і його затопленої частини

бить його одним з найбільших поселень архайчного часу на території Нижнього Побужжя і Нижнього Подніпров'я. Хронологічні рамки існування Ягорлицького поселення деякі автори відносять до другої половини VII – першої половини VI ст. до н.е. [245, с. 112], рубежі VII–VI ст. до н.е. – початку V ст. до н.е. [52, с. 305; 210, с. 125]. Час припинення існування поселення більшість дослідників відносять на першу половину VI ст. до н.е., тобто часу виникнення Ольвії [117, с. 185].

***Батиметричні дослідження біля Тендрівської коси.***

Тендрівська коса розташована в північно-західній частині акваторії Чорного моря в адміністративних межах Херсонської області України. Тендрівська коса витягнута в північно-західному напрямі на 65 км, її ширина складає близько 2 км, максимальна точка висоти якої над рівнем моря складає 2,5 м, загальна площа 38 кв. км. Від материка коса відокремлена Тендрівською затокою. Поверхня коси низинна, її західний край розширений, для прибережної частини характерні піщані берегові вали і озера-лагуни між ними. У південній частині спостерігаються еолові піщані дюни і кучугури, утворені вітром. Цілком імовірно, що Тендрівська затока, у тому виді, якому вона існує зараз, у античні часи не існувало, а сама Тендрівська коса мала набагато меншу довжину в західному напрямку. Як показали гідрологічні дослідження, проведені в цьому районі в 50-ті роки XX століття, убік Тендрівської коси відбувається постійне переміщення піску й лиманного мулу з боку Каркінітської затоки. Цей процес постійний, оскільки відбувається він у межах великої пологої обмілини, що простирається в межах 35 км, аж до 5 метрової ізобати, що перебуває від берега Тендрівської коси на відстані 500 м. У наслідок поступового скорочення розмірів коси, це привело до того, що залишки будівель, що були раніше, у тому числі й храму Ахілла (який більшість дослідників згідно повідомлень античних авторів розташовувала саме на Тендрівській косі), могли виявитися на значно більшій відстані від сучасного краю води, до того ж під багатометровим шаром піску [107, с. 124–125, 130].

У північно-західному краю коси на північний схід від неї розташовуються дві зручні для стоянки кораблів бухти. Вони розмежовані мисом (глинистою грядою), що виступає в морі, довжиною близько 0,5 км, який відокремлює бухти. У цій акваторії періодично виникає потужна течія, що викликається штормами, які притаманні для Тендрівської затоки, спрямоване з північного заходу на південний схід. Ця течія разом з підводною грядою і невеликими глибинами могла створювати велику небезпеку для кораблів, що знаходилися в цьому районі.

Першими археологічними відомостями і підтвердженням існування Тендрівської коси упродовж усього античного періоду служать знахідки, виявлені на північному (північно-західному) краю коси, із зольника, розкопаного в 1824 р. флотською командою капітана Крітського, керівника будівництва однойменного маяка. Розкопаний ними зольник містив більше 800 античних монет, лапідарні написи і графіті з посвятами Ахіллові, що може підтверджувати факт відправлення культу Ахілла Понтарха на Тендрівській косі.

Перші знахідки підводних археологічних об'єктів були зроблені у 1981 р. співробітниками Одеського відділку Інституту біології південних морів АН УРСР у районі південно-східної частини Тендрівської коси з морського боку. На траверзі острову Бабин у 1981 р. на глибині 2 м були зафіксовані фрагменти амфор, античної червоноглиняної та червонолакової кераміки, а також уламки вапняку, виходів якого у цьому районі немає. По припущенню Р. П. Алексєєва, ці знахідки служать



Рисунок 3.43 – Карта Шуберта 1863 р. Західна частина Тендрівської коси

доказом існування на цьому місці античного поселення, згодом затопленого водами Чорного моря в результаті трансгресії [6, с. 15].

Археологічна розвідка в акваторії Тендрівської коси були продовжені Причорноморською експедицією ІА АН УРСР в 1983 р. під керівництвом А. С. Островерхова. Експедицією було виявлено декілька великих фрагментів амфор римського періоду. У 1984 р. експедицією ІА АН УРСР під керівництвом В. В. Назарова було проведено повномасштабне візуальне обстеження акваторії Тендрівської коси з боку Тендрівської затоки і з морського боку, загальна довжина розвіданої ділянки склала 10,5 км і шириною в 150–200 м. Занурення робилися в основному на глибини до 5 м до 20 м у північного краю коси. Виявлений археологічний матеріал був зібраний на березі, куди швидше за все, був викинутий штормами. Більшість знахідок представлена окатаними фрагментами амфор і датуються VI–V ст. до н.е. – I ст. н.е. Також були знайдені уламки черепиці сицилійського типу, кам'яне грузило, фрагмент стінки середньовічної поливної посудини, залізні цвяхи, ножі, підкова і наконечник гарпуна. Підводні археологічні роботи біля Тендрівської коси були продовжені розвідками в 2001 р. експедицією «Медея» в Тендрівській затоці від Білих Кучугур до північного навігаційного знаку. Зібраний археологічний матеріал в основному представлений невиразними окатаними уламками стінок керамічної посудини, найімовірніше, амфор [186, с. 54].

Подальші археологічні дослідження західної частини Тендрівської коси були проведені у 2016 р. вздовж її берегової смуги довжиною 12 км, на відстані до 50 м (рис. 3.44). Найбільш цікаві об'єкти були розташовані в її південно-західному боці. У цьому місці було зафіксовано підняття дна моря, яке не є характерним для утворень, обумовленими природними чинниками. У місці знаходження цих підвищень було також зафіксовано значне посилення щільності ґрунту, що може вказувати на їх штучне походження (рис. 3.45). Подібні підняття знаходяться у затопленій частині античної Ольвії, у районі її

порту. Вздовж берегової смуги, у цьому місті, було зафіксовано значну кількість обкатаних фрагментів античної та середньовічної кераміки. Під час проведення розвідок під водою, був також виявлений археологічний матеріал, який складався головним чином з фрагментів амфор. Знайдений археологічний матеріал має походження з району північного Причорномор'я. Виходячи з того, що усі фрагменти кераміки були знайдені на одній невеликій за площею ділянці, це вказує на рештки кораблекрушіння, яке імовірно сталося у першому ст. н.е. Враховуючи це, можна зробити припущення, що в цьому місці можливо розташовувався стародавній порт чи корабельна стоянка. На це також можуть вказувати обломки оброблених каменів знайдені неподалік на дні, які могли бути рештками портових споруд (рис. 3.46).

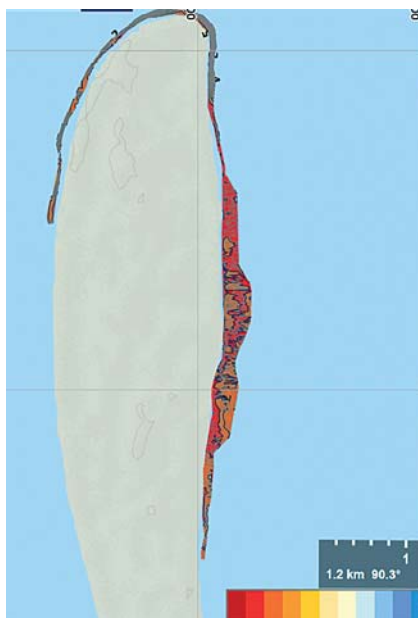


Рисунок 3.44 – Загальний план місця проведення батиметричних досліджень в районі західної частини Тендрівської коси

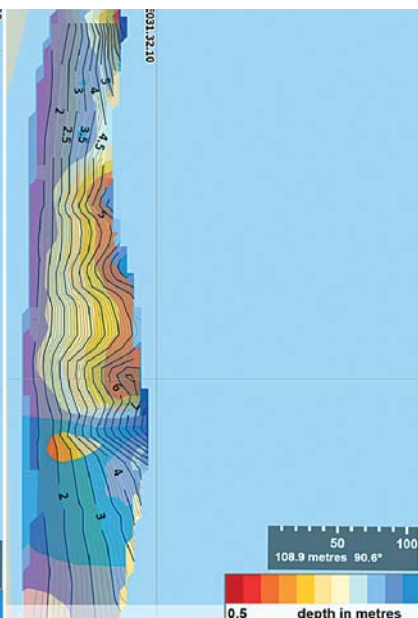


Рисунок 3.45 – Карта щільності ґрунтів дна. Вірогідний порт з північного боку Тендрівської коси

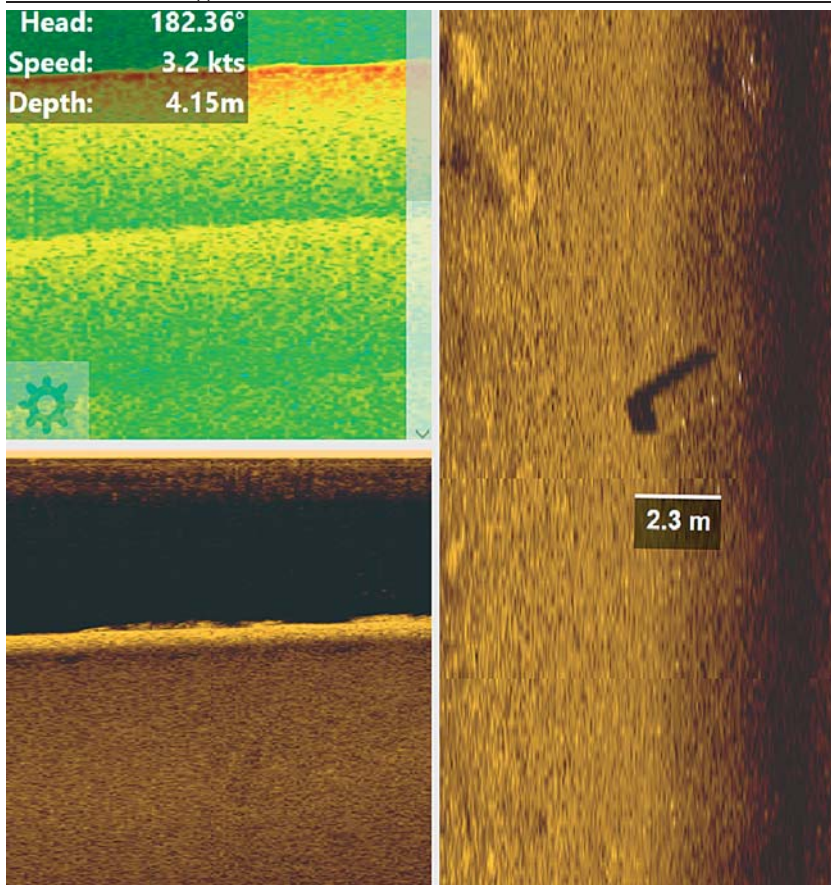


Рисунок 3.46 – Невизначені предмети на дні порту

При проведенні батиметричної зйомки у акваторії Тендрівської затоки були також зафіксовані рештки корабля (рис. 3.48). Ділянка, на якій вони були знайдені, знаходиться східніше колишнього консервного заводу у однієї з двох бухт, які вже згадувалися. Вона розташовується на піщаному схилі з перепадом глибини від 1 до 8,5 м з нахилом біля 30°. На глибинах від 4–5 м зафіксований перепад глибин до 6,5 м, далі починається плоске піщане дно, яке поступово понижається до глибини 10 м.

3.1 • Дослідження археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я від о. Зміїний до Перекопського перешийка

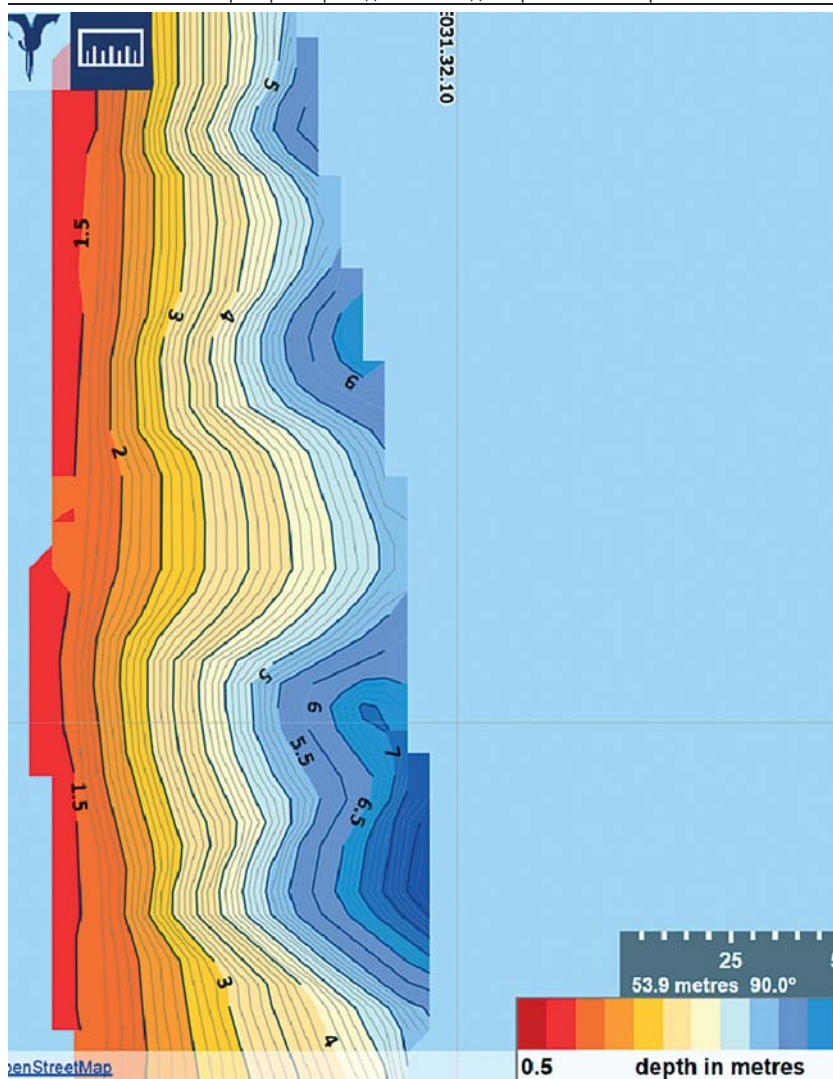


Рисунок 3.47 – Карти батиметричної зйомки з північного боку Тендрівської коси

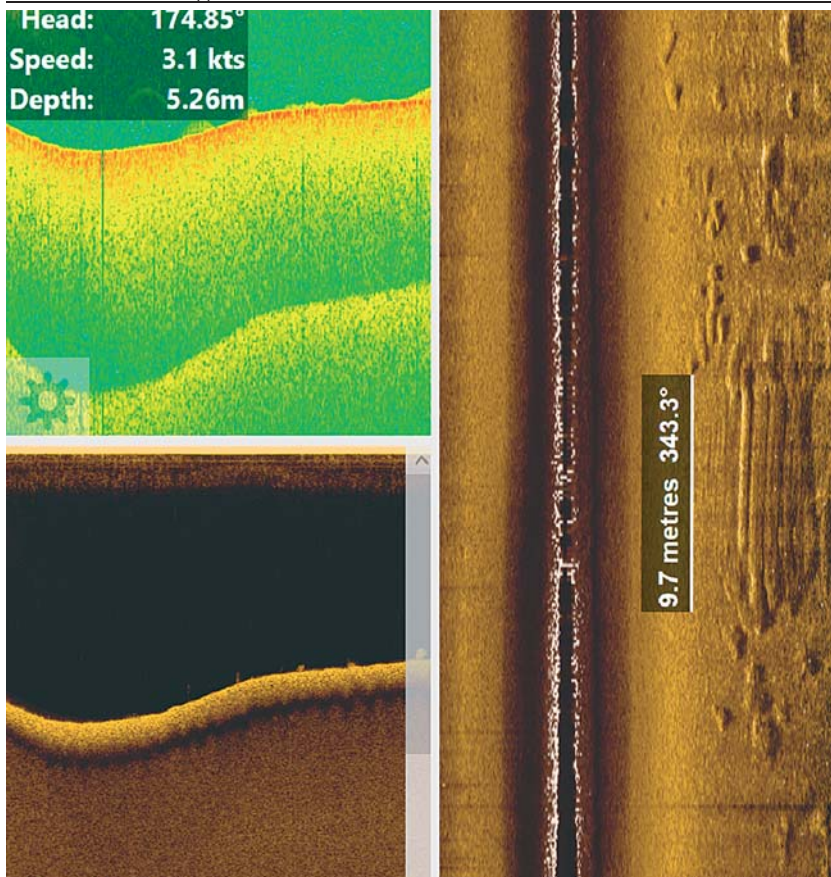


Рисунок 3.48 – Рештки судна в порту?

Таким чином, при проведенні батиметричних розвідок на території водної акваторії Тендрівської коси були виявлені райони знаходження трьох вірогідних підводних археологічних об'єктів міста порту чи корабельної стоянки та місця загибелі двох кораблів античного часу.

Підводячи підсумки розгляду археологічних пам'яток, району від Дністерського лиману до Дніпровської дельти, можна

констатувати те, що практично усі античні поселення, які розташовані на високих берегах Дністерського, Бузького, Дніпровського і Березанського лиманів, постраждали від берегової абразії. Абсолютно очевидно, що у більшості цих поселень та городищ, різних історичних періодів, існували затоплені ділянки територій, що розташовувалися в прибережній зоні. Проте підтвердження цього припущення вимагає окремих підводних досліджень. На сьогодні існування затопленої частини поселення, в наслідок проведення підводних археологічних досліджень було підтверджене тільки для Бейкушського поселення архаїчного часу, городища Дніпровка-2, поселення Глибока Пристань елліністичного часу та міст Тири та Ольвії. Крім того, не можна не враховувати того, що частина поселень, поза сумнівом, розташовувалася на незатоплюваних в античний час ділянках заплавних земель або численних островах, що існували в цей час на місці сучасних лиманів. Підтвердженням цього припущення можуть служити археологічні підводні дослідження на території Дністровського і поблизу Тилігульського лиманів [3]. На це ж вказує також те, що значна частина архаїчного поселення у с. Іванівка, розташованого на березі сучасної Ягорлицької затоки, знаходиться під його водами на глибинах 0,3–1,5 м, поселення у районі південно-східної ділянки Тендрівської коси, з її південного боку, на глибині до 2 м на дні Чорного моря. Ці дані дають можливість припустити, що більша частина античних поселень Ольвійської хори зараз може знаходитися на затоплених прибережних районах сучасних лиманів і Чорного моря. На користь цього припущення можуть свідчити відомості, які наводяться в книзі В. Н. Таскаєва. У ній він повідомляє, що в районі островів Круглий і Довгий, розташованих в Ягорлицькій затоці, були знайдені фрагменти амфор, що відносяться до елліністичного і римського періодам, у береговому обриві о. Орлів, в Тендрівській затоці, а також залишки розмитого культурного шару цих же періодів [263, с. 44].

## **3.2 Археологічні пам'ятки на Чорноморському узбережжі Криму**

Вздовж побережжя Кримського півострова знаходиться велика кількість пам'яток археології різних історичних періодів. Усі ці пам'ятки у різній степені постраждали від коливання рівня Чорного моря за останні чотири тисячі років. Саме біля побережжя Криму були проведені перші підводні археологічні дослідження, які продовжуються до сьогодення. Тому саме підводні археологічні пам'ятки цього регіону є найбільш дослідженими. Результати цих досліджень опубліковані, тому в цій книзі приведені тільки найбільш значимі підводні археологічні об'єкти, які були досліджені біля Кримського узбережжя.

Західне узбережжя Криму на сьогодення перебуває у процесі інтенсивній берегової абразії. За спостереженнями, в останній чверті XX ст. на деяких ділянках берегова лінія відступає зі швидкістю 0,5 м в рік [306, с. 18], а за даними В. П. Зенковича ця величина більша в два рази [107, с. 183]. Тому більшість пам'яток археології, які безпосередньо розташовані на узбережжі, страждають від цього природного явища протягом усього періоду підняття рівня води у наслідок трансгресії у Чорному морі.

Одна з таких пам'яток – була досліджена садиба другої половини IV – першої половини III ст. до н.е. на античному поселенні Маслини IV–II ст. до н.е. (рис. 3.49, а), яка відносилася до херсонеської хори і частково знищена береговою абразією, яка знаходиться у південній частині узбережжя Тарханкутської затоки, на березі бухти Вітряної [306, с. 91–94]. Аналогічна картина спостерігається у поселенні Панське-I (рис. 3.49, б), частково затопленим однойменним озером, води якого повністю затопили поселення Панське-IV [161, с. 53, 55; 306, с. 16, 34, 47]. Зараз воно знаходиться на глибині –3,5 м, на дні однойменного озера [153, с. 301]. Античне місто Калос-Лімен (Прекрасна Гавань) (рис. 3.50, 3.51). також нині активно руйнується береговою абразією (рис. 3.50) [154, с. 87–88, 90]. Його

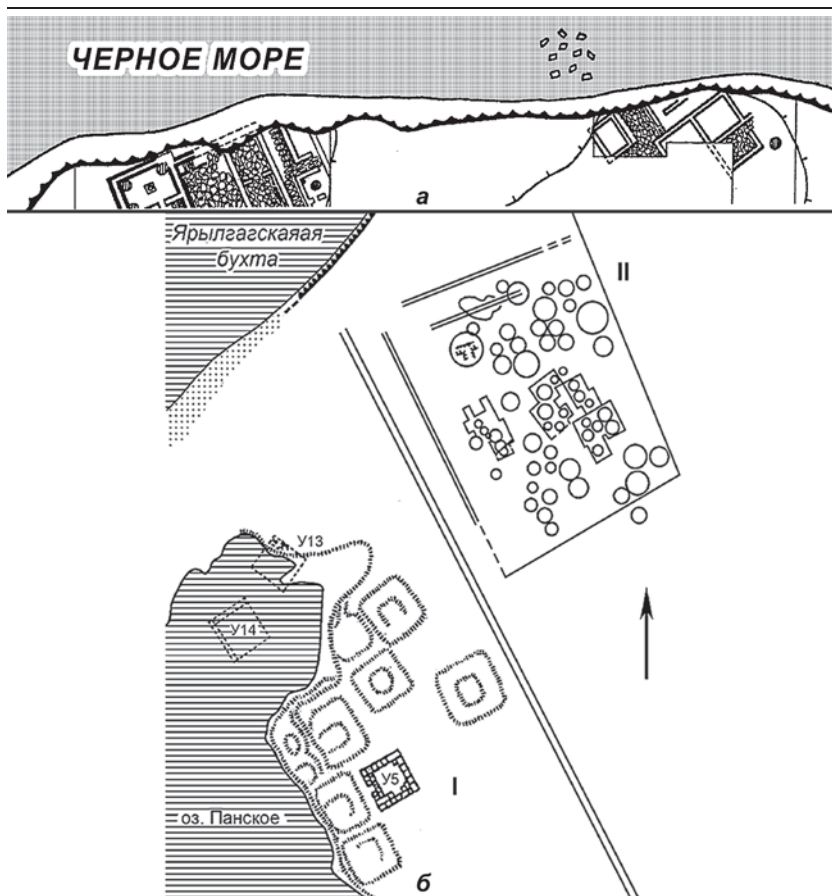


Рисунок 3.49 – Плани прибережних частини:  
**а** – поселення Маслини дано за В. А. Латишевою, 1978;  
**б** – Панське-I дано за А. Н. Щеговим

західна межа за античний час проходила на відстані 25–50 м від сучасної берегової лінії [153, с. 304, рис. 12]. В устьє р. Альма, біля с. Песчане (у минулому Алма-Томак), на мисі, який видніється в Чорному морі, знаходиться однойменне скіфське городище. Територія цього городища поступово скорочується в наслідок берегової абразії, що добре видно при порівнянні планів, знятих в різні часи його дослідження впродовж XX ст. [73, с. 7–9].

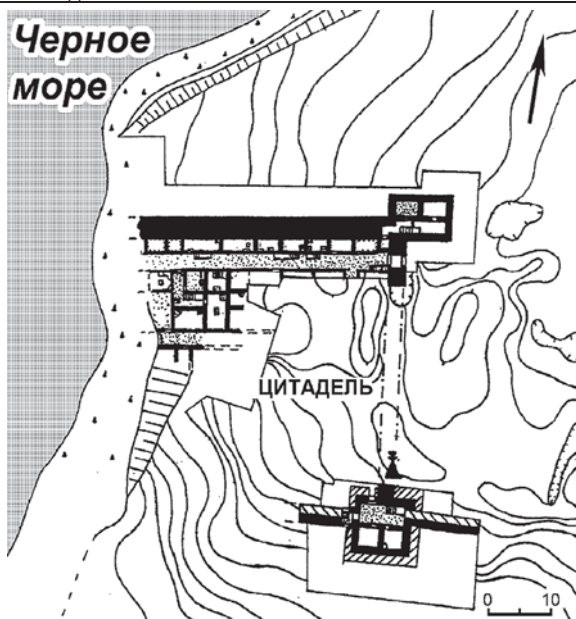


Рисунок 3.50 – План цитаделі Калос-Лімена III–II ст. до н.е.  
(за В. Б. Уженцовим, 2004)



Рисунок 3.51 – Розкопки античного Калос-Лімену

### 3.2.1 Дослідження в районі оз. Донузлав

Багаторічні роботи підводних археологів на північному заході Криму, біля озера Донузлав, займають особливе місце у вітчизняній підводній археології. Розкопки античного корабля, що загинув в кінці IV – початку III ст. до н. е. неподалік від сучасної протоки, з'єднуючої море з озером Донузлав, вважаються єдиною дослідженою пам'яткою класичної підводної археології античного часу на узбережжі Кримського півострова.

Початком вивчення місця загибелі античного корабля стало повідомлення, виявлене у січні 1964 р. в районі Євпаторійського морського порту 8 античних амфор поруч з підводним каналом, що мав заглиблення для підходу кораблів до причалів. Інформація про ці знахідки надійшла до Інституту археології АН СРСР. Для з'ясування характеру пам'ятки та фіксації місцезнаходження підводних знахідок було організовано спільну експедицію Інституту археології. На відстані приблизно

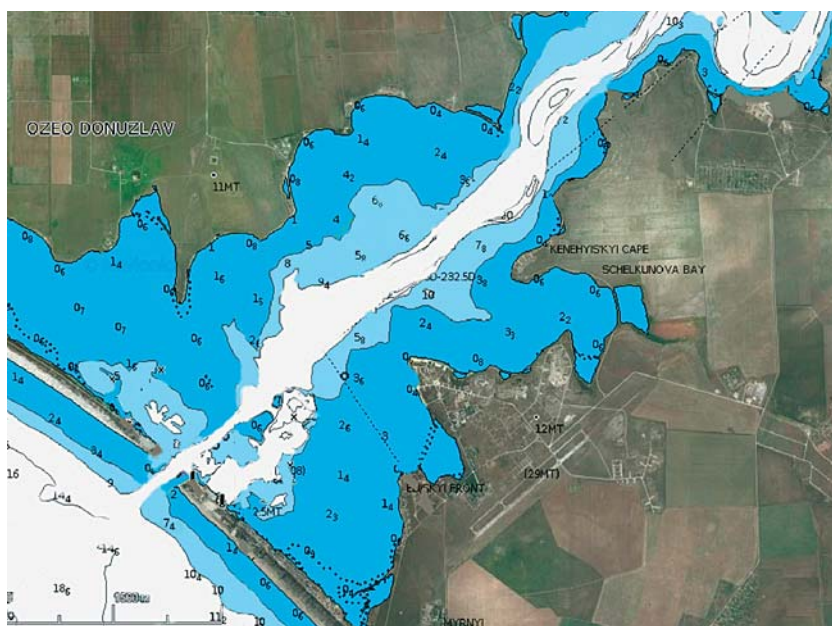


Рисунок 3.52 – Західна частина Донузлавського озера

150 м від берега в зоні виявлення знахідок. Продовжуючи пошуки, аквалангістами були знайдені 7 амфор, координати яких зафіксували методом бусольних засіків по надійним береговим орієнтирам. Площа обстеження складала 7000 м<sup>2</sup> на глибині до 5 м та відстані 140–180 м від берега. Знайдені численні уламки амфор з Гераклеї Понтійської, свідчили про те, що в даному місці в античний час відбулася катастрофа великого морського торговельного судна [26, с. 73; 171, с. 164–165].

У 1964 р. підводна археологічна експедиція під керівництвом професора В. Д. Блаватського продовжила дослідження. Відсутність на рівному піщаному дні будь-яких ознак пам'ятки підтвердило суттєві зміни відкладів поверхні внаслідок зимових штормів. Заміри глибин показали замість попередніх значень 5 м, дійсні відмітки 4 м від поверхні моря. Створився шар наносів піску, що сховав амфори на метрову глибину від поверхні дна. Для продовження пошуків виникла необхідність встановлення розмітки і застосування щупів з тонкої 6-мм проволоки довжиною 1 м. За допомогою цих металевих щупів через кожні 10 см по площі розмічених квадратів 25×25 м аквалангісти зондували піщані наноси з метою виявлення залишків корабля та його вантажу. Поверхня дна також вивчалася за допомогою спеціально сконструйованого зонда, який під час руху заглиблювався в ґрунт. У тих місцях, де щупи та зонд зустрічали перешкоди, були закладені чотири розвідницькі квадрати, стінки яких закріплялись металевою або дерев'яною опалубкою. Для пошуку корпусу судна було закладено в місцях скупчення кераміки вісім свердловин заглибленням 1,8 м, які пройшли аквалангісти ручним буром під водою. На площі 140×90 м, найбільш насиченій знахідками, були проведені підводні археологічні розкопки. Підводні археологи зробили 39 розкопів, глибиною до 5 метрів, перемістивши близько 5 тис. м<sup>3</sup> піску [27, с. 132; 26, с. 74].

Безпосередньо залишки судна були представлені погано збереженими уламками дугоподібного шпангоута й дошок бортової обшивки зі слідами корабельних цвяхів і смоли, ве-

ликої кількості бронзових корабельних цвяхів довжиною від 10,5 см до 25,8 см. Кінці стрижнів цвяхів були загнуті. Можна припустити, що пряма частина цвяха відповідала товщині дерев'яної частини судна, що їм утримувалася й становила від 3,5 до 4,5 см. Верхня частина цвяхів мала форму усіченого конуса, що щільно закривала зроблені в суднових дошках отвори. Знайдено десять окремих порваних на частини та зім'ятих листів свинцевої обшивки з отворами від цвяхів, відбитками смоли і дерева (найбільші розміри листів становили 60×50 см при товщині 0,1 см). Така кількість свинцю свідчила за те, що зовнішня поверхня корпусу в цілях запобігання руйнації від морської води й гниття була обшита свинцевими листами.

У загальній масі знахідок, виявлених у ході розкопок, переважали численні фрагменти амфор. Серед 20 цілих гераклейських амфор, 13 мали клейма майстерень, що дозволило датувати їх кінцем IV–III ст. до н.е. Було визначено, що клейма майстерень відтиснуті відповідними штампелями, тобто вони належали одній партії товарів, що становила частину корабельного вантажу [28, с. 152]. Також серед знахідок зустрічалися фрагменти чорнолакових канфарів і киликів з штампованим орнаментом, блюда для риб, ніжка бронзового кубка, шматки синопської черепиці й інші предмети античного часу.

Одною з цікавих знахідок є сокира корабельного тесляра довжиною 19,5 см з дерев'яною рукояткою довжиною 40 см. В момент знахідки цей предмет представляв собою шматок піщанику, при розкритті якого з'ясувалось, що дерев'яна рукоять зберіглась, у той час як металева частина виявилась повністю знищена корозією. Усередині цього конгломерату утворилася порожнеча, що відповідала формі інструмента. Заповнивши цю порожнечу гіпсом, вдалося одержати зліпок сокири.

Реконструкцію корабля на підставі досліджень та відомих зображень грецьких торгівельних суден елліністичного часу спробував здійснити Б. Г. Петерс. На його думку, ймовірна вантажопідйомність корабля могла становити приблизно 3000 амфор, наявність свинцевої обшивки також свідчить, що він

мав досить великі розміри. Корабель затонув із зовнішньої сторони рифа, надалі був розбитий хвилями та був похований під наносами піску.

Підводні дослідження, проведені в зазначеному районі в наступні роки, підтвердили, що аварії кораблів біля озера Донузлав траплялись не тільки в елліністичний період, але й у більш пізні часи [25, с. 151–158].

В 1985–1986 рр. підводні археологічні дослідження в районі озера Донузлав, а також у прибережній зоні села Штурмове в Північно-Західному Криму проводилися західно-кримським підводним археологічним загоном під керівництвом В. Н. Таскаєва [264, с. 12]. Знахідки античної кераміки в прибережній смузі ділянки, де в 1964–1965 рр. проходили розкопки грецького корабля IV–III ст. до н.е. експедицією В. Д. Блаватського, послужили відправною точкою для обстеження цієї відомої пам'ятки. Перші знахідки одразу показали, що цінний по своєму значенню матеріал знаходиться під шаром піску. Знайдені на дні фрагменти кераміки й окремі предмети фіксувалися за допомогою буїв, після чого наносилися на загальний археологічний план. У місцях знаходження археологічних знахідок, ґрунт досліджувався за допомогою металевих щупів. Тільки за один сезон 1985 р. вдалося обстежити ділянку дна, у межах якої розташовувалися підводна кам'яна гряда і два амфорних поля. Одна ділянка представлена здебільшого обкатаними уламками амфор IV–III ст. до н.е. (хіоські, фасоські, коські) та V–VII ст. н.е. Друга знаходилась на відстані 180–220 м від берега в південно-західному напрямку. Поряд з необкатаними ніжками й стінками амфор Гераклеї, Синопа й Фасоса, був знайдений лист свинцевої обшивки. У прибережній зоні, де експедиціями В. Д. Блаватського досліджувалися залишки античного корабля, були виявлені листи свинцевої корабельної обшивки та чисельні фрагменти амфор, датовані часом загибелі судна IV–III ст. до н.е. Особливий інтерес представляли фрагменти чорнолакової тарілки III ст. до н.е. й увігнутої черепиці з клеймом [264, с. 12–13].

У ході підводних робіт в 1986 р., на відстані 125 м від берега під наносами піску, був знайдений дворогий металевий якір I ст. н. е. [264, с. 24]. На деякій відстані від нього виявлено кам'яний моноліт овальної форми з квадратним отвором у середині й поздовжніх пазах по обидва боки. По своїй конструкції ця деталь належить до одного з типів верхнього жорнова ручного млина. Слідом за цими знахідками на північній косі, що відокремлює озеро Донузлав від Чорного моря, на відстані 250 м від берега, за допомогою гідромонітору розкрили два ковани чотирьохрогі якірі довжиною 3 м з тонким чотиригранним веретеном і отвором для риму. Надалі вдалося з'ясувати, що такі якірі – кішки широко застосовувалися на гребних й вітрильних судах XVII–XVIII ст. Ідентичність обох якірів та орієнтація веретен убік берега може свідчити про приналежність їх одному судну. Численні знахідки різноманітних за конструкцією якірів дозволили віднести акваторію біля озера Донузлав до районів інтенсивного судноплавства, починаючи з античного часу і до XVIII ст. включно.

В цілях виявлення на прилеглий території нових археологічних пам'яток та одержання відомостей палеогеографічного характеру була проведена аерофотозйомка узбережжя від Донузлавської протоки до античного поселення Біляус [264, с. 3–4]. На знімках дешифруються напрямки древньої берегової лінії, позначені виходами скельної породи та прадавнє місцезнаходження устя річки Антикит, яка протікала в тому місці, де в теперішній час перебуває озеро Донузлав.

Проведена підводна розвідка в прибережній зоні с. Штормове дозволила встановити наявність в 80 м від берега залишків корпусу дерев'яного судна. Тут були проведені розкопки з використанням вертикального ежектору і гідромонітору, установлених на пожежному катері. Застосована методика дозволила очистити від піску корпус судна до 21 шпангоута, виявити збережену обшивку бортів, частину рангоуту. При розчищенні корпусу судна була знайдена корабельна гармата –

коронада, конструктивні особливості якої дозволяють датувати її останньою чвертю XVIII ст. [264, с. 14–15]. На поверхні майже всіх предметів утворилася товста вапнякова корка, яка вказує на контактування розчинів морської води з поверхнею цих знахідок.

### **3.2.2 Дослідження акваторії Євпаторійської бухти**

Євпаторійська бухта розташована в північній частині Каламітської затоки на західному узбережжі Кримського півострова (рис. 3.53). Завдяки своєму вигідному географічному положенню вона з найдавніших часів була місцем активного судноплавства. Не випадково вже в VI ст. до н.е. на березі цієї бухти давньогрецькими колоністами була заснована Керкінітида – портове місто, що входило до складу Херсонеської держави. Прибережна частина античного міста Керкінітиди, яке знаходилося на території сучасного м. Євпаторія, нині частково затоплена морем (рис. 3.54) [306, с. 16]. Її західна межа знаходилася в 20–30 м від сучасного берега на глибині 1,5 м [153, с. 304].

Під час реконструкції Євпаторійського порту в 1986 р. за допомогою роботи земснарядів була добута велика кількість дуже пошкодженої кераміки, в тому числі й античної. На дні виритого котловану археологи знайшли в перемішаних шарах піску й черепашнику різночасовий археологічний матеріал, який датується від V ст. до н.е. до пізнього середньовіччя. Кераміка V ст. до н.е., була представлена горлом і фрагментом стінки фасоських амфор. До IV ст. до н.е. відносилися частини амфор Хіуса й Гераклеї. Судячи зі знайдених на дні амфор, в V–III ст. до н.е. в Керкінітиду доставлялися по морю товари з Фасоса, Хіуса, Гераклеї Понтійської і Херсонеса.

Підводні роботи, проведені Західно-Кримською археологічною експедицією в 1986–1988 рр., дозволили досить точно визначити місцезнаходження затопленої морем припортової частини міста античного і середньовічного часів (рис. 3.54, 1) в північно-західній частині Євпаторійської бухти [306, с. 16].

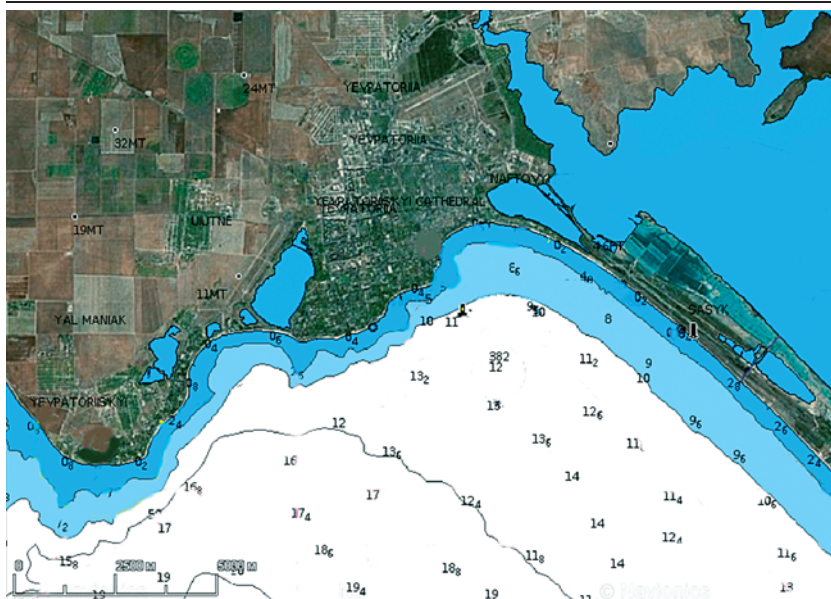


Рисунок 3.53 – Сучасна батиметрична карта Євпаторійської бухти



Рисунок 3.54 – Зміни прибережної зони в районі античної Керкінітиди (сучасне м. Євпаторія) за А. Н. Щегловим (1978):

- 1 – передбачуваний контур берегової лінії в районі розташування Керкінітиди в античний час: Г – городище; Н – некрополь;
- 2 – берегова лінія м. Євпаторія в XIX ст. 3 – берегова лінія м. Євпаторія в XX ст.

У ході наступних підводних досліджень на дні Євпаторійської бухти виявили залишки корпусу судна, від якого досить добре збереглися кильова балка, шпангоути, дерев'яні правий й лівий борти. Виготовлені з дубових дошок, вони кріпились

до шпангоутів за допомогою бронзових цвяхів, а нижче ватерлінії були закриті мідними листами. Відбиток на одному з листів клейма французького походження дозволив визначити місце будівництва даного судна й час його загибелі у водах Чорного моря серединою XIX ст.

Протягом сезону 2006 р. чорноморська експедиція Інституту археології НАНУ (керівник загону – А. Ластенко) проводила охоронні підводні археологічні дослідження в районі міста Євпаторія. В результаті проведених досліджень встановлено місцезнаходження декількох суден, що затонули під час Кримської війни в наслідок дуже сильного шторму у листопаді 1854 р. За матеріалами наукового звіту виділено три знайдених корабельних комплекси.

Комплекс № 1. Остов затонулого дерев'яного корабля. Зберігся киль з кильсоном, шпангоути, дошки зовнішньої обшивки днища корабля, залізні книці та скупчення залізного цепу й інших залізних предметів. Під час досліджень виявлено цеглу від камбузу, залізну кришку з ручкою від посудини, латунні та залізні шпильки від набору судна, латунні цвяхи, фрагменти латунної обшивки днища корабля. На листі латуні є клеймо англійського виробника першої половини 19 століття. За свідченнями місцевих жителів в районі цього судового комплексу раніше знаходили гармати. Одну бронзову гармату було витягнуто на берег у травні 2006 р. Досліджене судно мало довжину близько 35–40 м і було, ймовірно, військовим англійським кораблем.

Комплекс № 2. Нижня частина корпусу корабля із баластним камінням та вантажем збереглася досить добре. Вантаж судна представлений дерев'яними бочками та залізними баками. Судно зорієнтоване носом до берега. В районі грот-щогли зберігся степс та поруч у помпових колодязях залізні труби від корабельних помп. Рядом знаходиться залізний ціп великого розміру. Сучасна ширина днища сягає 7,7 м. Серед виявлених знахідок – керамічна люлька турецького походження, фрагменти скляних пляшок XIX ст., керамічний стакан від сві-

чника, латунні шпильки від набору корпусу корабля та інше. Довжина цього судна сягала 50–55 м. Судно можливо було французьке і доставляло вантажі для забезпечення армії.

Комплекс № 3. Залишки найбільшого корабля. На місці знаходиться велика кількість баластного каміння, залізні книці великого розміру, дерев'яні конструкції корпусу. В кормовій частині лівий борт ліг на дно, висота якого складає 9,6 метрів. За елементами конструкції судно близько двом попереднім. Довжина цього корабля сягає близько 60 м.

Досліджені об'єкти розташовані на невеликій глибині в зоні морського прибою. Крім того, ці пам'ятки зазнають значних пошкоджень та руйнації в наслідок діяльності підводних шукачів скарбів, озброєних сучасною технікою. Таким чином залишки затонулих кораблів активно руйнуються.

В ході проведеної експедиції також встановлено місцезнаходження ще декількох затонулих кораблів [159].

### **3.2.3 Дослідження затоплених поселень на ділянці Євпаторія – м. Тарханкут**

Проведення широкомасштабних археологічних розкопок в 70–80 рр. XX ст. відкрило на цій ділянці узбережжя ряд поселень елліністичного часу, таких як Піщанка, Вітіно, Маяк II, Хуторок. За даними підйомного матеріалу і аналізу клейм на амфорах, усі знахідки з пам'яток не виходять за рамки IV–III ст. до н.е., підтверджують приналежність поселень на ранніх етапах до дальньої хори Херсонеса. Ці поселення, окрім поселення Хуторок, розташовані на суходолі та не зазнали затоплення.

Протягом 2008–2009 рр. археологічна експедиція Центру підводної археології Київського Національного Університету проводила підводні археологічні розвідки на пам'ятках античного часу Західного Криму у тому числі на античному поселенні Хуторок. Під час розвідок узбережжя у 1974 р., в 2,5 км південніше с. Хуторок, на відстані до 70 м від берега була обстежена ділянка площею 50×150 м (довжиною уздовж берега

100–150 м) на глибині 3 м. В 60 м від берега виявлені вапнякові квадри розміром 1×0,60×0,30 м. Присутність будівельних оброблених каменів разом з фрагментами черепиці стало визначальним у класифікації цього об'єкта, як затопленого поселення, а датування здійснено по амфорах виробництва Гераклеї, Синопа, Херсонеса IV–III ст. до н.е. [224]. Згідно повідомлень дайверів Євпаторійського клубу, під час своїх тренувальних занурень, у цьому районі, вони неодноразово знаходили фрагменти амфор, уламки черепиці, стінки керамічного посуду, що періодично звільняються з-під наносів на поверхні дна, особливо після значних штормів. На відстані 100–150 м від берега виявлено зону, насичену залишками кераміки площею 50×100 м, розташовану на глибині 3–6 м серед будівельних та природних брил вапнякових порід. Підняті на поверхню амфори представлені фрагментами світлого, сірого та червоного кольору стінками глиняних посудин; невеликими фрагментами кухонних горщиків, глечиків, чашок, ручок, донець. Майже усі вироби походили з керамічних центрів Херсонеса, Гераклеї, Синопа IV–III ст. до н. е. У 2009 р. при продовженні проведення підводних археологічних досліджень на місці розташування пам'ятки були зафіксовані розвали залишків стін, які були оконтурені пониженням,

Комплексне вивчення палеогеографічних змін прибережної смуги Каламітської затоки, на берегах якої розташовані майже всі досліджені археологічні пам'ятки, показало, що в наслідок підняття рівня Чорного моря від античного до сучасного часу була знищена смуга берегової лінії шириною до декількох кілометрів. Можна стверджувати, що більшість античних поселень, які знаходилися в прибережній зоні цієї затоки, могли бути знищені в результаті берегової абразії чи їх затоплення. На думку С. Б. Ланцова в наслідок підняття рівня Чорного моря від античного до сучасного часу була знищена смуга берегова смуга завширшки в декілька кілометрів [156]. Згідно припущення А. Н. Щеглова, з античного по теперішній

час море затопило смугу суші шириною від декількох десятків до декількох сотень метрів [306, с. 8]. Можна стверджувати, що більшість античних поселень, котрі, знаходились у прибережній смузі цієї затоки, були знищені внаслідок берегової абразії та їх затоплення. Вірогідно, саме ці природні явища можуть бути поясненням відсутності поселень хори Херсонесу античного часу протягом шістдесяти кілометрів, між Сакским озером і Севастопольською бухтою (рис. 3.55) [156, с. 126, 130, 131; 306, с. 18].



Рисунок 3.55 – Картограмма території Херсонеської держави IV–III ст. до н.е. (за С. Б. Ланцовим, 2004):

- 1 – межі Херсонеської хори;
- 2 – античні міста; 3 – укріплення;
- 4 – античне поселення; 5 – залежні від Херсонесу варварські поселення

### 3.2.4 Підводні археологічні дослідження стародавнього Херсонесу та його округів

Херсонес було засновано вихідцями з грецького міста Гераклея Понтійська у 422–421 рр. до не. Згодом він стає столицею однойменної держави, яка була однієї з найбільших античних держав Північного Причорномор'я, території якої охоплювали західне побережжя Кримського півострова. У першому столітті н.е. Херсонес підпадає під вплив Римської імперії, а з V ст. н. входить до складу Візантійської імперії. Час загибелі Херсонеса відноситься до 1299 р.

Підводні дослідження стародавнього Херсонесу почалися у першій половині XX ст. Вони були проведені у районі розташування Херсонеського маяка. У 1929–1930 рр. була створена

підводна археологічна експедиція під керівництвом директора Херсонеського музею професора К. Е. Гриневича. Роботи проводились з морської сторони Маячного півострова та виконувалися силами професійних водолазів ЕПРОН. Обстежуючи підводну прибережну смугу моря на відстані 70–130 м західніше Херсонеського маяка з метою перевірки цієї ділянки щодо знаходження на дні моря стін й інших споруджень. На глибинах 4–20 м водолази виявили розчленовані кам'яними утвореннями ділянки, що нагадували руїни древнього міста. На підставі переданих водолазами повідомлень, археологи складали план «затопленого міста». Згодом було з'ясовано, що те, що приймалося за залишки стін і веж міста, насправді виявилось природними геологічними утвореннями – виходами скельних порід [306, с. 37–38].

Через 7 років після проведення перших спроб визначити залишки підводного Херсонесу, у 1937 р. відбулася експедиція, під керівництвом професора Р. А. Орбелі та залученням водолазів ЕПРОНу. Першочерговим завданням цієї експедиції було оглянути підводну смугу уздовж всього узбережжя біля городища, виконати обміри найбільш зруйнованих портових споруд і будівель древніх гаваней. Проводячи обстеження ґрунту донної поверхні та обмірювання затопленої частини цього античного міста, вдалося встановити місцезнаходження древньої гавані Херсонеса напроти вежі Зенона, міських стін і воріт у прилеглий до міста бухті [207, с. 143].

Подальші підводні археологічні дослідження, проведені в районі древнього Херсонесу, показали, що будівельні залишки міста тягнуться під водою уздовж берега на відстані до 52 м і йдуть в морі на відстань до 40–45 м, знаходячись на глибині до 3 м [18, с. 170]. Знайдені підводними археологами затоплені квартали, перебували за межами міських стін не тільки в римське, але й у середньовічний час. В наслідок підвищення рівня вода в Чорному морі, відбувалася зміна границь міста. Так відстань затопленого міського кварталу до оборонних стін у римський період було в межах 70–115 метрів. У раннім середньо-



Рисунок 3.56 – Сучасний вигляд стародавнього Херсонеса з повітря

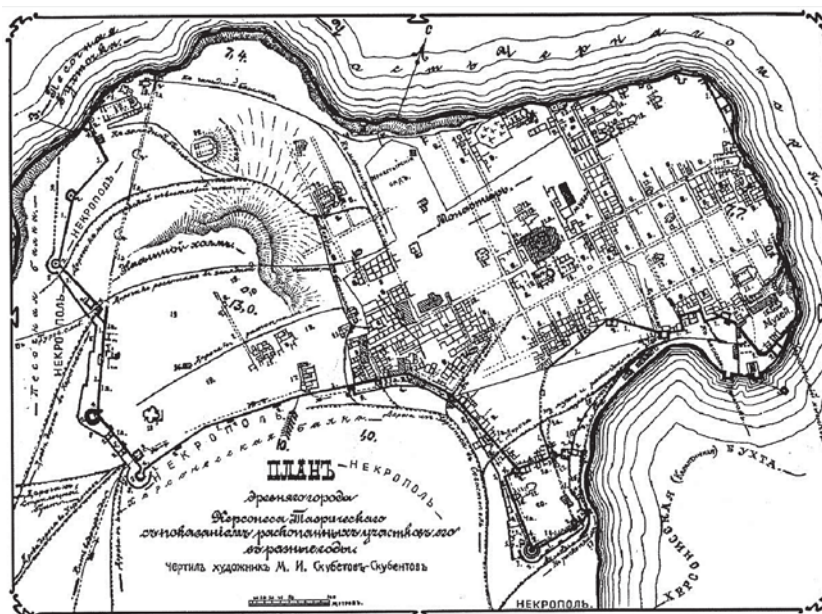


Рисунок 3.57 – План стародавнього Херсонесу



*Рисунок 3.58 – Залишки середньовічного Херсонеса*

віччі ця відстань скорочується до 40–90 метрів. Ці дослідження дозволили зафіксувати підняття рівня Чорного моря з часу античності до середньовіччя. Знайдені, під час проведення підводних досліджень, численні уламки пізньоантичної і середньовічної кераміки, на більшій відстані від берега, на думку керівника експедиції В. Д. Блаватського, є залишками ушкоджених часом і морем вантажів затонулих кораблів, що потерпіли катастрофу на підходах до Херсонеса [22, с. 157].

При проведенні підводних археологічних досліджень в районі Карантинної бухти була виявлена древня затоплена тераса, хронологічно пов'язана з античним періодом. Були обстежені залишки веж, які входили до оборонної системи середньовічного Херсонесу. Древня берегова лінія була віддалена від сучасного урізання води на 25–30 м і 75–80 м, глибини в районі знаходження цієї древньої тераси складали 3,5–4 м. Ці дані дали підстави А. Н. Щеглову припустити, що величина падіння рівня Чорного моря в античний час в районі антично-

го Херсонесу була приблизно рівна –4 м [306, с. 17]. На користь цього може свідчити також те, що під водою, по берегах затопленої частини древньої Карантинної бухти, на цих же глибинах, було зафіксовано 10–12 елінгів для кораблів (рис. 3.59). На цьому місці бухти, за припущенням М. І. Золоторева, який керував підводними археологічними дослідженнями, знаходився порт античного Херсонесу [115, с. 60–66].

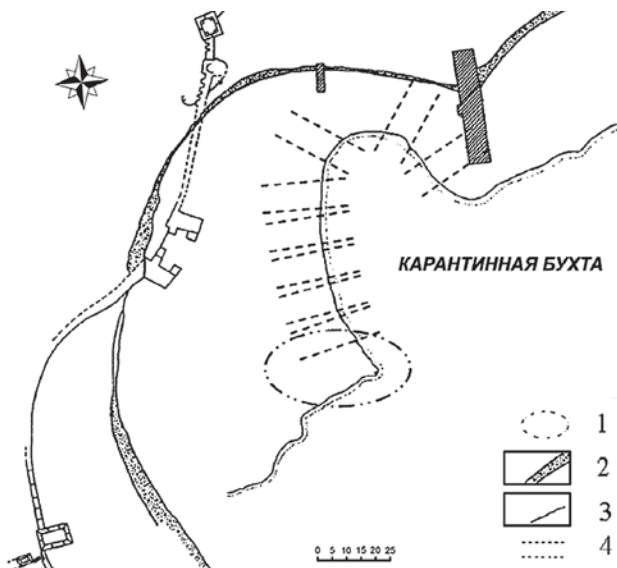


Рисунок 3.59 – План берегової лінії Карантинної бухти і району античного Херсонесу (за М. І. Золоторевим, 2004):  
1 – місце концентрації великих каменів; 2 – сучасна берегова лінія;  
3 – древня берегова лінія; 4 – місця елінгів

Про можливість існування древньої пристані, на території стародавнього Херсонеса в Пісочної бухті вказував ще дослідник З. Аркас. Хоча пошуки її біля східного берега бухти результатів не дали, зате були відкриті залишки античного корабля на дні бухти у 1965 р., в 30 м від сучасного берега. Ще одна пристань стародавнього Херсонеса, за даними підводних археологічних досліджень, проведених у 1964 р., знаходилася в бухті Круглої [101, с. 28–50].

Підводні дослідження, проведені в прибережній акваторії поблизу античного Херсонесу, дозволили припустити, що древня берегова лінія в античний час проходила в цьому районі на глибині до -3,5...-5 м [82, с. 122]. Ці підводні археологічні дослідження також показали те, що в окрузі Херсонесу в античний час існував цілий ряд сільських садіб, які були частково або повністю знищені в наслідок підйому рівня Чорного моря [197, с. 208; 256, с. 71]. Археологічний матеріал в приморській зоні Херсонесу показав, що рівень моря з моменту створення міста і до X-XI ст. не досягав його сучасного положення, а встановлені основні етапи перебудови міських споруд в II-III, V-VI, IX-X, XIII-XIV ст. н.е. пов'язані зі змінами економічного і політичного життєвого устрою суспільства [29, с. 447-453], а не з руйнівною дією моря в період «нимфейської» трансгресивної фази, яка відбувалася до середини 1-го тис. н.е. [356].

Протягом усього часу свого існування з античності до середньовіччя Херсонес був одним з найбільших портів Північного Причорномор'я. Це знаходить своє підтвердження в знахідках решток кораблів біля його побережжя та його бухтах. Так у 2007 р. на відстані 39 км в південно-західному напрямку від стародавнього Херсонесу експедицією Інституту археології НАН України разом з американськими вченими з Інституту Досліджень (Institute Exploration) і Інституту Археологічної Океанографії (Institute for Archaeological Oceanography) на глибині 139 м, був знайдений та частково досліджений затонулий корабель. Зафіксована частина вантажу складалася з 80 одноручних кувшинів-амфор з плоским дном. Усього на знайденому судні може знаходитися до 200 подібних кувшинів-амфор. Такого типу кувшини були основним типом керамічної тари на території Північного Причорномор'я в середньовіччі. Вони являли собою плоскодонні посудини з витягнутим туловом і одною (іноді з двома) плоскими широкими ручками, іноді прикрашеними прочерченими по горлу декількома бороздками. Тип посудин дозволяє датувати цей корабель IX-XI ст. У сучасній літературі вони мають назву кувшинів таманського типу.

### 3.2 • Археологічні пам'ятки на Чорноморському узбережжі Криму

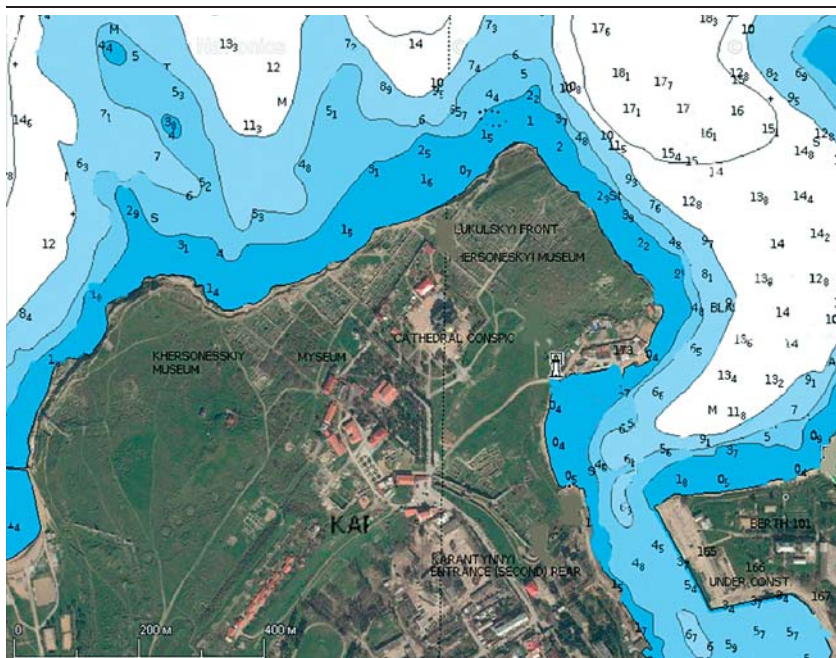


Рисунок 3.60 – Карта прибережній акваторії Херсонесу



Рисунок 3.61 – Дослідження решток середньовічного судна

Судячи з розташування вантажу, який окреслював контури судна, його довжина приблизно дорівнювала 10–12 м. Таке відкрите судно, на думку дослідників, відноситься до типу «малий латинський парусник». Такого типу парусники візантійської конструкції з'являються у VIII ст. Відкрите судно мало одну матчу, яка мала латинський парус та наклонну і вигнуту рею. Судна такого типу не мали палубних надбудов, але їх зовнішні борти по всій довжині були оснащені бортиками [68, с. 20–21].

### 3.2.5 Дослідження Коктебельської бухти

У липні 1957 року під науковим керівництвом археолога П. Н. Шульца було проведено підводне обстеження ділянки с. Планерського, де розташовувався мол. На дні цієї ділянки дослідники виявили на дні до десятка діоритових квадратів зі слідами вапнякового прошарку на бічних поверхнях. На думку археологів П. Н. Шульца, М. А. Фронджуло й архітектора Ю. С. Лосєва, ці квадрати використовувалися для обкладки молу [150].

У 1972 р. під час обстеження дна в районі древньої гавані в Коктебельській бухті було виявлено археологічний матеріал, на відстані 300 м від берега та на глибині до –7 м. Цей археологічний матеріал складався з двох хронологічних періодів: VIII–

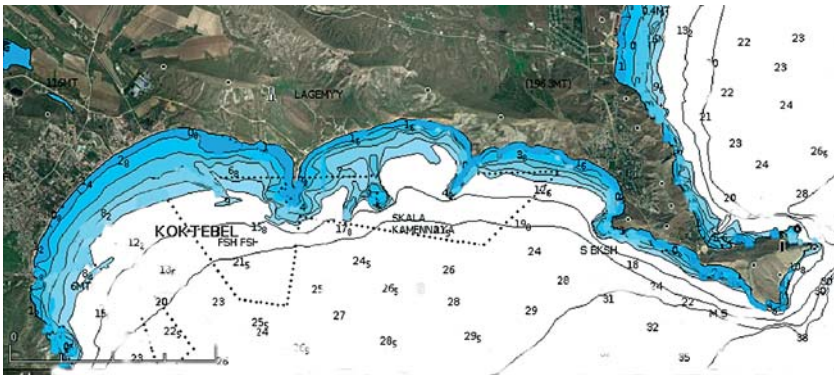


Рисунок 3.62 – Карта глибин Коктебельської бухти

IX ст. н.е. та XIII–XV ст. н.е. На думку А. І. Айбабіна, кераміка потрапила на дно бухти в наслідок розмиву й сповзання культурного шару з пагорбу Тепсень [4].

У середині 80-х років XX ст. аквалангісти знайшли в Коктебельській бухті на відстані 1 км від середньовічного поселення на пагорбі Тепсень, на глибині 6–9 м скупчення уламків середньовічної кераміки. Було піднято близько 90 фрагментів середньовічних амфор «причорноморського типу» і глечиків з пласкими ручками IX–XI ст. н.е. Це скупчення уламків кераміки вірогідно вказує на місце аварії корабля [186, с. 97–98].

### 3.2.6 Дослідження мису Меган

У 1997–1998 рр. проводилися обстеження шельфової зони Східного Криму між мисами Меган і Хамелеон. Комплексні наземні й підводні археологічні дослідження з 1997 р. проводилися спільними експедиціями Київського університету і Кримської філії Інституту археології АН України (керівник В. В. Майко й В. В. Тур) [166, с. 287–292].

Смуговим пошуком з візуальним оглядом дна визначили перспективними три ділянки шельфу: від мису Меган до с. Курортне, від с. Курортне до мису Тупого (заповідник Кара-Даг) і від мису Тупого до мису Хамелеон у Коктебельській бухті. При обстеженні першої ділянки було виконано картографування бухти, обстеження дна в місці розташування древнього молу, зроблена фіксація та підйомом окремих зразків археологічного матеріалу.

При підводному обстеженні бухти Гравійна-I, що примикає до мису Мальчин, на її схилах спостерігалися дрібні фрагменти амфор і піфосів VIII–IX ст. н.е., а в морі виявлені якорі й амфори причорноморського типу VIII–X ст. н.е. Основні знахідки знаходились на дні бухти на глибині 4–5 м. Вони зосереджені на кам'яній гряді, що простягається смугою між берегом і місцем розташування древнього молу. Археологічний матеріал представлений основними категоріями кераміки, характерними для середньовічного наземного поселення: кераміда,



*Рисунок 3.63 – Маяк на мисі Меган*

амфори, глечики, амфори, піфоси, столовий посуд, кості тварин і т. ін. Хронологічні межі – VIII–XIV ст. н.е. Сліди тривалого знаходження в полосі прибою деяких зразків кераміки відображають берегову границю середньовічного часу, що перебуває зараз на глибині 3–4 м та відстані 20–50 м від сучасного берега [167].

У 2000 р., для складання реєстру пам'яток та карти підводних археологічних об'єктів узбережжя Криму, були проведені підводні розвідки на шельфі між мисами Меган та Ай-Фока. Біля мису Мальчин при обстеженні підводної гряди було виявлено два скупчення археологічного матеріалу середньовічного часу. Обстеження шельфу також проводилося у східній частині Судацької бухти від мису Алчак до гори Меган [104].

У 2001 р. підводні археологи продовжили обстеження шельфу мису Меган (мис Алчак – с. Прибережне – мис Мальчин). На мисі Мальчин далеко в морі на підводній гряді виявлені дві ділянки з археологічним матеріалом. Ймовірно, у середньовіччі, саме ці перешкоди становили небезпеку для

судноплавства. Аналіз підводного археологічного матеріалу й даних, отриманих у ході досліджень 2001 р, дозволив припустити, що на траверзі мисів Меган і Бугаз знаходилися місця стоянок середньовічних кораблів [103].

### 3.2.7 Дослідження Судакської бухти (с. Новий Світ)

Підводна експедиція під керівництвом В.Д. Блаватського у 1960 р. здійснила розвідницькі занурення і в західній частині Судакської затоки, у напрямку південного заходу від гори Сокіл біля мису Плоский на глибині 11 м. На ділянці приблизно 1 га виявлені розсипи уламків середньовічної кераміки, переважно амфор. Серед залишків керамічного посуду, місцями зустрічалися окремі оброблені будівельні блоки, в тому числі один квадрат розмірами 0,40×0,30×0,20 м. Будь-яких залишків корабля не було виявлено [24, с. 87, 88].

У 1957–1958 р. огляд акваторії біля с. Новий Світ в Судакській бухті провела група аквалангістів під керівництвом П. Н. Шульца – завідувача античного і середньовічного відділу Інституту археології НАН УРСР. Під час занурень на дні бухти були виявлені фрагменти середньовічної кераміки [238].

У 1977 р. експедиція ІА АН УРСР під керівництвом М. А. Фронджуло, яка проводила розкопки залишків середньовічного берегового поселення, провела підводну розвідку в акваторії бухти Тихої, розташованої на захід від Судакської фортеці. У ході обстежень був складений план бухти з позначенням глибин і характеру донної поверхні. Знахідки кераміки сконцентровані в радіусі декількох метрів і представлені уламками амфор, глечиків, піфосів X–XIII ст. [15].

З початку 80-х років минулого століття в складі археологічної експедиції, що вела розкопки Судакської фортеці (начальник експедиції І. А. Баранов), практично щорічно працювала група аквалангістів. У їхнє завдання входило проведення розвідок на шельфі узбережжя Судакського району й дослідження прибережної частини Судакської фортеці. Під час проведення підводних археологічних досліджень у 1983–



Рисунок 3.64 – Бухта Новий Світ

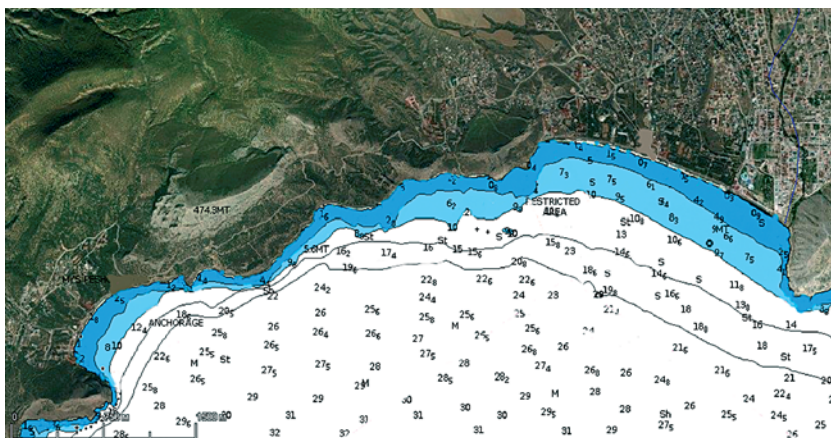


Рисунок 3.65 – Батиметрична карта в околицях м. Судак

1986 рр. на глибинах 5–7 м були знайдені залишки жител, гончарні печі VIII–Х ст. а також залишки візантійського корабля з вантажем високогорлих глечиків IX–Х ст. [11].

Протягом двох польових сезонів 1997–1998 рр. підводними археологами Київського національного університету були

проведені короткочасні археологічні розвідки в західній частині бухти с. Новий Світ з метою виявлення та огляду місць розповсюдження археологічного матеріалу. Велике скупчення археологічного матеріалу середньовічного часу спостерігалося на площі розміром 20×30 м біля гори Коба-Кая. Закладені шурфи розмірами 1×2 м і глибиною 60 см на цій ділянці відкрили закорковані амфори двох типів під піском із дрібною галькою на глибині 40 см, а також дерев'яні ручки зі свинцевим заповненням від штурвала корабля й дерев'яний брус.

В зв'язку з поміченими на пам'ятці слідами незаконних розкопів, що загрожували знищенню цілісності культурного шару, з 1999 р. розпочалися охоронні розкопки у бухті с. Новий Світ та продовжилися розвідки на шельфі в цьому районі південно-східного Криму. Основні роботи були зосереджені на розкопках решток корабля під скелею Коба-Кая. Здобутий археологічний матеріал, піднятий з цієї ділянки, дозволив про датувати знайдені рештки корабля XIII ст. [100]. Вантаж корабля становили піфоси, амфори, столовий і кухонний посуд, скляні вироби й поливна кераміка. Окремі амфори, кухонний й полив'яний посуд належав, імовірно, до особистого майна команди корабля. Проведені дослідження виявили цікавий факт – піднятий археологічний матеріал показав, що корабель затону внаслідок пожежі. Шар піску, закривши місце аварії корабля, зберіг на багатьох посудинах сліди горіння – сплавлені від великої температури фрагменти амфор, на донцях поливних чаш відклався досить потужний шар нагару й золи.

З 2002 по 2008 рр. експедиція виконувала охоронні дослідження в бухті с. Новий Світ. Ареал щільного розсіювання археологічного матеріалу, що відноситься до загибелі корабля XIII ст., становить приблизно 40×60 м. Максимальна площа розповсюдження матеріалу 120×120 м. Ділянки 2003–2006 рр. продовжувалися досліджуватися від цієї дослідженої площі у напрямку моря. Основну частину археологічних знахідок становила керамічна тара – насамперед, амфори, піфоси й невеликі посудини для малих об'ємів рідких й сипучих речовин.

Другу значну групу знахідок представляли предмети торгівлі – художня глазурована кераміка та венеціанське скло. Менший відсоток серед усіх знахідок становив столовий та кухонний посуд, вироби з дерева, каменю й металу. Зовсім поодинокі траплялися металеві вироби з міді, бронзи, свинцю й заліза: монети, пряжки, гудзики, бронзові кільця, свинцеві й мідні кухонні казанки. Знайдені археологічні матеріали підтверджують те, що корабель загинув від пожежі. Багато посуду зберегли сліди вогню – особливо постраждала від дії полум'я поверхня поливної кераміки.

Друга площа з залишками корабля X–XI ст. виявлена у центральній частині бухти на відстані 110 м від скелі Коба-Кая на глибині 10–12 м. Археологічний матеріал складався із цілих амфор та фрагментів, представлених в найбільшій кількості декількома типами. Ця пам'ятка перекривається частково археологічним матеріалом з корабля XIII століття.

Визначенню часу загибелі судна та його ідентифікації посприяла також знахідка у польовий сезон 2004 р. скарбу з 35 срібних монет Трапезундської імперії періоду правління Мануїла I (1238–1263 рр.). У 2005 р. колекція поповнилася ще 3 монетами з цієї ж ділянки. У цьому районі відома ще одне місце аварії корабля цього часу. В 80-і роки в районі Судакської бухти трал рибальського сейнера на глибині 50 метрів пройшов по місцю загибелі корабля. На борт була піднята амфора типу Ганос. Інтерес до неї викликаний наявністю круглого клейма із грецькими буквами й графічним написом під ним. Схожі клейма мають амфори цього типу з розкопок Болгарії та Києва [97, с. 83–92].

Район портової частини фортеці щорічно обстежував співробітник Судакської археологічної експедиції В. В. Кузьминов. Впродовж 1985–2004 рр. їм була зібрана досить значна колекція виробів свинцевої й мідної пластики: персні, пряжки, фібули, вітйоваті амулети, різноважилі для ваг, торговельні пломби, моливдовули. Вона нараховує кілька тисяч екземплярів. Кількість печаток гарної збереженості становить 194 екземп-

ляра. У науковому обліку перебувають 60 екземплярів печаток, опублікованих В. С. Шандровською, И. А. Барановим, Е. А. Степановою і В. І. Булгаковою [54].

У 2005 р. у портовій частині середньовічного міста Сугдеї під час підводних археологічних робіт В. В. Кузьминовим були знайдені свинцеві печатки, які, за гіпотезою Е. А. Степанової, є частиною сугдейського міського архіву візантійських печаток [258, с. 537–545].

У 2004–2005 рр. у бухті с. Затишне поблизу м. Судак експедицією Інституту археології НАН України й Берлінського Вільного Університету (Німеччина) під керівництвом В. Булгакова були проведені археологічні роботи зі збору й підйому археологічних матеріалів, під час яких виявлено близько 2,5 тис. археологічних артефактів, в основному виробів з свинцю та їхніх залишків. Встановлено, що поширення підводних археологічних матеріалів у бухті пов'язано з існуванням портової інфраструктури того часу.

Виключною особливістю підводних знахідок у бухті є поширення в них свинцевих візантійських печаток. У ході підводних робіт 2004–2005 р. було виявлено 198 свинцевих візантійських звислих печаток VI–XII ст., 11 заготівель VIII–XII ст., 4 візантійські прикладні печатки XI–XII ст., а також 17 преспломб XI–XV ст., здебільшого західноєвропейських [53].

### **3.2.9 Дослідження ділянки узбережжя між Алуштою і Гурзуфом**

У 1995–1996 рр. підводно-археологічна експедиція Київського університету продовжила візуальне обстеження дна вздовж південного берегу Криму між Алуштою й Гурзуфом. На відрізку берегової смуги від гори Аю-Даг до скелі Джаневез-Кая особливо небезпечним для парусних суден у каботажному плаванні є район у скелі Адалари. Ця ділянка викликає інтерес з огляду на виявлені тут знахідки. На глибині 6–17 м серед каменів на схилах та на піску розповсюджений археологічний матеріал античного й середньовічного часу.

Амфори античного часу переважають з західної сторони скелі та представлені декількома типами, які датуються III–I ст. до н.е. [171]. Амфори середньовічного часу були знайдені, головним чином, зі східної сторони скель Адалар. За два роки на цій ділянці був зібраний підйомний матеріал, основна маса якого належить до широко відомих в Північному Причорномор'ї 10-ти типам амфор різних хронологічних періодів від IV до XIV ст. н.е. [308]. На окремих амфорах начертані графіти. Крім амфор були знайдені фрагменти піфосів, поливної, побутової, ремісної й будівельної кераміки, жорнова і чисельні якорі різних епох. Чисельність цих знахідок, що складаються з окремих комплексів керамічних виробів, місце їх виявлення біля небезпечних скель свідчать, про місця загибелі багатьох кораблів. За попередніми підрахунками приблизна кількість катастроф може сягати 5–6 кораблів. Завдяки переміщенню піщаного ґрунту сильними підводними течіями різних напрямків у 1996 р., на поверхні опинилися нові предмети на ділянці, де при попередній розвідці 1995 р. ніяких ознак залишків кераміки не відмічалось.

У ході досліджень 1996 р. аквалангістами експедиції Київського університету були оглянуті дві ділянки узбережжя на схід м. Алушти: берег у с. Семидвор'є та причалу човнів на східній околиці м. Алушти [99]. Археологічний матеріал з цих місць представлений окремими випадковими знахідками. У селищі Семидвір'є він знайдений біля впадіння в море місцевої річки та, більш за все, потрапив туди під час паводків з наземного поселення. В районі причалу кераміка була змита з берегового схилу під час штормів.

### **3.2.9 Дослідження району мису Плака**

Район мису Плака на південному березі Криму став першим місцем досліджень «Центру Підводної Археології» Київського національного університету. Визначальним фактором вибору цієї ділянки стало проведення в Партениті наземної археологічної експедиції під керівництвом О. А. Паршиної [225].



*Рисунок 3.66 – Мис Плака*

З 1991 по 1995 рр. обстеження охопили шельфові ділянки біля мису Плака, Партенитську бухту, а також шельф навколо гори Аю-Даг. Поблизу мису Плака, біля берегової смуги під древнім середньовічним поселенням Партеніт, були відкриті місця загибелі одного античного та двох середньовічних кораблів [102].

Перше місце середньовічної аварії корабля розташовано зі східної сторони мису за природною грядою на глибині 10 м серед групи великих брил, що не дістають до поверхні моря декількох метрів. Навколо них на дні перебуває скупчення великих фрагментів кераміки й залишків свинцевої корабельної обшивки. Вантаж торговельного корабля складався з амфор двох типів. Перший тип належить до одного з найбільш масових і широко розповсюджених типів амфор від пізньоантичного IV ст. до н. е до раннього візантійського VII ст. н. е. басейнів Чорного й Середземного морів. Другий тип – це світлоглиняні амфори V–VII ст. н.е., що мають конусоподібний корпус із легким рифленням, широко розповсюджені також у басейнах Чорного й Середземного морів [151; 243].

Друге місце аварії середньовічного корабля знаходиться з західної сторони мису Плака на підводному схилі з перепадом глибин від 6 до 10 м. Підйомний матеріал представлений в основному торговельною тарою, що служила для перевезення

й зберігання продуктів. Перший тип тари представлений в основному фрагментами амфор-гличиків, віднесених до першої половини IX–X ст. н.е. Другий тип, виявлений на місці цієї середньовічної аварії корабля – це фрагменти амфор причорноморського типу. Місцеві майстерні по виробництву амфор цього типу в IX–X ст. розташовувалися уздовж усього узбережжя Криму. Також серед знахідок є фрагменти керамічних фляг і піфосів.

Між мисами Партенит і Плака обстежувалася природна гряда завширшки 10–15 м, на відстані 250–300 м від берега на глибині 10 м по центру бухти. Це підвищення могло створювати небезпечну перешкоду при проходженні кораблів біля узбережжя. Конфігурація гряди повторює вигини берегів. Підйомний матеріал був виявлений на гряді з боку моря. Це фрагменти амфор причорноморського типу XI–X ст. н.е., гличики зі стрічковою в перетині ручкою IX–XI ст. н.е., широкогорла амфора пізньоантичного часу, а також будівельні блоки з ракушняку. Скупчення кераміки також було зафіксовано в районі мису Плака. Знайдений археологічний матеріал знаходився на глибинах 10–12 м, він був представлений середньовічною керамікою VI–XV ст., уламками будівельної кераміки та фрагментами античних амфор IV–III ст. до н.е. – I–IV ст., які переважно знаходилися з східної сторони мису. З огляду на локальне скупчення археологічного матеріалу античного часу з східного боку мису Плака та віднесення підйомного матеріалу до категорій кераміки, характерних для поселень, дослідники висловили припущення існування античного міста Лампада саме на цій ділянці [102, с. 66–69; 106]. Дослідження, проведені у бухти з західного боку мису Плака, визначили, що товщина культурного шару складає біля 0,5 м, а знахідки з нього датуються VI–XI ст. Виходячи з цих отриманих результатів, дослідниками було зроблено припущення, що в цьому місці знаходилося середньовічне поселення VI–XI ст.

При підводному обстеженні берегової полоси від мису Партенит до гори Аю-Даг, біля пристані човнів (скеля Кучук-Аю), були виявлені поодинокі фрагменти гличиків IX–XI ст. н.е.

### 3.2.10 Феодосія

Феодосія була заснована у VI ст. до н.е. вихідцями з грецького міста Мілет. З 355 р. до н.е. увійшла до складу Боспорського царства, а з V ст. – до складу Візантійської імперії. З XIII по XV ст. Феодосія була під управлінням Генуезької республіки, а у 1475 р. була захоплена і увійшла до складу Османської імперії.

Наприкінці XIX ст. Феодосійська бухта ще зберігала сліди своєї давньої історії. Неподалік від берега простежувалися залишки затопленого середньовічного або навіть, античного молу. Під час будівництва феодосійського порту в 1894 р. з дна було піднято велику кількість кінцівок соснових паль, глибоко занурених в мулисті відклади дна. Ряди цих паль йшли по напрямкам, що утворювали кут. Усі вони стояли неушкодженими на своїх місцях. Всього на поверхню було піднято близько 4 тис. штук паль, які мали заглиблення в донних шарах до 4,2 м й знаходилися на глибині до 8 м. від поверхні моря. Ряди цих паль йшли по напрямках, що утворює кут. Вірогідно, це була не пристань, а якесь захисне спорудження подібне молу. Палі добре збереглися в тих умовах, в яких були знайдені заритими глибоко в мул, до 4 саженив від поверхні моря й більше 2 саженив від дна. Всі ці палі стояли на «своїх місцях». Спостереження за цими роботами виконував археолог Л. А. Берт'є-Делагард. Оглядаючи підняті на поверхню дерев'яні палі, він висловив припущення, що ці залишки належать захисному молу. Складності з визначенням віку пояснювалися тим, що дерево відмінно зберіглося в умовах занурення в мулі. Тому дослідник зазначив неможливість точного датування будівлі та запропонував віднести її до генуезького, турецького або навіть давньогрецького часу. Знахідки на дні Феодосійської бухти послужили основою для початку підводних робіт в перші роки XX століття, і проводилися з метою виявлення на дні Чорного моря археологічних пам'яток. Володіючи інформацією щодо попередніх робіт в акваторії феодосійського порту, директор Симферопольського історичного музею Л. П. Колі 14 жовтня 1905 р. організував перші занурення водолазів саме на цій

площі розташування залишків давнього молу. В 1905 році Л. П. Колі в ході проведених зі своєї ініціативи досліджень у Феодосійській бухті з води зміг витягти кілька тисяч соснових паль, вбитих древніми будівельниками. Поруч з палями з глибини приблизно 5 м дослідники підняли 15 великих лікійських гостродонних амфор. Крім того, водолази відібрали зразки ґрунту для визначення їхнього складу з підводної ділянки та берега в районі підводних робіт. Тотожність складу ґрунтів, знахідки амфор підтверджували існування підводного молу саме з античних часів [131, с. 2–6, 130, 137].

Подальші роботи в акваторії Феодосійської бухти були відновлені експедицією Р. А. Орбелі. В 1939 р. загonom водолазів ЕПРОН разом з гідрографічною службою Чорноморського флоту були проведені обстеження акваторії порту. Знайдені залишки кам'яної гряди, яка проходить у напрямку від берегової лінії, напроти древньої кріпосної стіни III–II ст. до н.е., підтвердили існування на цьому місці в античний час припортових споруд у вигляді молу, складеного з оброблених кам'яних блоків прямокутної форми. Після завершення робіт у Феодосії, Орбелі прийшов до висновку, що вивчення й датування кам'яних гідротехнічних споруд – досить складне завдання, для розв'язання якого потрібно визначати матеріали, з яких вони були виготовлені, співвідносити розміри, форму й техніку обробки каміння. Для вирішення цих завдань він усвідомлював необхідність співпраці з геологами, фахівцями в області архітектури [207, с. 166].

Затоплена частина Фанагорії досліджувалася у 1959 р. Намічена для розкопок ділянка була визначена за результатами раніше проведених розвідок у межах північно-східної частини городища, на відстані 185 м від берега з глибинами до 2 м – тут знаходився розвал великої кам'яної гряди, яка по конфігурації залишків нагадувала міську кріпосну стіну. На підставі наявності залишків кам'яної бруківки IV–III ст. до н.е., похованої на глибині 3–3,5 м, вдалося встановити, що за останні дві тисячі років рівень моря в Таманській затоці піднявся не менш, чим на чотири метри [22, с. 279].

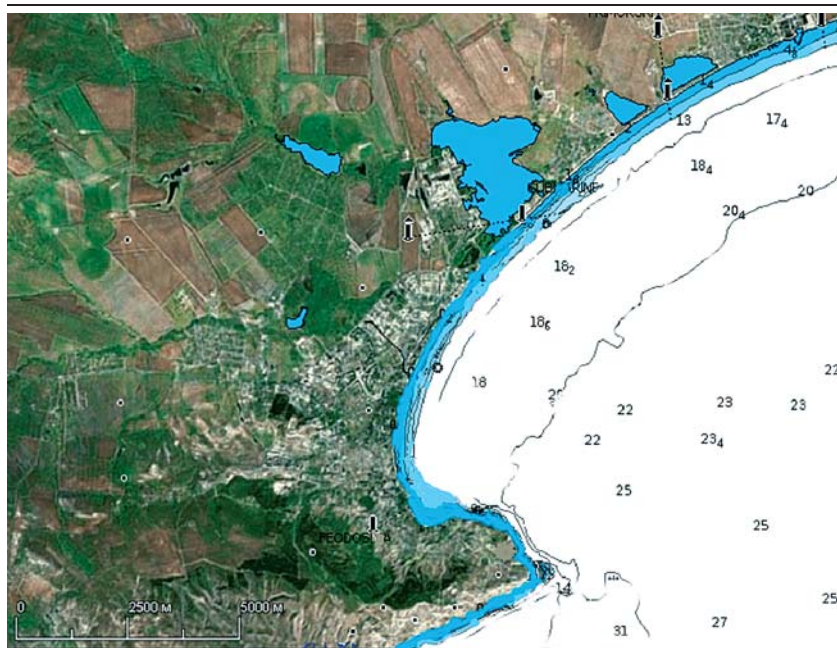


Рисунок 3.67 – Західна частина Феодосійської затоки. Карта глибин



Рисунок 3.68 – Середньовічна фортеця Феодосії

### 3.3 Узбережжя Керченського півострова

На території Керченського півострова зараз відрито велика кількість археологічних пам'яток різних історичних періодів. Найбільш численними та й дослідженими пам'ятками археології серед них є пам'ятки античного та середньовічного періодів. У античний час Керченський півострів входив до складу Боспорського царства – найбільшої античної держави у Північному Причорномор'ї.

На узбережжі Керченського півострова у більшості з розташованих тут античних городищ та й поселень значна частина їх територій або знаходиться на затоплених ділянках, або піддалася активній береговій абразії.

Перші відомості виявлення підводних залишків давніх споруд відносяться до 20-х років XIX ст. та пов'язані зі знахідками І. П. Бларамберга і П. А. Дюбрюкса античних монументальних споруд в акваторії Керченської протоки. Так у 1823 р. на південь від коси Чушка вони спостерігали на невеликій глибині шість мармурових колон. Подальші спроби підняти на поверхню залишки цих будівель виявились невдалими, проте дослідники висловили припущення про місцезнаходження на цьому місці античного храму, що міг належати одному з давніх міст Причорномор'я [91, с. 13, 14].

У 1827 році в південній частині Таманської затоки на мілині виявили античні мармурові скульптури левів, які вдалося підняти на поверхню й відправити до Феодосійського краєзнавчого музею. Біля береговою смуги Керченської протоки місцеві жителі неодноразово знаходили залишки амфор, керамічного посуду, й навіть (у районі Ельтегена) глечик з срібними античними монетами Пантікапейського, Аполонійського та Німфейського карбування V ст. до н. е. [112].

Складаючи плани проведення експедицій Кримського півострова, професор Орбелі першочергове значення придавав дослідженням акваторії Керченської протоки, вважаючи, що саме підводні матеріали дадуть відповідь на питання історичної географії Боспору Кіммерійського.

### 3.3.1 Кітей

Кітей – місто Боспорського царства, розташоване за 32 км на північ від сучасного міста Керч (стародавній Пантікапей), виникло у V ст. до н.е. В IV ст. до н.е. місто укріплено стінами та баштами з ровом. Від античного міста Кітея на сьогоднішній день, із-за інтенсивного руйнування берегової смуги морем, збереглося навряд чи більше половини його площі, яка складає нині біля 4,5 га (рис. 3.69, 3.70). Прилегла до збереженої частини міста прибережна смуга насичена уламками амфор і іншими залишками знищеного абразією культурного шару. Затоплена частина міста має площу не менш 10 га. Глибина залягання його затопленої частини від 0 до –10 м [66, с. 31; 67, с. 61, 62; 170, с. 8].

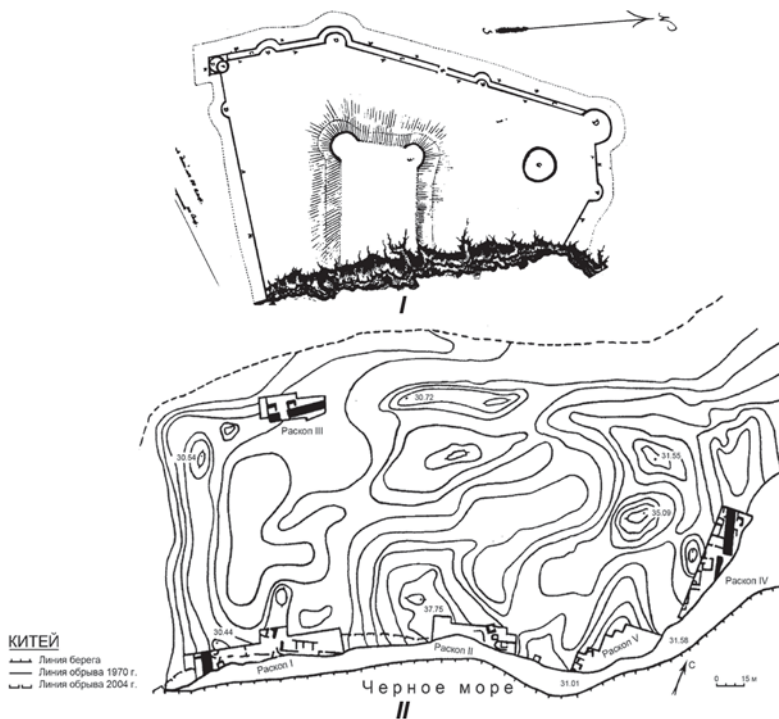


Рисунок 3.69 – План Кітея:

I – план П. И. Кеппена (за І. В. Тункіною, 2002);

II – план за матеріалами розкопок 1970–1995 р. (за Є. О. Молевим, 2010)



Рисунок 3.70 – Городище Кітей

### 3.3.2 Акра

Античне місто засновано у VI ст. до н.е. грецькими колоністами з Мілету, проіснувало до IV ст. н.е. Розташоване на південно-західному узбережжі Керченського півострова. На даний час його велика частина затоплена морем.

Повідомлення про його відкриття у 1981 р. при проведенні земельних робіт на західному березі Керченської протоки в районі села Заповітне, на пересипі, що відокремлює від протоки невелике Янишське озеро, стало початком досліджень міста Акри [298, с. 2, 3]. В процесі розвідувального шурфування, проведеного науковим співробітником Керченського історико-археологічного музею В. Н. Холодковим в 1982 р., був виявлений культурний шар [287]. Наступного року до підводних досліджень залучився Боспорський підводний археологічний загін під керівництвом К. К. Шиліка. Безпосередньо на піщаній косі, на відстані від берега приблизно 80 метрів і порівняно



*Рисунок 3.71 – Затоплена частина античної Акри*

невеликих глибинах, вдалося виявити залишки культурного шару і фрагменти елліністичної кераміки. У зв'язку з цим було висловлено припущення, що на рубежі IV–III ст. до н.е. суходіл простирався набагато далі в східному напрямку, і давня лінія берега пролягала на відстані 200–220 м від сучасного. З боку озера Яниш убік Керченської протоки видавався мис, оточений водою з трьох сторін [291, с. 29]. Вивчення дна протоки за допомогою гідролокатора на відстані до 1 км показало, що на ділянці сучасної акваторії, розташований від древньої берегової лінії до смуги глибин у межах 7,5 метрів, перебувала стародавня гавань, перегороджена на сході й північному сході природною кам'яною грядою [298, с. 2]. Подальші розвідки виявили на цьому місці рештки кам'яного молу штучного походження, довжиною до 100 м, який розділяв гавань на дві частини [291, с. 33]. За знайденим археологічним матеріалом вдалося визначити місця стоянки морських суден. Наявність великої

кількості знайдених якірних штоків і цілих якорів дало можливість визначити хронологічні періоди з III ст. до н. е. до X ст. н. е., протягом яких найбільш інтенсивно використовувалася гавань. Основна частина якорів й якірних штоків була виявлена в чотирьох певних районах акваторії. Перший район розташовувався на північному краї підводної кам'яної гряди; другий перебував в 620 м від берега зі східного краю гряди. Ще два райони, з відносно компактним розташуванням знахідок, розміщалися в межах сучасних глибин від 4,5 до 7 метрів. За конструктивними ознаками хронологічні межі використання якорів поширюються від VII–VI ст. до н.е., до раннього середньовіччя [291, с. 38–39].

Серед археологічних знахідок, виявлених в процесі візуального спостереження дна, вибіркового шурфування знайдені вапняковий акротерій з пласким дном, круглі жорнова, уламки чорнолакової кераміки IV ст. до н.е., трьохгранні бронзові наконечники стріл, монети, голка, свинцеві і бронзові сплески. На відстані приблизно 300 м на південь від городища, на дні протоки, знайдено бронзову скульптуру сирени вагою 4 кг, висотою 28,5 см. Компонування, вага й інші ознаки дозволяли припустити, що ця деталь служила ніжкою якогось масивного предмета, скоріше за все, саркофага. На цій підставі було висловлено припущення, що некрополь Акри, можливо, знаходився саме на цьому місці [296, с. 13–14].

Визначення місця розташування городища Акри було зроблено на основі палеогеографічної реконструкції прибережної зони за результатами геофізичних методів досліджень Э. Б. Йонеса. Вивчення рельєфу дна та знайденого археологічного матеріалу дозволили виявити під водою контури мису напрямком від берега довжиною близько 250 метрів, по всій площі якого усюди зустрічалися скупчення кераміки V–III ст. до н.е. виробництва Хіоса (V ст. до н.е.), Фасоса (кінець III ст. до н.е. – початок II ст. до н.е.), Синопа (IV–II ст. до н.е.) та Гераклеї [291, с. 38]. Неподалік від західного краю цього мису, на відстані 170 м від берега, на глибині 3 м у донних відкладах був роз-

критий античний колодязь, обкладений камінням [298, с. 4–6]. Західна стінка колодязя була утворена вертикально поставленою кам'яною плитою, а кладки стін з добре оброблених блоків покладені на горизонтально розташовані дерев'яні бруси. Камені, розкидані навколо колодязя, являли собою залишки верхніх рядів кладок. Обстеження колодязя Боспорським підводним археологічним загоном протягом 1983–1984 рр., показало, що він мав перетин прямокутної форми, при висоті від збереженої верхньої кромки кладки до низу близько 1 м. У кладці також були присутні дерев'яні деталі. У ґрунті заповнення колодязя знайшли численні фрагменти амфор, чорнолакового посуду, фрагменти великого глечика, уламок свинцевого якірного штока й декілька дерев'яних деталей, виточених на токарному станку [298, с. 6–8]. Особливий інтерес представляли 7 цілих гераклеїських клеймованих амфор IV ст. до н.е.

Остаточню розв'язати проблему локалізації Акри удалось тільки після виявлення на затопленій частині городища залишків кріпосних споруджень. У прибережній зоні, розташованій на схід краю мису, в 22 м від берега знайшли частково збережену кладку кріпосної стіни (рис. 3.72), довжиною близько 10 м, складену з великих блоків вапняку, досить щільно підігнаних один до одного. Закінчувалась стіна вежею прямокутної форми, розміром 6,5×7 м, (рис. 3.73). Залишки іншої споруди, довжиною 30 м південно-східного напрямку, знайшли на невеликій глибині південніше. Кріпосна стіна завширшки більше 2 м мала двох панцирну конструкцію із заповненням простінку для більшої міцності дрібним каменем. Вона мала продовження на суші, а її загальна довжина становила, в цілому 215 метрів [298, с. 3–7].

За результатами робіт, проведених в 1982–1985 рр. Боспорським підводно-археологічним загоном, під загальним керівництвом К. К. Шилика та А. В. Шамрая, була локалізована гавань, яка вдало поєднувала переваги рельєфу з штучними спорудами. Від південних та південно-східних вітрів гавань

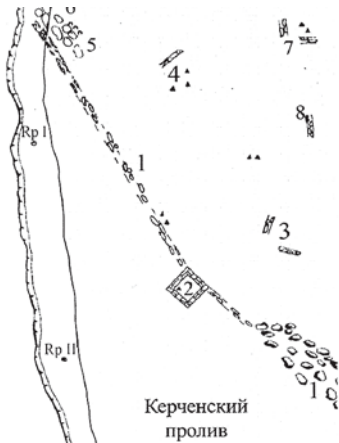


Рисунок 3.72 – План затопленої частини оборонних споруд городища Акри (за Зеленко, 2008)

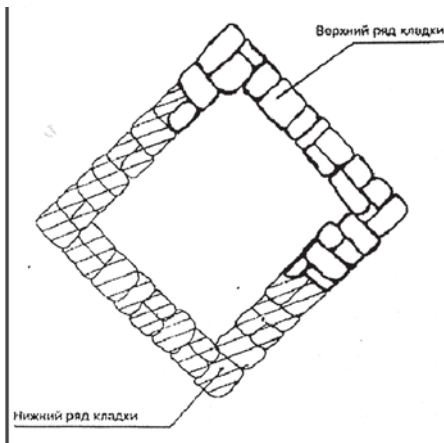


Рисунок 3.73 – План затопленої стародавньої вежі (за Зеленко, 2008)

мала захист завдяки природній кам'яній гряді, котра піднімалася над поверхнею води до 3 м та мала довжину приблизно 600 м. Від північно-східних вітрів її закривав штучний мол довжиною приблизно 100 м, побудований перпендикулярно береговій лінії.

Було визначено, що площа затопленої частини городища Акри становила 3,5 га. та являла собою достатньо велике елліптичне місто, життя в якому проіснувало з VI–III ст. до н.е. до X–XII ст. н.е. Практично все давнє місто перебуває на дні Керченської протоки, лише західний кут його приблизно на 20 м виходить на пересип [291, с. 29].

У червні – вересні 1995 р. спільна експедиція Керченського історико-культурного державного заповідника й Одеського гідроархеологічного клубу «Наварэкс» продовжила наземні й підводні охоронні археологічні дослідження на античному городищі Акри. Закладені у 1994 р в східній частині городища розкопи потрапили під дію осінньо-зимових штормів, що спричинило значні руйнації культурних шарів. Внаслідок розмиву, відкрились нові об'єкти, для вивчення яких були започатковані два розкопи біля підніжжя берегового кліфу.

Головним завданням першого етапу робіт було намічено виявити і точно зафіксувати археологічні об'єкти, розкриті морем на березі та під водою. Від реперної базової лінії смуговий пошук проводився у східному напрямку до відміток 6-ти метрових глибин. Були продовжені роботи зі складання детального топографічного плану городища в масштабі 1:100 площею до 1,5 га на південь від лінії оборонної стіни городища IV–III ст. до н.е. Обстежено залишки вежі трапецієподібної форми з вапнякових квадратів розмірами 7,6×6,9×7,3×6,4 м, розташованої на відстані приблизно 40 м від берегової лінії. Стіни збереглися висотою 1–2 рядів. Біля стін зафіксовано наявність культурного шару з фрагментами кераміки.



Рисунок 3.74 – Ділянка узбережжя між Акрою та Німфеєм

Зі східної сторони визначено розвал ще однієї стіни, що примикала до цієї вежі. Пошук на більшій відстані від берега особливих результатів не дав. В процесі дослідження городища було також встановлено, що за останні 10 років втрати берегової смуги в наслідок берегової абразії склали 3–3,5 м [67, с. 62].

### 3.3.3 Німфей

Місто було засновано вихідцями з Мілету у другій чверті VI ст. до н.е. та проіснувало у складі Боспорського царства до римського часу включно. Залишки античного Німфею розташовані в районі с. Героївське (Ельтиген), приблизно в 17 км від м. Керчі (стародавній Пантікапей).

Перша підводна археологічна розвідка району Німфею була виконана групою аквалангістів під керівництвом В. Лаврухіна в 1977 р. В 1990 р. підводні археологічні дослідження в цьому районі проводились під керівництвом В. Зінько та А. Шамрая.

При проведенні підводних досліджень на території затопленої частини античного міста Німфея, на відстані 300–500 м від сучасного берега, були знайдені залишки будівлі, що знаходилася на глибинах –4...–4,5 м [108]. Подальші підводні археологічні роботи в прибережній зоні Керченської протоки показали, що дно протоки шириною 250–300 м на глибинах 0...–4 м є схилом античної тераси, на якій розташовувалися древні поселення і кургани. Далі знаходиться смуга на глибині –4,6...–6 м, шириною приблизно 100 м, що має досить крутий схил з перепадом 1,5–1,7 м. Цю смугу можна вважати терасою, час існування якої відноситься до часу Фанагорійської регресії. Проведення геоморфологічних досліджень протягом декількох сезонів ставили за мету визначити розташування гавані античного міста. Опрацювання батиметричних профілів, прокладених від берегової лінії до глибини 5 м, показали знаходження берега в античні часи на відстані 350–400 м від сучасного положення. Границя узбережжя IV–III ст. до н.е. знаходиться в даний момент на глибині 5 м. Проаналізувавши результати усіх ком-

плексних досліджень, було встановлено, що гавань Німфею вірогідно знаходилася з південної сторони мису Камиш – Бурун.

Виходячи з отриманих даних в наслідок проведених підводних досліджень, можна зробити припущення, що мінімальний рівень Чорного моря в районі Німфея в IV ст. до н.е. був на 5,5–5,7 м нижче сучасного. Отже, за останні 2,5 тис. років, у цьому районі Керченського півострова була

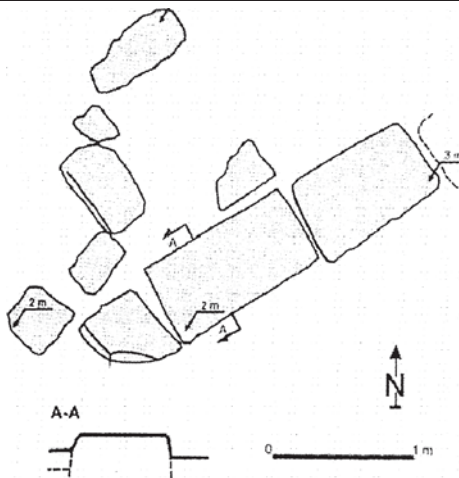


Рисунок 3.75 – План підводної кам'яної будівлі (за Лаврухіним, 1977 р.)

затоплена прибережна смуга завширшки більше 400 м. На думку В. Н. Зинько, величина затоплених територій складає близько 3–4 км кв. території Німфейського полісу. Це означає, що більшість приморських поселень, портових районів і споруджень Німфея були затоплені [109, с. 15].

В ході робіт по проекту «Німфей – історія й структура грецького поліса» у 1993–1997 рр. були проведені підводні розвідки й обстеження наступних пунктів:

- місце аварії корабля XVII–XVIII ст. поблизу селища Героївка-I. Залишки судна розташовані на глибині 3,6 м, повністю покриті піском, а його бронзові й мідні заклепки й цвяхи знищені морем. Загальна довжина видимої частини складала приблизно 40 м [355, р. 112].
- поселення № 1 напроти маяка Героївка-I на відстані 300–500 м від берега. Підводні розвідки цієї ділянки виявили скупчення блоків, деякі з чіткими розмірами 0,8×0,4×0,2 м. Майже половина каменів мала сліди обробки. Керамічний матеріал знаходився між каміннями в шарах донних відкладів та представлений фрагментами амфор IV–III ст. до н.е. – I–II ст. н.е. і уламками боспорської покрівельної

черепиці. Також виявлено фрагмент посудини з вапняку з двома ручками та кам'яний вівтар. Раніше тут були знайдені дві амфори IX ст. (одна мала графіті у вигляді подвійної грецької літери Н). На думку дослідників, на цьому місці була розташована наземна кам'яна будівля, яка потім, через зміни берегової лінії, опинилася під водою [355, р. 113].

- поселення № 2 було відкрито групою аквалангістів під керівництвом В. Лаврухіна у 1977 р та отримало назву «сільський будинок». Воно має вигляд залишків стіни, паралельної берегу, складеної з великих вапнякових блоків на відстані 20 м в напрямку моря. Окремі блоки розкидані на глибині від 1 до 3 м на площі 0,5 га. Між каменями знайдено уламки амфор і боспорської черепиці IV–III ст. до н.е. У 1982 р. науковим консультантом Боспорської підводно-археологічної експедиції В. Голенко виконано креслення цієї будівлі. – поселення № 3 розташовано південніше поселення № 2 на глибині 3–3,5 м. Воно являє собою скупчення великих вапнякових блоків. На деяких з них помітні сліди обробки. Підйомний матеріал датується IV–III ст. до н. е.
- якірну стоянку виявлено на глибині 6–6,5 м на схід від поселення № 1. Було виявлено 15 якорів, похованих під шаром піску товщиною від 0,14 до 0,25 м. Визначено три типи якорів: 1 – кам'яні з однією виїмкою; 2 – кам'яні з декількома округлими виїмками; 3 – кам'яні, з декількома жолобками для прив'язування канату. На якірній стоянці часто знаходили фрагменти кераміки, причому кераміка середньовічного періоду була розташована у верхньому шарі, антична – на рівні шару знаходження якорів. В місці скупчення кераміки були виявлені 4 фрагменти щільно оброблених дерев'яних стовбурів діаметром 8 см [355, р. 114].

Можна припустити, що подібна картина ландшафтних змін сталася і на території сільської округи більшості міст Боспорського царства, розташованих у прибережній зоні Керченської протоки (рис. 3.77) Більшість не знайдених античних на-



Рисунок 3.76 – Центральна частина стародавнього Німфея

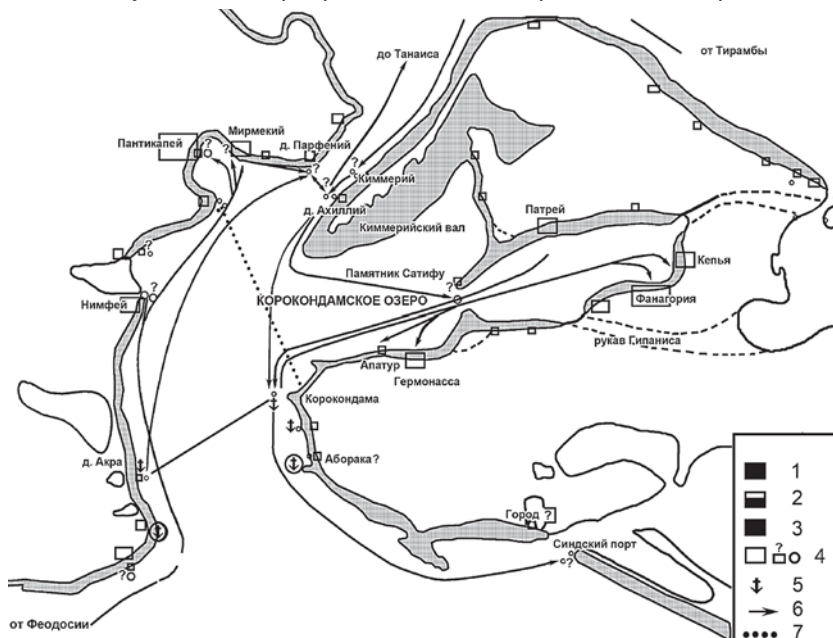


Рисунок 3.77 – Навігаційна модель Боспора Кімерійського (за Страбонам) (дано за А. Н. Шамраєм, 2009):

- 1 – затоплена смуга берега; 2 – частково затоплені античні міста і поселення;
- 3 – затоплені античні міста і поселення; 4 – передбачувані міста, поселення, їх гавані і рейдові стоянки; 5 – локалізовані гавані і рейдові стоянки;
- 6 – напрями корабельного шляху; 7 – лінія переправи з околиці Пантікапея

селених пунктів цього району, мабуть, необхідно шукати в межах сучасного шельфу, на глибинах до  $-4,5\text{ м}$  [2, с. 19–20]. Пов'язані з ними територіальні елементи (пристані, гавані і рейдові стоянки), ймовірно, знаходяться на глибинах від  $4,5$  до  $9\text{ м}$  [290, с. 146].

### **3.3.4 Пантікапей**

Місто Пантікапей – столиця боспорського царства, було засновано у VI ст. до н.е. іонійцями. В середні віки це місто відомо як Боспор, Корчев. Організовані в 1939 р. професором Р. А. Орбелі підводні роботи по обстеженню давньої керченської гавані силами загону водолазів експедиції підводних робіт особливого призначення (ЕПРОН) разом з гідрографічною службою Чорноморського флоту, дозволили виявити будівельні залишки Пантікапею II–I ст. до н.е. Вони являли собою



*Рисунок 3.78 – Вид на акрополь Пантікапея. Гравюра XIX ст.*

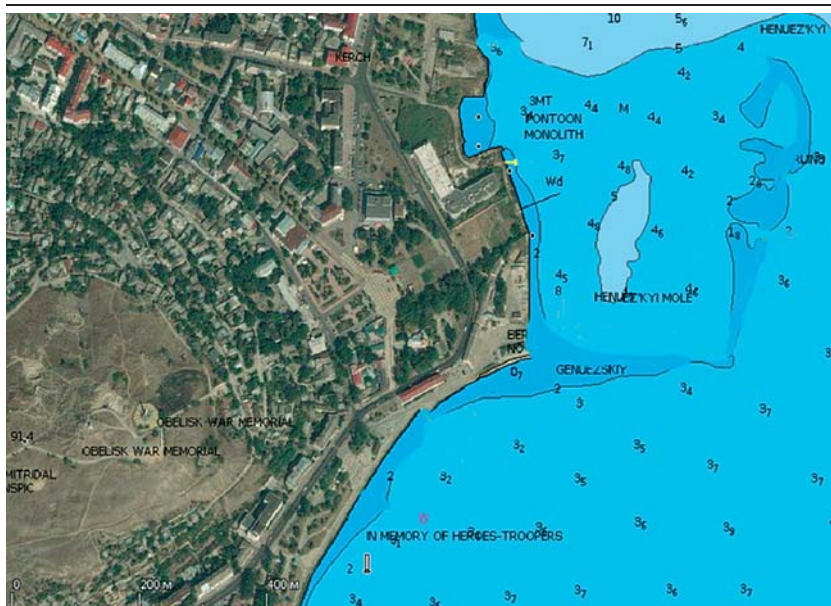


Рисунок 3.79 – Частина Керченської затоки біля античного Пантікапея



Рисунок 3.80 – Центральна частина акрополі Пантікапея

масивні кам'яні брили, форма й розміри яких походили на давню кам'яну кладку. Для ототожнення цих залишків з родовищами каменоломень в околицях Керчі учасники експедиції провели наземні розвідки з визначенням складу і терміну добування цієї будівельної сировини. Розв'язання питань походження будівельних блоків, на думку Р. А. Орбелі, наближало дослідників до розв'язання проблеми місця знаходження Пантікапейської гавані, відомої з повідомлень давньогрецького історика Страбона. Численні знахідки якорів, рибальських гачків і грузил, цілих амфор і піфосів також слугували підтвердженням існування тут гавані [207, с. 171, 172].

### **3.3.5 Дослідження півострова Казантип**

У 1984 р. аквалангісти Боспорського загону ЛОИА АН СРСР провели візуальне обстеження на глибині 2 м донної поверхні в районі акваторії південно-східного берега півострова Казантип. Підйомний матеріал представлений окремими уламками античної кераміки. На думку К. К. Шилика, це затоплена частина поселення Казантип-II [298].

У 1985 р. в ході підводних розвідок, проведених аквалангістами цього ж Боспорського загону, був обстежений район мису Такіль. Було виявлено на глибині 6 м скупчення покрівельної черепиці античного часу.

В 1989 р експедицією підводних археологічних робіт (ЕПАР) Запорізького краєзнавчого музею під керівництвом Г. І. Шаповалова була проведена розвідка дна протоки Тонкої в акваторії порту Геніченськ на Азовському морі. Тут наприкінці 1987 р. – початку 1988 р. при гідротехнічних роботах по облаштуванню бухти був знайдений комплекс предметів XI–XII ст. Первісна глибина бухти становила 2 м. Знахідки були зроблені при поглибленні дна грейфером до 4 м. Їхнє скупчення знаходилося в 15–30 м від північного берега бухти. Ковшем самохідного плаваючого крана були підняті: дерев'яна скульптура, що зображує голову великої тварини з довгими рогами, три амфори, два глечики, безліч фрагментів амфор і глечиків,

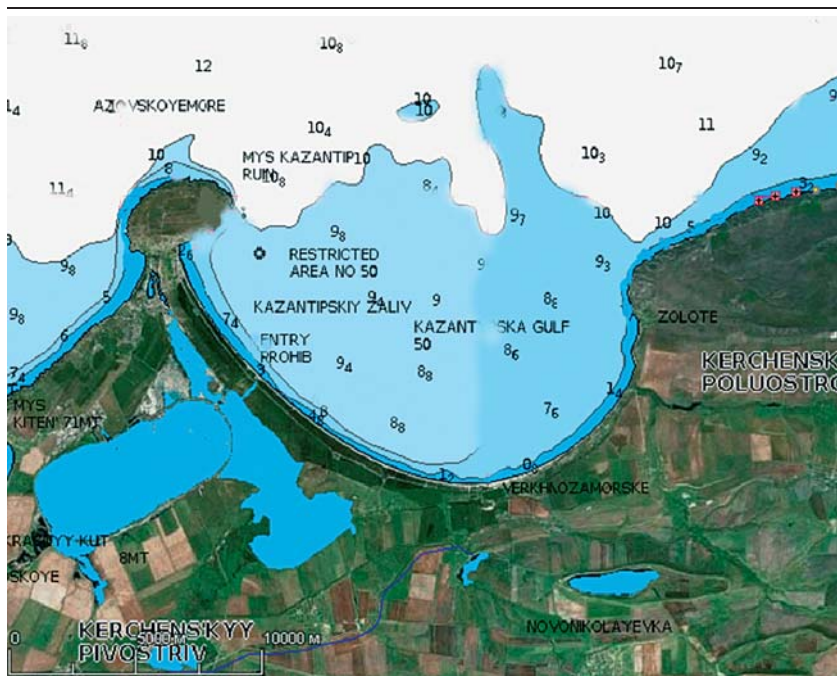


Рисунок 3.81 – Казантипська затока

фрагменти двох білоглиняних глечиків з поливою, фрагменти червоноглиняного глечика й трьох блюд з поливою, фрагмент плінфи, частина шпангоута й залізний штир. У тім же районі раніше, у літку 1987 р, випадково був знайдений невеликий середньовічний залізний чотирьохрогий якір. В ході проведених експедицією підводних робіт виявлено і піднято на поверхню дошку бортової обшивки, невеликий носовий шпангоут та декілька фрагментів амфор і глечиків [294, с. 186]. Склад керамічних виробів, знайдених на дослідженому кораблі, свідчить про те, що він прийшов до берегів Приазов'я із Таврики. Результати радіовуглецевого аналізу деревини, характерні типи тари й домашнього посуду дозволили дослідникам датувати місце загибелі корабля в Азовському морі біля Генечинська XI–XII ст. [294, с. 191].

### **3.4 Дослідження північно-західної частини Азовського моря**

Загальна площа Азовського моря дорівнює 39,1 тис. км<sup>2</sup>. Довжина берегової смуги складає 2 686 км. На сьогоднішня максимальні глибини Азовського моря не перевищують відміток 13 м. Рельєф дна рівний, в центральній частині більша половина площі моря знаходиться на глибинах від 10 до 13 м, біля 43% загальної площі моря знаходиться на глибинах 5–10 м інша частина – на глибина нижче 5 м. (рис. 3.82). Ізобата 10 м, відмітки глибини, проходить досить близько до берегів Керченського півострова, але у північного та західного берегів Азовського моря знаходяться на відстані 30–40 км. З західного боку до Азовського моря знаходиться Сиваш, який відокремлений від нього Арбатською стрілою. Загальна площа Сиваша складає 2 630 км<sup>2</sup>. У північно-східній частині знаходяться Утлюкський та Молочний лимани. Глибини цих водойм не перевищують відміток 3,6 м [85, с. 30–31].

Виходячи з цього треба зауважити, що при рівні падіння навіть на відмітку –4 м, не кажучи вже про відмітки до –9 м, його площа повинна була бути значно меншою за сучасну, майже у двічі. Сиваш та Утлюкський та Молочний лиман при такому падінні рівня моря не існували. Підтвердженням цього є численні згадки у різних античних авторів таких як Гелланік, Геродот, Гіппократ, Аристотель, Страбон, Плутарх, Птоломея та інших, які згадують Азовське море під назвою «Метійське озеро» у греків чи «Меотійське болото» у римлян (рис. 3.83). Навіть якщо прийняти величину падіння рівня моря за відмітку 4 м, північна межа Азовського моря знаходилася південніше на відстань від декількох сот метрів до декількох десятків кілометрів. В наслідок підняття рівня моря усі низинні території, які знаходилися до цих відміток були затоплені, а ті, що знаходилися на більшій височині, потерпіли від активної берегової абразії.



Рисунок 3.82 – Карта глибин Азовського моря



Рисунок 3.83 – Карта Азовського моря за Птоломеем

Процес активної берегової абразії північних берегів Азовського моря продовжується до сьогодення. Це пояснює те, що вздовж усього північного побережжя Азовського моря практично невідомі поселення чи городища античного та середньовічного часу. Можна зробити висновок, що частина з них була затоплена і зараз знаходиться на дні Азовського моря, а друга частина була зруйнована береговою абразією. На сьогодення відкрито лише три поселення античного часу на північному побережжі Азовського моря. Перше знаходиться у низині лиману р. Молочна [45], а друге – у прибережній частині Таганрозького заливу [135]. Згадані поселення зараз знаходяться під водою на невеликих глибинах.

Третє поселення знаходиться біля північно-західного берега о. Сиваш. Сиваш в античні часи не існував у сучасному вигляді, а територія, яку він займав, була сушею, на якій вірогідно знаходилися поселення різних епох. Зокрема поселення бронзової доби та античне поселення V ст. до н.е. були відкриті під водами Сивашу, на глибинах 0,5–1 м, в районі м. Армянськ зі східного кінця Турецького валу [55]. Необхідно відмітити, що час існування усіх цих трьох поселень датується VI–V ст. до н.е.

Можна стверджувати про те, що під водами Сиваша і на окремих островах на його території знаходиться досить велика кількість поселень доби бронзи, античного та середньовічного періодів. Так на північній частині Арбатської стрілки між Азовським морем та Сивашем досліджено багатопоселення, античного та середньовічного періодів [164, с. 45–47].

### **3.5 Досліджені археологічні пам'ятки, які знаходяться на дні Дніпровського лиману та пониззі р. Дніпро**

На берегах Дніпровського лиману та пониззя р. Дніпро розташовується велика кількість археологічних пам'яток різних історичних періодів, починаючи з епохи каменю і до епохи пізнього середньовіччя. Одна частина з них, особливо по берегах Дніпровського лиману, була повністю чи частково затоплена в наслідок підняття рівня Чорного моря, а незатоплені пам'ятки постраждали від берегової абразії. Найбільш численними пам'ятками історії у цьому районі є пам'ятки античного та середньовічного часів.

Городища та поселення античного періоду розташовані на високих материкових берегах, майже всі вони урізній ступені постраждали від берегової абразії. Поселення, які б розташовувалися на пойменних територіях, на сьогодні практично не знайдено. Можна стверджувати, що вони існували в часи античності, але були затоплені внаслідок зміни рівня Чорного моря. Окрім того, біля городищ існували частини, які знаходилися в прибережній зоні. Більш того, біля городищ без сумніву розташовувалися пристані чи порти та супутні їм відповідні будівлі, такі як склади та верфі для будівництва та ремонту кораблів. Про це можуть свідчити з'їзди з територій городищ до берегу лиману. Зараз території, які вони займали, знаходяться під водою. На берегах Дніпровського лиману розташовані городища: на території смт Станіслав, Широка Балка (Золотий мис), Софіївка-II, поселення Софіївка-I (Глибока Пристань) та городище біля смт Білозірка на одному із рукавів р. Дніпро.

#### **3.5.1 Античне городище Станіслав**

Античне городище Станіслав (час існування VI ст. до н.е. – IV ст. н.е.), розташоване на мисі при злитті Дніпровського та Бузького лиманів (рис. 3.84, 3.85). За вимірами В. І. Гошкевича на початку XX ст., його площа складала приблизно 6 500 м<sup>2</sup>, а

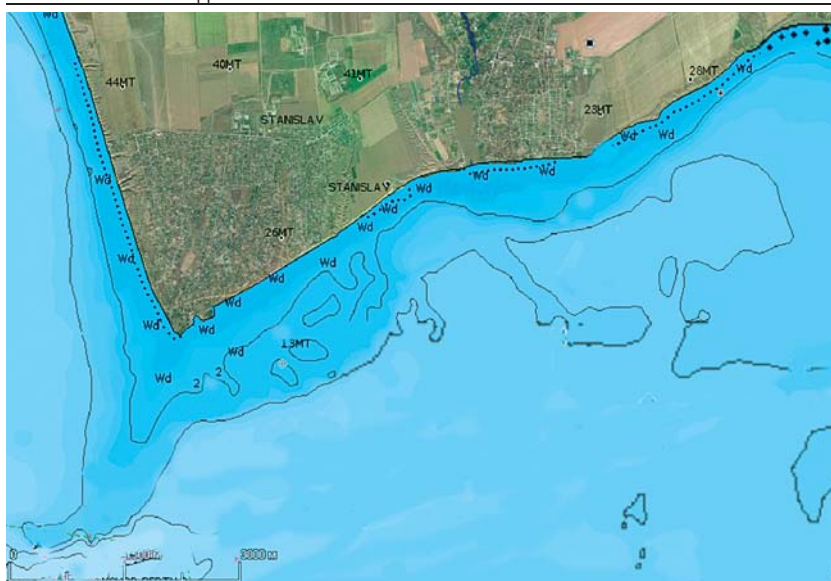


Рисунок 3.84 – Карта глибин північно-західної частини  
Дніпровського лиману

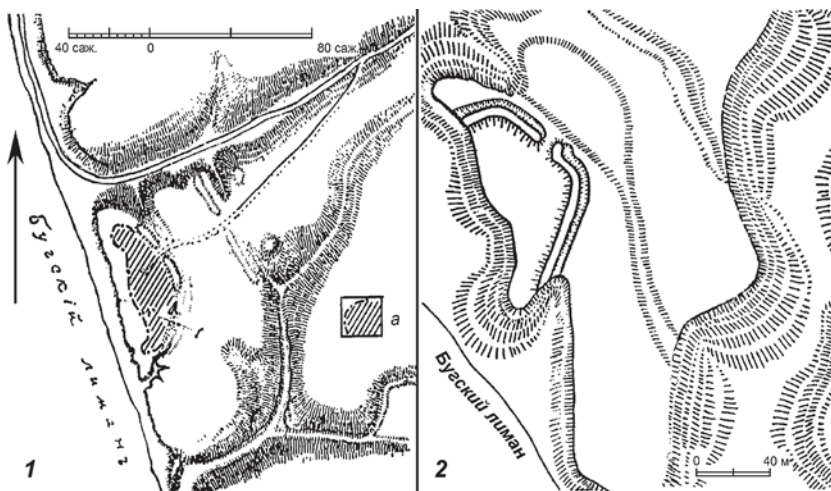


Рисунок 3.85 – Городище Станіслав:  
1 – план В. І. Гошкевича, 1913 р.: а – територія городища на 1980 р.;  
2 – план городища 1980 р.

наприкінці ХХ ст. дорівнювала 4200 м<sup>2</sup>. Таким чином, за 90 років городище зменшилося на 2300 м<sup>2</sup>, втративши 1/3 своєї площі. Величина затопленої частини мису (при піднятті рівня Чорного моря на 4–5 м) складає приблизно до 1,5–1,7 км, при ширині від 700 до 50 м. Згідно свідчень мешканців смт Станіслав саме в районі затопленої частини мису під водою знаходяться частини кам'яних колон.

Мис, на якому розташовано городище Станіслав, в античній літературі відомий під назвою Гипполаїв мис. Він згадується у античних авторів Геродота: *«Находящаяся между этими реками клинообразная полоса земли называется мысом Гипполая; на нем расположен храм Деметры»* (Herod, IV, 53), та у Диона Хризостома: *«Мыс этот представляет собой острый и крутой выступ материка в виде корабельного носа, около которого сливаются обе реки...»* (Dio. Chrys. Or. Bor, XXXVI, 3).

Наприкінці XIV ст. за часів правління Литовського князя Вітовта на мисі будується замок як форпост Великого князівства Литовського та Руського, який контролював торговельні шляхи по річкам Дніпро та Південний Буг. Можна стверджувати, що в цей час на ще повністю незатопленій частині Станіславського мису існував порт та портові споруди. Тому проведення стаціонарних підводних досліджень у цьому районі можуть дати дуже цікаві матеріали античного та середньовічного часів.

### 3.5.2 Городище «Золотий Мис»

Городище «Золотий Мис» (час існування I–III ст.) розташовано на східній окраїні с. Широка балка у 8 км на схід від смт Станіслав (рис. 3.86) інтенсивно руйнується береговою абразією. За період з 1977



Рисунок 3.86 – Городище  
Золотий мис

по 1987 рр. площа городища зменшилася на 0,5 га. Контрольні заміри на городищі Золотий Мис показали, що за рік руйнується від 0,6 до 0,9 м коренного берегу, на якому воно розташоване. З часів свого існування площа городища зменшилася не менш, як у двічі. Відкритий при дослідженні великий комплекс зернових ям на його території [148, с. 92] свідчить про можливість існування торговельного порту. Зерно та інші товари, які поступали до городища по р. Дніпро, завантажувалися в ньому на торговельні кораблі.

### **3.5.3 Поселення Софіївка-1, та городище Софіївка-2**

Поселення Софіївка-1, та городище Софіївка-2 (Глибока пристань) були одним крупним населеним пунктом (час існування IV–III ст. до н.е.), який розташовувався на двох рівнях, подібно Ольвії, нижній та верхній терасах. Нижня частина цього населеного пункту частково затоплена, а частково зруйнована береговою абразією. На верхній частині знаходиться городище площею понад 10 га, яка потерпає від берегової абразії. При проведенні археологічних досліджень були відкриті дві башти та дорога, яка пов'язувала верхню та нижню тераси цього населеного пункту (рис. 3.87). Можна стверджувати, що це поселення було невеликим містом Ольвійської держави та виконувало роль транзитного пункту у торгівлі зі Скіфією [148, с. 70–72]. Проведення стаціонарних підводних археологічних досліджень могло б встановити розміри затопленої частини цього населеного пункту, знайти його порт та дати цікавий матеріал для висвітлення історії його існування.

До середньовічного періоду можна віднести наступні пам'ятки: рештки замку в смт Станіслав (був розібраний у першій чверті XX ст.), рештки верфі біля с. Софіївка (Софіївка-II або «Козацька пристань») та городище (місце знаходження невизначено) біля смт Білозірка, про яке згідно повідомлення Д. І. Яворницького, було засновано генуезцями та існувало в XIII–XV ст. [92, с. 87]. Також при дослідженні території розташування поселення Софіївка-1 були знайдені рештки, вірогід-

3.5 • Досліджені археологічні пам'ятки,  
які знаходяться на дні Дніпровського лиману та пониззі р. Дніпро

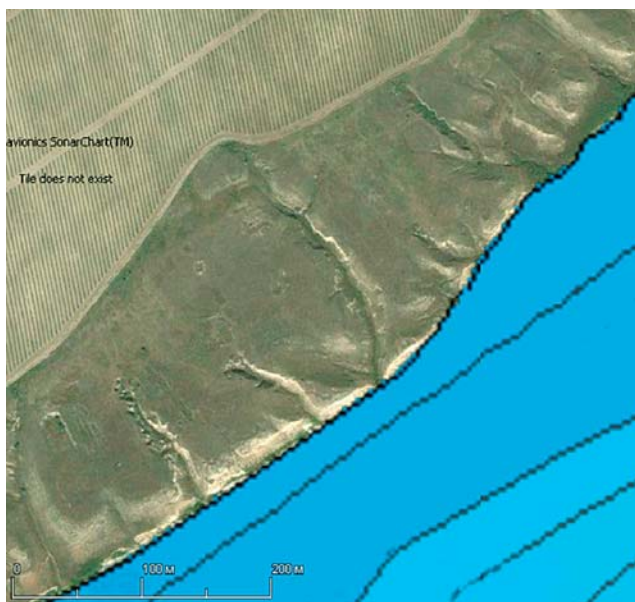
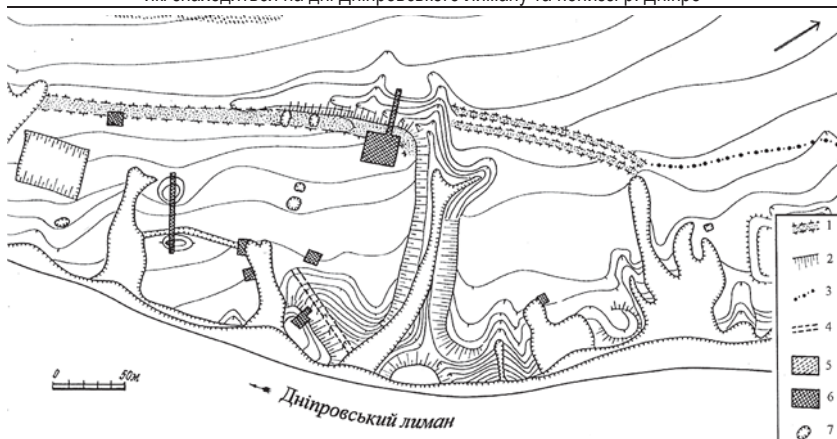


Рисунок 3.87 – План та космічний знімок городища «Глибока Пристань»

но, верфей XVII ст., які фіксувалися ще наприкінці XX ст., а зараз майже повністю знищені береговою абразією. Також поблизу на глибинах 1,5–2 метра мешканцями с. Широка Балка були знайдені рештки корабля, з якого була знята гармата (знаходилася у музею села).

170

3.5 • Досліджені археологічні пам'ятки,  
які знаходяться на дні Дніпровського лиману та пониззі р. Дніпро

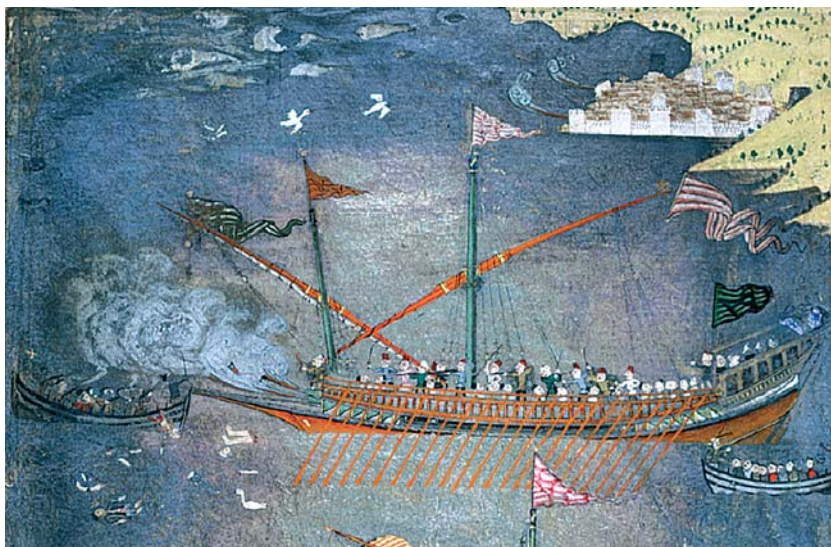


Рисунок 3.89 – Зображення турецької галери на середньовічній карті

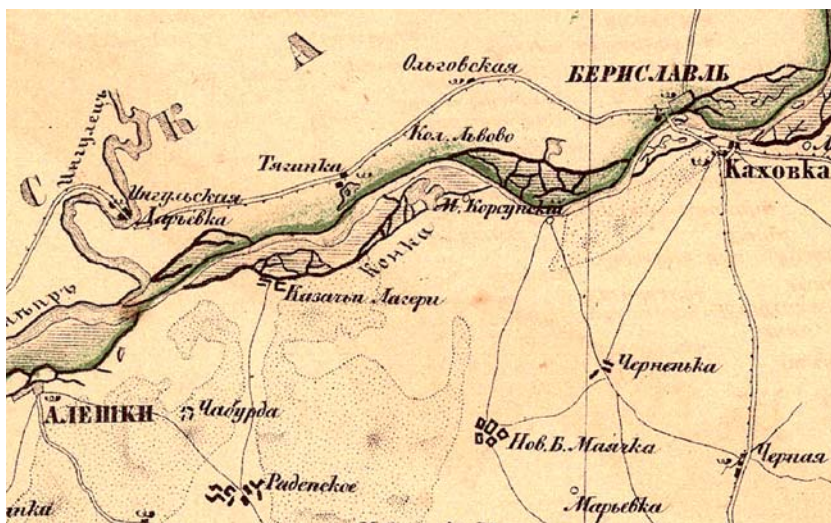


Рисунок 3.90 – Пониззя р. Дніпро на карті Херсонської губернії 1906 р.

– правого притоку р. Дніпро, в його пониззях був збудований римський табір (рис. 3.91), а пізніше трішки вище за течією побудована готська фортеця. Проведення підводних археологічних досліджень в місцях розташування стародавніх переправ може дати дуже цікавий археологічний матеріал.

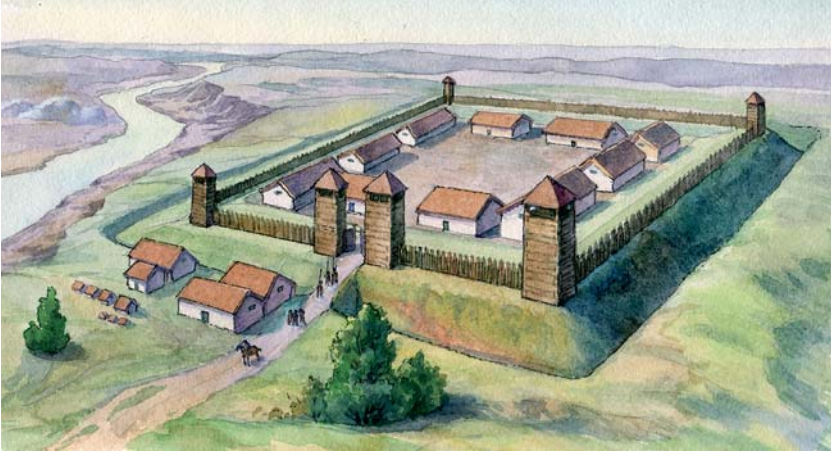


Рисунок 3.91 – Римський табір на р. Інгулець  
(реконструкція С. Б. Буйских, М. М. Ієвлева)

### 3.5.4 Батиметричні дослідження біля фортеці Тягин

Однією з найвизначних пам'яток археології розташованої у пониззі р. Дніпро без сумніву є городище та фортеця Тягин. Винукнуши ще у IV ст. до н.е. воно з переривами у часі проіснувало до початку XVIII ст.

Фортеця та городище Тягин розташовані на півострові між р. Дніпро та його правою притокою – р. Тягинкою, яка й дала назву фортеці та городищу. Потрібно зазначити, що в часи існування фортеці та городища у середньовіччі, півострів, на якому вони знаходилися, був островом, площею 18,5 га, оточений з усіх боків водами р. Дніпро та р. Тягинки. Окрім того, посад городища Тягин розташовувався на другому острові, площею понад 6 га, який знаходиться вище по

течії р. Тягинка. Про те, що цей посад входив до складу городища, свідчать численні знахідки археологічного матеріалу часу існування городища та фортеці Тягинь, які були знайдені на його території.

Фортеця та городище Тягин розташовувалися в дуже зручному стратегічному місці, яке дозволяло здійснювати контроль як за водним торговельним шляхом, який проходив по р. Дніпро, так і за сухопутним шляхом між Європою та Кримом.

Саме в районі розташування острова Тягин у середньовіччі знаходилася одна з найбільш зручних переправ через р. Дніпро, яка згадувалася Михайлом Литвином у середині XVI ст. [261]. Період розквіту свого існування городище Тягин можна віднести до XIV–XVI ст. В цей час, поряд з городищем Тягин, неподалік від місця впадіння р. Тягинки у р. Дніпро, існував річковий порт, до якого могли підніматися морські кораблі з Чорного моря та заходили річкові судна. У цьому ж районі знаходилася переправа, яка з'єднувала торговельний шлях з Європи до Криму.

З метою визначення місця знаходження річкового порту та переправи в районі Тягинського городища були проведені батиметричні дослідження акваторії річок Дніпра та Тягинка (рис. 3.92). При їх проведенні акваторії р. Тягинка були знайдені рештки пристані (рис. 3.93). Ця пристань розташовувалася на відстані біля 3 км вище по течії р. Тягинка від місця її впадіння у р. Дніпро на глибині до 3 м (рис. 3.92). Відкрита пристань розташована з південно-західного боку цього острова на лівому березі р. Тягинка. На дні



Рисунок 3.92 – Розташування об'єктів: круг – причал коло острова; ромб у крузі – фортеця; прапорець – затоплена вежа

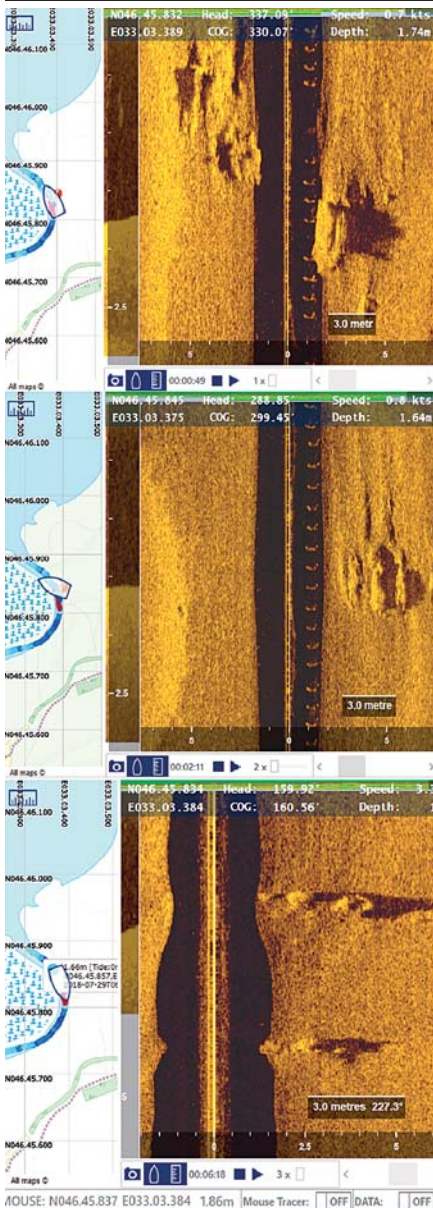


Рисунок 3.93 – Рештки опор  
пристані на р. Тягинка

річки біля нього були виявлені рештки опор, одна частина яких була кам'яна, а друга була залишками дерев'яних стовпів діаметрами 0,3–0,4 м. Загальна площа розповсюдження решток опор складає понад 300 м кв, а її розміри складають 11×35 м.

Окрім водного торгового шляху біля Тягинського городища проходив через переправу сухопутний шлях, тому пошуки місця знаходження цієї переправи було однієї із задач проведення батиметричних досліджень в акваторії р. Дніпро. При проведенні батиметричних досліджень в районі впадіння р. Тягинки у р. Дніпро, біля мису, який вони утворюють, були знайдені рештки кам'яної вежі, від якої на дні р. Дніпро частково збереглися решки фундаментів та розвали стін (рис. 3.94, 3.95). Рештки вежі мають розміри 25×20 м і розташовані на підвищенні округлої форми, яке знаходиться на глибині –4 м. З повідомлень місцевих жителів, на цьому місці рибалки часто знаходили кам'яні ядра від гармат.

3.5 • Досліджені археологічні пам'ятки,  
які знаходяться на дні Дніпровського лиману та пониззі р. Дніпро

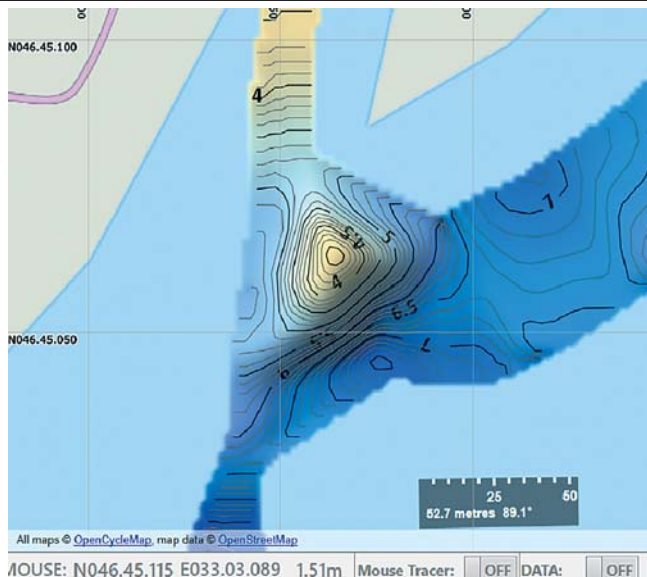


Рисунок 3.94 – Місце розташування вежі

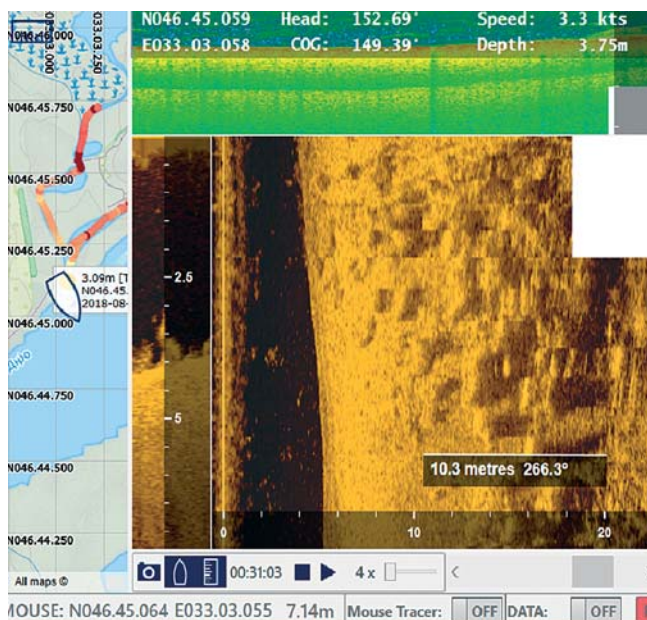


Рисунок 3.95 – Розвал каміння на дні в місці розташування вежі

Таким чином, ця вежа була окремим фортифікаційним об'єктом, який здійснював контроль за входом до р. Тягинка. Окрім того, вежа також могла здійснювати контроль за переправою через р. Дніпро, яка повинна була знаходитися вище впадіння р. Тягинки у р. Дніпро, неподалік від городища Тягин. Саме цей район, судячи за зафіксованими вимірами глибин, був найбільш сприятливий для існування переправи.

При проведенні батиметричних досліджень вище впадіння р. Тягинки в р. Дніпро на дні було зафіксовано два довгих підвищення. Ці підвищення починалися біля лівого берега р. Дніпро і частково його перетинали (рис. 3.96). Перше підвищення знаходилося на відстані 450 метрів від решток знайденої вежі вище за течією р. Дніпро. Це підвищення знаходиться на глибині 3,5–4 м, було довжиною до 160–180 м, завширшки 20–25 м. Воно розташовано на відстані 500 м від лівого берега й майже на такий же відстані від правого берегу р. Дніпро (рис. 3.97). Це підвищення та існуюча на ньому переправа, вірогідно, було пов'язані з більш раннім періодом існування торгового шляху з Південної Європи до Криму Час його існування охоплює період з IV ст. до н.е. – до II ст. н.е., коли цей район входив до територій, які знаходилися в сфері політичних та військових інтересів античних держав Північного Причорномор'я, а пізніше Римської імперії. Підтвердженням цього припущення є те, що на території острова Тягин при проведенні археологічних розвідок у його північній частині зафіксовані залишки фортифікаційних споруджень, які за наявним підйомним матеріалом можна віднести до античного періоду. Окрім того, при дослідженні середньовічного городища та фортеці Тягин зустрічалися окремі поодинокі знахідки античних предметів, головним чином – фрагменти амфор. Для більш точного визначення часу виникнення та існування цього античного городища і переправи необхідно проведення окремих археологічних досліджень.

Друге подібне підвищення знаходиться на 400 м нижче за течією р. Дніпро, майже напроти знайденої вежі (рис. 3.98).



Рисунок 3.96 – Розташування аномалій відносно башти. Найбільш сприятливе місце для стародавнього броду на сучасній батиметричній



Рисунок 3.97 – Невідомі решки під шаром піску в районі ймовірного стародавнього броду (перша аномалія, місце переправи?)

Воно знаходиться на глибині 3,5–4 м, його довжина дорівнює приблизно 180–200 м, а ширина 20–25 м. Також як і перше підвищення, воно розташовано майже посередині р. Дніпро. У обох підвищень найменша глибина фіксується у їх західних частинах (біля 3 м). Довжину цих підвищень зараз встановити неможливо у зв'язку з тим, що із заходу вони були зруйновні при поглиблені русла р. Дніпро.

Однак на сьогодні не викликає сумнівів, що саме ці підвищення були пов'язані з переправою через р. Дніпро. Вірогідно, саме в цьому місці знаходилася переправа, яка існувала в різні історичні часи. Внаслідок природних процесів, переправа перемістилася на 400 м нижче по течії р. Дніпро. За часів існування городища Тягин для переправи більш підходить а своїм місцем розташування друге підвищення. Ця переправа імовірно проходила з лівого берегу р. Дніпро на мис, який утворювали р. Тягинка та р. Дніпро, поряд із знайденою вежею. Далі дорога проходила під стінами городища Тягин, що давало можливість здійснювати повний контроль за сухопутним торговим шляхом з Європи до Криму.

Подальші батиметричні дослідження були проведені в старому руслі р. Дніпро, яке знаходилося з південно-східного боку Тягинського городища. При його дослідженні на дні були зафіксовані два аномальних підняття, які можуть бути з ним пов'язані (рис. 3.99). Перше аномальне місце знаходилося майже напроти південно-східного кута фортеці Тягин. Воно представляло собою два підвищення з обох боків старого русла р. Дніпро, які розташовані напроти один до одного на глибинах –0,5...–0,7 м. Підвищення, яке розташовувалося на північному березі, було біля 10 м ширини та 20 м довжини. Підвищення на південному березі мало майже квадратну форм розмірами 20×20 м. Між цими двома підвищеннями відстань дорівнює приблизно 10 м з глибинами –1...–1,5 м. Саме сюди мала підходити дорога, яка починалася переправи через р. Дніпро, яка знаходилася на 1,5 км нижче за течією. В цьому місці, вірогідно, був розташований міст, який поєднував два береги ста-



Рисунок 3.98 – Друга невідома аномалія (місце переправи?)



Рисунок 3.99 – Стара протока р. Дніпро. Червоним кольором зображена підсипка (місце можливої пристані) та моста за нею у протоці біля фортеці

рого русла р. Дніпро. Дорога від цього моста мала йти до городища та фортеці Тягин і далі на захід. На відстані 20–25 м від місця знаходження імовірного моста, на захід, в 15 м на південь від мурів фортеці розташовувалося друге аномальне підвищення на дні старого русла.

Воно було розташовано вздовж берега, мало довжину понад 50 м та ширину біля 20 м. Це підвищення, виходячи з місця його розташування, могло бути пристанню кораблів різного типу.

Таким чином, в результаті проведення батиметричної зйомки в акваторіях р. Дніпро та р. Тягинка вдалося знайти місця розташування двох пристаней, місце знаходження переправи через р. Дніпро та вежі біля неї, а також місто розташування моста через старе русло р. Дніпро. Для підтвердження отриманих результатів необхідно провести підводні археологічні дослідження у місцях знаходження відкритих об'єктів. Проведення таких досліджень разом з продовженням батиметричної зйомки в районі озера на р. Тягинка та старого русла р. Дніпро можуть дати дуже цікаві результати.

Велика кількість пам'яток археології розташовується по берегах та на дні Каховського водосховища. Ця територія мала назву «Великий Луг» і протягом останніх тисячоліть була центром скотарства цього регіону. У цьому районі знаходиться декілька десятків середньовічних городищ та селищ. Історик XVIII ст. С. Мишецький згадує 12 городищ Золотоординського часу, які знаходилися на території плавнів (зараз на цьому місці знаходиться Каховське водосховище). Одне з них було частково затоплене городище на островах Великі та Малі Кучугури.

### **3.5.5 Городище на островах Великі та Малі Кучугури**

Досліджена площа городища займала понад 10 га після утворення Каховського водосховища його більша частина опинилася під водою (рис. 3.100). Перші підводні археологічні дослідження були здійснені у 1972 р. Під час їх проведення

були зафіксовані 9 місць скупчення каменю, сирцевої цегли, полив'яних кахлів, фрагментів кераміки. При дослідженнях проведених у 1977 р. були знайдені рештки кам'яних підмурків великої будівлі. При проведенні досліджень на городищі було знайдено велику кількість археологічного матеріалу: кераміки, виробів з заліза та кольорових металів. Знайдений матеріал дозволяє зробити висновок, що у XVI ст. н.е. це городище було економічним та адміністративним центром цього регіону.



Рисунок 3.100 – Космічний знімок островів Великі та Мали Кучугури

### **3.5.6 Підводні дослідження Дніпра в районі острова Хортиця**

Навколо Хортиці місцеві жителі з давніх часів знаходили різноманітні предмети побуту: сокири, багри, крюки, підкови, штики, замки від рушниць, стремена та тощо. З берега Дніпра повені вимивали залишки стародавніх суден козацьких часів. Чисельні письмові джерела згадували про давні поселення, броди, кургани і могильники, укріплення, верфі, що існували в цьому місці Запоріжжя [122; 199, с. 27, 90].

Ще у 1905 році, після знахідки в Дніпрі нижче Хортиці корабля з гарматами, було вперше підняте питання про необхідність археологічного дослідження пам'яток, що знаходяться під водою. Необхідність підводних досліджень в районі острова Хортиця пов'язана також і з існуванням у XVIII ст. в руслі Старого Дніпра на острові Мала Хортиця (Байда), Дніпровської флотилії, яку було збудовано для потреб російсько-турецької війни 1735–1739 рр. В середині човна знайшли ядра, кременеві рушниці, палаш з клеймом на лезу «1726», судовий багор, ковану шрапнель, литі свинцеві кулі [127, с. 3].

Перші підводні археологічні дослідження було розпочато членами клубу любителів підводного спорту «Скіф». Протягом 1972–1975 рр. проводились гідроархеологічні експедиції в руслі Старого Дніпра під керівництвом Г. І. Шаповалова. Робота експедицій дала багатий матеріал XVIII ст. і в котрий раз довела насиченість русла Дніпра пам'ятками різних епох.

Основні роботи експедиції 1979 р. проводились на правому березі Дніпра навпроти балки Наумової. Була обстежена велика ділянка прибережної зони на глибині від 5–6 м до 23 м. Дослідження цієї ділянки тривали три роки і були відмічені цікавими знахідками: фрагменти кераміки, ціла посудина періоду бронзи, мідний котел, кинджал та предмети періоду Великої Вітчизняної війни – карабін, гвинтівка, стремено, вуздечка кінської зброї.

У 1984 році ЕПАР (Експедиція підводно-археологічних робіт), виявила на дні Старого Дніпра в районі балки Генералки

човен-однодеревку, який знаходився на глибині 7,5 м і був повністю вкритий піщаним ґрунтом [293, с. 7]. Човен було видовбано з цілого стовбура дерева, діаметр якого досягав 1 м, довжина човна досягала 5,2 м, висота бортів – 0,5 м, ширина – 0,6 м, у його верхній частині знаходилась невеличка площадка для якоря або сіток, в носовій частині – отвір для кріплення якоря, в кормі – площадка-сидіння для гребця. Методом радіо вуглецевого аналізу деревини було з'ясовано, що човен виготовили в період між 1395 та 1475 роками [195, с. 6].

Наприкінці 80-х років у Запоріжжі працювали вже дві гідроархеологічні експедиції. Одна від Запорізького обласного краєзнавчого музею, керівники Шаповалов Г. І. та Нефедов В. В., а друга від історико-культурного заповідника «Хортиця», керівник Ю. Мазурик [209]. Цінний матеріал з історії України та Дніпра було знайдено під час гідроархеологічних досліджень 1994–95 рр. русла Старого Дніпра. Серед цікавих речей: дворогий якір зі штоком, ядра-бомби, картечні картузи, деталі рушничного кременевого замка, масивні чотирирогові судові якорі XVIII–XIX ст. У 1997 році археологами М. А. Остапенком та Д. Р. Кобалією були обстежені кілька хортицьких об'єктів: балка Совутина, Молодняка, Ушвива, Костіна – Липова, Думна Скеля. В результаті цих досліджень були підняті цінні речі: якорі, срібний медальйон, деталі кормової частини невеликого гребного судна, латунна ложка, кружка тощо [215].

В результаті гідроархеологічних обстежень акваторії р. Старий Дніпро у травні 1998 р. було виявлене і досліджене затонуле стародавнє судно I пол. XVIII ст. – козацька «чайка». Розміри судна, що входило до складу Дніпровської флотилії, яка воювала проти турецького флоту, 17,5 м в довжину і 3,5 м завширшки, висота кормової частини – 2,7 м, висота борту в середній частині не перевищує 1,7 м. В 1999 році вона була піднята на поверхню і потягом 10 років проходила процес реставрації, консервації та музеєфікації. Цей рік ознаменувався також знахідкою судна «бригантини» біля скелі Наумової, яка була піднята на поверхню у листопаді 2004 року. Бригантини

були суднами парусино-гребного типу, мали на озброєнні чотири легкі три фунтові гармати та перевозили 50–60 чоловік екіпажу. За період війни 1736–1739 рр. було побудовано декілька десятків бригантин для Дніпровської флотилії для протистояння турецькому флоту в акваторії Дніпро-Бузького лиману та Чорному морі. «Бригантина» була виготовлена на Брянській корабельні у 1738 році та брала участь у російсько-турецькій війні 1736–1739 рр. Судно має загальну довжину 20 м, його найбільша ширина – 4,2 м, висота кормової частини 3,7 м, а висота борту в середній частині не перевищує 1,8 м. Була проведена реставрація корпусу та його окремих деталей та консервація з використанням поліетиленгліколю [223].

Ще у 1998 році в районі Наумової скелі острова Хортиця на дні Дніпра була знайдена дупель-шлюпка і після тривалих досліджень у 2010 році її було піднято на поверхню та розміщено в реставраційному ангарі. Це військовий човен 1736–1739 рр. довжиною до 20 м, шириною до 6 м. Зроблений з дуба та сосни. На палубі знаходилося 4 гармати – фальконети.

У 2011 році старший науковий співробітник Національного заповідника «Хортиця» Валерій Нефьодов в руслі Старого Дніпра біля о. Байди виявив занесений піском човен-однодеревку. У червні 2012 року, в рамках підводно-археологічної експедиції (керівник Дмитро Кобалія) проведено детальне дослідження цього затонулого об'єкту. Човен було зроблено з суцільної деревини – дуба. Довжина однодеревки становить близько 7,40 м, а ширина до 1 м. За попередніми висновками, вік знахідки 500 років.

## Розділ 4

# **ПРОЕКТНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У ЗАДАЧАХ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Підводні археологічні дослідження, що проводяться на основі роботизованих технологій, є одним з перспективних напрямів сучасної археології. Окремі історико-археологічні документальні дослідження і результати проведених морських археологічних експедицій свідчать про наявність у територіальних водах України великої кількості унікальних підводних об'єктів, які представляють різні історичні епохи і належать до національної історичної спадщини. При цьому в даний час вітчизняна підводна археологія знаходиться на початковій стадії свого розвитку: не розроблена Національна програма підводних археологічних досліджень (ПАД), не вирішені питання техніко-технологічного, організаційного та теоретичного забезпечення робіт. Ці обставини актуалізують пошук рішень ряду науково-прикладних задач, які пов'язані з підводними археологічними дослідженнями, зокрема, невирішених задач теорії управління проектами в даній предметній галузі.

Проте виконаний аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень показав, що до теперішнього часу у сучасній науково-технічній літературі вирішення питань формування та реалізації проектів ПАД на основі різних стандартів управління проектами, а також питання розробки моделей управління проектами в даній предметній галузі висвітлені недостатньо, а існуючі результати впровадження відомих технологій управління у підводні археологічні проекти носять фрагментарний характер.

Отже, підвищення ефективності ПАД на основі ненаселених підводних апаратів (НПА) шляхом розробки та вдосконалення моделей теорії управління проектами – є актуальною задачею і має загальнодержавне значення.

## **4.1 Основні напрямки досліджень в галузі управління проектами підводних археологічних досліджень**

Ознайомлення з науково-технічною літературою та власний досвід автора свідчать, що життєвий цикл підводних археологічних досліджень, у цілому, добре узгоджується з загальнотеоретичними канонами проектного менеджменту [33] і містить наступні відомі чотири фази:

- ініціалізація проекту;
- планування проекту;
- виконання проекту;
- завершення проекту.

Розглянемо з позицій проектного менеджменту змістовну частину цих фаз та визначимо невирішені наукові задачі, які необхідно розв'язати у подальшому для успішної реалізації проектів ПА [33].

У загальному випадку, головним виконавцем проекту на фазі ініціалізації проекту ПА є група ініціаторів, які визначають ключові параметри проекту та встановлюють інтереси зацікавлених сторін – стейкхолдерів (рис. 4.1).

Оскільки історично цінні підводні об'єкти згідно законодавств України є виключно власністю держави [236], доцільним є створення спеціалізованої державної організації (можливо, зі змішаним капіталом), яка б виконувала проекти ПА на професійній основі у рамках цільової державної програми з дослідження, охорони та музеєфікації об'єктів підводної спадщини України. Замовниками таких проектів можуть бути державні установи Національної академії наук України, Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Міністерства культури України, а також приватні організації та фізичні особи.

Фаза ініціалізації проекту ПА передбачає розв'язок наступних задач:

- визначення акваторії, на якій має виконуватись підводне археологічне дослідження;

- визначення обсягу підводних археологічних досліджень та попередня (очікувана) оцінка результатів археологічних досліджень;
- оцінка термінів виконання проекту ПА та необхідних обсягів фінансування;
- визначення особливих вимог до проекту, зокрема, до природних умов і спеціальних роботизованих технологій виконання та результатів виконання проекту ПА (гідрокліматичні умови та наявність рекомендованих морських шляхів у районі підводних робіт, специфіка роботи з артефактами на стадіях їх документування, підйому, збереження і транспортування).



Рисунок 4.1 – Узагальнена структура управління проектом ПА

Тут орієнтовно визначається необхідний обсяг робіт: перелік правових документів та узгоджень, необхідних для початку проекту, обсяг інвестицій, які треба вкласти у проект, дата закінчення проекту, вимоги до кількісних та якісних показників проекту ПА.

Для цього треба виконати наступні роботи:

- визначити потреби, які висуваються замовниками проекту ПА;
- зафіксувати та проаналізувати поточний стан підводних археологічних об'єктів;
- розробити та обґрунтувати нові технічні та технологічні рішення, які б могли лягти в основу проекту ПА;
- розробити комплекс заходів щодо виконання підводних археологічних робіт, безпеки їх проведення, збереження піднятих на поверхню артефактів.

На цій фазі також визначається характер проекту, зокрема, оцінюється його інноваційна складова.

Фаза ініціалізації проекту ПА включає наступні роботи:

- документально-історичну підготовку – підбір та вивчення архівних документів, огляд наукових публікацій за темою майбутнього археологічного дослідження, встановлення попередніх географічних координат підводних об'єктів та описів їх поточного стану тощо;
- отримання дозвільних документів на виконання підводних археологічних робіт («відкритий лист» тощо);
- проведення підводної археологічної розвідки – пошук (або допошук) історично цінних затонулих об'єктів, їх попереднє візуальне та/чи приладове обстеження й ідентифікація, документування та картографування знайдених об'єктів; тут роль ЗМР є визначальною, оскільки за їх допомогою виконуються як пошуково-розвідувальні роботи, так і роботи з попереднього обстеження виявлених артефактів та встановлення їх географічних координат та технічного стану.

Зазначимо, що перші дві роботи є традиційними для археології [65; 227]. Щодо третьої роботи – проведення підводної

археологічної розвідки – то у науковій і виробничій літературі 70–90-х років минулого сторіччя описано лише пошуково-розвідувальні роботи на малих (водолазних) глибинах [23; 226; 265]. Відомості про управління морськими роботами з археологічної розвідки в інтересах ПА у сучасній літературі відсутні, тому розглянемо це питання більш детально.

Археологічна розвідка – це наукове обстеження акваторії з метою виявлення й первинного вивчення нових об'єктів археологічної спадщини (підводних пам'яток археології), а також одержання сучасних даних про раніше виявлені об'єкти археологічної спадщини. У ході археологічних розвідок виконується візуальний огляд донної поверхні, фіксуються виходи культурного шару й залишки древніх споруд, проводиться збір древніх предметів, виявлених на морському дні. Для виявлення культурного шару і древніх споруд можуть виконуватись зачищення донної поверхні та культурних відкладень, а також виконуватись інші неруйнівні підводно-технічні роботи.

Аналіз науково-технічної літератури свідчить, розробка теоретичних питань щодо організації і проведення підводних пошукових археологічних робіт та інтерпретації їх результатів практично не розроблена, а наявні публікації [23; 205; 226; 265] стосуються лише методів розвідки на водолазних глибинах. Тому удосконалення управління підводною археологічною розвідкою як складової робіт фази ініціалізації проекту роботизації ПА є новою актуальною науковою задачею.

У цілому, результатом проведених робіт за цією фазою має бути документ «Ініціалізація проекту» (Project Initiation Document, PID) або «Статут проекту ПА», який містить необхідний мінімум інформації і в якому чітко визначається й описується майбутній проект ПА, зокрема:

- мета, кінцеві результати проекту ПА та критерії його оцінки;
- предметна частина проекту;
- основні завдання проекту ПА й попередні строки реалізації;

- попередній бюджет проекту ПА;
- учасники проекту ПА;
- основні вимоги до якості реалізації проекту ПА;
- основні ризики проекту ПА.

Головним змістом фази планування проекту підводного археологічного дослідження є детальна розробка всіх компонентів проекту і підготовка до його реалізації. Досвід автора з організації та проведення морських археологічних експедицій дає змогу сформулювати наступний загальний зміст робіт цієї фази:

- призначення організації-виконавця та керівника проекту, формування команди проекту (археологи, водолази, моряки, медики, робототехніки, інженери, фото- і відео-оператори, зв'язківці, історики та музеєзнавці, фахівці з ІБ, лаборанти, оператори ПЕОМ тощо);
- розробка нормативно-правового забезпечення проекту ПА – сукупності документів міжвідомчого (на право роботи експедиційних суден у морі та заходу в порти) та внутрішнього (інструктивно-методичних, розпорядничих, програмно-цільових, які встановлюють норми, правила, вимоги та методи виконання робіт проекту ПА) характеру;
- установа ділових контактів з організаціями-партнерами (судновласниками, водолазними, робототехнічними), вивчення цілей, мотивацій та вимог замовника (власника) проекту ПА, інших ключових учасників проекту;
- розробка основного змісту проекту з чітким формулюванням кінцевих результатів проекту ПА, стандартів якості щодо виконання проекту ПА, структури, переліку основних робіт проекту ПА, методик їх виконання та обсягів необхідних ресурсів;
- структурне планування, у тому числі: декомпозиція проекту, календарні плани й укрупнені графіки робіт і забезпечення, кошторис і бюджет проекту, потреба в ресурсах, процедури управління проектом і техніка контролю, визначення й мінімізація ризиків;

- укладання контрактів з основними виконавцями та організація закупівель техніки і обладнання для виконання проекту ПА;
- організація виконання базових науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт по створенню нової та модернізації існуючої техніки та технологій її застосування, які необхідні для виконання робіт по проекту ПА.

Оскільки основною формою ПА є проведення археологічних експедицій (АЕ), фаза планування проекту ПА при розробці основного змісту проекту має розглядати три основні етапи робіт (головних складових наступної фази життєвого циклу проекту – фази виконання проекту ПА):

- планування підготовки АЕ;
- планування проведення АЕ;
- планування обробки результатів АЕ.

Ключовим питанням успіху цієї фази і, загалом, проекту ПА у цілому, є науково обґрунтований вибір підводної технології для проведення археологічних досліджень на обраному підводному об'єкті (водолазної, робототехнічної, комбінованої) [227; 249].

Вирішення цього питання з позицій проектного менеджменту (порівняльний аналіз цих технологій з метою оптимізації експедиційних витрат) утворює окрему прикладну наукову задачу, яка має визначальне значення для забезпечення високої продуктивності та якості виконання підводних археологічних досліджень.

Документом, регламентуючим результати робіт за цією фазою, є «Регламент по плануванню проекту», який затверджується в установленому порядку.

Фаза виконання проекту ПА передбачає реалізацію командою проекту всіх запланованих на попередній фазі заходів по проекту. Тут мають бути проведені:

- власне підводні археологічні дослідження – водолазні, робототехнічні або комплексні; при цьому виконується фото- та відеодокументування історично цінних підвод-

них об'єктів та окремих артефактів, їх вимірювання, ідентифікація та складання плану розташування на морському дні;

- підготовка та підйом найбільш цінних артефактів на поверхню та їх доставка на експедиційне судно;
- обстеження піднятих артефактів фахівцями-археологами та істориками на борту експедиційного судна – їх первинне наукове дослідження, остаточна ідентифікація, опис та документування;
- спеціальна обробка та консервація піднятих артефактів, їх підготовка до транспортування до берегових науково-дослідних установ та музеїв [177].

На цій фазі життєвого циклу проекту ПА максимально повно проявляються всі неточності й помилки попередніх фаз проекту – ініціалізації і планування проекту ПА, а також суттєво впливає на хід підводних робіт низка факторів, серед яких – фактичні гідрокліматичні умови в районі підводних робіт, виявлені особливості підводних об'єктів та маніпуляцій з ними, помилки учасників морської експедиції, відмови експедиційного обладнання тощо.

Тому одним з головних завдань управління проектом ПА на цій фазі є оцінка ризиків проекту та розробка заходів щодо їх зменшення.

Тут застосовуються наступні напрямки виконання археологічних досліджень:

- а) занурення водолазів:
  - в автономному режимі з використанням дихальних сумішей (тримікс-занурення) та спеціальної водолазної техніки для їх застосування (глибоководні занурення на глибини більше 60 метрів) [136];
  - у прив'язному (шланговому) режимі за технологією TUP (transfer under pressure), тобто «транспортування під тиском» [289]; ця методика застосовується на глибинах 30–100 м, коли завдання й обсяг підводних робіт вимагають безперервної й інтенсивної діяльності водолазів на локальному об'єкті;

- з використанням «підводних домівок» для тривалого перебування водолазів під водою на робочій глибині та періодичного виходу у підводне середовище для виконання археологічних робіт [228];
- б) застосування населених підводних апаратів (глибини практично необмежені) [268];
- в) застосування ненаселених підводних апаратів-роботів (глибини практично необмежені) [30].

Всі зазначені водолазні технології проведення археологічних досліджень вимагають залучення спеціалізованих суден забезпечення, здатних ставати на якір на великих глибинах (чи мати систему динамічного позиціонування), а також мати спеціальне технічне оснащення для забезпечення водолазних спусків (барокамери, водолазні альтанки, компресорне обладнання тощо) [175]. Водолази при цьому можуть виконувати роботу у двох основних режимах:

- короткочасного перебування під водою, коли час перебування під водою або під підвищеним тиском газового середовища барокамер менше часу, необхідного для повного насичення тканин організму індиферентними газами; повернення відбувається за тих же умов по режиму декомпресії;
- насиченого перебування під водою, коли час перебування під підвищеним тиском газового середовища дорівнює часу повного насичення тканин організму індиферентними газами або перевищує його; наступна декомпресія відбувається в барокамерах.

Застосування населених підводних апаратів також вимагає залучення спеціалізованих експедиційних суден, які мали б можливість розміщувати на борту пілотовану підводну техніку та потужні спуско-підйомні пристрої для її опускання на воду та підйому з води на палубу судна забезпечення.

Застосування ненаселених телекерованих підводних апаратів-роботів значно зменшує вимоги до експедиційного судна, проте вимоги щодо можливості ставати на якір на великих

глибинах чи мати систему динамічного позиціонування залишаються.

Попередній аналіз науково-технічної літератури та досвід автора у підготовці та виконанні морських експедицій НУК дає змогу встановити, що на цей час не створено методи управління проектами ПА, які передбачають залучення водозлазних технологій чи підводних апаратів-роботів різного типу для виконання археологічних досліджень [35].

Приймаючи до уваги, що фаза виконання проекту ПА визначає загальну ефективність морських археологічних досліджень, а зазначені вище водозлазні та роботизовані технології їх виконання належать до найсучасніших морських технологій і не мають альтернативи у ПА, розробка відповідних їм методів управління проектами ПА є актуальним науковим завданням.

Документом, регламентуючим результати робіт за цією фазою, є «Регламент по виконанню проекту», який затверджується у встановленому порядку.

Фаза завершення проекту ПА передбачає завершення всіх операцій всіх процесів керування проектом і забезпечує формальне закриття проекту. Тут розглядаються всі результати, отримані під час завершення попередніх фаз, що дозволяє констатувати завершеність всіх робіт по проекту та оцінити, чи досяг проект ПА своєї мети.

На цій фазі мають виконуватись наступні операції:

- вносяться пропозиції щодо занесення археологічних об'єктів до Державного реєстру нерухомих пам'яток України;
- складається підсумковий звіт, для чого на основі раніше складеного плану-графіку виконується всебічний аналіз результатів проекту ПА, збираються всі матеріали проекту та формується документ «Справа проекту», який направляється до архіву проектів ПА.

Останній відіграє важливу роль у проектному менеджменті підводної археології, оскільки акумулює набутий досвід і дає змогу врахувати його при організації наступних проектів ПА.

Якщо у процесі виконання проекту ПА вносились зміни до його плану-графіку, то перед здаванням в архів «Справа проекту» коригується.

Документом, який регламентує даний процес, є Документом, регламентуючим результати робіт за цією фазою, є «Регламент по завершенню проектів», який затверджується в установленому порядку.

Зазначимо, що фаза завершення проекту ПА відіграє важливу роль у процесі керування проектом у трьох напрямках:

- у напрямку отримання нових документально оформлених знань про підводну археологічну спадщину;
- у напрямку поповнення національної бази даних історично цінних підводних об'єктів та забезпечення тим самим їх використання у культурно-історичному аспекті та захисту законодавством України від несанкціонованого доступу і знищення;
- у напрямку підвищення загальної ефективності майбутніх проектів ПА за рахунок створення бази даних раніше виконаних проектів.

Таким чином, усі морські фази виконання ПАД включають застосування засобів морської робототехніки як базового інструментарію підводних наукових досліджень, який, власне, забезпечує можливість їх ефективного виконання.

#### **4.1.1 Аналіз сучасного стану управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень**

Серед основних проблем, які стримують розвиток підводних археологічних досліджень в Україні, слід вважати практичну відсутність моделей та механізмів управління проектами (УП) ПАД, що за умов наявності значної кількості об'єктів культурної спадщини в Азово-Чорноморському басейні України [71; 101; 292; 309; 341] робить актуальною науково-прикладну задачу розробки таких моделей і механізмів, як задачі ключового значення.

Серед напрямків підвищення ефективності управління проектами ПАД слід, у першу чергу, вказати напрям, пов'язаний з використанням проєктивних моделей управління роботизованих видів ПАД, які базуються на класифікації проєктів, що в загальному випадку забезпечує скорочення часу на формування змістовної частини процесів управління [285].

Виконаний аналіз існуючих класифікаційних ознак, які можуть бути застосовані для підводних археологічних досліджень показав, що вони не в повній мірі задовольняють потребам управління відповідними проектами та програмами роботизації ПАД [331; 348; 351; 352].

Так, в [352] наведена класифікація, яка стосується технічних характеристик НПА (класифікаційні ознаки за масою, глибиною, швидкістю ходу, навісним обладнанням) та відповідних завдань їх використання та призначення (аварійно-рятувальні ТПА, пошукові, для ремонтних та будівельних робіт, цивільні ТПА, воєнного призначення, дослідні, подвійного призначення).

Класифікація, яка наведена у публікаціях [331; 348; 351; 352], підрозділяє ТПА на 4 класи та стосується ряду вимог до їх створення, а також до їх обладнання. Проте, результати виконаних робіт не можуть бути напряму застосовані для оцінки артефактності проєктів підводних робіт, оскільки не передбачають кількісної оцінки ефективності застосування ТПА.

Найбільш широка класифікація ТПА, з відомих, наведена у [352]. Так, у відповідності до прийнятого стандарту класифікація ненаселених підводних апаратів здійснюється за наступними ознаками: призначення, енергетична незалежність, спосіб управління, масо-габаритні показники, потужність системи електроживлення, спосіб переміщення під водою, тип рушійно-рульового комплексу (рис. 4.2).

В більш розгорнутому вигляді класифікація ТПА представлена наступним чином.

За призначенням ТПА класифікуються як :

- пошукові;
- дослідницькі;

- робочі;
- океанологічні;
- багатоцільові (подвійного призначення).

За енергетичною незалежністю ТПА класифікуються, як:

- прив'язні;
- автономні;
- комбіновані (передбачають електроживлення від бортових джерел та від судна забезпечення через спеціальний кабель).

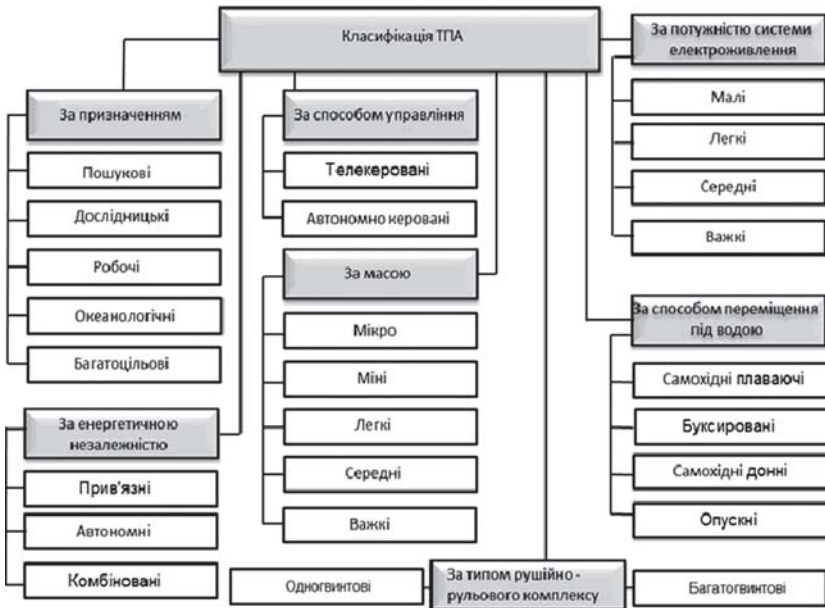


Рисунок 4.2 – Класифікація телекерованих підводних апаратів

За способом управління:

- дистанційно керовані оператором через спеціальний кабель;
- автономно керовані за програмою;

За масою ТПА класифікуються, як:

- мікро, з масою менш ніж 5 кг;
- міні, з масою від 5 до 30 кг;

- легкі, з масою від 30 до 100 кг;
- середні, з масою 100 кг до 2000 кг;
- важкі, з масою більш ніж 2000 кг.

За потужністю системи електроживлення ТПА класифікуються, як:

- малі, вихідна потужність до 10 кВт;
- легкі, вихідна потужність до 30 кВт;
- середні, вихідна потужність до 75 кВт;
- важкі, вихідна потужність більш ніж 75 кВт.

За способом переміщення під водою ТПА класифікуються, як:

- буксировані;
- самохідні плаваючі;
- самохідні донні;
- опускні на спеціальному кабелі.

За типом рушійно-рульового комплексу ТПА класифікуються, як:

- одnogвинтові (з поворотною насадкою чи зі стерном);
- багатогвинтові.

Проведені дослідження показали, що стосовно проектів ПАД з використанням ТПА не розроблена їх класифікація, яка б враховувала їх суттєві ознаки стосовно питань управління проектами та програмами ПАД. Зокрема, відсутні критерії вибору того чи іншого типу НПА для типових видів археологічної діяльності (пошукових, обстежувальних робіт тощо). Це робить виконання завдання класифікації НПА актуальним.

На теперішній час підводні археологічні проекти відносяться до класу високотехнологічних, таких, які потребують сучасного технічного і технологічного забезпечення, відповідної організаційної підготовки та залучення відносно великих обсягів ресурсів [315; 330; 341].

З технічної точки зору такі проекти виконуються з залученням ТПА з інтелектуальними системами керування, сучасними суднами-носіями, оснащеними засобами комунікацій тощо.

Проекти виконуються в різних районах Азово-Чорноморського басейну, в різних природнокліматичних умовах та на

значних глибинах. У сукупності ці обставини призводять до того, що ПАД супроводжуються значною кількістю ризиків, в тому числі такими, що можуть призводити до зриву проекту чи програми.

Відомі методології управління ризиками забезпечують загальні підходи щодо зниження їх впливу на успішність виконання проекту. При цьому, основу методології управління ризиками становлять етапи їх ідентифікації, якісної та кількісної оцінки [248; 349; 362].

Виконаний аналіз підходів та рішень управління ризиками в проектах підводних досліджень показує, що на теперішній час такі роботи стосуються окремих проектів та не забезпечують створення повного «check-листа» ідентифікованих ризиків [61; 329; 332; 338].

Так, в [349] визначені ризики, пов'язані з експлуатацією ТПА у важких метеорологічних умовах, що потребує підвищення їх енергетичної потужності, якості управління та зв'язку, розробки сенсорних систем нового покоління.

Специфічні ризики пов'язані з функціонуванням морських платформ та їх обслуговуванням ТПА відображені в [332]. До проблемних питань відносяться технологічні аспекти використання ТПА при дослідженні в більш глибоких, більш важкодоступних районах океану, невизначеність у зв'язку з ґрунтовою просторовою мінливістю тощо.

У роботах [61; 338] визначено ризик зіткнення ТПА з елементами трубопроводів, наводяться наслідки зіткнення та заходи, щодо їх зменшення.

Питанням зв'язку технічних та операційних ризиків з процесами розробки та розгортання автономних ненаселених підводних апаратів (АНПА) присвячена робота [329]. Відмічаються ризики, пов'язані з роботою програмного забезпечення, навігаційних систем, командою проекту. До основних проблем відносять ризики, пов'язані із працездатністю енергетичного обладнання. При розгляді операційних етапів проекту наголошуються ризики, які пов'язані з погодними та гідрологічними

умовами досліджень, ризики зіткнення АНПА при спусках з судна-носія, ризики втрати АНПА та його пошуків тощо. Наголошується про існуючі ризики інституціонального характеру та пропонується «хвильова модель» зменшення технічних ризиків на основі ітерацій проектування АНПА (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 – «Хвильова модель» зменшення технічних ризиків при застосуванні АНПА в морських дослідженнях

В якості заходів щодо зменшення операційних ризиків у роботі [329] пропонується планування бюджету проекту в розрізі більш ретельної підготовки операторів.

В роботі [366] запропоновано приклади процесів управління ризиками для АНПА, працюючих в умовах льодової обстановки, які базуються на співробітництві замовника та технічної команди проекту. Відсутність сучасних моделей та механізмів управління ризиками при виконанні проектів ПАД суттєво впливає на їх ефективність і потребує вирішення низки питань теоретичного та прикладного характеру.

В [328] розглянуті окремі питання проектного забезпечення підводних робіт: визначено основні організаційні чинники, що впливають на інвестиційні рішення, ризики, управління вартістю, складання графіка виконання робіт, процеси моніторингу, контролю та інше. Проте, не розкриваються методологічні основи вирішення завдань ефективного формування і реалізації проектів ПАД.

Питанням етапу архівування підводних культурологічних досліджень присвячено публікацію [367]. Окремі питання управління проектами досліджень в історичному середовищі відображені в [341], які в сукупності з відомими результатами досліджень не дають змоги на науковій основі визначати архітектуру проектів ПАД і вирішувати завдання ефективного управління ними.

Відсутність науково обґрунтованих проектних рішень формування та реалізації проектів ПАД визначає актуальність розробки моделей і механізмів поетапного управління проектами підводних археологічних досліджень різного цільового призначення.

## **4.2 Методологія та основні методи досліджень**

### **4.2.1 Розробка концепції управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень**

Сучасний стан підводної діяльності в Україні характеризується застосуванням виключно водолазних технологій, що обумовлює низьку продуктивність та суттєву залежність від гідрометеорологічних умов акваторій при роботах на малих глибинах [137]. До того ж, вітчизняні наукові дослідження у цьому напрямку не проводяться, а потреби у водолазній техніці покриваються в основному за рахунок незначних імпорتنих поставок.

Підводна дослідницька діяльність на «заводолазних» глибинах на цей час в Україна не проводиться з-за відсутності інноваційних підходів, які б передбачали застосування сучасних засобів підводної робототехніки, зокрема, вітчизняного виробництва [257].

Розглянемо основні види ПАД та особливості їх роботизації з позицій проектного менеджменту [333].

Зазвичай, за видами підводні археологічні експедиції класифікують наступним чином [64; 178; 182; 363]:

- за робочими глибинами – мілководні і глибоководні («заvoudолазнi»);
- за робочими акваторіями – річкові, озерні, морські;
- за призначенням – пошукові, обстежувальні, картографічні, дослідницькі, підйомні;
- за обсягами археологічних досліджень – точкові, часткові та повні розкопки.

До переліку основних задач ПАД за призначенням входять:

- пошук та обстеження виявлених пам'ятників та артефактів для включення до державного реєстру Міністерства культури й туризму України та складання карти підводних археологічних об'єктів;
- вивчення затоплених древніх міст і поселень, розташованих по берегах морів, річок і озер, що дозволяє одержати конкретні відомості про архітектуру, техніку будівництва будинків і виявити предмети, що розширюють наші уявлення про побут та заняття населення в минулі віки;
- пошук і дослідження затонулих древніх торговельних і військових суден; амфорна тара та інші предмети матеріальної культури з місць аварій суден дають змогу простежити маршрути їх плавання та побут моряків, а залишки корпусів – древню техніку суднобудування;
- підйом виявлених артефактів на поверхню для їх детального вивчення та музеєфікації.

В якості методологічної основи розробки концепції К управління проектами роботизації ПАД прийнято підхід, запропонований в [240], який передбачає пошук рішень з дотриманням наступних семи принципів:

- 1) принцип узгодженості цілей (*harmonization*)  $P_H$ ;
- 2) принцип задоволеності всіх учасників (*satisfaction*)  $P_S$ ;
- 3) принцип єдності основи (*unity*)  $P_U$ ;
- 4) принцип неповної детермінованості і стохастичності (*incomplete*)  $P_I$ ;

- 5) принцип повної системи (*full*)  $P_F$ ;
- 6) принцип розвитку (*development*)  $P_D$ ;
- 7) принцип комплексності підходу (*complex*)  $P_C$ .

Згідно з цими принципами концепцію удосконалення управління проектами роботизації ПАД пропонується будувати на відповідних семи постулатах [39]:

- основна мета концепції – роботизація – має бути сумісною з цілями інших концепцій, що визначають функціонування різних складових ПАД (принцип узгодженості цілей  $P_H$ ): відповідність вимогам міжнародних конвенцій, ратифікованих Україною у галузі підводної спадщини [132]; відповідність чинному законодавству України, яке регулює археологічну діяльність [233]; забезпечення безпеки мореплавання та морської господарської діяльності у цілому [229]; відповідність концепціям інших видів діяльності України на морі;
- реалізація проекту (від його задуму і до завершення) не повинна погіршувати умови виконання основних завдань ПАД та функціонування інших систем, що забезпечують досягнення мети (принцип задоволеності всіх учасників  $P_P$ ); при цьому до головних критеріїв мають відноситись зменшення ризиків для життя та здоров'я учасників підводних експедицій, зацікавленість у їх результатах з боку споживачів археологічної інформації;
- методологія та наукова термінологія застосування ТПА повинна інтегрувати досвід традиційних методів ведення археологічних досліджень [265] та методів проведення роботизованих пошукових та обстежувальних робіт [30; 320], а також створювати нові поняття, терміни і визначення як похідні від застосування нового інструментарію для ПАД (принцип єдності основи  $P_U$ );
- відсутність на цей час у практиці використання ЗМР однозначних точних значень показників ефективності застосування ТПА має компенсуватись розробкою науково обґрунтованих методик оцінки ефективності застосування підводних робіт у проектах мілководної та глибоководної

- дної археології з урахуванням ризиків (принцип неповної детермінованості і стохастичності  $P_I$ ) на основі аналітичного або сценарного підходів [44; 79].
- рівень деталізації проробки основних положень концепції щодо технічного, кадрового та організаційного забезпечення має відповідати рівню деталізації складових ПАД, для яких вона розробляється (принцип повної системи  $P_F$ ); тому у роботі необхідно розглядати технічні, кадрові та організаційні рішення у загальнонауковій постановці, необхідній і достатній для управління змістом проекту роботизації ПАД;
  - спрямованість на інноваційний розвиток та створення спеціалізованих ТПА археологічного призначення і роботизованих технологій на їх основі, використання новітніх досягнень у галузі управління проектами; це має збільшити ефективність їх використання при виконанні головних завдань ПАД (принцип розвитку  $P_D$ );
  - впровадження концепції управління проектами роботизації ПАД повинно мати комплексну позитивну дію на підводну наукову археологічну діяльність та стимулювати використання підводної культурної спадщини в інтересах суспільства, розвиваючи при цьому нові форми використання отриманої археологічної інформації (принцип комплексності підходу  $P_C$ ).

Таким чином, для поставленого у науковій роботі завдання актуальною є робота з реалізації концепції  $K$ , яка може бути представлена наступною множиною принципів:

$$K = \{ P_H; P_P; P_U; P_I; P_F; P_D; P_C \}. \quad (4.1)$$

У зв'язку з практично повною відсутністю засобів підводної робототехніки в експедиційній практиці вітчизняних організацій, очевидно, що на цей час актуальними є питання теоретичного обґрунтування всіх семи принципів концепції управління проектами роботизації ПАД.

Тому розглянемо це питання більш детально з залученням теорії концептуального моделювання [314].

## 4.2.2 Розробка концептуальної моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень

**Загальні зауваження.** Концептуальна модель, зазвичай, відображає причинно-наслідкові зв'язки, властиві досліджуваному об'єктові в межах, визначених цілями дослідження. По суті, це формальний опис об'єкта моделювання, який відображає концепцію (погляд) дослідника на проблему.

З цих позицій будемо розробляти концептуальну модель управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень, виходячи з множини принципів (4.1) як переліку взаємопов'язаних задач, які мають бути розв'язані з урахуванням властивостей їх елементів і причинно-наслідкових зв'язків, властивих предмету дослідження та суттєвих для досягнення мети моделювання.

Будемо також враховувати умови функціонування об'єкта дослідження (процесів управління проектами роботизації ПАД) та можливості управління об'єктом з визначенням складу керованих змінних об'єкта.

Розробку концептуальної моделі управління проектами ПАД розпочнемо у порядку, визначеному у п.р. 4.2.

**Згідно принципу узгодженості цілей  $P_H$**  процес роботизації ПАД має бути сумісним з цілями інших концепцій, що визначають функціонування різних складових ПАД:

- відповідність вимогам міжнародних конвенцій, ратифікованих Україною у галузі підводної спадщини (позначимо цю вимогу через  $H_1$  як елемент множини вимог  $H$ );
- відповідність чинному законодавству України, яке регулює археологічну діяльність (позначимо цю вимогу через  $H_2$  як елемент множини вимог  $H$ );
- забезпечення безпеки мореплавання та морської господарської діяльності у цілому (позначимо цю вимогу через  $H_3$  як елемент множини вимог  $H$ );

- відповідність концепціям інших видів діяльності України на морі (позначимо цю вимогу через  $H_4$  як елемент множини вимог  $H$ ).

Вивчення доступного переліку міжнародних документів з підводної археології [324] свідчить, що впровадження засобів підводної робототехніки не суперечить професійним вимогам археологічної науки (вимога  $H_1$ ). Більше того, у провідних морських державах світу такі засоби є основним (а в глибоководній археології і єдиним) інструментарієм для проведення підводних археологічних досліджень [363]. Тому вимогу  $H_1$  можна вважати виконаною.

Законодавчої база, що регулює ПАД в Україні [90], та доступний опис вітчизняного досвіду ПАД не містять відомостей про застосування засобів підводної робототехніки і нормують застосування лише підводних засобів для тимчасового перебування людини під водою (аквалангів, водолазних дзвонів, підводних домів тощо) [204]. Тому на часі є розробка вітчизняного законодавчого забезпечення ПАД (вимога  $H_2$ ).

Роботизовані ПАД необхідно організовувати і проводити з урахуванням вимог Міжнародних правил попередження зіткнень суден у морі (COLREGS) [334], законів України про рибальство та про освоєння шельфу [237; 235]. Тут на законодавчому рівні також необхідно виконати низку прикладних науково-дослідних робіт для забезпечення вимоги  $H_3$ .

Що ж стосується відповідності вказаних робіт концепціям інших видів діяльності України на морі (вимога  $H_4$ ), то слід враховувати наявність в Україні низки законодавчих документів [134; 172; 232], виконання яких прямо передбачає створення вітчизняного парку засобів морської робототехніки. Таким чином, вимога  $H_4$  є актуальною для інших видів морської діяльності держави і її можна вважати виконаною.

У результаті проведеного аналізу можна встановити, що виконання принципу узгодженості цілей  $P_H$  залежить від виконання множини наступних вимог:

$$P_H = H_1 \cup H_2 \cup H_3 \cup H_4, \quad (4.2)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $H_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ .

Тут вимоги  $H_i$  представлено множинами, що залежать від виконання низькі підзаконних актів на результатів відповідних науково-дослідних робіт.

**Згідно принципу задоволеності  $P_S$**  всіх учасників процесу роботизації ПАД має досягатись:

- підвищення норм щодо збереження життя і здоров'я учасників археологічних експедицій (позначимо цю вимогу через  $S_1$  як елемент множини вимог  $S$ ), це має досягатись максимально можливою заміною водолазних технологій проведення археологічних робіт на безлюдні підводні технології на основі застосування НПА, роботизовані ПАД необхідно організовувати і проводити з урахуванням вимог Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі [357], а також правил безпеки водолазних робіт [201];
- задоволення вимог споживачів археологічної продукції (позначимо цю вимогу через  $S_2$  як елемент множини вимог  $S$ ); такими споживачами є наукові установи, музеї, громадські організації тощо).

Очевидно, що умова  $S_1$  однозначно виконується у процесі роботизації ПАД, оскільки підводні технології на основі ТПА повністю виключають археолога-водолаза від виконання глибоководних досліджень. При археологічних дослідженнях на малих (водолазних) глибинах частка робіт для археолога-водолаза зменшується на 50–75% [365].

Виконання умови  $S_2$  при роботизованих археологічних дослідженнях також не викликає сумнівів і обумовлено розширенням спектру об'єктів підводної культурної спадщини з-за збільшення глибин досліджуваних акваторій, а також новими можливостями доступу до виявлених артефактів.

Тоді умову виконання принципу задоволеності всіх учасників  $P_S$  процесу роботизації ПАД можна записати наступною залежністю:

$$P_S = S_1 \cup S_2, \quad (4.3)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $S_i$ ,  $i = 1, 2$ .

Досвід автора у проведенні роботизованих археологічних експедицій свідчить, що **принцип єдності основи  $P_U$**  має включати множину  $U$  наступних вимог:

- наявність інноваційних роботизованих підводних технологій виконання археологічних досліджень (позначимо цю вимогу через  $U_1$  як елемент множини вимог  $U$ ); ця вимога є ключовою для проектів роботизації ПАД, оскільки головні показники ПАД (продуктивність, якість тощо) забезпечуються саме при виконанні цієї вимоги;
- зацікавленість розробників НПА у створенні засобів морської робототехніки з максимально високими експлуатаційними характеристиками (позначимо цю вимогу через  $U_2$  як елемент множини вимог  $U$ ); це має бути забезпечено командною роботою конструкторів і виробників морської робототехніки (постачальників НПА) та розробників підводних роботизованих технологій (споживачів НПА);
- наявність підготовлених кадрів, спроможних реалізувати інноваційні підводні технології ПАД за допомогою створених засобів підводної робототехніки (позначимо цю вимогу через  $U_3$  як елемент множини вимог  $U$ ); реалізація цієї вимоги можлива у результаті виконання спеціальних освітніх програм для операторів НПА на базі організацій-постачальників НПА.

Таким чином, умову виконання принципу єдності основи  $P_U$  можна записати наступною залежністю:

$$P_U = U_1 \cup U_2 \cup U_3, \quad (4.4)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $U_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ .

**Згідно принципу неповної детермінованості і стохастичності  $P_I$**  головним завданням цього сектору наукового забезпечення проектів роботизації має бути розробка методів управління ризиками, розробка і перевірка працездатності

універсальної методики оцінки рівня роботизації ПАД. Таку роботу необхідно розглядати у напрямках створення нових методик кількісної оцінки ефективності роботизації (позначимо цю вимогу через  $I_1$  як елемент множини вимог  $I$ ) та розробки й оцінки варіантів сценаріїв якісного розвитку ПАД у результаті роботизації (позначимо цю вимогу через  $I_2$  як елемент множини вимог  $I$ ). Перший напрямок забезпечується авторською роботою [44], а другий напрямок пропонується розглядати за трьома основними сценаріями:

- академічний, який передбачає роботизацію ПАД силами колективів профільних організацій НАН України (у першу чергу – Інституту археології НАНУ) та університетів МОН України, які розробляють та впроваджують НПА у різних сферах морської діяльності (у першу чергу – Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова); цей сценарій характеризується вкрай обмеженим фінансуванням академічної та вузівської науки і на сьогодні практично може вважатись волонтерським; проте, його роль є провідною в аспекті теорії підводної робототехніки археологічного призначення;
- державний, який передбачає цільове фінансування завдань створення НПА археологічного призначення у рамках цільових державних програм; такий сценарій може бути реалізовано також як складова галузевих програм роботизації інших сфер морської діяльності – природоохоронних, видобувних тощо;
- міжнародний, який передбачає залучення зарубіжних організацій, фондів чи окремих компаній-спонсорів і є найбільш продуктивним, враховуючи міжнародне значення археологічних досліджень у територіальних водах України та міжнаціональний характер виявлених об'єктів підводної культурної спадщини; однак, реалізація такого варіанту сценарію можлива за умов розробки та схвалення світовою науковою спільнотою комплексних проектів ПАД міжнародного значення.

Можлива реалізація сценарного підходу у проектах роботизації ПАД показана на рис. 4.4.



Рисунок 4.4 – Основні сценарії реалізації якісного розвитку проектів роботизації ПАД

Іншим головним завданням для реалізації принципу неповної детермінованості і стохастичності  $P_I$  у проектах роботизації ПАД є необхідність оцінка ризиків, пов'язаних з погодними та гідрологічними умовами в районі проведення робіт. (позначимо цю вимогу через  $I_3$  як елемент множини вимог  $I$ ).

Очевидно, що умову виконання принципу неповної детермінованості і стохастичності  $P_I$  процесу роботизації ПАД можна записати наступною залежністю:

$$P_I = I_1 \cup I_2 \cup I_3, \quad (4.5)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $I_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ .

**Вимоги п'ятого принципу концепції (принципу повної системи  $P_F$ )** пропонується виконувати, окресливши у загальному вигляді особливості організаційного забезпечення управління проектами ПАД як унікального та наукоємного за змістом виду морської управлінської діяльності (позначимо цю вимогу через  $F_1$  як елемент множини вимог  $F$ ) та у вигляді вимог до двох основних складових ресурсного забезпечення

такої діяльності – робототехнічного та кадрового (позначимо цю вимогу через  $F_2$  як елемент множини вимог  $F$ ).

Розглянемо можливі підходи до реалізації цієї вимоги концепції.

Попередній аналіз та практичний досвід автора в організації морських археологічних експедицій показує, що одним з ключових питань для успішного їх проведення є відхід від традиційної організаційної структури – експедиційної групи – і перехід до ідеології «мобільного офісу», який має будуватись як автоматизоване робоче місце (АРМ) керівника експедиції та мати сучасні комунікаційні можливості для управління археологічним проектом у реальному часі протягом його життєвого циклу.

Найбільш доцільним є розташування такого АРМ на експедиційному судні з використанням програмного пакету SCADA (supervisory control and data acquisition – диспетчерське управління і збирання даних) для забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення й архівування інформації про об'єкти ПАД та оперативного управління морською експедицією.

Програмне забезпечення повинно встановлюватись на бортові комп'ютери експедиційного судна і забезпечувати також зв'язок зі стаціонарним (береговим) центром управління ПАД більш високого рівня.

Робототехнічне забезпечення археологічної експедиції є ключовим чинником, від якого залежить її результативність.

З урахуванням існуючого рівня розвитку вітчизняної робототехніки вбачається за доцільне та можливе оснащення археологічних експедицій наступними видами НПА:

- для пошукових археологічних робіт – застосування підводних буксированих апаратів (ПБА), оснащених телевізійними системами (ТВ), пошуковими магнітометрами (Мг), гідроакустичними профілографами (Пр) та сонарами (С); при цьому для пошукових робіт на малих глибинах може бути ефективним застосування технології

ЛІДАР (Л, в англ. літературі – Light Detection and Ranging, технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем, що використовують явища відображення світла і його розсіювання в прозорих і напівпрозорих середовищах), а на великих глибинах доцільно застосовувати також пошукові автономні самохідні підводні апарати-роботи (АНПА);

- для обстежувальних археологічних робіт – застосування самохідних прив'язних телекерованих підводних апаратів-роботів (ТПА) з пошуковими телевізійними приладами і системами освітлення та начіпним технологічним обладнанням – дистанційно керованими підводними маніпуляторами (Мн) та гідромоніторами (Гм) для розмиву ґрунту та очищення артефактів, щітками для зачищення артефактів тощо; для обстеження точкових підводних об'єктів можна застосовувати також опускні прив'язні апарати (ОПА) як бюджетну заміну самохідним ТПА;
- для картографічних археологічних робіт – застосування ТПА та АНПА, оснащених сонарами та ехолотами (Е) з можливістю географічної прив'язки за допомогою супутникових навігаційних систем (СНС), а для глибоководних робіт – ще і шляхом розгортання на заданих акваторіях гідроакустичної апаратури донної навігації (АДН);
- для дослідницьких археологічних робіт – застосування ТПА, оснащених додатково високоякісною фотоапаратурою (ФА) для документування результатів досліджень;
- для підйомних археологічних робіт – застосування ТПА, оснащених телевізійною апаратурою та підводними маніпуляторами, а також апаратурою для доставки артефактів на поверхню (АДАП) для їх подальшого вивчення і зберігання;
- для захисних робіт на акваторіях, що містяться об'єкти підводної культурної спадщини, та робіт по захисту артефактів – застосування приладів підводного спостереження та сигналізації (ПСС) і приладів блокування зловмисників (ПБ).

Перелік можливих засобів підводної робототехніки для ПАД наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Перелік засобів підводної робототехніки для ПАД

| За глибиною Г<br>За<br>видом<br>археологіч-<br>ної діяльності | Малі глибини $G_M$                         |                                                 | Великі глибини $G_B$                       |                                                 |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                                               | Ненаселені<br>підводні<br>апарати<br>(НПА) | Начіпні<br>прилади та<br>інструмен-<br>ти (НПІ) | Ненаселені<br>підводні<br>апарати<br>(НПА) | Начіпні<br>прилади та<br>інструмен-<br>ти (НПІ) |
| Пошукові (археологічна розвідка)<br>$ВАД_A$                   | БПА, ТПА                                   | ТВ, Мг,<br>Пр, С, Л                             | БПА, АНПА                                  | ТВ, Мг,<br>Пр, С                                |
| Обстежувальні<br>$ВАД_0$                                      | ОПА, ТПА                                   | ТВ, Мн, Гм                                      | ТПА                                        | ТВ, Мн, Гм                                      |
| Картографічні<br>$ВАД_K$                                      | ТПА, АНПА                                  | С, Е, СНС                                       | АНПА                                       | АДН, Мг,<br>Пр, С                               |
| Дослідницькі<br>$ВАД_Д$                                       | ТПА                                        | ТВ, ФА,<br>Мн, Гм                               | ТПА                                        | ТВ, ФА,<br>Мн, Гм                               |
| Підйомні $ВАД_П$                                              | ТПА                                        | ТВ, Мн,<br>АДАП                                 | ТПА                                        | ТВ, Мн,<br>АДАП                                 |
| Захисні $ВАД_З$                                               | ТПА                                        | ПСС, ПБ                                         | ТПА, АНПА                                  | ПСС                                             |

Особливості кадрового забезпечення згідно п'ятому принципу концепції роботизації ПАД полягають у необхідності додаткового уведення до штатного розпису морської експедиції фахівців з експлуатації ТПА, які б мали спеціалізацію «Підводна археологія» і були спроможними виконувати складні дистанційно керовані підводні роботи в інтересах цієї галузі науки.

Для підготовки таких фахівців необхідно створювати відповідні цільові навчальні курси з достатнім обсягом практичних робіт і тренувальних циклів.

Очевидно, що умову виконання принципу повної системи  $P_F$  процесу роботизації ПАД можна записати наступною залежністю:

$$P_F = F_1 \cup F_2, \quad (4.6)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $F_i$ ,  $i=1, 2$ .

**Шостий принцип концепції – принцип інноваційного розвитку  $P_D$**  – стимулює створення нових підводних роботизованих археологічних технологій та має ставити завдання перед фахівцями-робототехніками щодо розробки і створення нових зразків ТПА цільового призначення (пошукових, дослідницьких, підйомних тощо), а також розробки нових технологій їх застосування. Позначимо цю вимогу через  $D_1$  як елемент множини вимог  $D$ .

Зазначимо, що наведені у табл. 4.1 типи ТПА можуть розглядатись як постановчі для формулювання технічних завдань на ескізне проектування такої техніки.

Очевидно, що до найбільш застосовуваних видів ТПА археологічного призначення належать самохідні ТПА, оснащені змінними начіпними інструментами і приладами – маніпуляторами, різакми, сонарами тощо. Позитивний досвід автора у створенні й застосуванні таких ТПА свідчить, вони утворюють інструментальну основу для проведення всіх типів археологічних робіт як на малих, так і на великих глибинах.

Деякі типи ТПА виробництва Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова наведено на рис. 4.5 [257].

Крім того, вбачаються перспективними розробка і застосування прогресивних технологій дистанційного виконання ПАД на малих глибинах (гідроакустичний та відеопошук артефактів, їх розмив, дослідження та підйом за безлюдними технологіями), коли археологи працюють на експедиційному судні чи на березі; це має суттєво збільшити продуктивність ПАД та зменшити ризики для життя і здоров'я підводних археологів.

Застосуванню ж ТПА при виконанні робіт на великих глибинах не має альтернативи, оскільки без дистанційно керованих підводних апаратів-роботів якісні наукові дослідження виконувати неможливо.



Рисунок 4.5 – Підводні апарати виробництва Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова:  
**а** – ТПА «The North Star»;  
**б** – ТПА «Агент-1»;  
**в** – ТПА «Атлеш»

Другою вимогою шостого принципу концепції – принципу інноваційного розвитку  $P_D$  є вимога використання у проектах роботизації сучасних досягнень проектного менеджменту, зокрема, управління проектами на основі артефактних платформ [286]. Таке управління гарантує постійне зменшення витрат на ПАД з-за використання раніше отриманого досвіду роботизації підводних археологічних робіт. Позначимо цю вимогу через  $D_2$  як елемент множини вимог  $D$ .

Тоді умову виконання принципу інноваційного розвитку  $P_D$  процесу роботизації ПАД можна записати наступною залежністю:

$$P_D = D_1 \cup D_2, \quad (4.7)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $D_i$ ,  $i = 1, 2$ .

Велике наукове і суспільно важливе значення має **сьомий принцип концепції – принцип комплексності підходу  $P_C$** , який має прогнозувати і стимулювати вплив від реалізації

заходів з роботизації ПАД на інші сфери життєдіяльності людини і суспільства. Перспективним є використання створюваних роботизованих технологій ПАД у трьох наступних напрямках:

- наукова діяльність (на етапі обробки і збереження артефактів) – для підвищення якості власне археологічних досліджень (документування артефактів з географічною прив'язкою, що складно забезпечити іншими технологіями на «заводолазних» глибинах, доставка неушкодженими артефактів на поверхню для їх постобробки – консервації, документування і вивчення); позначимо цю вимогу через  $C_1$  як елемент множини вимог  $C$ ;
- освітня діяльність (на етапі музеєфікації артефактів) – створення інноваційних науково-освітніх та культурно-історичних об'єктів «Підводний музей України» та «Віртуальний підводний музей Чорного моря» [101], в основі яких лежать роботизовані технології спостереження та дослідження підводної культурної спадщини; позначимо цю вимогу через  $C_2$  як елемент множини вимог  $C$ ;
- діяльність з освоєння мінеральних та енергетичних ресурсів морів – використання розробленої підводної робототехніки та технологій в інших галузях морської господарчої діяльності України (видобувній, природоохоронній, оборонній тощо). Позначимо цю вимогу через  $C_3$  як елемент множини вимог  $C$ .

Тоді умову виконання принципу інноваційного розвитку  $P_C$  процесу роботизації ПАД можна записати наступною залежністю:

$$P_C = C_1 \cup C_2 \cup C_3, \quad (4.8)$$

де  $\cup$  – операція об'єднання множин  $C_i$ ,  $i=1, 2, 3$ .

Залежності (4.1)–(4.8) утворюють концептуальну модель управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень і можуть бути покладені в основу подальших до-

сліджень, зокрема, слугувати підґрунтям для розробки моделей управління окремими складовими проектів роботизації ПАД.

На рис. 4.6 подано графічну форму концептуальної моделі управління проектами роботизації ПАД [176].

Аналіз запропонованої концептуальної моделі управління проектами роботизації ПАД показує, що з позицій актуальності для досягнення основної мети наукової роботи – розробки моделей управління проектами роботизації ПАД – до першо-

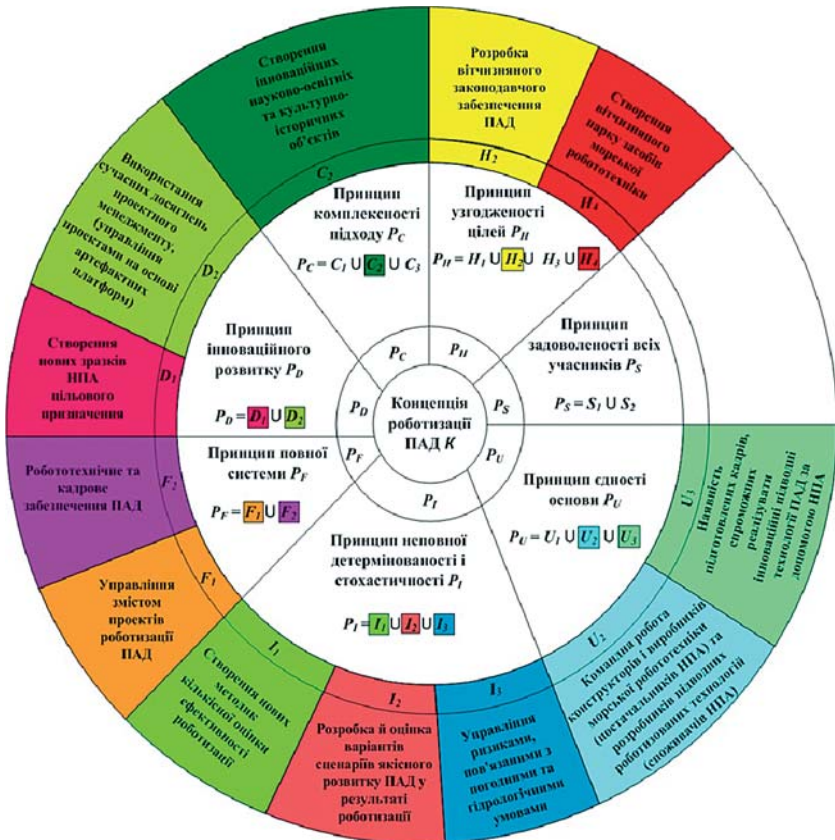


Рисунок 4.6 – Графічна форма концептуальної моделі управління проектами роботизації ПАД

чергових наукових завдань ЗР реалізації моделі відноситься виконання наступної множини вимог як складових принципів (4.1):

$$\text{ЗР} = \{H_2; H_4; U_2; U_3; I_1; I_2; I_3; F_1; F_2; D_1; D_2; C_2\}. \quad (4.9)$$

На рис. 4.6 вказані завдання управління проектами роботизації ПАД позначені відповідними текстовими коментарями.

За змістом ці завдання можна розділити на наступні групи:

- завдання управління проектами удосконалення законодавчої бази роботизованого проведення ПАД ( $H_2$ );
- завдання управління змістом проектів роботизації ПАД ( $F_1; D_2; C_2$ );
- завдання управління проектами створення й експлуатації ТПА ( $H_4; U_2; U_3; F_2; D_1$ );
- завдання управління ризиками проектів ( $I_1; I_2; I_3$ ).

Таким чином, запропонована у роботі концептуальна модель управління проектами роботизації ПАД може бути покладена в основу розробки і створення актуального для вітчизняної археології прикладного наукового напрямку – впровадження нових роботизованих технологій ведення підводних археологічних досліджень, підвищення їх продуктивності та якості, а також зменшення ризику для життя і здоров'я учасників підводних археологічних експедицій.

### **4.2.3   Методологія управління проектами підводних археологічних досліджень**

**Аналіз сучасних методологій управління проектами.** Методологія управління проектами забезпечує підхід до формування методів для структуризації системи управління проектами, визначає організацію управління проектами та забезпечує її системну цілісність.

Для вибору оптимальної методології управління проектами роботизації ПАД розглянемо найбільш застосовувані сучасні методології [5; 57; 228].

*Традиційна каскадна (водоспадна) методологія управління проектами* використовується у виробничих галузях (будівництво, транспорт тощо), де основним результатом має бути матеріальний продукт [364]. Методологія виділяє п'ять основних послідовних етапів проектного управління:

- визначення вимог до проекту;
- розробка (проектування) проекту;
- реалізація проекту (будівництво, виробництво тощо);
- тестування й налагодження проекту;
- експлуатація і супровід проекту.

Перехід до наступної фази проекту при такій методології управління можливий тільки після завершення попереднього етапу і прийнятті його замовником. При цьому розроблені плани можливо використовувати повторно для аналогічних проектів у подальшому.

Проте, каскадна модель управління проектом вимагає інвестицій у планування. Зазвичай перші два етапи займають 20–40% від усього часу виконання проекту. Недоліком цієї методології є неможливість оперативно вносити зміни у проект, що важливо для проектів зі слабо визначеними результатами кінцевого продукту.

*Методологія управління проектами PRINCE2* (Projects in Controlled Environments) є процесно-орієнтованою проектною методологією, що фокусується на процесах верхнього рівня (управління, організація, контроль), а не на нижчих завданнях (декомпозиція робіт, розробка графіків). За цією методологією проекти добре стандартизуються та координуються, проте вона погано пристосована до проектів невеликого масштабу та до проектів, для яких притаманними є зміни обсягів робіт і вимог до них.

*Гнучка методологія управління проектом* (Agile Project Management) являє собою поступальну та ітераційну проектну методологію. Її застосування найбільш ефективно для проектів, у яких точно невідомо, яким повинен бути кінцевий продукт і яким буде життєвий цикл проекту. Проект поділяють на де-

кілька ітеративних етапів – спринтів, кожний з яких має свій кінцевий продукт. Методологія Agile забезпечує постійний зворотний зв'язок для менеджерів проекту, є гнучкою й дозволяє легко змінювати параметри проекту, що є суттєво важливим для проектів з розробки програмного забезпечення, або графічного дизайну, розробки сайтів тощо. Проте, переваги цієї методології не працюють у проектах зі строго заданими параметрами й вимогами.

*Методологія швидкої розробки додатків* (Rapid Application Development – RAD) – це проектна методологія, найчастіше використовувана в проектах по розробці програмного забезпечення, основною метою яких є швидке і якісне створення програмних додатків. Дана методологія орієнтована на IT-проекти, проте для технічних і технологічних проектів її ефективність знижується.

Порівняльний аналіз методологій свідчить, що для завдань наукового дослідження найбільш доцільним є застосування традиційної каскадної методології управління проектами. Однак її недоліком є недостатня гнучкість і формальне керування проектами, що часто призводить до відхилень по строкам, вартості і якості. Проте, починаючи з РМВОК 4-ї версії фахівцям Інституту керування проектами США (PMI) вдалось досягти компромісу між прихильними формального й поступального управління проектами та методологами, що радять використовувати гнучкі ітеративні методи управління [248].

Тому в даній роботі застосовуємо класичну каскадну технологію, яка буде передбачати управління процесами створення ТПА та технологій їх застосування в завданнях ПАД, управління процесами впровадження ТПА та технологій їх застосування в підводних експедиціях, а також управління процесами удосконалення нормативно-законодавчої бази у галузі підводної археології та застосування роботизованих технологій ПАД. Разом з цим, на окремих стадіях управління будемо застосовувати ітеративну методологію керування.

**Викладення основ застосування каскадної методології для управління проектами роботизації ПАД.** Основна (каскадна) модель управління проектами роботизації ПАД передбачає п'ять класичних фаз виконання: вимоги, проектування, реалізація, тестування, експлуатація (рис. 4.7).

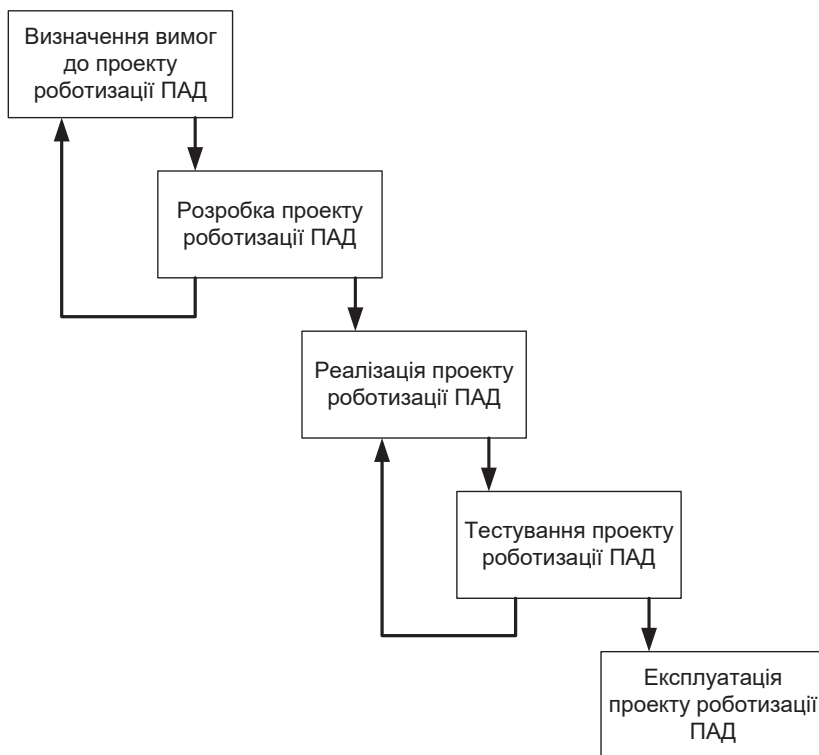


Рисунок 4.7 – Каскадна модель управління проектами роботизації ПАД

Розглянемо особливості виконання зазначених фаз, маючи за мету розробку моделей управління проектами роботизації ПАД як теоретичного інструментарію підвищення їх ефективності.

*Фаза визначення вимог до проекту роботизації* має включати наступні чинники для роботизації ПАД:

- глибину робочої акваторії, де планується ПАД;
- характеристики робочої зони дослідження (дослідження точкового об'єкта РЗ<sub>т</sub>, дослідження малої робочої зони РЗ<sub>м</sub>, яка не більше зони досяжності ТПА при якірній стоянці його судна забезпечення та дослідження великої за площею робочої зони РЗ<sub>в</sub>, яка може сягати десятків квадратних кілометрів);
- вид археологічної діяльності, до якої залучаються засоби підводної робототехніки згідно табл. 2.1 (археологічна розвідка ВАД<sub>а</sub>, обстеження ВАД<sub>о</sub>, картографування ВАД<sub>к</sub>, дослідження донної поверхні та артефактів з географічною прив'язкою ВАД<sub>д</sub>, підйом артефактів ВАД<sub>п</sub>, захист акваторій та артефактів ВАД<sub>з</sub>);
- вимоги до продуктивності ПАД;
- законодавче забезпечення ПАД.

У якості виробничого вихідного документу цієї фази має бути техніко-економічне обґрунтування ПАД.

У якості наукової продукції для цієї фази вбачаються моделі для оцінки продуктивності ПАД та моделі управління процесом розробки законодавчого забезпечення ПАД на заданій акваторії.

*Фаза розробки проекту роботизації ПАД* має включати формування техніко-експлуатаційних характеристик (ТЕХ) ТПА, які необхідно застосовувати у даній археологічній експедиції, розробку відповідних технологій їх використання, а також оцінку ризиків, пов'язаних з їх застосуванням у експедиції.

Виробничим вихідним документом цієї фази має бути перелік ТПА та їх приладового оснащення, а в якості наукового результату виконання цієї фази – відповідно, моделі формування ТЕХ ТПА, які необхідні для управління процесом робототехнічного забезпечення експедиції, а також моделі оцінки ризиків роботизованої археологічної експедиції.

*Фаза реалізації проекту роботизації ПАД* має включати розробку (вибір існуючих) організаційних структур для виробництва ТПА та їх приладового забезпечення, а також

розробку моделей для організації та моніторингу виробничих процесів.

*Фаза тестування проекту роботизації ПАД* має включати управління процесами басейнових та морських натурних випробувань створених ТПА та дослідницьких технологій на їх основі.

Вихідними виробничими документами цієї фази мають бути організаційні структури та програми і методики проведення таких випробувань, а науковим результатами – моделі управління процесами їх виконання та контролю якості.

*Фаза експлуатації проекту роботизації ПАД* має містити відомості про розроблені організаційні структури та необхідне ресурсне забезпечення для роботизованих археологічних експедицій, дозвілну документацію на їх проведення та документацію з планування робіт. Науковими результатами цієї фази мають бути моделі організаційних структур для роботизованих археологічних експедицій та моделі управління процесами їх виконання.

## **4.3 Розробка моделей управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень**

### **4.3.1 Загальна характеристика наукових задач розробки моделей управління проектами підводної археології**

Підводне археологічне дослідження – це комплекс підводних робіт, спрямованих на виявлення, фіксацію, наукове дослідження, визначення наукової й культурної цінності, класифікацію, паспортизацію, картографування, консервацію, реставрацію, реабілітацію, музеєфікацію історично цінних підводних об'єктів та окремих артефактів. Об'єкти підводної археологічної спадщини включаються до Державного реєстру підводної культурної спадщини України [236].

Підводна археологія дає набагато цінніші артефакти у порівнянні з традиційними сухопутними розкопками, оскільки великі глибини забезпечують їх високу збережуваність та утруднюють несанкціонований доступ з метою розграбування.

З викладених вище матеріалів наукового дослідження можна зробити висновок, що на сучасному етапі вітчизняної науки роботизація підводної археологічної діяльності з позицій проектного менеджменту являє собою комплекс науково обґрунтованих заходів по плануванню управління змістом проектів ПАД та по розробці моделей управління основними завданнями і процесами такої діяльності. До головних з них віднесемо:

- планування управління змістом проекту підводних археологічних досліджень;
- розробка моделі управління завданням удосконалення законодавчого забезпечення ПАД;
- розробка моделі управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД;
- розробка моделей управління ризиками у проектах ПАД;
- оцінка ефективності роботизації археологічних досліджень на фазі планування проекту підводної археологічної діяльності [183].

З метою структуризації запланованих досліджень спочатку розглянемо класифікаційні ознаки ПАД, які планується виконувати з застосуванням засобів підводної робототехніки.

#### **4.3.2 Визначення класифікаційних ознак та розробка класифікації проектів ПАД з використанням засобів підводної робототехніки**

Враховуючи досвід науковців Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова у організації та практичному виконанні роботизованих підводних археологічних досліджень на Чорному морі спільно з фахівцями Інституту археології НАН України, а також на основі аналізу сучас-

ної наукової літератури, у якості класифікаційних ознак підводних археологічних проектів запропоновано наступні [178; 182]:

- археологічну цінність артефакту;
- тип підводного апарату;
- глибину розташування артефактів;
- відстань від берегової лінії;
- місце базування підводного апарату;
- термін виконання робіт за проектом;
- вид досліджень (робіт);
- вартість проекту;
- рівень кооперації;
- тип обладнання;
- рівень артефактності проекту;
- гідрологічні та метеорологічні умови під час виконання проекту;
- кількість задіяних підводних апаратів та членів команди операторів.

Структура класифікаційних ознак проектів ПАД наведена на рис. 4.8.

У відповідності до запропонованих класифікаційних ознак за видом робіт проекти підводних археологічних досліджень класифікуються як:

- пошукові проекти;
- проекти з дослідження артефактів;
- проекти дослідження гідрологічних та інших умов у зоні робіт;
- проекти, що спрямовані на підйом артефактів на поверхню;
- комбіновані.

Вибір даних класифікаційних ознак ґрунтується на переліку визначених артефактів та імовірних археологічних підводних проектів, які можуть існувати на близьку, середню та далеку перспективу для Азово-Чорноморського басейну.

За археологічною цінністю артефактів, які досліджуються, проекти класифікуються як такі, що мають світове значення, національне та невизначені.

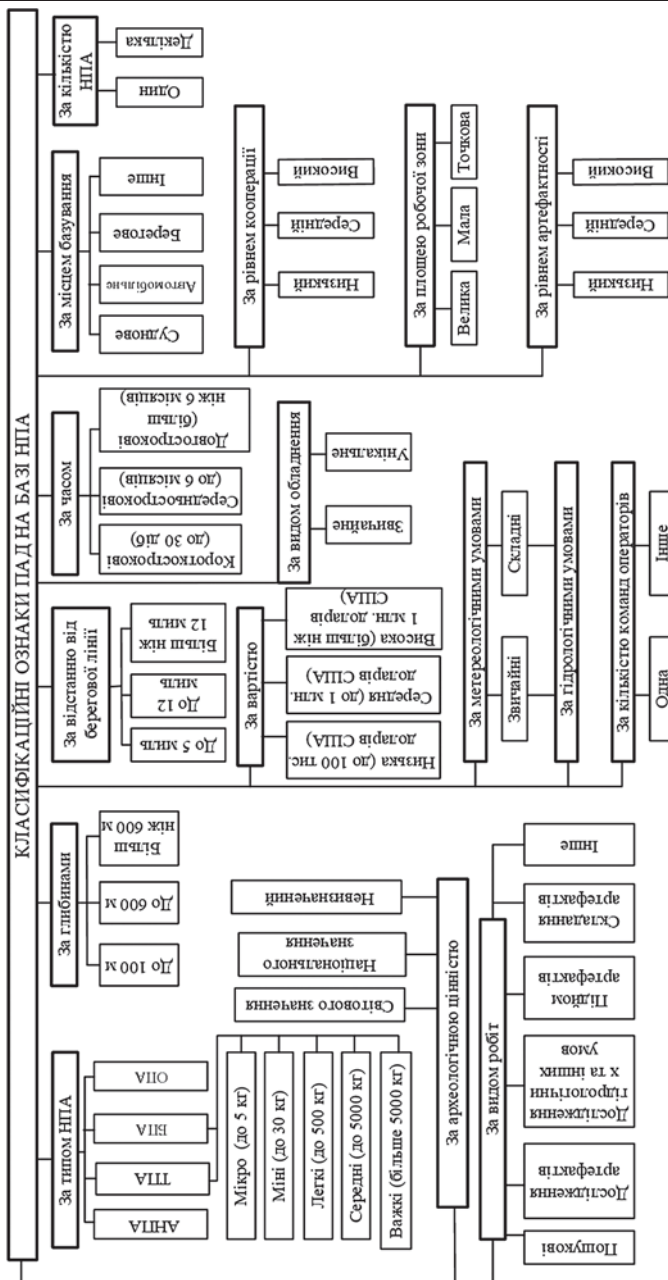


Рисунок 4.8 – Класифікаційні ознаки проектів підводних археологічних досліджень

У відповідності до термінів проведення проекти ПАД, виходячи з практики вітчизняних морських археологічних експедицій, поділяються на:

- короткострокові – з терміном до 30 діб;
- середньострокові – з терміном до 6 місяців;
- довгострокові – з терміном більш ніж 6 місяців.

Пропонована класифікаційна ознака враховує існуючі довгострокові метеорологічні та гідрогеологічні прогнози у Азово-Чорноморському басейні, а також досвід Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова у виконанні археологічних проектів за термінами.

З позицій управління проектами важливими класифікаційними ознаками слід вважати вартість проектів, ступень їх артефактності та рівень кооперації.

За вартістю проекти класифікуються, як: низької, середньої та високої вартості. При тому, проектами низької вартості вважаються проекти – до 100 тис. доларів США, середньої – до 1 млн доларів США та високої – більш ніж 1 млн доларів США.

Така класифікація є умовною та пояснюється масштабністю імовірних проектів.

За рівнем кооперації класифікація підводних археологічних проектів передбачає визначення кількості учасників проекту: до 5 учасників – проекти низького рівня кооперації, від 6 до 20 учасників – середнього рівня кооперації, більш ніж 20 учасників – високого рівня кооперації.

Прийняте нормування даної класифікаційної ознаки визначається очікуваною складністю моделей планування комунікацій при виконанні підводних археологічних проектів.

Ступінь артефактності проектів визначається як [286]:

$$\Omega^{(j)} = \frac{\sum \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}}}{\sum \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}} + \sum \frac{d_i^{(j)}}{d_i^{(j)}} + \sum \frac{z_i^{(j)}}{z_i^{(j)}}}, \quad (4.10)$$

де:  $j=1, \dots, N$  – порядковий номер проекту;  $i=1, \dots, M$  – порядковий номер характеристики проекту;  $p_i^{(j)}, w_i^{(j)}$  – параметричні та функціональні характеристики елементарних артефактних складових проекту;  $d_i^{(j)}, z_i^{(j)}$  – параметричні та функціональні характеристики елементарних складових проекту, які потребують розробки.

За гідрологічними та метеорологічними ознаками проекти класифікуються за двома характеристиками: складні та звичайні.

Найважливішими класифікаційними ознаками, що впливають на проекти ПАД, слід вважати ознаки, які пов'язані з самим підводним апаратом-роботом та умовами його експлуатації: тип НПА, глибини проведення досліджень, відстань від берегової лінії, кількість НПА, місце базування, вид штатного і начіпного обладнання, кількість команд операторів.

За типом НПА проекти класифікуються, як проекти на основі автономних НПА, телекерованих та комбінованих. При тому, у відповідності до [1; 40] враховуються масові характеристики НПА: микро (до 5 кг – для прибережних обстежувальних робіт)), міні (до 30 кг – для пошуково-обстежувальних та маніпуляційних робіт на глибинах до 100 м), легкі (до 500 кг – для пошуково-обстежувальних та маніпуляційних робіт на глибинах до 600 м), середні (до 5000 кг – для маніпуляційних та технічних робіт на глибинах більше 600 м), важкі (більше 5000 кг – для робіт на глибинах більше 600 м, пов'язаних з виконанням складних та тривалих технічних робіт: розмиву ґрунту, підводних археологічних розкопок тощо).

Проекти підводних археологічних досліджень за глибинами можна класифікувати як проекти, що проводяться на глибинах до 100 м, до 600 м (континентальний шельф) та більш ніж 600м, що пояснюється можливостями водолазних занурень та можливими глибинами експлуатації НПА.

За відстанню від берегової лінії пропонується класифікувати проекти як прибережні – з відстанню до 5 миль, проекти в межах національних вод – з відстанню до 12 миль, та такі,

що проводяться в економічній зоні України та у нейтральних водах – з відстанню більше 12 миль.

Класифікаційна ознака, така як місце базування НПА – суднове, автомобільне, берегове та інше, визначає технологічну модель дослідження, суттєво впливає на показники проекту, його ресурсне забезпечення.

Зазначимо, що кількість НПА, вид обладнання, кількість команд операторів визначаються перш за все місією проекту, цільовим завданням проекту, необхідним технологічним забезпеченням.

Так, за кількістю потрібних НПА проекти класифікуються, як проекти, що провадяться на базі одного НПА, або як проекти, що провадяться на базі декількох НПА.

За обладнанням, яке використовується під час проведення підводних досліджень, проекти підрозділяються на ті, що використовують звичайне або унікальне обладнання. Наприклад, до унікального обладнання відносять профілографи, 3-D сонари тощо.

Визначені класифікаційні ознаки дають змогу класифікувати підводні археологічні проекти та реалізовувати процеси їх архівації.

### **4.3.3 Планування управління змістом проекту підводних археологічних досліджень**

**Постановка задачі.** Підводні археологічні дослідження, що проводяться на основі роботизованих комплексів і технологій, є одним з перспективних напрямків сучасної археології [34; 35; 68; 265]. Окремі історико-археологічні документальні дослідження і результати проведених археологічних експедицій (АЕ) свідчать про наявність в територіальних водах України великої кількості унікальних підводних об'єктів, які представляють різні історичні епохи і відносяться до об'єктів національної історичної спадщини [64; 65; 69; 262]. Оскільки вітчизняна підводна археологія знаходиться на початковій стадії свого розвитку, на цей час ще не розроблена

Національна програма підводних археологічних досліджень, не вирішені завдання технологічного забезпечення робіт, формування та реалізації відповідних проектів тощо. Ці обставини актуалізують пошук рішень ряду науково-прикладних задач ПАД, в тому числі, завдань теорії управління проектами в даній предметній області.

Виконаний аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень показав, що до теперішнього часу вирішення питань формування та реалізації проектів ПАД на основі різних стандартів управління проектами практично відсутнє. Відомі автору публікації, присвячені проектному підходу до АЕ, відображають загальні аспекти даної проблематики і не забезпечують підводні археологічні дослідження науково-обґрунтованими моделями і механізмами управління [315; 328; 341; 343; 366; 367]. Так, в [68] наведені основні правила, що стосуються діяльності, спрямованої на дослідження підводної культурної спадщини, які формують загальну схему організації робіт підводної археології. Документ містить етичні директиви і рекомендації щодо виконання досліджень, які в загальних рисах визначають порядок підготовки археологічного проекту, компетенції та кваліфікації різних категорій учасників проекту, констатують окремі елементи процесів проведення, фінансування і документування виконаної роботи. Дані так званих «36 Правил» є основним довідковим документом в галузі підводної археології і невід'ємною частиною більш широкого відомого правового документа – Конвенції ЮНЕСКО про охорону підводної культурної спадщини [132].

В [328; 366] розглянуті окремі питання проектного забезпечення підводних робіт: визначено основні організаційні чинники, що впливають на інвестиційні рішення, ризики, управління вартістю, складання графіка виконання робіт, процеси моніторингу, контролю та інше, однак, не розкривають методологічної основи вирішення завдань ефективного формування і реалізації проектів ПАД. Питання етапу архівування та управління проектами в історичному середовищі присвячені публікація [341; 367], які в сукупності з відомими результа-

тами досліджень не дають змоги на науковій основі визначати архітектуру проектів АЕ і вирішувати завдання ефективного управління ними.

Відсутність науково обґрунтованих проектних рішень формування та реалізації проектів АЕ визначає актуальність розробки моделей і механізмів поетапного управління проектами підводних археологічних досліджень різного цільового призначення.

**Розробка моделі управління змістом проекту підводного археологічного дослідження на етапі його ініціації.** З огляду на особливості підводних археологічних досліджень, пов'язаних з широким спектром номенклатури артефактних об'єктів і можливих невизначеностей в їх ідентифікаційних характеристиках, одним з визначальних етапів побудови архітектури проекту слід вважати етап його ініціації, який визначає ряд основних показників і характеристик проекту, а також зміст процесів управління.

Відповідно до [248] планування управління змістом проектів являє собою процес створення плану управління змістом, документує, яким чином зміст проекту буде визначатися, підтверджуватися та контролюватися. Очевидно, що процеси планування управління змістом базуються на визначенні предметної області проекту, до якої в даному випадку відносяться підводні археологічні дослідження, а також продукту проекту.

З точки зору проектного менеджменту та результатів виконаних автором ряду проектів підводних досліджень, в загальному випадку, продуктом проектів ПАД слід вважати інформаційний масив, що забезпечує отримання нових знань про артефактні об'єкти і що дозволяє, в подальшому, формувати управлінські рішення по відношенню до нього.

Попередній аналіз процесів управління вказує на обставину можливого виникнення невизначеностей при ідентифікації характеристик об'єкта досліджень на стадії ініціації проекту, що вимагає обліку в розроблюваних моделях управління не тільки предиктивних (зміст проекту визначається на ранніх стадіях життєвого циклу), але і адаптивних (таких, що мають

оперативний зворотній зв'язок з користувачем) видів життєвих циклів.

Відповідно до прийнятого визначення продукту проекту, а також умов обліку різних видів життєвих циклів, у роботі було створено модель управління змістом проекту ПАД на етапі його ініціації (рис. 4.9).

Розглянемо основні процеси моделі [32; 185]. В рамках існуючого законодавчого поля ініціаторами проекту можуть бути юридичні та фізичні особи, які, в загальному випадку, зацікавлені у виконанні проекту:  $СП = \{СП_1, \dots, СП_i, \dots, СП_M\}$  – множина ініціаторів проекту, де  $M$  – кількість ініціаторів проекту.

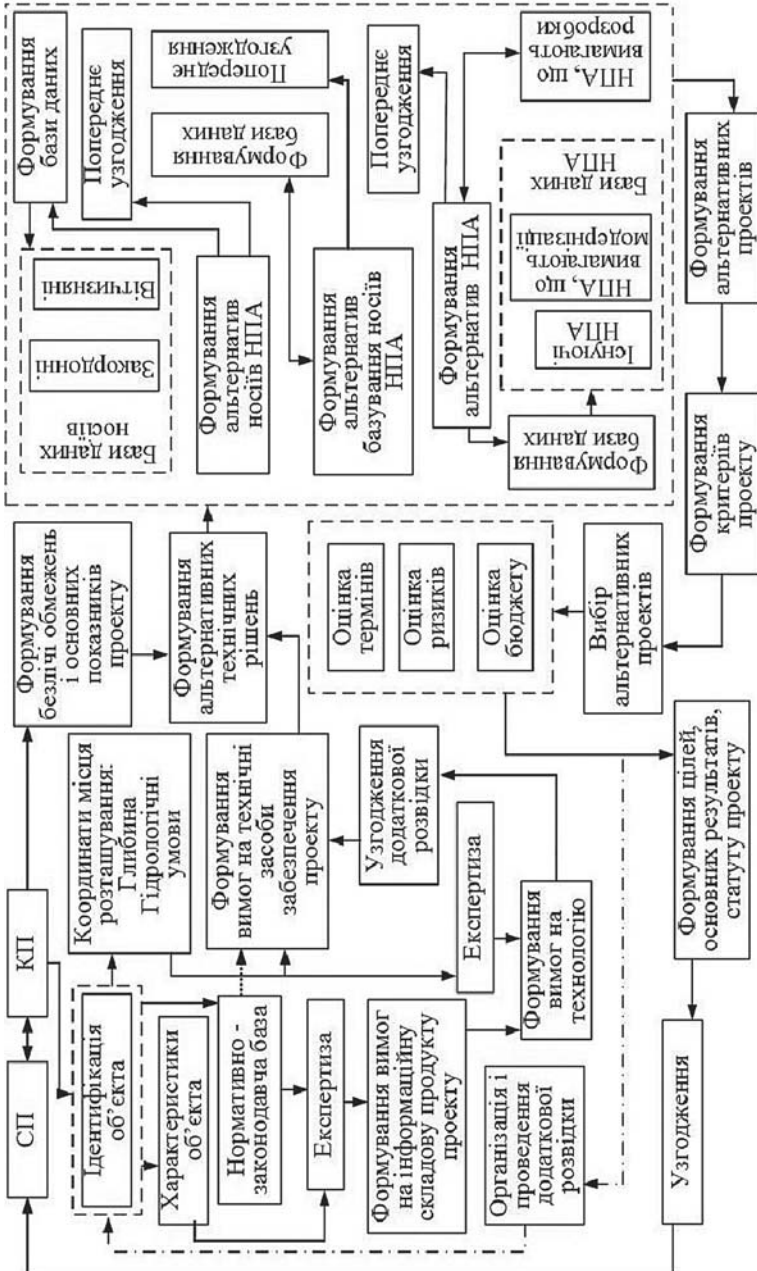
Ініціатори проекту обирають команду проекту КП, яка здійснює в рамках даної моделі процеси управління змістом. Основною умовою вибору команди проекту можна вважати:

$$V_{\text{КП}} \Big|_{W \rightarrow \max} \rightarrow \min,$$

де  $V_{\text{КП}}$  – вартість команди проекту;  $W$  – ефективність команди проекту.

Процес ідентифікації артефактних об'єктів полягає в створенні інформаційних масивів, що містять історико-археологічні характеристики цих об'єктів  $M$ , а також характеристики його розташування  $K$  на момент ініціації проекту  $\tau=0$ , що в загальному вигляді можна представити як:

$$IA_i = \begin{bmatrix} I_1^{TM}, \dots, I_i^{TM}, \dots, I_N^{TM} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \\ I_1^{EM}, \dots, I_i^{EM}, \dots, I_N^{EM} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \\ I_1^{HM}, \dots, I_i^{HM}, \dots, I_N^{HM} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \\ \dots \\ I_1^{SM}, \dots, I_i^{SM}, \dots, I_N^{SM} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \end{bmatrix}; \quad XM_i = \begin{bmatrix} B_1^{TK}, \dots, B_i^{TK}, \dots, B_N^{TK} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \\ B_1^{EK}, \dots, B_i^{EK}, \dots, B_N^{EK} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \\ B_1^{HK}, \dots, B_i^{HK}, \dots, B_N^{HK} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \\ \dots \\ B_1^{SK}, \dots, B_i^{SK}, \dots, B_N^{SK} \\ \tau=0 \quad \tau=0 \quad \tau=0 \end{bmatrix}, \quad (4.11)$$



**Рисунок 4.9 – Процесна модель управління проекту підводного археологічного дослідження**

де  $IA_l \in IA$  – інформаційний масив історико-археологічних характеристик окремих предметів  $l$ -го артефактного об'єкта;  $I_i^{TM}, I_i^{EM}, I_i^{HM}, \dots, I_i^{SM}$  – історико-археологічні характеристики  $i$ -го предмета  $l$ -го артефактного об'єкта (тип предмета, імовірна причина та дата його утворення, державна приналежність, стан збереження, попередня історико-культурна цінність тощо);  $XM_l \in XM$  – інформаційний масив характеристик місця розташування окремих предметів  $l$ -го артефактного об'єкта;  $B_i^{TK}, B_i^{EK}, B_i^{HK}, \dots, B_i^{SK}$  – характеристики місцеположення  $i$ -го предмета  $l$ -го артефактного об'єкта (координати у географічній та у зв'язаній з артефактним об'єктом системах координат, просторове положення та ступінь доступності предмета для цілей дослідження, характеристики води і ґрунту на місці розташування предмету тощо);  $N$  – загальна кількість предметів  $l$ -го артефактного об'єкта.

Очевидно, що  $l \in L$ , де  $L$  – загальна кількість артефактних об'єктів, з якими планується ПАД конкретної археологічної експедиції.

Реалізація процесу ідентифікації артефактного об'єкта визначає зміст процесів формування вимог на продукт проекту, технології проведення досліджень, а також нормативно-законодавче поле, в рамках якого буде розроблятися зміст проекту.

Слід зазначити, що достатність сформованих інформаційних масивів  $IA_l$  та  $XM_l$  в розробленій моделі на момент ініціації проекту ( $\tau=0$ ) визначається шляхом проведення можливих циклів експертних оцінок з обов'язковою участю експертів в галузі археології та підводно-технічних робіт.

Експертні висновки можуть виявити необхідність виконання процесів узгодження і проведення відповідних робіт по додатковій розвідці з метою уточнення або доповнення інформаційних масивів  $IA$  та  $XM$ .

Одним з основних процесів управління змістом проекту слід вважати процес формування множини  $Z$  нормативних (Н) та додаткових (Д) вимог на технічні засоби забезпечення під-

водних археологічних досліджень, а також процес формування множини  $P$  обмежень (О) та основних показників (П) проекту, достатність яких визначиться умовами:

$$Z = \{Z_1^H, \dots, Z_i^H, \dots, Z_{BH}^H\} + \{Z_1^D, \dots, Z_i^D, \dots, Z_{BD}^D\}; \quad (4.12)$$

$$P = \{P_1^O, \dots, P_i^O, \dots, P_{OP}^O\} + \{P_1^П, \dots, P_i^П, \dots, P_{ПП}^П\}, \quad (4.13)$$

де ВН, ВД – відповідно, кількість нормативних і додаткових вимог до технічних засобів археологічних досліджень; ОП, ПП – кількість обмежень на проект та кількість основних показників проекту, відповідно.

З метою підвищення ефективності управління на етапі формування вимог, обмежень і показників проекту ПАД процес управління змістом передбачає поділ зазначеним множин на дві складові: нерегульовані вимоги  $R_{norm}$ , тобто обмеження і показники проекту, які не можуть бути змінені у ході виконання проекту, та регульовані  $R_{risk}$ , які можуть бути змінені при виконанні проекту. Такий поділ зручно представити у матричній формі:

$$R_{norm} = \begin{bmatrix} Z_1^H, \dots & Z_i^H, \dots & Z_{BHnorm}^H \\ Z_1^D, \dots & Z_i^D, \dots & Z_{BDnorm}^D \\ P_1^O, \dots & P_i^O, \dots & P_{OPnorm}^O \\ P_1^П, \dots & P_i^П, \dots & P_{ППnorm}^П \end{bmatrix};$$

$$R_{risk} = \begin{bmatrix} Z_1^H, \dots & Z_i^H, \dots & Z_{BHRisk}^H \\ Z_1^D, \dots & Z_i^D, \dots & Z_{BDRisk}^D \\ P_1^O, \dots & P_i^O, \dots & P_{OPrisk}^O \\ P_1^П, \dots & P_i^П, \dots & P_{ППrisk}^П \end{bmatrix}, \quad (4.14)$$

де  $VH_{norm}$ ,  $VH_{risk}$ ,  $VD_{norm}$ ,  $VD_{risk}$  – відповідно, кількість регульованих і нерегульованих нормативних і додаткових вимог проекту;  $OP_{norm}$ ,  $OP_{risk}$ ,  $PP_{norm}$ ,  $PP_{risk}$  – відповідно, кількість регульованих і нерегульованих обмежень на проект та основних показників проекту.

Такий поділ забезпечує ефективність процесів управління змістом на етапі ініціації шляхом розширення альтернатив архітектури проекту, тобто визначення більш широкого кола можливих технічних рішень, раціоналізації робіт за проектом, зміщення часових і вартісних рамок проекту та ін.

Сформовані множини вимог  $Z$  і  $P$  є вихідними даними для формування альтернативних технічних рішень, які представляють собою множину  $A_T$  можливих варіантів технічних і організаційних рішень, що базуються на об'єднанні основних характеристик елементів: альтернативних суден-носіїв для НПА (множина  $A_{CH}$ ), баз дислокації суден-носіїв для НПА (множина  $A_B$ ), а також безпосередньо самих НПА (множина  $A_{HHA}$ ).

Базова конфігурація структури продукту процесу формування альтернативних технічних рішень  $K_0$  визначається кінцевою кількістю вказаних технічних рішень:

$$\begin{cases} A_T = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_D\}; \\ A_{CH} = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_F\}; \\ A_B = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_G\}; \\ A_{HHA} = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_J\}; \\ K_0 = \{A_T; A_{CH}; A_B; A_{HHA}\}, \end{cases} \quad (4.16)$$

де  $D = \text{card}(A_T)$  – потужність множини  $A_T$ ;  $F = \text{card}(A_{CH})$  – потужність множини  $A_{CH}$ ;  $G = \text{card}(A_B)$  – потужність множини  $A_B$ ;  $J = \text{card}(A_{HHA})$  – потужність множини  $A_{HHA}$ .

У процесі попереднього узгодження відбувається впорядкована зміна конфігурації структури продукту процесу формування  $A_T$ :

$$K_0 \rightarrow \dots \rightarrow K_i \rightarrow \dots \rightarrow K_{End}, \quad (4.17)$$

де  $K_{End}$  – кінцева для  $i$ -го проекту конфігурація структури продукту;  $K_i$  – проміжна зміна структури продукту.

Сформовані на даному етапі бази даних і встановлена конфігурація структури продукту процесу формування альтернативних технічних рішень дозволяють на підставі результатів процесів узгодження попередньо сформувану множину технологічно і організаційно можливих альтернативних проектів.

Вибір критеріїв проекту функціонально залежить від компромісу, досягнутого між ініціаторами проекту. У загальному випадку, критерії можуть бути задані і затверджені ініціаторами проекту або запропоновані їм для затвердження менеджером проекту.

У залежності від прийнятих критеріїв на основі оцінок попередніх ресурсів проектів, можливих термінів їх реалізації, ризиків та інших факторів може бути сформовано множину альтернативних проектів, які служать основою для формалізації вихідних документів процесів управління змісту [367] – статутів, основних результатів проектів та інших. В кінцевому підсумку сформовані командою проекту ієрархічно розподілені альтернативи проектів надаються на погодження та затвердження керівному органу учасників проекту.

Запропонована модель управління дозволяє визначати, підтверджувати і контролювати зміст проектів ПАД на стадії їх ініціювання, що може служити підставою для її використання.

#### **4.3.4 Розробка моделі управління завданням удосконалення нормативно-законодавчого забезпечення ПАД**

**Загальні положення.** За останніми даними у територіальних водах України виявлено тисячі об'єктів підводної культурної спадщини, які знаходяться на глибинах 100 метрів і більше та мають національне та міжнародне значення [69]. Необхідність їх збереження обумовлена наступними чинниками:

- важливим науковим значенням підводної культурної спадщини України як складової частини культурної спадщини людства і важливої складової історії народів Причорномор'я;

- зростаючим суспільним інтересом до підводної культурної спадщини України та цінністю, яку надає їй громадськість.

Однак, питання збереження і дослідження цих об'єктів, незважаючи на окремі успіхи [64; 101], є кризовим за наступних причин:

- активізацією несанкціонованого («чорного») дайвінгу в Чорному морі;
- відсутністю державних програм підводних археологічних досліджень, невизначеності головних їх завдань та відсутністю наукових основ проведення роботизованих підводних археологічних досліджень;
- відсутність сучасної вітчизняної законодавчої бази, яка б регулювала відносини між учасниками проектів підводної археології в інтересах держави і суспільства.

Подальший розвиток вітчизняної ПА можливий на основі проектного підходу, коли завдання виявлення, дослідження, збереження і музеєфікації затонулих об'єктів високої історичної цінності розглядаються як проекти загальнодержавного та міжнародного значення.

Невід'ємною складовою таких проектів є законодавче підґрунтя діяльності в галузі підводної археології, оскільки всі фази життєвого циклу проектів (ініціалізація, планування, виконання і завершення) мають виконуватись у відповідності до міжнародних і вітчизняних норм законодавства.

На цей час вітчизняна законодавча база, яка забезпечує функціонування проектів ПА, розроблена недостатньо. Це обумовлено незначною кількістю та відносною простотою проектів ПАД, які виконуються, переважно, на малих (до 60 метрів) глибинах [120; 282; 292].

У зв'язку з відкриттям об'єктів підводної культурної спадщини на підводній частині Чорного моря протягом останніх років [68; 69; 309] та викликаного цим активізацією несанкціонованої підводної діяльності на великих глибинах приведення вітчизняного законодавства у відповідність до вимог сьо-

годення є актуальним для української підводної археологічної науки, а наукове обґрунтування необхідності її роботизації є актуальною науковою задачею проектного менеджменту у галузі підводної археології.

**Удосконалення законодавчої та нормативної бази ПАД.** Модель  $N_{m \times n}$  управління завданням удосконалення законодавчої та нормативної бази для збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України як складової управління проектами підводної археології будемо створювати у матричній формі розміром  $m \times n$ , де:  $m=3$  – число форм законодавчо-нормативних заходів  $E$ , вплив яких на ПАД передбачається на державному рівні;  $n=4$  – число форм можливих загроз  $Z$  нормальному функціонуванню ПАД.

До основних форм законодавчо-нормативних заходів  $E$  віднесемо:

- $E_1$  – просвітницькі заходи, які реалізуються через управління навчальними програмами середньої та вищої освіти держави, а також вплив на засоби масової інформації; такі заходи мають на меті виховання у громадян свідомо бережливого ставлення до підводної археологічної спадщини як до надбання національного та світового значення;
- $E_2$  – урядові та адміністративні заходи щодо правильної організації використання артефактів за призначенням і управління процесами регулювання доступу до них та зберігання (Закони України та підзаконні акти);
- $E_3$  – силові заходи, призначені для протидії кримінальним спробам заволодіння артефактами та незаконного їх використання.

До основних форм можливих загроз нормальному функціонуванню ПАД у державі віднесемо:

- $Z_1$  – несанкціонований підводний пошук, обстеження та підйом артефактів, що виконується у протизаконний спосіб (без відповідних дозвільних документів держави, без фахівців відповідної кваліфікації та без відповідних тех-

нічних засобів, що може призвести до пошкодження або знищення артефактів);

$Z_2$  – несанкціоновані форми обліку, зберігання та музеєфікації артефактів, що утруднює чи унеможлиблює доступ до них з боку суспільства;

$Z_3$  – несанкціоноване використання артефактів чи акваторій, де вони виявлені, з метою отримання неправомірної вигоди (у тому числі й незаконний продаж та придбання);

$Z_4$  – несанкціоноване вторгнення на акваторії та місця зберігання артефактів, які технічно захищені від несанкціонованого доступу у законний спосіб.

Таким чином, матрична модель управління завданням удосконалення законодавчої та нормативної бази для збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України буде мати вигляд:

$$N_{3 \times 4} = \begin{array}{c|ccccc} & \begin{array}{c} E \backslash T \\ T_1 \end{array} & T_1 & T_2 & T_3 & T_4 \\ \hline E_1 & N_{11} & N_{12} & N_{13} & N_{14} \\ E_2 & N_{21} & N_{22} & N_{23} & N_{24} \\ E_3 & N_{31} & N_{32} & N_{33} & N_{34} \end{array} \quad (4.18)$$

Елементи матриці  $N_{3 \times 4}$  вказують на необхідність створення законодавчої та нормативної бази, відповідно, для правового забезпечення при застосуванні заходів  $E$  для нейтралізації загроз  $T$  відносно збереження та використання за призначенням підводної культурної спадщини України.

**Визначення основних напрямків удосконалення законодавчої та нормативної бази для збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України як складової управління проектами підводної археології.** Вдосконалення існуючої законодавчої бази України для виконання робіт по збереженню і музеєфікації об'єктів підводної культури-

ної спадщини є невід’ємною складовою управління проектами ПА. Національний та інтернаціональний рівень таких проектів обумовлюють провідну роль держави у їх реалізації.

Розглянемо задачі вдосконалення законодавчої та нормативної бази у проектах збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України, виходячи з зазначених вище напрямків та їх змістовних складових, які показані на рис. 4.10 [36].

Удосконалення пошуку і державного обліку об’єктів підводної культурної спадщини пропонується проводити шляхом розробки і прийняття в установленому порядку наступних законодавчих і нормативних документів[180]:

- Закону України «Про включення підводних об’єктів до «Реєстру рухомих та нерухомих пам’яток культурної спадщини України»», яким надати всім нововідкритим об’єктам підводної культурної спадщини юридичного статусу охоронюваних археологічних акваторій і пам’яток підводної археології та історії;
- «Національної програми досліджень і використання об’єктів підводної культурної спадщини України на 2013–2037 роки», в якій визначити державні пріоритети виконання та джерела фінансування робіт у напрямку ПА, затвердити організаційну структуру та закріпити права і відповідальність державних організацій за її виконання; доцільним є створення спеціалізованої (проблемно-орієнтованої) державної організації, яка б проводила державну політику у напрямку ПА;
- нормативно-правового акту «Про порядок визначення морських акваторій та ділянок донної поверхні історико-культурного призначення та включення їх до державного обліку України» [275].

З метою підвищення ефективності управління проектами ПА необхідно розробити низку документів, які регламентують розробку і застосування науково обґрунтованих методів пошуку і первинного дослідження об’єктів підводної культурної спадщини, зокрема, застосування новітніх роботизованих тех-

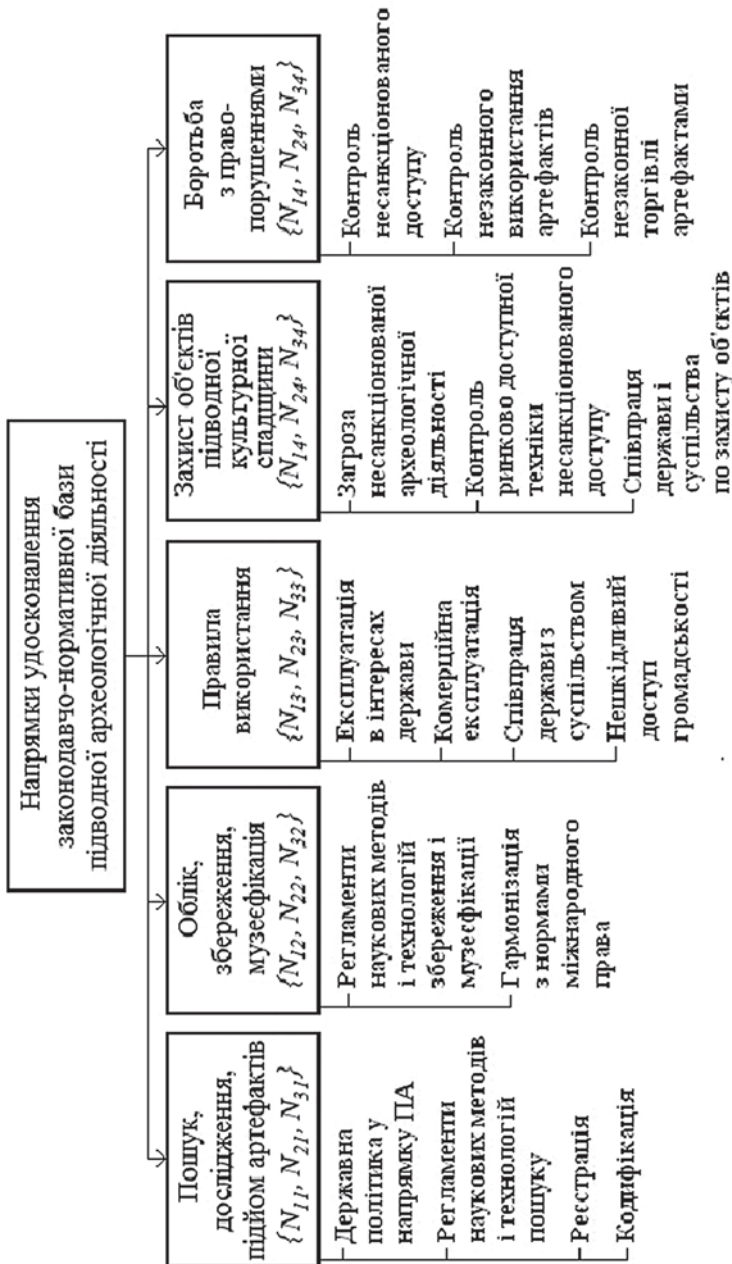


Рисунок 4.10 – Напрямки удосконалення законодавчо-нормативної бази підводної археологічної діяльності

нологій підводної археології. Вказана робота знаходиться у початковій стадії свого розвитку, незважаючи на отримані успіхи [31; 72; 265].

Крім того, необхідно забезпечити законодавче врегулювання питань кодифікації та розробки норм, що стосуються охорони й збереження підводної культурної спадщини, для чого розробити і прийняти нормативно-правові акти «Про кваліфікаційну раду з питань археологічної спадщини України» та «Про наукову археологічну експертизу» [275].

Удосконалення законодавчої та нормативної бази щодо збереження і музеєфікації підводної культурної спадщини необхідно проводити шляхом розв'язку наступних двох задач:

- законодавчої регламентації розробок і застосування спеціальних наукових методів і використання відповідної технології й устаткування для обстеження, проведення дослідницьких робіт й охорони підводної культурної спадщини України; тут важливою складовою є спеціалізовані підводні роботизовані технології як єдиний ефективний інструментарій ПА;
- розробки законопроекту щодо збереження і музеєфікації підводної культурної спадщини України відповідно з міжнародним правом і практикою; цей законопроект покликаний активізувати інтеграцію України до світового співтовариства морських держав, у тому числі – членів ЮНЕСКО, які активно вивчають підводну культурну спадщину, дбають про її збереження та перетворення у світове культурне надбання.

Важливою компонентою удосконалення законодавчої і нормативної бази ПА є правове регулювання питань практичного використання підводної культурної спадщини України. У цьому напрямку пропонується розглядати та розв'язувати наступні чотири задачі:

- законодавче визначення форм і умов експлуатації підводної культурної спадщини державними (бюджетними) установами – науковими, навчальними, просвітницькими;

- врегулювання питань зростаючої комерційної експлуатації підводної культурної спадщини України й особливо певних несанкціонованих видів діяльності, що призводять до знищення або пошкодження об'єктів підводної культурної спадщини;
- співпраця держави і суспільства на галузі збереження і музеєфікації підводної культурної спадщини;
- створення умов для законодавчо узгодженого та нешкідливого доступу громадськості до підводної культурної спадщини України.

У рамках розв'язку першої задачі пропонується розробка та затвердження в установленому порядку:

- регіональних програм дистанційної освіти для ВНЗ різних рівнів акредитації, передбачивши в них, зокрема, заходи щодо забезпечення віртуальних (Інтернет) технологій доступу до об'єктів підводної культурної спадщини України;
- законопроекту «Про створення Національного підводного музею України» на основі інноваційної наукової розробки Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова [63].

У рамках розв'язку наступних задач актуальною вбачається підготовка і затвердження регіональних програм розбудови морської туристичної та курортної інфраструктури, передбачивши в них, зокрема, заходи щодо забезпечення нешкідливих підводних технологій доступу до об'єктів підводної культурної спадщини України, зокрема, за допомогою підводних апаратів різних типів [34].

Удосконалення законодавчої та нормативної бази щодо захисту об'єктів підводної культурної спадщини України від спрямованої на неї несанкціонованої діяльності доцільно проводити у вигляді законопроекту «Про державну цільову програму охорони підводної культурної спадщини України», у якому передбачити створення ефективного державного органу охорони підводної культурної спадщини, вироблення чіткої нормативно-правової бази для проведення охоронних робіт на підводних пам'ятках археології, створення регіональних

структур охорони підводної культурної спадщини з чітко визначеними компетенціями, координацію дій органів охорони культурної спадщини, боротьбу з грабіжницькими діями «чорних» дайверів і з незаконним колекціонуванням артефактів високої історичної цінності [129].

Необхідно затвердити перелік об'єктів підводної культурної спадщини України, несанкціонований доступ на які заборонено (братські могили або міжнародні морські меморіали) та у законодавчому порядку внести зміни та доповнення до закону «Про Прикордонні війська України», у якому уточнити компетенції прикордонних військ в питаннях охорони підводної спадщини.

Вимагають розмежування функції державних органів, які зобов'язані жорстко контролювати виконання усіма, хто причетний до цієї сфери, законів і інструкцій, та науково-дослідних колективів, які мають здійснювати кваліфіковані підводні дослідження і вводити отримані дані до Державного реєстру нерухомих пам'яток України та до наукового обігу.

Актуальною є також задача законодавчого врегулювання питань застосування сучасної ринково доступної підводної техніки та технологій, які розширюють можливості непрофесійного виявлення підводної культурної спадщини й несанкціонованого доступу до неї. Сучасне підводне водолазне обладнання є потужним інструментом для виконання складних підводних робіт, проте, його несанкціоноване застосування призводить до незворотних втрат цінних артефактів, а непрофесійне застосування – до людських жертв.

На основі досвіду вітчизняних організацій, які ведуть підводну діяльність на Чорному морі та у внутрішніх водах України, необхідно розробити законодавче забезпечення співробітництва наукових установ, професійних об'єднань, археологів, водолазів, інших зацікавлених сторін і громадськості в цілому для охорони підводної культурної спадщини України.

Необхідність удосконалення законодавчої та нормативної бази щодо боротьби з правопорушеннями у галузі ПА обумов-

лена великою занепокоєністю громадськості проблемою так званої «чорної підводної археології», тобто незаконним доступом та непрофесійними діями «чорних» дайверів на об'єктах культурної підводної спадщини, а також зростаючою сферою тіньового обігу археологічних пам'яток з метою приватного колекціонування.

На цей час відсутня дієва координація діяльності Міністерства внутрішніх справ України, Служби безпеки України, Генеральної прокуратури України та органів охорони культурної спадщини в питаннях тіньового обігу культурних цінностей в Україні, а також незаконного вивезення їх за кордон.

У цьому напрямку необхідно розв'язати наступні задачі законодавчо-нормативного характеру:

- на законодавчому рівні закріпити функції щодо контролю несанкціонованого доступу на підводні об'єкти високої історичної і культурної цінності за спеціалізованою державною установою, яка б мала необхідні повноваження для нейтралізації загроз такого виду;
- виконувати ефективний державний контроль за незаконним обігом артефактів з метою унеможливлення торгівлі ними та незаконного використання.

Впровадження у практику управління проектами ПА запропонованих вище заходів щодо удосконалення законодавчої і нормативної бази забезпечить збереження та музеєфікацію підводної культурної спадщини в інтересах України та міжнародного співтовариства.

#### **4.3.5 Розробка моделі управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД**

Моделі управління проектами створення засобів підводної робототехніки добре досліджені і впроваджені у виробництво [10; 47]. Проте, вказані та інші дослідження виконані з позицій, коли технічне завдання (ТЗ) на підводний апарат уже сформовано.

У проектах управління проектами роботизації ПАД, зазвичай, стоїть завдання створення, закупівлі чи оренди спеціальних НПА для виконання унікальних підводних робіт науково-дослідницького характеру. У такій постановці головним не вирішеним науковим завданням є обґрунтування технічних вимог до НПА та до його начіпного приладового та інструментального обладнання (пошукової та маніпуляторної апаратури), що дасть змогу виконати необхідну підводну місію. Тому у даній роботі з усього спектру задач створення НПА археологічного призначення розв'язується головна невирішена на цей час задача – управління процесом формування ТЗ на укомплектування проектів ПАД підводними апаратами з необхідними техніко-експлуатаційними характеристиками.

Технічне завдання – документ, що містить вимоги замовника до об'єкта створення чи закупівлі товару і містить відомості про його основні характеристики. У нашому випадку це:

- призначення та область застосування НПА – на якій глибині має працювати та яку археологічну задачу має виконувати НПА (див. табл. 4.1);
- тип НПА – прив'язний (опускний ОПА, буксирований БПА, самохідний ТПА) чи автономний АНПА;
- вимоги до приладового та інструментального оснащення НПА для виконання робіт археологічного призначення – фото- та відеокамери, магнітометри, маніпулятори тощо (див. табл. 4.1);
- детальний опис технічних, експлуатаційних та економічних характеристик обраних НПА.

Управління процесом формування ТЗ розглянемо тільки в аспекті перших трьох вимог, оскільки четверта вимога у більшості випадків є похідною від них і має розроблятися інженерно-технічним персоналом.

Перша вимога – призначення та область застосування НПА – задається на фазі визначення вимог до проекту роботизації (див. каскадну модель управління проектами роботизації ПАД, п. 4.2.3) і є однією з вихідних умов проекту роботизації

ПАД. Тут задається робоча глибина ПАД – мала (водолазна) чи велика (заводолазна).

Всі подальші операції з формування ТЗ виконуються з підводно-технічними засобами, які відповідають цій вимозі.

Другу і третю вимоги – визначення типу НПА для запланованого виду ПАД та типів необхідного приладового та інструментального забезпечення ПАД – пропонується виконати у наступний спосіб:

- сформуємо двійкову (булеву) матрицю  $Z_{\text{ПАД}}$  завдань ПАД, що плануються до виконання з залученням НПА; рядки і стовбці матриці утворені, відповідно, характеристиками робочої зони дослідження  $PZ = \{PZ_B; PZ_M; PZ_T\}$  (див. п. 4.2.2) та видами підводної археологічної діяльності  $BAД = \{BAД_A; BAД_O; BAД_K; BAД_L; BAД_{II}; BAД_3\}$  та п. 4.2.2;
- сформуємо матрицю-стовбець  $T_{\text{НПА}}$  типів НПА як носіїв для начіпних приладів та інструментів, за допомогою яких можливе виконання ПАД; ця матриця має кількість рядків відповідно до видів археологічної діяльності ВАД – 6 і містить інформацію про конкретні типи НПА, які необхідно створювати чи які вже створені та існують на ринку підводної робототехніки і можуть бути закуплені чи орендовані для виконання цих ВАД (див. табл. 4.1);
- сформуємо матрицю-стовбець  $T_{\text{НП}}$  начіпних пошукових і вимірювальних приладів, за допомогою яких можливе виконання ПАД; ця матриця також має кількість рядків відповідно до видів археологічної діяльності ВАД – 6, однак у стовбцях містить інформацію про конкретне начіпні прилади, які встановлюються на НПА для виконання цих ВАД (див. табл. 4.1);
- сформуємо матрицю-стовбець  $T_{\text{НІ}}$  начіпних інструментів НПА (маніпуляторів, різаків, гідромоніторів, щіток тощо), за допомогою яких можливе виконання технічних робіт під водою; ця матриця також має кількість рядків відповідно до видів археологічної діяльності ВАД – 6, однак у стовбцях містить інформацію про конкретне начіпні інструменти та технологічні засоби, які встановлюються на НПА для виконання цих ВАД (див. табл. 4.1).

Тоді модель управління процесом формуванням вищевказаних вимог ТЗ – вимог до робототехнічного забезпечення ПАД – можна представити трьома матрицями:

$$Y_{ТЗ\ НПА} = Z_{ПАД} \times T_{НПА}; \quad (4.19)$$

$$Y_{ТЗ\ НП} = Z_{ПАД} \times T_{НП}; \quad (4.20)$$

$$Y_{ТЗ\ НИ} = Z_{ПАД} \times T_{НИ}, \quad (4.21)$$

де  $Y_{ТЗ\ НПА}$ ,  $Y_{ТЗ\ НП}$ ,  $Y_{ТЗ\ НИ}$  – відповідно, матриці-стовбці необхідних для заданої ПАД підводно-технічних засобів – НПА та НПІ.

Покажемо роботу моделі (4.19)–(4.21) на прикладі управління повномасштабних ПАД, яка передбачає проведення археологічної розвідки на великих площах донної поверхні, обстеження знайдених підводних об'єктів на предмет приналежності їх до підводної культурної спадщини, картографування обстежених ділянок донної поверхні, проведення роботизованих наукових досліджень виявлених артефактів, підйом найбільш цінних артефактів на поверхню для подальшого вивчення та музеєфікації, а також охорону залишених на морському дні артефактів від несанкціонованого доступу та підйому.

Проведення ПАД планується на великих глибинах, тому елементи матриць  $T_{НПА}$ ,  $T_{НП}$  та  $T_{НИ}$  містять прилади та інструменти відповідного конструктивного виконання.

Матриця  $Z_{ПАД}$  завдань для такої ПАД буде мати вигляд:

|             |                 | ВАД <sub>А</sub> | ВАД <sub>О</sub> | ВАД <sub>К</sub> | ВАД <sub>Д</sub> | ВАД <sub>П</sub> | ВАД <sub>З</sub> |
|-------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| $Z_{ПАД} =$ | PЗ <sub>В</sub> | 1                |                  | 1                |                  |                  |                  |
|             | PЗ <sub>М</sub> |                  | 1                |                  |                  |                  |                  |
|             | PЗ <sub>Т</sub> |                  |                  |                  | 1                | 1                | 1                |

Сформуємо матриці-стовбці  $T_{НПА}$ ,  $T_{НП}$  та  $T_{НИ}$  з урахуванням робочої глибини занурення:

|                   |                  |                |   |
|-------------------|------------------|----------------|---|
|                   |                  | НПА            |   |
| $T_{\text{НПА}}=$ | ВАД <sub>А</sub> | ПБС, АНПА      | ; |
|                   | ВАД <sub>О</sub> | ТПА            |   |
|                   | ВАД <sub>К</sub> | ТПА            |   |
|                   | ВАД <sub>Д</sub> | ТПА            |   |
|                   | ВАД <sub>П</sub> | ТПА            |   |
|                   | ВАД <sub>З</sub> | ТПА, АНПА      |   |
|                   |                  | НП             |   |
| $T_{\text{НП}}=$  | ВАД <sub>А</sub> | ТВ, Мг, Пр, С  | ; |
|                   | ВАД <sub>О</sub> | ТВ             |   |
|                   | ВАД <sub>К</sub> | АДН, Мг, Пр, С |   |
|                   | ВАД <sub>Д</sub> | ТВ, ФВ         |   |
|                   | ВАД <sub>П</sub> | ТВ             |   |
|                   | ВАД <sub>З</sub> | ПСС            |   |
|                   |                  | НИ             |   |
| $T_{\text{НИ}}=$  | ВАД <sub>А</sub> | —              | . |
|                   | ВАД <sub>О</sub> | Мн, Гм         |   |
|                   | ВАД <sub>К</sub> | АДН            |   |
|                   | ВАД <sub>Д</sub> | Мн, Гм         |   |
|                   | ВАД <sub>П</sub> | Мн, АДАП       |   |
|                   | ВАД <sub>З</sub> | —              |   |

Тоді за результатами перемноження матриць згідно (3.9)–(3.11) отримаємо наступні матричні рішення щодо підводно-технічного забезпечення заданої ПАД:

|                |        |                                  |   |
|----------------|--------|----------------------------------|---|
| $Y_{ТЗ НПА} =$ | $PЗ_B$ | (ПБС, АНПА)+ТПА                  | ; |
|                | $PЗ_M$ | ТПА                              |   |
|                | $PЗ_T$ | ТПА+ТПА+(ТПА, АНПА)              |   |
| $Y_{ТЗ НП} =$  | $PЗ_B$ | (ТВ, Мг, Пр, С)+(АДН, Мг, Пр, С) | ; |
|                | $PЗ_M$ | ТВ                               |   |
|                | $PЗ_T$ | (ТВ, ФВ)+ТВ+ПСС                  |   |
| $Y_{ТЗ НИ} =$  | $PЗ_B$ | АДН                              | . |
|                | $PЗ_M$ | Мн, Гм                           |   |
|                | $PЗ_T$ | (Мн, Гм)+(Мн, АДАП)              |   |

У якості елементів отриманих матриць присутні повтори видів НПА, підводних приладів та інструментів. Це означає, що до різних видів робіт, у загальному випадку, можуть залучатись однотипні технічні засоби, які відрізняються окремими характеристиками.

Якщо, у загальному випадку, можна використовувати однакові засоби, тоді маємо можливість повної уніфікації технічних засобів ПАД. Це питання відноситься до суто інженерних питань формування ТЗ і тут не розглядається.

Таким чином, матричні рівняння (4.19)–(4.21) утворюють модель управління процесом формуванням ТЗ як основи створення робототехнічного забезпечення ПАД.

#### 4.3.6 Розробка моделей управління ризиками у проектах ПАД

**Ідентифікація ризиків при управлінні археологічними проектами з використанням засобів морської робототехніки.** Ідентифікація ризиків є основою для розробки моделей управління ризиками в проектах підводних археологічних досліджень [181; 184; 345]. Визначення ризиків створює

умови для розробки процесів управління проектами, в тому числі, формування бюджету, термінів та якості виконання проекту. Встановлені ризики дають змогу визначити необхідний резерв фінансових ресурсів та термінів виконання проектів:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^n C_i(r_i) + \sum_{j=1}^n C_j(r_j), \quad (4.22)$$

$$\Delta T = \sum_{i=1}^n T_i(r_i) + \sum_{j=1}^n T_j(r_j), \quad (4.23)$$

де  $\Delta C$  – необхідний резерв фінансових ресурсів для покриття можливих ризиків;  $\sum_{i=1}^n C_i$  – необхідний резерв фінансових ресурсів для покриття визначених можливих ризиків;  $\sum_{i=1}^k C_k$  – необхідний резерв фінансових ресурсів для покриття невизначених ризиків;  $\Delta T$  – необхідний резерв термінів виконання робіт для покриття можливих ризиків;  $\sum_{i=1}^n T_i$  – необхідний резерв термінів виконання робіт для покриття визначених можливих ризиків;  $\sum_{i=1}^k T_k$  – необхідний резерв термінів виконання робіт для покриття невизначених ризиків;  $r_i$  –  $i$ -й ідентифікований ризик;  $r_j$  –  $j$ -й неідентифікований ризик.

При цьому мають місце залежності:

$$R_N = \{r_1, \dots, r_i, \dots, r_n\}, \quad (4.24)$$

$$R_k = \{r_1, \dots, r_i, \dots, r_k\}, \quad (4.25)$$

$$R = R_N \cup R_K, \quad (4.26)$$

де  $R_N$  та  $R_K$  – підмножини ідентифікованих та, відповідно, неідентифікованих ризиків згідно залежностей (4.22) та (4.24);  $R$  – генеральна множина ризиків, які мають місце при організації та виконанні підводних археологічних досліджень.

Очевидно, головним завданням проектних менеджерів таких проектів є зведення підмножини  $R_K$  до мінімуму:

$$R_K \rightarrow \min \quad (4.27)$$

та

$$R_N \rightarrow R. \quad (4.28)$$

Проведений аналіз підходів та рішень управління ризиками в проектах підводних досліджень дозволив на підставі методу експертного аналізу, з врахуванням особливостей проведення археологічних робіт ідентифікувати основні ризики  $R_N$ , які виникають в проектах підводних археологічних досліджень (рис. 4.11).

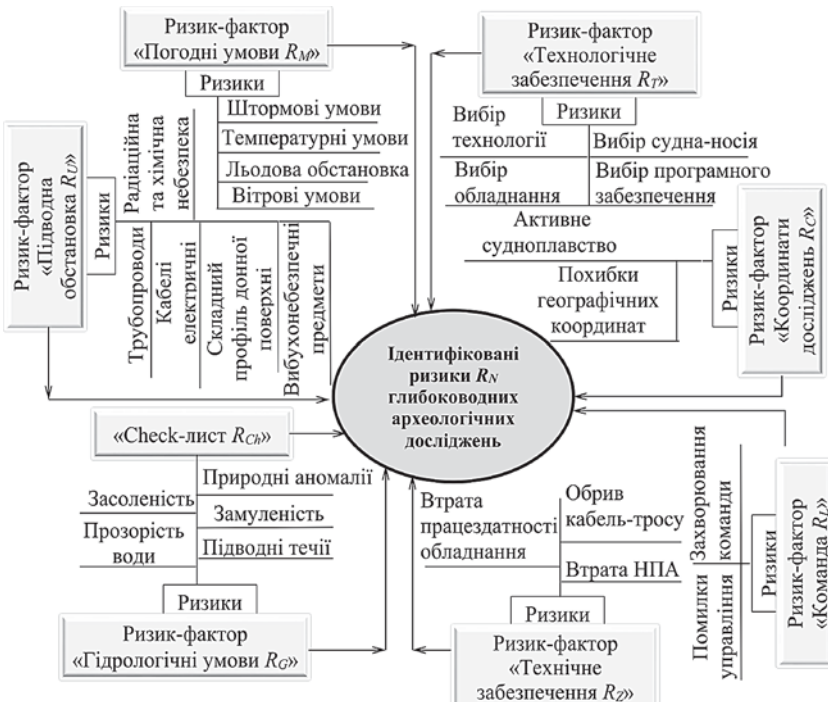


Рисунок 4.11 – Ідентифіковані основні ризики  $R_N$  проектів підводних археологічних досліджень з використанням телекерованих НПА

До основних ризик-факторів, які умовно поділені на відповідні групи, слід віднести такі підмножини ризик-факторів: «Координати досліджень  $R_C$ », «Погодні умови  $R_M$ », «Гідрологічні умови  $R_G$ », «Підводна обстановка  $R_U$ », «Технологічне забезпечення  $R_T$ », «Технічне забезпечення  $R_Z$ », «Команда  $R_L$ », а також «Check-лист  $R_{Ch}$ ».

Таким чином, генеральна множина ризиків  $R$  (4.26) може бути представлена також як залежність від вказаних підмножин (ризик-факторів):

$$R = \{R_C; R_M; R_G; R_U; R_T; R_Z; R_L; R_{Ch}\}. \quad (4.29)$$

В свою чергу дані ризик-фактори містять в собі наступні основні ризики:

- ризик наявності трубопроводів, пов'язаний з невизначеністю наявності трубопроводів в районі проведення досліджень;
- ризик наявності електричних кабелів, пов'язаний з невизначеністю наявності електричних кабелів та елементів оптоволоконного зв'язку;
- ризик наявності вибухонебезпечних предметів, пов'язаний з невизначеністю наявності в районі досліджень вибухонебезпечних предметів;
- ризик складності донної поверхні, пов'язаний з особливостями донної поверхні в районі досліджень;
- ризик, пов'язаний з наявністю в районі досліджень предметів хімічної та радіоактивної небезпеки;
- ризики, пов'язані зі штормовими, вітровими, температурними умовами та льодовою обстановкою в районі проведення досліджень;
- ризики, пов'язані з аномальними умовами гідрології, течіями, замуленістю, прозорістю та засоленістю води в районі досліджень;
- ризики вибору технології проведення підводних археологічних досліджень;
- ризики, пов'язані з вибором обладнання для проведення підводних археологічних досліджень;

- ризики, пов'язані з вибором судна-носія НПА, технічні характеристики якого можуть неповністю задовольняти вимогам підводної археологічної експедиції;
- ризики, пов'язані з вибором програмного забезпечення, що залучається до планування та керування морською археологічною експедицією;
- ризики, пов'язані з вибором географічних координат досліджень, що утруднює чи робить неможливим виконання робіт (активне судноплавство на акваторії, де виконуються підводні археологічні дослідження, помилки з призначенням місця постановки судна-носія та місця занурення НПА);
- ризики, пов'язані з помилками управління;
- ризики, пов'язані з захворюванням команди;
- ризики, пов'язані з втратою працездатності обладнання, яке встановлюється на НПА;
- ризики, пов'язані з обривом кабель-тросу НПА;
- ризики, пов'язані з втратою НПА.

Ризик-фактор «Check-лист» містить в собі відомі команді проекту ризики, пов'язані з проектами підводних археологічних досліджень, в тому числі, екологічні, організаційні, фінансові тощо.

За визначеними ризиками розроблено реєстр ризиків, який наведено в табл. 4.2.

**Таблиця 4.2 – Реєстр ризиків проектів підводних археологічних досліджень**

| Найменування ризику           | Причина виникнення                                                   | Наслідки                                                    | Заходи реагування           |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1                             | 2                                                                    | 3                                                           | 4                           |
| Ризик наявності трубопроводів | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт проекту | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту | Зміна технології досліджень |

*Продовження табл. 4.2*

| 1                                                                                                        | 2                                                                                        | 3                                                                             | 4                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Ризик наявності електричних кабелів                                                                      | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт проекту                     | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту                   | Зміна технології досліджень                                                          |
| Ризик наявності вибухонебезпечних предметів                                                              | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт                             | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту                   | Зміна технології досліджень                                                          |
| Ризик складності донної поверхні                                                                         | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт                             | Збільшення бюджету та термінів проекту                                        | Зміна технології досліджень, заміна обладнання                                       |
| Ризик, пов'язаний з наявністю предметів хімічної та радіоактивної небезпеки                              | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт                             | Відмова від проекту                                                           | –                                                                                    |
| Ризики, пов'язані зі штормовими, вітровими, температурними та льодовою обстановкою                       | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт, відсутність досвіду роботи | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту | Коригування термінів виконання робіт                                                 |
| Ризики, пов'язані з аномальними умовами гідрології, течіями, замуленістю, прозорістю та засоленістю води | Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт                             | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту | Зміна технології досліджень, заміна обладнання, коригування термінів виконання робіт |

Продовження табл. 4.2

| 1                                                                      | 2                                                          | 3                                                           | 4                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Ризики вибору технології проведення підводних археологічних досліджень | Помилки планування робіт                                   | Збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту    | Зміна технології досліджень та обладнання, коригування термінів виконання робіт |
| Ризики, пов'язані з вибором обладнання                                 | Помилки планування робіт                                   | Збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту    | Заміна обладнання, коригування термінів виконання робіт                         |
| Ризики, пов'язані з вибором носія НПА                                  | Помилки планування робіт                                   | Збільшення бюджету та термінів проекту                      | Заміна обладнання, коригування термінів виконання робіт                         |
| Ризики, пов'язані з вибором програмного забезпечення                   | Помилки планування робіт, відсутність досвіду роботи       | Збільшення бюджету та термінів проекту                      | Поставка нового програмного забезпечення                                        |
| Ризики, пов'язані з вибором географічних координат досліджень          | Помилки планування робіт                                   | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту | Вдосконалення процесів планування робіт                                         |
| Ризики, пов'язані з помилками управління                               | Недостатня компетентність команди проекту                  | Збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту    | Сертифікація команди, додаткові навчання                                        |
| Ризики, пов'язані з захворюванням команди                              | Індивідуальний стан здоров'я, умови праці та охорони труда | Збільшення бюджету та термінів проекту                      | Профілактика, суміщення професій, дублювання                                    |

*Кінець табл. 4.2*

| 1                                                     | 2                                                                                 | 3                                                                             | 4                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ризики, пов'язані з втратою працездатності обладнання | Помилки проектування, вибору обладнання, погодні та гідрологічні умови досліджень | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту | Вдосконалення процесів планування та виконання робіт, профілактичні роботи, сертифікація             |
| Ризики, пов'язані з обривом кабель-тросу              | Помилки проектування, вибору обладнання, погодні та гідрологічні умови досліджень | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту, втрата артефакту | Вдосконалення процесів планування та виконання робіт, профілактичні роботи, сертифікація, дублювання |
| Ризики, пов'язані з втратою НПА                       | Помилки проектування, вибору обладнання, погодні та гідрологічні умови досліджень | Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту                   | Вдосконалення процесів планування та виконання робіт, профілактика, сертифікація, дублювання         |

Реєстр ризиків, який наведено в табл. 4.2, та залежності (4.22)–(4.27) дають змогу виконувати якісну оцінку ризиків проектів підводних археологічних досліджень, а також можуть слугувати теоретичним підґрунтям для розробки моделей управління ризиками та кількісної їх оцінки при плануванні резервів фінансових і часових ресурсів для таких проектів.

**Моделювання управління ризиками в проектах підводних археологічних досліджень з використанням засобів морської робототехніки.** Результати виконання проектів суттєво залежать від ефективності розробленої і прийнятої системи проектного менеджменту, яка впливає на організаційне та техніко-технологічне забезпечення проектів, їх вартість, якість та терміни виконання [192; 248].

Досвід управління проектами показує, що в більшості випадків фактор предметного поля проекту потребує вдосконалення або розробки нових методів та моделей управління ризиками, які враховують особливості цільової спрямованості проектів [9; 284].

Підводна археологія, яка базується на використанні НПА, інтенсивно розвивається у провідних морських країнах світу, а також за останні роки почала застосовуватись в Україні [34; 65; 101; 315; 326]. Її застосування забезпечує наукові дослідження підводної культурної спадщини та, разом з тим, як і всі підводні проекти, супроводжується значною кількістю ризиків [329; 332; 338; 349]. Ці обставини актуалізують потребу вирішення низки питань теоретичного і прикладного характеру їх ідентифікації, якісного та кількісного аналізу, створення моделей та механізмів управління ними.

На теперішній час існує велика кількість методологій управління проектами, в рамках яких питанням управління ризиками приділяється значна увага. При цьому, визначені в них моделі носять інтеграційний характер і потребують їх диференціації та удосконалення. При проектуванні та виконанні проектів підводних археологічних досліджень відомі моделі та механізми управління ризиками потребують критичного аналізу з метою визначення їх прийнятності до проектів підводних археологічних досліджень.

В роботі [338] визначені ризики, пов'язані з програмним забезпеченням, навігаційною системою, командою проекту. До основних ризиків відносять ризики, пов'язані з погодними та гідрологічними умовами досліджень, із працездатністю енергетичного обладнання, ризики зіткнення НПА при спусках з судна-носія, ризики втрати НПА та послідовних його пошуків тощо. Зменшення технічних ризиків пропонується виконувати за «спіральною моделлю», яка полягає в ітераційному підході до проектування НПА та може бути застосована при управлінні ризиками ПАД. В якості заходів щодо зменшення операційних ризиків пропонується виконувати планування бюджету проекту в розрізі більш ретельної підготовки

операторів, що також прийнятно для АЕ. В роботі [329] запропоновано заходи щодо процесів управління ризиками, які базуються на співробітництві замовника та технічної команди проекту. Модель враховує досвід технічної команди та замовника, що є одним з основних підходів до проектного менеджменту. У роботах [332; 349] визначено ризик зіткнення НПА з елементами трубопроводів, наводяться наслідки зіткнення та деякі заходи, щодо їх зменшення, які слід врахувати при розробці моделей управління ризиками при виконанні підводних археологічних досліджень.

Виконаний аналіз результатів досліджень доводить, що на теперішній час практично не існує комплексного вирішення завдання управління ризиками в проектах підводних археологічних досліджень. Тому розробка та вдосконалення моделей управління ризиками, що виникають в проектах підводних археологічних досліджень з використанням засобів підводної робототехніки, є актуальним науковим завданням.

Одними з основних ризиків, які виникають під час проведення підводних досліджень, слід вважати ризики, пов'язані з погодними та гідрологічними умовами. Визначені ризики обумовлюються відсутністю необхідних інформаційних ресурсів, помилками планування робіт, відсутністю досвіду роботи команди проекту та призводять до відмови від проекту, збільшення бюджету, термінів проекту та втрати артефакту.

Проведений аналіз підходів та рішень управління ризиками в проектах підводних досліджень дозволив розробити модель управління вищезначеними ризиками, яка дозволяє мінімізувати їх вплив на проект (рис. 4.12).

В основу моделі управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами, покладені процеси вибору таких термінів проведення АЕ, які сприятливі за метеорологічними і гідрологічними умовами та задовольняють умовам забезпечення мінімальної вартості проекту ( $C \rightarrow \min$ ) за рахунок визначення раціональних термінів залучення до АЕ носія НПА, НПА та команди, що його обслуговує, а також додаткових послуг, пов'язаних з виконанням проекту.

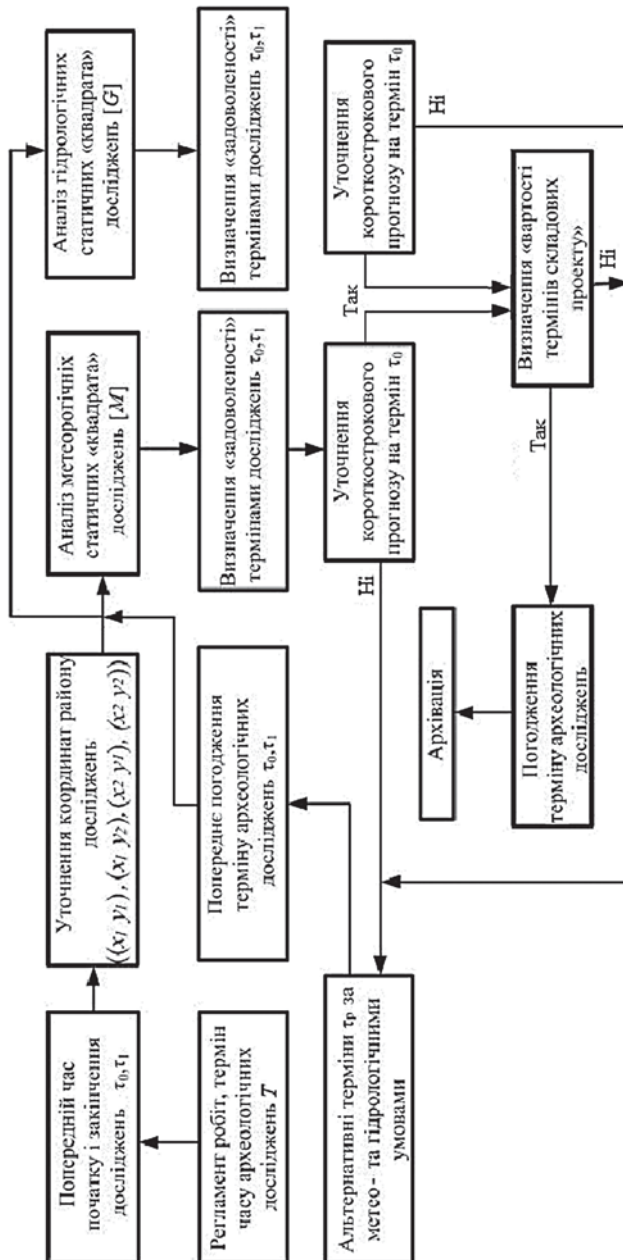


Рисунок 4.12 – Структура моделі управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами

У відповідності до моделі за розробленим регламентом робіт визначається необхідний термін часу для проведення підводних археологічних досліджень  $T_i$ , де  $i$  – порядковий номер можливого варіанту проведення АЕ.

При статистичному дослідженні метеорологічні та гідрологічні умови в загальному випадку є функцією координат проведення підводних археологічних досліджень та їх попередньо визначеного терміну:

$$\{M\}, \{G\} = f(((x_1 y_1), (x_1 y_2), (x_2 y_1), (x_2 y_2)), (\tau_0, \tau_1)), \quad (4.30)$$

де  $\{M\}, \{G\}$  – множина метеорологічних та гідрологічних умов;  $((x_1 y_1), (x_1 y_2), (x_2 y_1), (x_2 y_2))$  – координати району досліджень;  $\tau_0, \tau_1$  – попередній час початку та закінчення виконання досліджень, відповідно.

При попередньо визначеному часі початку  $\tau_0$  та закінчення  $\tau_1$  виконання досліджень за допомогою різного роду інформаційних систем [93; 126] та наявних карт гідрологічних умов в районі досліджень проводиться аналіз статистичних даних прогнозованих показників множин  $\{M\}, \{G\}$  на їх відповідність до умов, визначених у розробленому регламенті робіт. При цьому, їх відповідність визначається на перспективу та на короткостроковий термін з врахуванням тенденцій змін метеорологічних та гідрологічних умов в районі досліджень:

$$M_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} I^1(\tau_0, \tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ I^{SM}(\tau_0, \tau_1) \end{bmatrix}, \quad \text{progn } M_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} I^1(\tau_0), \dots I^1(\tau_i), \dots I^1(\tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ I^{NM}(\tau_0), \dots I^{NM}(\tau_i), \dots I^{NM}(\tau_1) \end{bmatrix}, \quad (4.31)$$

$$G_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} Y^1(\tau_0, \tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ Y^{SG}(\tau_0, \tau_1) \end{bmatrix}, \quad \text{progn } G_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} Y^1(\tau_0), \dots Y^1(\tau_i), \dots Y^1(\tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ Y^{NG}(\tau_0), \dots Y^{NG}(\tau_i), \dots Y^{NG}(\tau_1) \end{bmatrix}, \quad (4.32)$$

де  $M_{\tau_0, \tau_1}$ ,  $G_{\tau_0, \tau_1}$ ,  $\text{progn } M_{\tau_0, \tau_1}$ ,  $\text{progn } G_{\tau_0, \tau_1}$  – множини метеорологічних та гідрологічних умов, які визначені в регламенті проведення АЕ, та прогнозовані множини метеорологічних та гідрологічних умов, відповідно;  $I^1(\tau_0, \tau_1)$ , ...,  $I^{SM}(\tau_0, \tau_1)$ ,  $Y^1(\tau_0, \tau_1)$ , ...,  $Y^{SG}(\tau_0, \tau_1)$  – показники метеорологічних та гідрологічних умов, які визначені в регламенті проведення АЕ;  $I^1(\tau_0)$ , ...,  $I^1(\tau_i)$ , ...,  $I^1(\tau_1)$ ,  $I^{NM}(\tau_0)$ , ...,  $I^{NM}(\tau_i)$ , ...,  $I^{NM}(\tau_1)$ ,  $Y^1(\tau_0)$ , ...,  $Y^1(\tau_i)$ , ...,  $Y^1(\tau_1)$ ,  $Y^{NG}(\tau_0)$ , ...,  $Y^{NG}(\tau_i)$ , ...,  $Y^{NG}(\tau_1)$  – прогнозовані показники метеорологічних та гідрологічних умов за термін  $T(\tau_0 \dots \tau_1)$  проведення АЕ;  $SM$ ,  $SG$  – відповідно, кількість метеорологічних та гідрологічних умов, які визначені в регламенті проведення АЕ;  $NM$ ,  $NG$  – відповідно, кількість прогнозованих метеорологічних та гідрологічних умов.

В разі незадоволення термінами робіт генеруються альтернативні терміни початку та закінчення робіт, які виступають вихідними даними для нового циклу роботи моделі.

Якщо терміни проведення АЕ за метеорологічними та гідрологічними показниками задовольняють прийнятим в регламенті робіт, моделлю управління ризиками передбачається визначення «вартості термінів складових проекту», тобто визначення вартості основних технічних ресурсів, необхідних для проведення досліджень та їх відповідність умовам:

$$\begin{aligned} C_H = f(T_i) \leq \max C_H, \quad C_{HHA} = f(T_i) \leq \max C_{HHA}, \\ C_D = f(T_i) \leq \max C_D, \end{aligned} \quad (4.33)$$

де  $C_H$ ,  $C_{HHA}$ ,  $C_D$  – вартість носія, вартість НПА та команди, що його обслуговує, а також вартість додаткового обладнання та послуг, що пов'язані з виконанням проекту ПАД, у визначений термін початку  $\tau_0$  та закінчення робіт  $\tau_1$ ;  $\max C_H$ ,  $\max C_{HHA}$ ,  $\max C_D$  – максимально припустимі вартості складових бюджету проекту: носія, вартості НПА та команди, що його обслуговує, а також вартості додаткових послуг, пов'язаних з виконанням проекту ПАД.

В разі виконання умов, терміни погоджуються, включаються до моделей визначення бюджету часу проведення АЕ та архівуються. В разі незадовільних результатів порівняльного аналізу пропонується новий цикл моделювання з альтернативними варіантами можливих носіїв, НПА та членів команди, додаткового обладнання та послуг, термінів робіт.

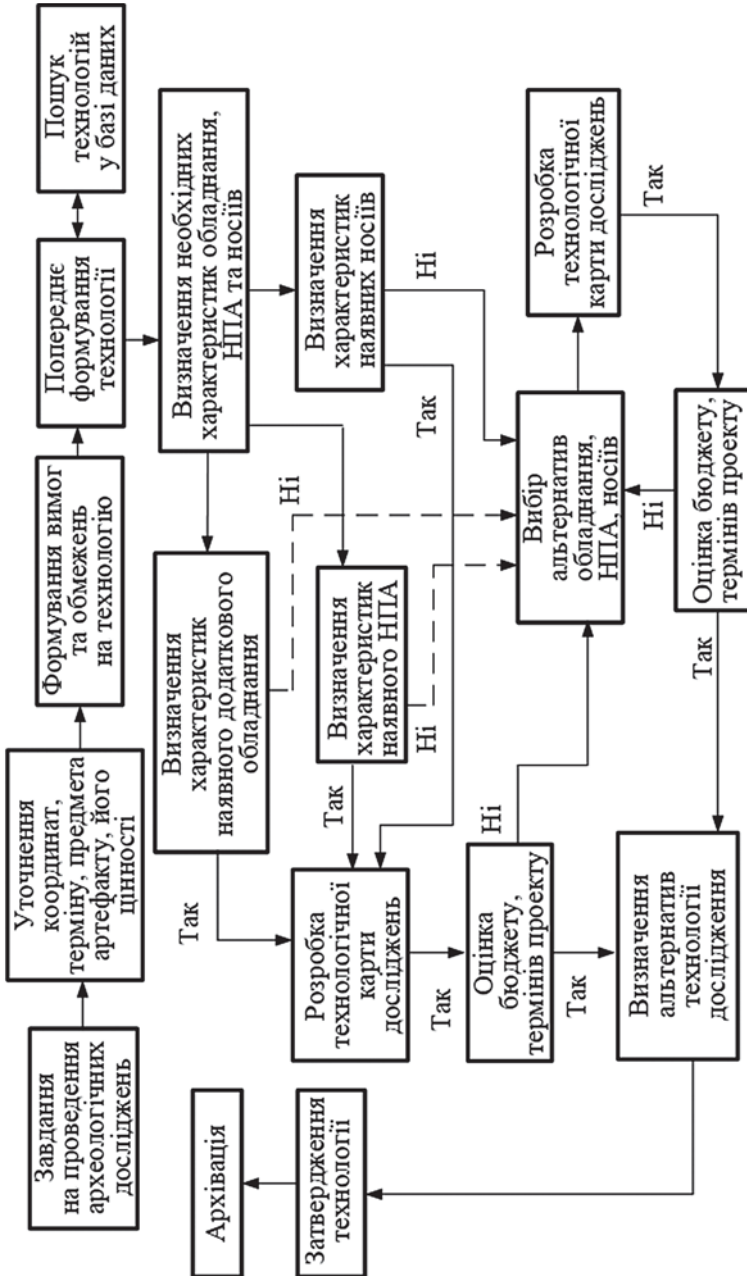
Задача вибору термінів проведення АЕ може налічувати процеси оптимізації вибору мінімальних значень вартостей:  $C_H(T_i) \rightarrow \min$ ,  $C_{НПА}(T_i) \rightarrow \min$ ,  $C_D(T_i) \rightarrow \min$  при наявності відносно значної кількості носіїв, НПА та додаткового обладнання.

Слід відмітити, що показники метеорологічних та гідрологічних умов носять імовірнісний характер, що потребує максимально можливого отримання кількості їх значень в районі досліджень на вірогідний період проведення підводних археологічних досліджень.

Серед визначених ризиків, які виникають при підводних археологічних дослідженнях, слід відмітити ризики, пов'язані з їх технологічним забезпеченням. Збитки від настання цих ризиків є наслідком помилок планування робіт та призводять до збільшення бюджету і термінів проекту, втрати артефакту тощо. Виконаний аналіз існуючих моделей управління ризиками дозволив розробити модель управління ризиками, пов'язаними з технологічним забезпеченням АЕ (рис. 4.13).

Вихідними даними для користування моделлю слід вважати завдання на проведення АЕ, координати проведення досліджень  $((x_1, y_1), (x_1, y_2), (x_2, y_1), (x_2, y_2))$  термін їх виконання  $(\tau_0, \tau_1)$ . Ключовим фактором, який впливає на визначення технології проведення АЕ слід вважати інформаційну складову про предмет артефакту, його основні характеристики  $[A]$  та рівень його цінності за класифікаційними ознаками  $Q_i = f[A]$ . Тобто  $Z = f(Q_i)$ , де  $Z$  – варіант технології проведення АЕ.

Моделлю передбачена послідовність ітераційних процесів попередньої розробки технології проведення підводних археологічних досліджень, а також визначення на її підставі необхідних структурно-параметричних показників НПА, носіїв НПА та додаткового обладнання:





Після процесу розробки технологічної карти досліджень, аналогічно до моделі управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами, виконується перевірка відповідності вартості основних ресурсів, необхідних для проведення досліджень, за прийнятою технологічною картою:

$$C_H = f(Z_i) \leq \max C_H, C_{HПА} = f(Z_i) \leq \max C_{HПА}, \\ C_{до} = f(Z_i) \leq \max C_{до}, \quad (4.35)$$

де  $Z_i$  – варіант технологічної карти проведення АЕ.

При наявності відносно значної кількості носіїв, НПА та додаткового обладнання вирішується задача мінімізації їх вартостей:

$$C_H(Z_i) \rightarrow \min, C_{HПА}(Z_i) \rightarrow \min, C_{до}(Z_i) \rightarrow \min, \quad (4.36)$$

Розроблені моделі пройшли апробацію та підтвердили свою ефективність при виконанні низки проектів підводних археологічних проектів.

#### **4.3.7 Оцінка ефективності роботизації на фазі планування проекту підводної археологічної діяльності**

**Аналіз досліджень і публікацій за науковим напрямком «Управління проектами глибоководної археології».** Аналіз зарубіжної та вітчизняної технічної літератури, присвяченої організації та виконанню глибоководних археологічних досліджень свідчить, що на сьогодні для вирішення завдань ГА використовують наступні основні підводні технології [250; 322; 353]:

- глибоководні групові водолазні занурення з використанням дихальних систем на газових сумішах (повітряно-кисневих, гелієво-кисневих, киснево-азотних);
- застосування населених підводних апаратів, які зв'язні з експедиційним судном за допомогою тросів, кабель-тросів та кабель-шлангів (опускних, буксируваних і самхідних) та автономних населених підводних апаратів;

- застосування безекіпажних (ненаселених) підводних апаратів, зв'язаних з експедиційним судном за допомогою тросів, кабель-тросів та кабель-шлангів (опускних, буксируваних і самохідних), та автономних безекіпажних підводних апаратів.

Детальне ознайомлення з теорією і практикою організації та проведення морських археологічних експедицій у провідних морських країнах світу [312; 318; 340; 344; 359] та вітчизняний досвід [64; 101] у цьому напрямку, а також обстеження затонулих суден і кораблів у результаті морських катастроф за останні 50–70 років [203; 311] показують, що головні недоліки, які обумовили низьку ефективність та, у деяких випадках, навіть зрив експедицій, полягають у наступному:

- неякісно проведена підводна археологічна розвідка та неточні підводні координати затонулих об'єктів, що призводило до перевищення планового ліміту операційного часу та значних додаткових фінансових витрат;
- неоптимально підібране підводне обладнання, зокрема, застосування традиційних водолазних технологій замість залучення у якості головного інструментарію ненаселених (безекіпажних) підводних апаратів;
- недостатня підготовка кадрів для експедиції, зокрема, водолазів-глибоководників та екіпажів підводних апаратів, що призводило до похибок при виконанні підводних археологічних операцій та невиправданих ризиків для життя водолазів та збереження НПА.

Виявлені недоліки у плануванні морських археологічних експедицій з позицій проектного менеджменту можна пояснити високим ступенем їх унікальності та низької повторюваності, оскільки практично кожна експедиція за добором природних факторів та характеристик затонулих об'єктів проходила вперше, а їх результати не аналізувались з метою повторення.

Велика кількість підводних об'єктів української частини Чорного моря, які утворюють підводну культурну спадщину, обумовлює необхідність проектного підходу до їх дослідження.

Однак, відомості про методи оцінки ефективності застосування інструментарію управління проектами у науковому напрямку «Підводна археологія» у сучасній зарубіжній та вітчизняній літературі відсутні, що робить актуальною цю роботу.

Тому метою роботи є розробка науково обґрунтованої узагальненої методики оцінювання ефективності застосування підводної робототехніки на фазі планування проектів підводної археології з урахуванням природних факторів та характеристик затонулих об'єктів.

**Розробка узагальненої методики оцінки ефективності застосування підводної робототехніки для фази планування проекту підводної археології.** Головним змістом фази планування проекту ПАД є детальна розробка всіх компонентів проекту і підготовка до його реалізації. Ключовим питанням успіху цієї фази і, загалом, проекту ПА у цілому, є науково обґрунтований вибір підводної технології для проведення археологічних досліджень на заданому підводному об'єкті та обґрунтування типів і кількості підводно-технічних засобів для її реалізації [41, 42]. Вирішення цього питання з позицій проектного менеджменту (порівняльний аналіз цих технологій з метою оптимізації експедиційних витрат) утворює окрему прикладну наукову задачу, яка має визначальне значення для забезпечення високої продуктивності та якості виконання підводних археологічних досліджень [47].

На цей час у науково-технічній літературі з'явилися узагальнені порівняльні оцінки ефективності застосування підводних апаратів, які можна застосувати в інтересах роботизації ПАД [40; 139; 251]. Однак, вони стосуються виконання окремих видів підводних робіт як складових морських експедицій і не забезпечують оцінювання всього комплексу експедиційних робіт.

У науковій роботі пропонується підхід до порівняння ефективності застосування різних видів підводної робототехніки та технології їх застосування у задачах ПА, який ґрунтується на застосуванні двох узагальнених критеріїв [44]:

- узагальненого безрозмірного критерію безпеки виконання робіт з ПА за підводною технологією, яка оцінюється наступною залежністю:

$$D = f(D_L; D_E), \quad (4.37)$$

де  $D_L$  – критерій безпеки для підводних археологів;  
 $D_E$  – критерій безпеки для навколишнього середовища;

- узагальненого безрозмірного критерію виробничої ефективності підводної технології, яка оцінюється:

$$R = f(R_K; R_O; T), \quad (4.38)$$

де  $R_K$  – безрозмірний технічний показник підводної робототехніки і технології її застосування, який характеризує відповідність конкретного виду НПА та обраної технології підводних робіт вимогам виробничого завдання морської археологічної експедиції: робочій глибині, вантажопідйомності, функціональній універсальності, якості виконання підводної роботи;  $R_O$  – безрозмірний експлуатаційний показник підводної техніки та обраної технології її застосування (рівень надійності, рівень автоматизації, обмеження по застосуванню);  $T$  – розрахункові витрати часу на виконання виробничого завдання обраним видом підводної робототехніки та за технологією, які аналізуються (розмірність – години).

Використаємо також загальноновживаний розмірний ціновий критерій  $C$  оцінки ефективності підводної робототехніки та технології її використання як суму показників вартості наступних складових:

$$C = C_X + C_Y + C_Z, \quad (4.39)$$

де  $C_X$  – вартість придбання підводної техніки (покупна ціна);  $C_Y$  – вартість експлуатації підводної техніки (накладні витрати на підводний апарат і його експедиційне судно-носіє);  $C_Z$  – вартість утилізації підводної техніки.

Тоді глобальний критерій  $G$  ефективності застосування конкретного виду підводної техніки в задачах ПА буде мати вигляд:

$$G = (DR)/C. \quad (4.40)$$

Застосування цього критерію може бути покладено в основу вибору й обґрунтування матеріально-технічного забезпечення на фазі планування проекту ПА.

Розглянемо тепер окремі складові уведених критеріїв та визначимо особливості їх обчислення.

Критерій безпеки для підводних археологів  $D_L$  визначає загрози травмування та загибелі водолазів та гідронавтів населених підводних апаратів під час роботи під водою.

Причинами таких подій можуть бути помилки у розрахунках тривалості знаходження водолазів на глибині, помилки в експлуатації населених підводних апаратів, наявність у складі підводних об'єктів небезпечних речовин, відмова техніки тощо.

Критерій безпеки для навколишнього середовища  $D_E$  оцінює загрози, які може нанести підводна археологічна діяльність донній поверхні та водному середовищу – зміну природного рельєфу дна у результаті підводних розкопок, забруднення водного середовища у результаті застосування ґрунто-сосів тощо.

Числові значення кожного з критеріїв  $D_L$  та  $D_E$  можуть лежати у діапазоні  $\{0, \dots, 1\}$ , тому прирівнюємо їх з імовірністю  $P_L$  та  $P_E$  того, що відповідна аварійна подія не настане.

Тоді у припущенні про незалежність аварійних подій та прийнятті послідовної структури розрахункової схеми імовірності появи аварійних подій, коли при якій-небудь події археологічна експедиція припиняється, узагальнений критерій безпеки виконання експедиційних робіт визначимо як добуток:

$$D = D_L D_E, \quad (4.41)$$

а складові  $D_L$  та  $D_E$  обчислимо за відомими залежностями теорії ймовірностей [144]:

$$D_L = P_L = \prod_{i=1}^l P_{Li} = \prod_{i=1}^l (1 - Q_{Li}), \quad (4.42)$$

$$D_E = P_E = \prod_{j=1}^e P_{Ej} = \prod_{j=1}^e (1 - Q_{Ej}), \quad (4.43)$$

де  $Q_{Li}$ ,  $Q_{Ej}$  – імовірності виникнення  $i$ -ї події, при якій виникає загроза життю і здоров'ю археологів (водолазів і гідронавтів) та виникнення  $j$ -ї події, при якій виникає загроза навколишньому підводному середовищу.

Узагальнений критерій виробничої ефективності при виконанні підводних археологічних робіт  $R$  може бути представлений добутком:

$$R = R_K R_O T, \quad (4.44)$$

а обчислення його множників  $R_K$  і  $R_O$  – як добутків наступних величин:

$$R_K = r_{Ka} r_{Kb} r_{Kc} r_{Kd}, \quad (4.45)$$

де  $r_{Ka} = \{0; 1\}$ ,  $r_{Kb} = \{0; 1\}$  – відповідно, двійкові коефіцієнти відповідності конкретного виду підводної техніки чи технології вимогам працювати на заданій виробничим завданням глибині моря та з заданою вантажопідйомністю;  $r_{Kc} = \{0, \dots, 1\}$  – коефіцієнт функціональної універсальності підводної техніки, який характеризує її можливість виконувати спектр підводно-технічних робіт  $J$ , передбачених виробничим завданням ПА (пошукових  $J_X$ , обстежувальних  $J_V$ , вимірювальних  $J_N$ , маніпуляційних  $J_{M1}$ , транспортно-вантажних  $J_{M2}$ , підйомних  $J_{M3}$  тощо); обчислюється у відсотках до повного переліку робіт, зазначених у виробничому завданні;  $r_{Kd} = \{0, \dots, 1\}$  – коефіцієнт, який характеризує якість виконання запланованого переліку підводних робіт (точність траєкторного руху і просторового позиціонування, виокремлювальну здатність пошукових приладів, формати фото-, відео і гідроакустичної інформації); обчислюється як інтегральний показник у відсотках до вимог виробничого завдання за кожною технічною характеристикою;

$$R_O = r_{Of} r_{Og} r_{Oh}, \quad (4.46)$$

де  $r_{Of}$  – імовірність безвідмовної роботи обраного виду підводної техніки;  $r_{Og} = \{0, \dots, 1\}$  – коефіцієнт, що характеризує рівень автоматизації підводної технології, яка обирається для виконання робіт ПА; визначається за методикою, викладеною в [43];  $r_{Oh}$  – коефіцієнт, який враховує слабо формалізовані експлуатаційні обмеження на застосування підводної техніки і технології у конкретних умовах – за гідрокліматичними умовами, за несумісністю одночасного застосування технічних засобів; обчислюється методами експертних оцінок [78].

Важливою складовою розробленої методики є розрахунок витрат часу  $T$  на виконання виробничого завдання обраним видом підводної техніки та за технологією, які аналізується. Методика їх розрахунку залежить від конкретної підводної роботи та характеристик підводного об'єкту. Так, для лінійного руху підводного апарату чи водолаза над ґрунтом при виконанні пошукових робіт витрати часу можна визначити з наступного відношення:

$$T = T_3 + (LB)/(hv) + T_C, \quad (4.47)$$

де  $T_3$ ,  $T_C$  – відповідно, час спуску підводного апарату чи водолаза на воду та занурення на робочу глибину та час, необхідний для його спливання на поверхню та підйом на борт експедиційного судна-бази;  $L$ ,  $B$  – відповідно, довжина і ширина обстеженої донної поверхні;  $h$  – ширина смуги обстеження;  $v$  – лінійна швидкість руху підводного апарату чи водолаза над ґрунтом.

Для просторового руху підводного апарату чи водолаза необхідно додавати витрати часу на тривимірний рух, а при виконанні обстежень чи при застосуванні маніпуляторів – додавати час на маневрування, позиціювання підводного апарату та підводні маніпуляції.

Таким чином, розмірність запропонованого глобального критерію  $G$  – витрати часу на виконання виробничого завдання морської археологічної експедиції, віднесені до ціни експе-

диційних витрат. При цьому, безрозмірні критерії  $D, R_E, R_O$  є коефіцієнтами розмірного відношення  $T/C$ , яке дає можливість оцінити головний показник ефективності виконання морських підводних робіт – вартість часу перебування в морі, але з урахуванням низки суттєвих чинників – безпеки робіт та техніко-експлуатаційних характеристик.

Складність обчислення глобального критерію  $G$  полягає у тому, що залежності (4.37)–(4.47) використовують як формалізовані, так і слабо формалізовані показники та характеристики. Детальний аналіз цих характеристик дав змогу згрупувати їх за трьома основними групами, які описують:

- об'єкт підводної археологічної діяльності  $A$ ;
- зміст підводно-технічних робіт  $J$  на цьому об'єкті за умовами виробничого завдання;
- гідрокліматичні умови  $N$ , за яких має виконуватись морська археологічна експедиція.

Узагальнений опис складу описаних груп характеристик подамо у вигляді трьох множин:

$$A = \{A_L; A_M; A_B; A_T\}, \quad (4.48)$$

$$J = \{J_X; J_V; J_N; J_{M1}; J_{M2}; J_{M3}\}, \quad (4.49)$$

$$N = \{N_H; N_W; N_V; N_T\}, \quad (4.50)$$

де  $A_L, A_M, A_B, A_T$  – відповідно, просторові характеристики підводного об'єкту (довжина, ширина, висота), глибина його залягання у ґрунті, ступінь обростання та наявність небезпечних речовин (наприклад, вибухових чи отруйних речовин) всередині об'єкту та в районі його залягання;  $N_H, N_W, N_V, N_T$  – відповідно, характеристики природного середовища у районі підводних археологічних робіт (глибини моря, характеристик стану водної поверхні та атмосфери, епюри підводної течії, гідрофізичних гідрохімічних характеристик водного середовища).

Залежності (4.37)–(4.50) утворюють узагальнену методику оцінювання ефективності застосування підводної техніки

та сучасних водолазних, пілотованих та безекіпажних (роботизованих) підводних технологій на фазі планування проектів глибоководної археології з урахуванням природних факторів у районі виконання археологічних робіт та характеристик досліджуваних підводних об'єктів. Використання формалізованих підходів до кількісної оцінки складових глобального критерію ефективності у поєднанні з використанням слабо формалізованих кількісних характеристик для всебічної оцінки підводних технологій дають змогу виконувати достовірний порівняльний аналіз можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів глибоководної археології.

#### **4.4      Практики застосування моделей управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень**

##### **4.4.1    Управління проектом морської археологічної експедиції «Візантійська галера»**

Проект морської археологічної експедиції «Візантійська галера» виконувався згідно науково-дослідної програми Інституту археології НАН України (Департамент підводної спадщини, керівник – С. О. Воронов) протягом липня 2009 р.

Методологія управління проектом підводних археологічних досліджень була побудована згідно каскадній моделі управління проектами роботизації ПАД (рис. 4.7). Розглянемо управління цим проектом детальніше.

*На фазі визначення вимог до проекту роботизації були визначені наступні чинники для роботизації експедиції:*

- а) глибина робочої акваторії – 130–150 метрів (велика за табл. 4.1);
- б) характеристики робочої зони дослідження (за рис. 4.8):
  - велика,  $PЗ_B=5 \times 5$  морських миль (для гідроакустичної розвідки акваторії ВАД<sub>А</sub>, ВАД<sub>К</sub>);

- мала,  $PЗ_M = \pi R^2 = 3,14 \cdot 10^4 \text{ м}^2$ , де  $R = 100 \text{ м}$  – радіус робочої зони ТПА (для дослідження артефактів ВАД<sub>д</sub>);
- точкова,  $PЗ_T = 1 \times 1 \text{ м}^2$ , робота з точковим артефактом (підйом ВАД<sub>п</sub>);
- в) вимоги до продуктивності ПАД – не висувались з-за відсутності досвіду у проведенні роботизованої ПАД;
- г) законодавче забезпечення ПАД – забезпечувалось наявністю «Відкритого листа» Інституту археології НАН України та дозволом на проведення морської експедиції від Державної Прикордонної Служби України (загону Морської охорони, порт Севастополь).

У якості виробничого вихідного документу цієї фази було виконано техніко-економічне обґрунтування ПАД як основу для прийняття рішення про її проведення з залученням фахівців-археологів з севастопольського музею-заповідника «Херсонес Таврійський», науковців-робототехніків з Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова та експедиційного судна забезпечення – моторної яхти «Наутілус-Юг» (порт Херсон).

У якості наукової продукції для цієї фази було виконано попередню оцінку продуктивності роботизованої технології у порівнянні з традиційною водолазною технологією ПАД при залучення водолазів-глибоководників ТОВ «ДайвТехноСервіс» (м. Севастополь). Встановлено, що застосування НПА підвищує продуктивність ПАД у 7–8 разів на водолазних глибинах. На «заводолазних» глибинах альтернативи застосуванню НПА немає.

На фазі розробки проекту роботизації ПАД було виконано обґрунтування техніко-експлуатаційних характеристик НПА, які необхідно застосовувати у даній археологічній експедиції та розроблено відповідні технології їх використання.

Було обґрунтовано застосування наступних засобів підводної робототехніки (табл. 4.1):

- буксированого підводного апарата «Планер-1» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, оснащеного гідролокатором

- бічного огляду «С-1800» (Англія) – для виконання завдань РЗ<sub>В</sub> (для археологічної розвідки на заданій акваторії).
- прив'язного телекерованого підводного апарата «Інспектор» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, оснащеного пошуковою відеокамерою «OE14-122» (Англія) та гідролокатором «Super SeaKing DST» (Англія) – для виконання завдань РЗ<sub>М</sub> (обстеження затонулих об'єктів);
  - прив'язного телекерованого підводного апарата «Софокл» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, оснащеного пошуковою відеокамерою «OE14-122» (Англія), гідролокатором «Super SeaKing DST» (Англія) та маніпулятором і ґрунтососом виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова – для виконання завдань РЗ<sub>Т</sub> (підйому артефактів).

Ступінь артефактності проекту «Візантійська галера» не визначалась у зв'язку з унікальністю цього проекту.

Зовнішній вигляд вказаних НПА наведено на рис. 4.14.

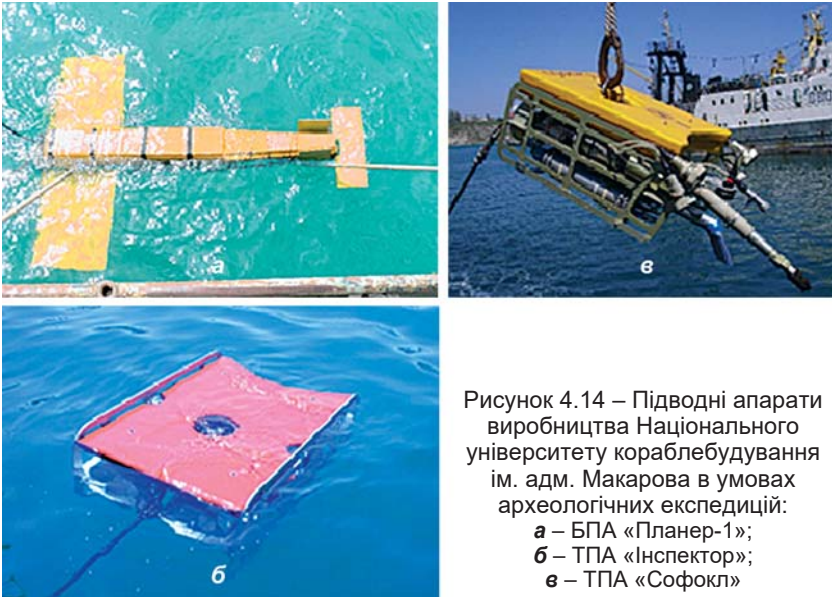


Рисунок 4.14 – Підводні апарати виробництва Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова в умовах археологічних експедицій:

- а – БПА «Планер-1»;
- б – ТПА «Інспектор»;
- в – ТПА «Софокл»

Виробничим вихідним документом цієї фази був перелік НПА та їх приладового оснащення згідно табл. 4.1, а науковим результатом – моделі формування техніко-експлуатаційних характеристик (ТЕХ) НПА, які необхідні для управління процесом робототехнічного забезпечення експедиції згідно залежностей (4.19)–(4.21).

*На фазі реалізації проекту роботизації ПАД* на базі Науково-дослідного інституту підводної техніки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова було виконано адаптацію вибраних НПА та їх приладового забезпечення до застосування з борту судна забезпечення – моторної яхти «Наутилус-Юг».

*На фазі тестування проекту роботизації ПАД* було організовано басейнові та морські натурні випробування створених НПА та відпрацьовано дослідницькі технології на їх основі. Зокрема, було проведено тренінги для операторів НПА по пілотуванню та по відпрацюванню навичок застосування пошукового та технологічного оснащення НПА (пошукових сонарів, ґрунтососа та маніпулятора.

Вихідними виробничими документами цієї фази були розроблені програми і методики проведення таких випробувань, а науковим результатами – моделі управління процесами їх виконання.

*На фазі експлуатації проекту роботизації ПАД* було відпрацьовано повний цикл роботизованих морських експедиційних робіт спільно екіпажем судна забезпечення та екіпажами НПА. Зокрема, було підтверджено працездатність моделі управління ПАД на всіх основних видів підводної археологічної діяльності:

- управління пошуковими роботами на великих за площею акваторіях за допомогою БПА «Планер-1» (пошук та знаходження археологічного об'єкта значних розмірів);
- допошук археологічного об'єкта за допомогою НПА «Інспектор», оснащеного гідролокатором кругового огляду та попередня ідентифікація цього об'єкта як бойової галери Візантійської імперії (X сторіччя н.е.);

- детальне обстеження та фото- і відеодокументування затонулої галери за допомогою НПА «Софокл», оснащеного ґрунтососом та маніпулятором, підйом на поверхню окремих артефактів (фрагменту весла галери та амфор).

Науковими результатами цієї фази були підтвердження працездатності розробленої концепції роботизації ПАД, археологічними результатами – виявлення, обстеження та дослідження бойової галери Візантійської імперії, яка затонула у Х ст. н.е.

У результаті реалізації проекту було зроблено найбільше за останнє сторіччя масштабне археологічне відкриття – виявлено, досліджено та частково підняте на поверхню бойова галера часів Візантійської імперії, на борту якого знаходиться вантаж цінних артефактів – амфор та інших вантажів.

Деякі результати археологічної експедиції показані на рис. 4.15

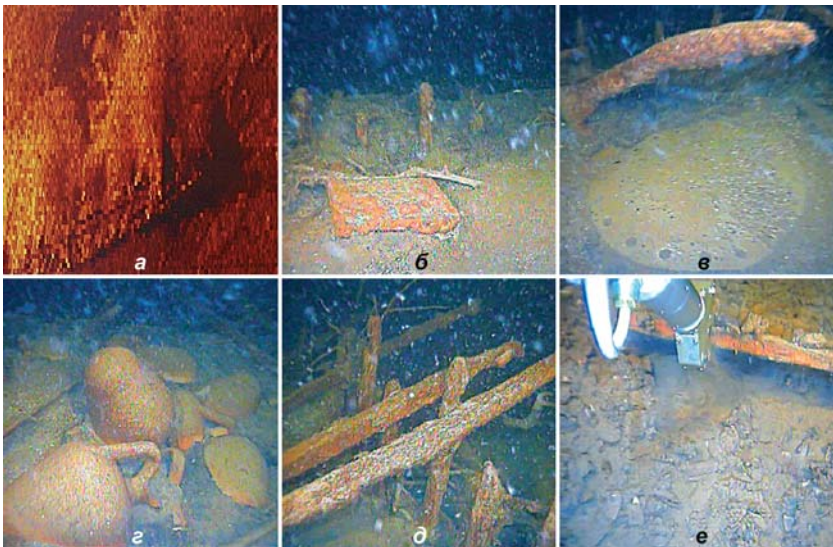


Рисунок 4.15 – Результати підводної археологічної експедиції  
«Візантійська галера»:

**а** – кадр гідроакустичного пошуку; **б** – кришка суднового ящика;  
**в** – щит воїна галери; **г**, **д** – обстеження амфор та корпусу галери  
Візантійської імперії; **е** – підйом артефакту маніпулятором ТПА

Практично весь вантаж галери (а це – десятки амфор тільки на верхній палубі судна) знаходиться у стані повної збережаності, що робить цю знахідку особливо цінною для археологічної науки.

На фазі експлуатації проекту роботизації ПАД «Візантійська галера» було підтверджено важливість планування морської археологічної експедиції з урахуванням ризиків, пов'язаних, зокрема, з погодними умовами та технологічним забезпеченням.

#### **4.4.2    Управління інноваційним проектом           «Віртуальний підводний музей України»**

Ідея інноваційного проекту «Віртуальний підводний музей України» запропонована ректором НУК проф. Рижковим С. С. та проректором НУК проф. Блінцовим В. С. як варіант виходу України на міжнародний рівень з унікальними об'єктами підводної культурної спадщини, які можна зробити надбанням людства через сучасні роботизовані підводні технології.

На фазі визначення вимог до проекту роботизації була визначена мета інноваційного проекту «Віртуальний підводний музей України» – інтеграція України до світового співтовариства морських держав, які активно вивчають історичну підводну спадщину, дбають про її збереження та перетворення у національне надбання.

На цій фазі також були визначені головні задачі проекту, які необхідно вирішити для його успішного розвитку:

- розробка концепції підводного музею України (рис. 4.6);
- розробка наукових засад, структури та складу апаратного і програмного забезпечення для реалізації концепції підводного музею України (табл. 4.1);
- розробка юридичних та організаційних засад функціонування підводного музею України (рис. 4.10);
- формування інтернаціональної команди організацій-співвиконавців та спонсорів Мегапроекту (планується до виконання після визначення інвесторів проекту);
- запуск та поетапна реалізація Мегапроекту (планується до виконання після визначення інвесторів проекту).

Генеральна ідея проекту підводного музею України полягає в організації керованого фізичного та віртуального (за допомогою мережі ІНТЕРНЕТ) доступу по підводних артефактів за допомогою сучасних роботизованих технологій.

Пропонується наступна структура музею:

- морська частина: дайвер-екскурсії, батискаф-екскурсії, робот-екскурсії, акваріум-екскурсії.
- віртуальна частина: віртуальний Інтернет-тур, віртуальна інтерактивна Інтернет-екскурсія.

Технічна реалізація проекту показана на рис. 4.16.

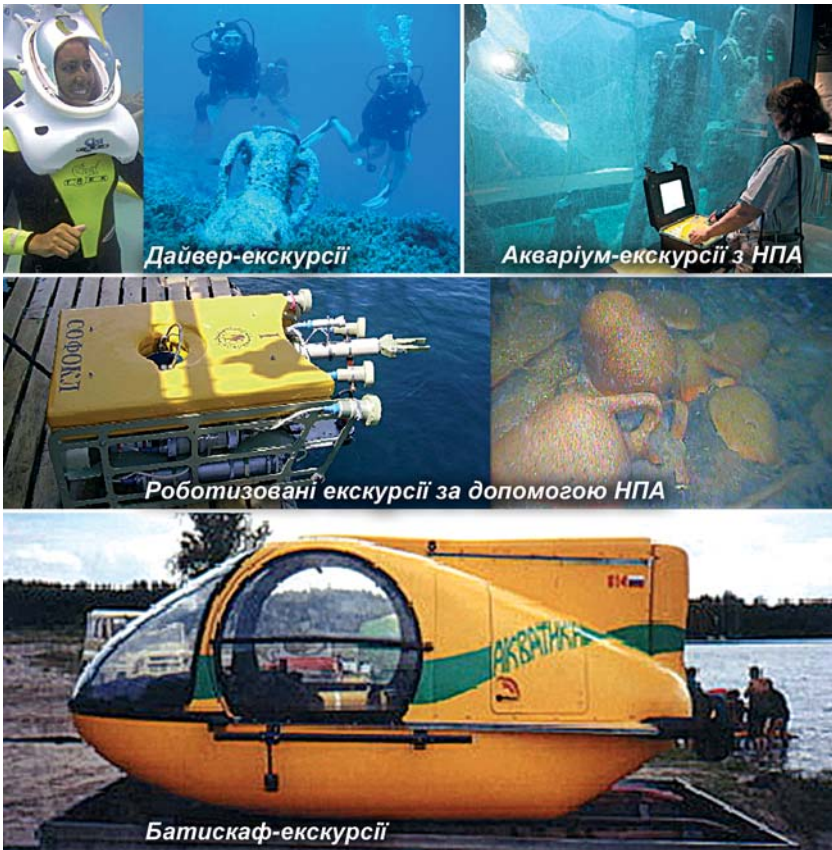


Рисунок 4.16 – Варіанти технічної реалізації проекту

На фазі розробки проекту роботизації ПАД було виконано обґрунтування техніко-експлуатаційних характеристик НПА, які необхідно застосовувати для успішної реалізації проекту, та розроблено відповідні технології їх використання.

Було обґрунтовано застосування наступних засобів підводної робототехніки:

- для морської частини проекту – прив'язного телекерованого підводного апарата «Софокл» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;
- для віртуальної частини проекту – прив'язного телекерованого підводного апарата «Інспектор» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова та модуля супутникового зв'язку підводного робототехнічного обладнання з мережею Інтернет.

На цей час проект перебуває на етапі робіт по завершенню фази розробки та пошуку інвесторів для його реалізації.

Головні елементи технічної структури проекту наведені на рис. 4.17.

Реалізація такого проекту буде першим етапом започаткування міжнародного проекту «Підводний музей Чорного моря», до якого планується долучити всі країни Причорномор'я (Абхазії, Болгарії, Грузії, Румунії, Туреччини).

Оскільки на цей час виявлено та обстежено декілька десятків затонулих підводних об'єктів [64], які мають історичну цінність та можуть відігравати розважальну та науково-пізнавальну цінність, ступінь артефактності проекту «Віртуальний підводний музей України» визначимо за залежністю (3.1), виходячи з можливості та доцільності побудови десяти таких об'єктів ( $N=10$ ).

Попередній аналіз показує, що однією з головних технічних труднощів реалізації підводних проектів є робоча глибина, на якій вони функціонують. Для першого етапу реалізації проекту «Підводний музей Чорного моря» (ПМЧМ) у територіальних водах України на цей час є характерними дві робочі

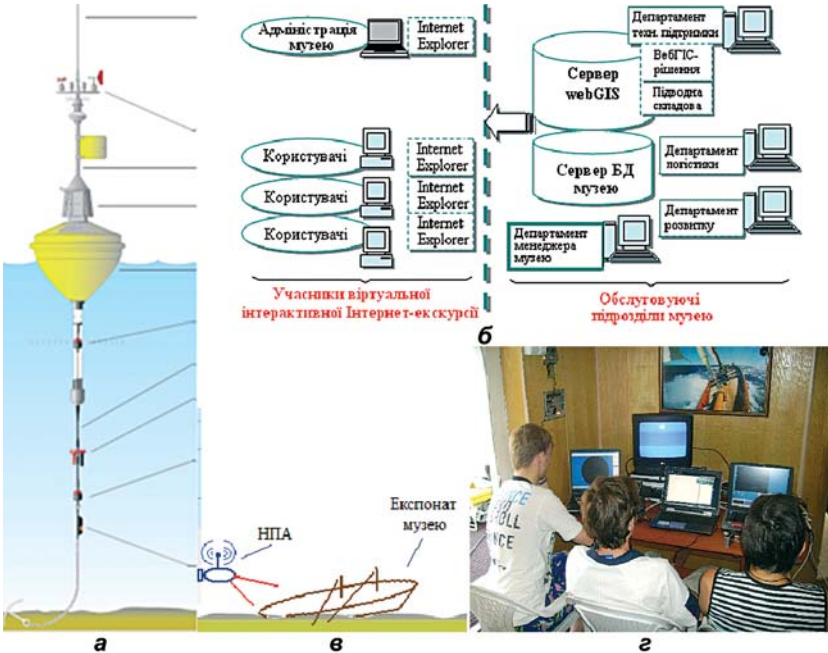


Рисунок 4.17 – Головні елементи технічної структури проекту  
«Віртуальний підводний музей України»

глибини (глибини знаходження підводних археологічно цінних об'єктів) – до 100 метрів та до 500 метрів (глибина шельфу Чорного моря).

Тому до параметричних характеристик проекту доцільно віднести глибину  $p_{i=1}^{(j)} = H_{UM}^{(j)}$ , на якій має бути створено підводний музей, та розміри артефактного об'єкта  $p_{i=2}^{(j)} = S_{UM}^{(j)}$ .

До функціональних характеристик проекту доцільно віднести також дві характеристики: обсяг інформаційного обміну  $w_{i=1}^{(j)} = I_{UM}^{(j)}$  між підводним обладнанням  $j$ -го проекту музею та користувачем (Інтернет-відвідувачем  $j$ -го віртуального музею), та вартість технічної реалізації  $w_{i=2}^{(j)} = B_{UM}^{(j)}$  доступу до артефактних складових цього проекту.

Як приклад, попередньо приймемо, що  $S_{UM}^{(j)} = \text{const}$  та  $I_{UM}^{(j)} = \text{const}$  для всіх груп музеїв, оскільки підводні об'єкти (експонати музею) будемо вважати однотипними (затонулі судна), а об'єми інформаційного обміну зі споживачами (відвідувачами віртуального музею) приблизно однаковими та обумовленими стандартними наборами користувальницьких можливостей для відвідувачів музеїв. Тоді за умови, що п'ять проектів передбачають створення підводних музеїв на глибинах до 100 метрів, а інші п'ять – на глибинах до 600 метрів, а також, що кожний наступний проект з цих двох груп проектів зменшує обсяги витрат ресурсів, необхідних для реалізації параметричних та функціональних характеристик елементарних складових проекту, які потребують розробки в  $j$ -му проекті, на 10% (коефіцієнт зменшення витрат ресурсів  $\delta_{100}=0,1$ ) для проектів на глибинах до 100 метрів та на 5% (коефіцієнт зменшення витрат ресурсів  $\delta_{500}=0,05$ ) для проектів на глибинах до 500 метрів, маємо наступні залежності:

$$\Omega_{100M}^{(j)} = \frac{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}}}{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}} + k_{100M} \left( \frac{p_{i=1}^{(j)}}{p_{i=1}^{(j)}} + \frac{w_{i=2}^{(j)}}{w_{i=2}^{(j)}} \right)}; \quad (4.51)$$

$$\Omega_{500M}^{(j)} = \frac{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}}}{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}} + k_{500M} \left( \frac{p_{i=1}^{(j)}}{p_{i=1}^{(j)}} + \frac{w_{i=2}^{(j)}}{w_{i=2}^{(j)}} \right)}, \quad (4.52)$$

де  $j=0, \dots, 4$  – порядковий номер проекту;  $i=1, 2$  – порядковий номер характеристики проекту;  $k_{100M}=(1-j \cdot \delta_{100})$ ;  $k_{500M}=(1-j \cdot \delta_{500})$ .

Зазначимо, що у прикладі, який розглядається, до параметричних і функціональних характеристик елементарних складових проектів, які потребують розробки в поточному  $j$ -му

проекті, віднесено  $p_{i=1}^{(j)} = H_{UM}^{(j)}$  та  $w_{i=2}^{(j)} = B_{UM}^{(j)}$  (характеристики, які залежать від глибини встановлення обладнання музею та від вартості технічної реалізації  $j$ -го проекту).

Виконані розрахунки з використанням залежностей (4.51) та (4.52) показують, що ступінь артефактності  $\Omega$  двох варіантів проектів «Віртуальний підводний музей України» (для глибин до 100 метрів та до 500 метрів) зростає у залежності від кількості виконаних проектів:

для глибин до 100 метрів:  $\Omega_{100\text{м}}^{(1)} = 0,667, \dots \Omega_{100\text{м}}^{(5)} = 0,769$  ;

для глибин до 500 метрів:  $\Omega_{500\text{м}}^{(1)} = 0,667, \dots \Omega_{500\text{м}}^{(5)} = 0,714$  .

Отримані результати свідчать про більшу артефактність «мілководних» проектів, оскільки вони мають менш складну технічну реалізацію та більшу можливість до тиражування.

У цілому, отримані залежності (4.10), (4.51) та (4.52) дають змогу кількісно оцінити можливість та доцільність розробки та реалізації проектів типу «Віртуальний підводний музей України» з урахуванням особливостей як параметричних, так і функціональних характеристик проектів для різних умов експлуатації.

## ВИСНОВКИ

Підводна археологія є відносно молодого наукою, яка веде свій відлік з 1900–1902 рр., коли вперше було проведено розкопки затонулого судна біля грецького острова Антикитера. Бурхливий розвиток підводних археологічних досліджень у світі припадає на середину ХХ ст. завдяки винаходу акваланга французом Ж.-І. Кусто. За допомогою цього винаходу стали можливими тривалі підводні роботи водолазів-археологів на невеликих (до 50 м) глибинах, що значно розширило обсяги підводних досліджень як у світі, так і в Україні.

На теперішній час підводна археологія є одним з перспективних напрямків досліджень культурної спадщини людства, у якому приймає участь Україна.

У монографії викладено історію розвитку Чорного моря у пізньому голоцені, динаміку розвитку прибережної смуги північного Причорномор'я протягом 4 тисяч років.

Наводяться результати досліджень археологічних пам'яток, які знаходяться в шельфовій зоні північного Причорномор'я й охоплюють акваторії від острова Зміїний до перекопського перешийка, акваторії чорноморського узбережжя Криму та Керченського півострова, акваторії північно-західної частини Азовського моря. Також наводяться результати досліджень археологічних пам'яток, які знаходяться на дні Дніпровського лиману та пониззі р. Дніпро.

Відкриті та досліджені на сьогодні археологічні пам'ятки відносяться, головним чином, до античної епохи та часів середньовіччя. На цих акваторіях практично невідомі археологічні знахідки більш ранніх історичних періодів. Це пояснюється тим, що саме в античні та середньовічні часи широко поширюється кам'яне будівництво, рештки якого можна легко зафіксувати під водою. Пам'ятки цих часів найбільш численні та займають досить великі площі.

Окрім того, всі пам'ятки знаходяться на глибинах, які не перевищують відміток –10 м (окрім затонулих кораблів). Тому вони легко виявляються сучасними методами пошуку, а їх дослідження не створює значних технічних перешкод. Для виявлення більш ранніх археологічних об'єктів, які знаходяться на значно більших глибинах, необхідна розробка нових більш досконалих методів дослідження та новітнього технічного обладнання

З цією метою у монографії розглянуті актуальні питання роботизації підводних археологічних досліджень, що дає змогу забезпечити підвищення їх ефективності за рахунок застосування ненаселених підводних апаратів та переходу до безводолазних технологій дослідження.

## **ДОДАТКИ**

### **Додаток А**

### **МЕТОД ГІДРОЛОКАЦІЙНОГО ПОШУКУ**

Метою робіт по пошуку об'єктів в акваторіях являється виявлення і ідентифікація об'єктів; визначення поточного стану, глибини залягання і географічних координат об'єктів. Під об'єктом розуміється будь-який об'єкт природного або штучного походження, який може знаходитися:

- 1) у товщі води (підтоплений об'єкт);
- 2) на дні (поверхні дна) або частково занесений донними осіданнями;
- 3) у товщі дна (повністю занесений донними осіданнями).

Для пошуку об'єктів у товщі води і на дні використовується метод площадкової гідролокаційної зйомки, що виконується гідролокатором бічного огляду (ГБО) з носіїв (суден), що рухаються. Цей метод є на сьогодні найефективнішим за часом і витратам. При цьому використовуються двочастотні гідролокатори бічного огляду (ДГБО); інтерферометричні гідролокатори бічного огляду (ІГБО) і багатопроменеві ехолоти (МЕЛ), працюючі в режимі ГБО. Пошук 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)

Гідролокаційний пошук проводиться для виявлення окремих локальних об'єктів. До локальних об'єктів відносяться підстави споруд, естакад, а також затонулі судна, і інші предмети. Виявлення об'єкту – визначення наявності (виділення)

об'єкту на підстилаючому фоні або на тлі іншого об'єкту за рахунок різної яскравості (тони). Виявлення об'єкту можливе тільки за рахунок відмінної від фону відбиваючої здатності (фоновий контраст). Чим вище фоновий контраст (чим вище відмінність яскравості об'єкту по відношенню до фону), тим вище вірогідність виявлення об'єкту. 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 являються характер підводного рельєфу, міра його горизонтальної і вертикальної розчленованої на різних глибинах а також відсутність пропущених ділянок.

Пошук був виконаний методом паралельних галсів.

### **Обробка матеріалів гідролокаційного пошуку**

Обробка матеріалів гідролокаційного пошуку включає:

- 1) дешифрування акустичних зображень;
- 2) визначення місця розташування знятих об'єктів.

В ході дешифрування зображень враховувалися характерні особливості отримуваних зображень рельєфу дна, ґрунтів, підводних комунікацій.

Отримувані зображення фіксують неоднорідності відображення поверхнею дна гідроакустичної енергії. Такі неоднорідності виникають:

- 1) на рівному дні – внаслідок неоднорідності відбиваючої здатності донних ґрунтів і об'єктів;
- 2) на нерівному дні – внаслідок різної відбиваючої здатності схилів різної експозиції, об'єктів, що височіють над дном, і наявності зон акустичної невидимості (акустичні тіні);
- 3) внаслідок поєднання перерахованих основних чинників.

### **Результати**

Отримані акустичні зображення об'єктів (знімки треків), карта глибин, карта твердості ґрунтів.

**Додаток Б**  
**ІННОВАЦІЙНА МЕТОДИКА**  
**ЕХОЗОНДУВАННЯ ЩОДО ДОСЛІДЖЕНЬ**  
**ГЛИБИН ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ**  
**АКВАТОРІЙ ПРИРОДНОГО**  
**ТА ШТУЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Окрім традиційних результатів батиметричних досліджень та гідролокаційної зйомки є низка прихованих можливостей обладнання, що залучається в процесі робіт. Так, одним з побічних результатів батиметричних досліджень є інформація про донні відклади, їх фізико-механічні властивості тощо. В окремих випадках ця інформація може стати основною, наприклад при цільових дослідженнях щодо вивчення структурно-літологічних особливостей дна водойм.

Багаторічний досвід робіт фахівця з батиметрії Чубенко О. В. та провідного геолога Клочкова С. В. зробив можливим дистанційне зондування донних відкладів водойм за допомогою ехолотів Simrad та професійного програмного забезпечення для інтерпретації ехограм в складі ArcGIS та ReefMaster. В результаті вдалого поєднання технічних та програмних засобів стало можливим отримання якісних та кількісних характеристик донних відкладів без безпосереднього залучення прямих методів обстеження – буріння свердловин, опробування тощо.

Фактично було створено інноваційну методику діагностики донних відкладів водойм. Ця методика є прогностною і не має на меті замінити методи прямих спостережень та не претендує на виключну достовірність результатів. Однак, в комплексі з буровими роботами та опробуванням донних відкладів гарантує отримання максимально достовірного результату за рахунок значно більшої достовірності під час інтерпретації отриманих результатів. Слід зазначити, що отриманні результати щодо якісних та кількісних характеристик донних відкладів були неодноразово завірені результатами буріння

та опробування досліджуваних ділянок. Це дозволяє нам робити висновки щодо достовірності результатів, отриманих при залученні запропонованої нами методики.

Крім того батиметричні дослідження фактично є експрес-методом та можуть залучатися на початкових стадіях будь-яких робіт з вивчення донних відкладів в будь-яких акваторіях. При мінімальних часових і фінансових затратах замовник отримає проекту картографічну інформацію (основу) щодо глибин, якісних та кількісних характеристик дна, яка підтверджується та деталізується прямими методами під час наступних етапів наукових та технічно-виробничих досліджень.

Далі в розділі розкриті теоретичні та прикладні підстави запропонованої методики. Наведено технічні характеристики обладнання, що дозволяє отримати очікуваний результат. Також вказано програмне забезпечення та його аналітичний інструментарій, що дозволяє виконати цільову інтерпретацію даних ехограм.

### **Методика досліджень**

Методика ехозондування з метою досліджень глибин та донних відкладів акваторій природного та техногенного походження полягає в виконанні комплексу робіт в складі:

- польові роботи – гідролокаційне профілювання;
- контрольне опробування поверхні донних відкладів;
- первинна камеральна обробка сирих даних в середовищі ReefMaser;
- інтерпретація даних ехограм в середовищі ReefMaser, ArcGIS;
- складання комплекту карт, перетинів, фактографічних додатків та пояснювальної записки до них;

Польовий етап робіт, а саме – гідролокаційне профілювання виконується в автоматичному режимі фіксацій на частотах 50–200 mHz в залежності від мети досліджень. Для ідентифікації поверхневого шару ґрунту найбільш достовірного результату було отримано за допомогою широкосмугового ехолоту SonarHub.

В процесі вимірювань ехолот розміщується в кормовій частині судна та фіксується в положенні нижче розрізу води (рис. Б.1). Картплоттер фіксується на операторському місці, також в кормовій частині човна. Для контролю якості процесу зондування в реальному режимі часу виконується візуальний контроль ехозондування.

В більшості випадків складовою методики є опробування донних відкладів повздовж профілювання (рис. Б.2). Мета такого обрубубання – підтвердження ідентифікованих за допомогою ехограм ґрунтів та демонстрація фактичного матеріалу замовнику для максимальної достовірності отриманого результату. Опробування відбувається шляхом занурення до поверхні донних відкладів, або із застосуванням спеціального обладнання.

Після проведення польових досліджень матеріали гідро-локаційної зйомки проходять первинну камеральну обробку, яка полягає в перетворенні сирих даних в формати що доступні для аналізу в більшості брендівих ГІС.

Наступним етапом є інтерпретація даних ехограм, в процесі якої отримують основні розрахункові параметри для звіт-ного матеріалу. Такими параметрами є глибини досліджуваної акваторії та цифрові значення відбитків, які дозволяють отримати інформацію про кількісні та якісні складові характеристик донних відкладів.

Візуалізація результатів замірів глибин класично відбувається за допомогою батиметричної карти. Часто виникає необхідність відображення глибин в абсолютних значеннях перевищень тієї чи іншої картографічної системи (Балтійська, WGS84 тощо). В таких випадках для максимальної точності розрахунків абсолютних відміток перевищень дна під час польових робіт в техногенних водоймах виконуються заміри дзеркала води відносно реперних пунктів з визначеним значенням перевищень в обраній системі висот з геодезичною точністю. При відсутності реперних пунктів, як правило в водоймах природного походження, слід виконувати заміри абсо-



*Рисунок Б.1 – Приклад розташування датчиків ехолоту*



*Рисунок Б.2 – Опробування донних відкладів*

лутних відміток дзеркала води відповідними геодезичними GNNS системами, які дають точність близьку до міліметрової. В залежності від режиму водойм геодезичний супровід рекомендується вести на початку та наприкінці зйомки, або безперервно. При батиметричній зйомці техногенних водоймищ зі змінно поверхнею дзеркала слід враховувати нахил дзеркала води. Такі водойми, як правило, мають гарні багато масштабні топографічні плани. Тому для економії часових ресурсів можна користуватися відмітками розрізів води по простяганню зйомки.

Далі за допомогою інструментарію ReefMaster та ArcGIS складається комплект картографічних матеріалів, перетинів до них, фактографічних даних та пояснювальної записки або звіту, в залежності від технічного завдання.

### **Обладнання та програмне забезпечення**

Успішна реалізація пропонованої нами інноваційної методики ехозондування, щодо досліджень глибин та донних відкладів акваторій природного та техногенного походження, потребує залучення сучасного гідролокаційного обладнання та програмного забезпечення класу ПС. Нижче наведено класичну комбінацію програмно-апаратних засобів, яку ми, зазвичай, використовуємо при проведенні польового та камерального етапів досліджень.

Дослідження виконуються на плавучих засобах, здатних підтримувати швидкість необхідну для стабільної роботи ехолоту. Одним із прикладів такого транспортного засобу є моторний човен Suzumar 390 з двигуном Suzuki 2,5. Найбільш презентабельним геофізичним обладнанням, яке слід залучати для вдалої реалізації отримання основних оціночних параметрів методики, є система в складі картплоттеру Simrad NSS7 із сканером бокового огляду StructureScan® 3D та широкосмуговим ехолотом SonarHub, Full автопілот. Нижче наведено характеристики основних складових даної комплектації.

### **Simrad NSS7**

- 7-дюймовий 800×480 (15:9) мульти-сенсорний дисплей
- Вбудований з високим коефіцієнтом посилення 10Hz GPS / ГЛОНАСС – приймач
- Вбудований CHIRP з підтримкою широкосмугового ехолота і StructureScan® HD
- TouchSensible – комбінація декількох сенсорних екранів і клавіатури / поворотним перемикачем для інтуїтивного і точного управління в будь-яких умовах
- Сучасне програмне забезпечення оптимізовано для широкоформатного сенсорного дисплея за допомогою налаштованих панелей
- Можливість інтеграції Full автопілоту;
- Планування поїздки полегшується за допомогою технології TripIntel™
- Слот для CD для запису файлів, щоб створити карту щільності ґрунту



Рисунок Б.3 – Картплоттер Simrad NSS7

### **Lowrance StructureScan3D**

StructureScan® 3D сканує підводний ландшафт і дає можливість візуалізації високої роздільної здатності. Сканування можливе на 180 градусів у тривимірному вигляді. У картині, як тривимірні види відображаються на EVO2 Simrad NSS і EVO2 ехолот / картплоттер, при використанні в поєднанні з перетворювачем StructureScan 3D Skimmer® і модулем.

Ключова особливість Lowrance StructureScan3D:

- Неперевершена чіткість зображення на стороні
- Високої чіткості (HD) і супер широке 3D сканування
- Leading Edge™ Scanning Reference
- Ідентифікація цільового SelectScan™
- Вертикальне управління Enhancement
- Точка Overlay
- Автоматичне 3D налаштування зображення
- Підключення до Ethernet
- Удосконалена конструкція бічного датчика Skimmer®



Рисунок Б.4 – Сканером бокового огляду StructureScan® 3D

### ***Широкосмуговий ехолот Lowrance SonarHub***

Сумісність з повною лінійкою Simrad NSS EVO2 і EVO2, забезпечує використання і підключення до новітніх технологій Sonrad сонара, включаючи TotalScan, ForwardScan, StructureScan® HD і CHIRP.

Ключова особливість Lowrance SonarHub:

- Компактний «все-в-одному» модулі сонар забезпечує StructureScan® HD і технології CHIRP сонара
- StructureScan® HD створює кращі в своєму класі бічні огляди і DownScan зображення™, забезпечуючи кристально чисті зображення та вид, який знаходиться під човном
- Додаткові датчики включають в себе TotalScan, ForwardScan, AIRMAR® TM150M, одноканальний перетворювач чіпса, StructureScan, перетворювачі HD
- Три порти Ethernet, які дозволяють швидко і зручно користуватись Ethernet



Рисунок Б.5 – Широкосмуговий ехолот SonarHub

### Теоретичне підґрунтя щодо ідентифікації донних відкладів

Теоретична основа методики мотивована тим, що різні ґрунти мають різну проникність звукових хвиль. Залежить ця характеристика від щільності ґрунту. Щільність ґрунту, в свою чергу, залежить від розміру часток, що його складають та ступеню літифікації.

Теоретичним підґрунтям щодо ідентифікації донних відкладів є наявність в ехограмі трьох відбитків – PeakSV, E1 E2 (рис. Б.6).

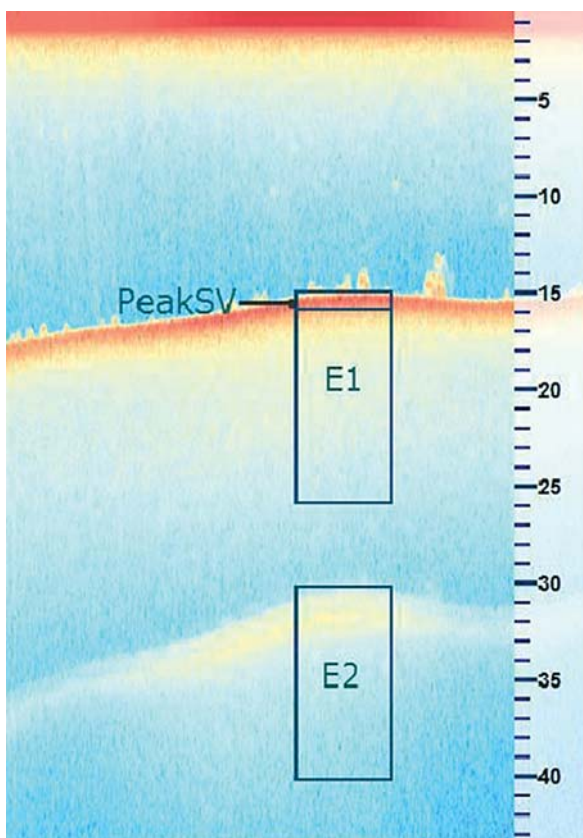


Рисунок Б.6 – Положення відбиттів на ехограмі

Інформація про тип дна ідентифікується з декількох місць кожного відбитого сигналу ехолота. Кожне з цих місць надає різні значення і кожне може бути показано окремо, як окремі шари в ехограмі.

На рисунку Б.6 показано звичайний відбитий сигнал ехолота. Інформація необхідна для ідентифікації донних відкладів показана на рисунку у вигляді трьох різних зон, зазначених як PeakSV, E1 (перший відбитий сигнал) та E2 (другий відбитий сигнал). Кожен шар характеризує природу дна. Далі наведено інформацію щодо кожного з цих відбитків.

**Peak SV.** Значення Peak SV просто вимірює силу повіреного сигналу після його відбиття від дна, і дуже залежить від твердості дна. З деяких причин, просте вимірювання Peak SV повернутого від дна сигналу не завжди так само надійно, як використання другого відбиття (E2), але в багатьох випадках результати можуть бути дуже корисними. Peak SV включено як шар в ехограмі тому, що багато логів ехолотів не записуються з достатньою детальністю, встановленою для запису логів, щоб утримувати корисний шар E2.

**E1.** Шар E1 є першим відбиттям і слідує безпосередньо за Peak SV першого еха. Це значення, зазвичай, називають шорсткістю дна. Хоча це значення не є прямим вимірюванням твердості дна, ці два значення часто тісно пов'язані.

**E2.** Шар E2 походить від повного другого відбиття від дна і зазвичай називається показником міцності. Друге відбиття отримується, коли ехо від дна повертається до поверхні і відбивається повторно від дна човна, а потім відбивається знову від дна та фіксується приймачем. Цей другий відбитий сигнал особливо корисний для визначення відносної міцності дна. Як видно на рисунку Б.6, другий відбитий сигнал показує тверду область в середині більш чисто, ніж перший відбитий сигнал.

Шар E2 є найнадійнішим джерелом інформації про відносну твердість донних відкладів. Він також є основним показником запропонованої нами методики ехозондування. Цей показник приймає участь в обчисленні кількісних, якісних показників донних відкладів та їх предметної ідентифікації. Зображення

на рисунку Б.6 показує значення твердості, витягнуті з шарів PeakSV, E1 та E2 (більш темні кольори показують більший рівень відбитого сигналу). Зверніть увагу, наскільки чиста тверда область в центрі зображення визначена за даними шару E2. Коли це можливо, для отримання більш стійкого сигналу, завжди слід збирати дані з діапазоном глибин, встановленим більше необхідного, щоб записати повне друге відображення шару E2. На практиці достатнім є діапазон на 10 метрів більше подвоєної поточної глибини. Автоматичне змінення діапазону на багатьох пристроях часто обрізає шар E2 або навіть пропускає його повністю. Це означає, що велика кількість корисної інформації втрачається.

Також існує композитний шар, що компілює змішування або усереднення всіх рівнів, що характеризують твердість (PeakSV, E1, E2).

Саме залучення до розрахунків в різній мірі відбитків, що описані вище, дозволило нам в остаточному підсумку отримувати інформацію про якісні та кількісні характеристики донних відкладів, про які піде мова далі.

Слід зазначити, що процес обчислення значень кількісних та якісних характеристик донних відкладів може бути сильно чутливий до шуму під час фіксації останніх. Досліджувану територію слід проходити повільно в процесі батиметричної зйомки для мінімізації впливу шуму на записі ехолота.

### **Ідентифікація піщаних донних відкладів**

Для піщаних донних відкладів характерна наявність яркого потужного рівня сигналів E1 та E2, які в окремих випадках майже зливаються та помножуються, що дозволяє зробити висновки навіть про зернистість піщаного матеріалу дна.

Пояснюємо це тим фактом, що піщаний, насичений водою ґрунт є більш проникним для звукових хвиль ніж той, що складений дисперсними глинистими частками. Чим крупнішими є піщані частки – тим більше пустот міститься між ними і тим більша проникна здатність для звукових хвиль, які віддзеркалюючись від піщаних часток і створюють «печерний

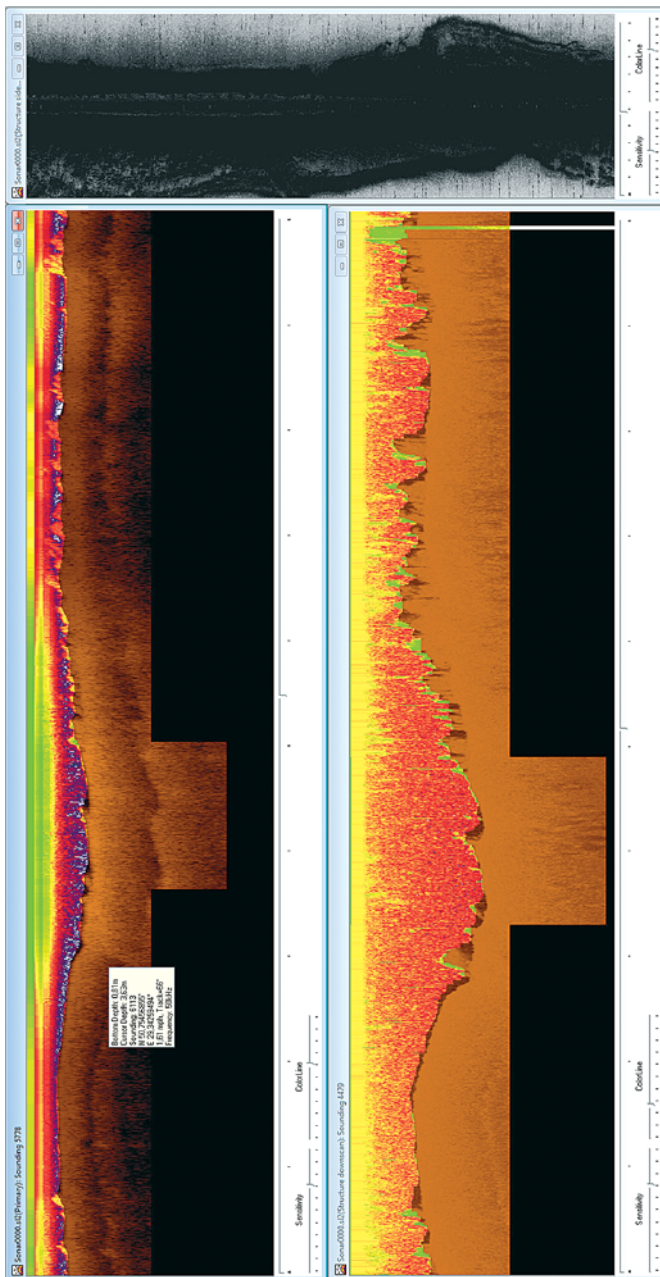


Рисунок Б.7 – Ехограма класичного піщаного дна

ефект еха», що багатократно помножує інтенсивність звукової хвилі під час її прийому на фіксуючій складовій ехолоту. На профільній складовій ехограми під час аналізу піщані відклади відрізняються яскравим тоном, порівняно з іншими, більш щільними породами, що не мають вираження в зв'язку з неможливістю значного проникнення звукових хвиль.

Піщана складова донних відкладів була багаторазова підтверджена нами матеріалами буріння. Нижче наведено розріз еталонної свердловини, через яку було пройдено гідрокаційний профіль, який також ідентифікував наявність піщаних донних відкладів:

- піски дрібно- та середньозернисті, жовтувато-сірі – 0–2,0 м;
- піски різнозернисті, жовтувато-сірі з обломками раковин морських молюсків, а в основі і рідких солонувато-водних – 2,0–8,0 м.
- гравійно-галечниковий горизонт – 8,0–8,1 м.

**Ідентифікація мулів** полягає в порівнянні відбитків E1 та E2. При наявності мулового шару на дні водойми в ехограмі ми будемо бачити розходження рівнів E1 та E2, як це видно на рисунку. Чим більша відстань між рівнями на ехограмі, тим потужніший шар мулових наносів. При значній потужності мулових наносів рівень E2 може значно втрачати свою інтенсивність аж до повного зникнення. На рис. Б.7 можна побачити ехограму класичного замуленого дна. Рівні сигналу E2 дуже слабкі і в окремих ділянках майже зникають.

**Ідентифікація цоколю** полягає в порівнянні відбитків E1 та E2. При наявності цоколю на дні водойми, який виходить на поверхню або близький до неї, в ехограмі ми будемо бачити зближення рівнів E1 та E2, як це видно на малюнку майже до злиття. Інтенсивність відбитків також буде високою, тим більш високою, чим положення цоколю ближче до поверхні дна водойми.

Цоколь може бути як природного так і техногенного походження. Прикладом цоколю природного походження є важкі глинисті відклади, аргіліти, піщаники, вапняки, гранітогнейси тощо. Класичним прикладом цоколю техногенного походження є бетонна основа каналів.



Рисунок Б.8 – Ехограма класичного замуленого дна

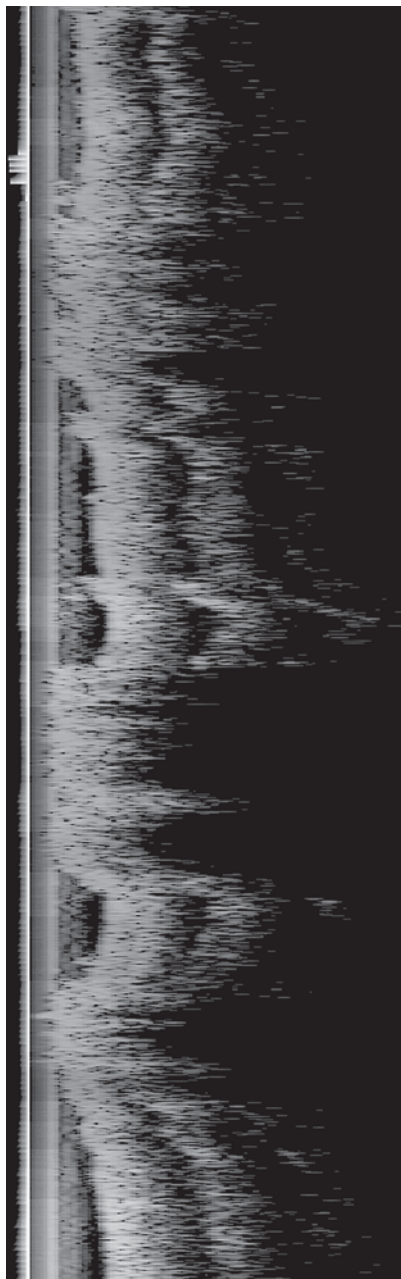


Рисунок Б.9 – Класичне місце виходу цоколю до поверхні дна

Ключовим аспектом запропонованої нами інноваційної методики ехозондування є **розрахунок потужностей мулів**. Перевагою методики є її часова складова. По суті це є експрес-метод. Його слід застосовувати на етапі рекогносцирувальних робіт, коли слід визначити приблизний об'єм мулів. Ця методика є дистанційною і результати визначення об'єму є приблизними. Незважаючи на це, під час тематичних робіт отримані нами результати мали дуже близькі значення до визначених за допомогою прямих методів об'ємів мулів. Слід зазначити також, що при наявності навіть однієї гірської виробки на території досліджень, як правило свердловини, точність результатів розрахунків значно підвищується за рахунок введення поправочних коефіцієнтів. Також, завдяки накопиченому нами досвіду робіт, створено базу даних поправочних коефіцієнтів для різних типів дна водойм як природного, так і техногенного походження.

Першим кроком розрахунків є визначення об'єму донних відкладів (мулів) за польовими даними ехограм. Об'єми донних відкладів, як і води, розраховуються нами за допомогою аналітичного апарату ReefMaster, яке є ключовим програмним забезпеченням при залученні нашої інноваційної методики. Основою для розрахунків є данні ехограм, в яких обов'язково повинні бути присутні виміри E1 та E2. Нижче наведено приклад з успішно реалізованого проекту, складовою частиною якого було визначення кількісних та якісних характеристик донних відкладів, включаючи потужності мулів:

**Об'єм води** розрахований за допомогою аналітичного апарату ReefMaster в межах площ закартованого дзеркала. Об'єм донних відкладів розрахований в межах площ їх поширення, визначених сонаром під час зйомки. Об'єм донних відкладів також диференційований за вертикальними рівнями через кожні пів метри. Нижче наведені основні кількісні характеристики наповнення каналу розраховані за даними отриманих ехограм.

### 1 черга:

Площа дзеркала води ..... 86710,4 м<sup>2</sup>  
 Максимальна глибина ..... 3,00 м  
 Мінімальна глибина ..... 0,40 м  
 Середня (фонова) глибина ..... 1,42 м  
 Об'єм води:  
 Загальний об'єм води в межах 1-ї черги ..... 88598,37 м<sup>3</sup>  
 Об'єм наносів (мулів):  
 Загальний об'єм мулів в межах 1-ї черги ..... 64304 м<sup>3</sup>  
 Граничні глибини ..... 3,00 м

Таблиця Б.1

| Нижня (м) | Верхня (м) | Об'єм (м <sup>3</sup> ) | Площа (м <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|
| 0,00      | 0,50       | 1                       | 20                      |
| 0,50      | 1,00       | 593                     | 4593                    |
| 1,00      | 1,50       | 6625                    | 22567                   |
| 1,50      | 2,00       | 16351                   | 39393                   |
| 2,00      | 2,50       | 20271                   | 40752                   |
| 2,50      | 3,00       | 20382                   | 40773                   |

### 2 черга:

Площа дзеркала води ..... 105590 м<sup>2</sup>  
 Максимальна глибина ..... 2,79 м  
 Мінімальна глибина ..... 0,48 м  
 Середня (фонова) глибина ..... 1,77 м  
 Об'єм води:  
 Загальний об'єм води в межах 2-ї черги ..... 98555,52 м<sup>3</sup>  
 Об'єм наносів (мулів):  
 Загальний об'єм мулів в межах 2-ї черги ..... 33257 м<sup>3</sup>  
 Граничні глибини ..... 2,79 м

Таблиця Б.2

| Нижня (м) | Верхня (м) | Об'єм (м <sup>3</sup> ) | Площа (м <sup>2</sup> ) |
|-----------|------------|-------------------------|-------------------------|
| 0,00      | 0,50       | 0                       | 4                       |
| 0,50      | 1,00       | 218                     | 1061                    |
| 1,00      | 1,50       | 1734                    | 9258                    |
| 1,50      | 2,00       | 7722                    | 21629                   |
| 2,00      | 2,50       | 14157                   | 31872                   |
| 2,50      | 3,00       | 9427                    | 32507                   |

Результат опробування поверхні дна каналу дозволив встановити, що на всьому протязі воно замулене в межах досяжності методу ручного відбору проб. В окремих місцях в мулі присутнє каміння, заглиблене переважно нижче рівня поверхні дна.

В таблиці Б.3 наведені результати опробування донних відкладів від поверхні. Координати точок представлені в метровій проекції UTM для 36 зони (СК WGS-84).

В результаті аналітичної обробки ехограм отримані товщини наносів (починаючи від поверхні дна каналу), що представлені в графічних додатках на профілях у лінії, що відповідає підосві останніх згідно умовним позначенням (легенді).

Враховуючи комерційний статут дослідження, що наведено вище у прикладі координати та інша картографічна інформація спотворені з ціллю дотримання конфіденційності, що не заважає розумінню алгоритму пропонованої нами інноваційної методики.

Отримані за допомогою аналітичного апарату програмного забезпечення ReefMaster значення об'ємів мулів є основою для подальших розрахунків. Далі, застосовуючи відносні значення пікового, першого та другого відбитків (Peak SV, E1 та E2) в якості коефіцієнтів, слідує етап визначення безпосередньо потужностей мулів. В залежності від типу досліджуваної водойми або наявності даних первинного фактичного матеріалу застосовуються також уточнюючі коефіцієнти, які дозволяють, як це було сказано вище, більш достовірно розраховувати значення потужностей мулів.

Результатом розрахунків потужностей мулів є відповідна карта та розрізи до неї. На рисунку Б.10 показано приклад подібного картографічного матеріалу.

Таблиця Б.3 – Опробування наносів дна каналу

| № пункту<br>опробування | Координата<br>Х, м | Координата<br>У, м | Довгота,<br>ГХС | Широта,<br>ГХС | Глибина,<br>м | Склад<br>відкладів |
|-------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------------|---------------|--------------------|
|                         | 603130,24          | 5393258,74         | 48°41'1,85"     | 32°24'4,18"    | 0,85          | мул                |
| t02                     | 602853,56          | 5393071,68         | 48°40'55,96"    | 32°23'50,49"   | 1,63          | мул                |
| t03                     | 601988,83          | 5392674,63         | 48°40'43,61"    | 32°23'7,85"    | 1,45          | мул                |
| t04                     | 601123,87          | 5392161            | 48°40'27,49"    | 32°22'25,11"   | 2,11          | мул з камінням     |
| t05                     | 600465,15          | 5391441,5          | 48°40'4,58"     | 32°21'52,28"   | 1,52          | мул                |
| t06                     | 600161,66          | 5391038,94         | 48°39'51,72"    | 32°21'37,09"   | 1,62          | мул з камінням     |
| t07                     | 599759,13          | 5390715,37         | 48°39'41,48"    | 32°21'17,14"   | 1,45          | мул                |
| t08                     | 598545,71          | 5389909,49         | 48°39'16,08"    | 32°20'17,14"   | 1,87          | мул з камінням     |
| t09                     | 597605,45          | 5388803,92         | 48°38'40,81"    | 32°19'30,25"   | 2,44          | мул                |
| t10                     | 596986,5           | 5387995,24         | 48°38'14,97"    | 32°18'59,33"   | 1,83          | мул                |
| t11                     | 597047,43          | 5387504,88         | 48°37'59,07"    | 32°19'1,89"    | 2,16          | мул                |
| t12                     | 597167,82          | 5386611,43         | 48°37'30,07"    | 32°19'7,02"    | 2,83          | Мул                |

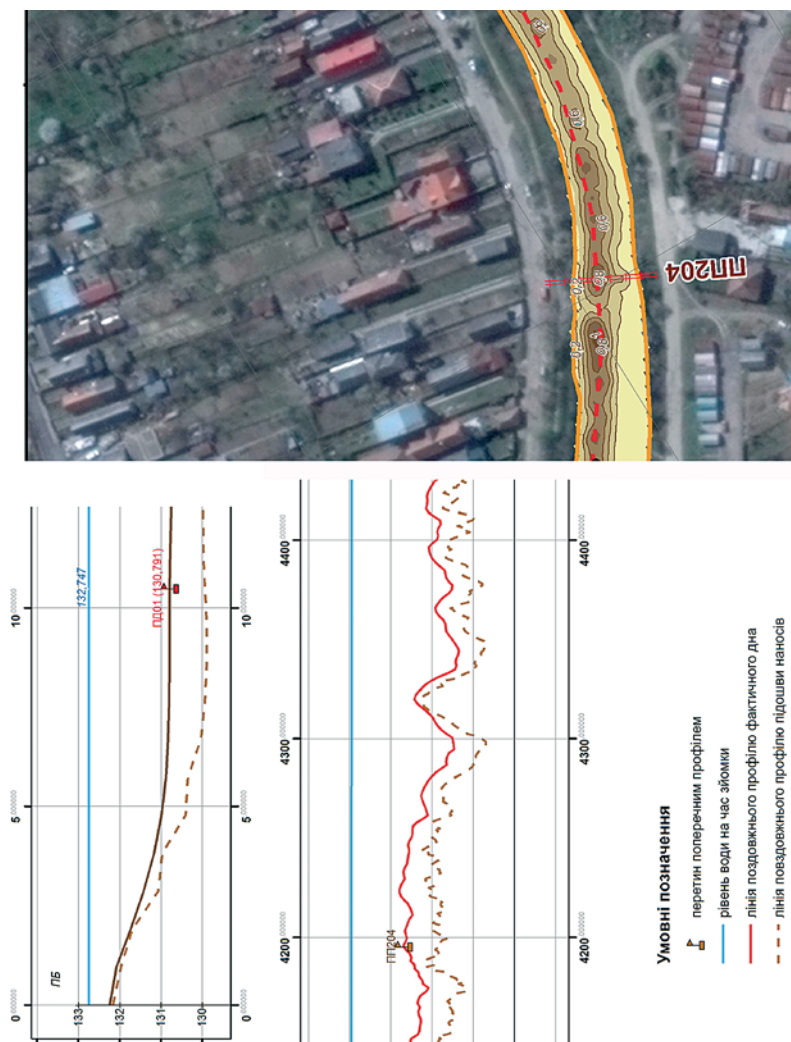


Рисунок Б.10 – Фрагмент карти потужностей мулів та перетинів до неї

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агбунов М. В. Античная география Северного Причерноморья. М., 1992. 240 с.
2. Агбунов М. В. Античная лоция Черного моря. М., 1987.
3. Агбунов М. В. Загадки Понта Эвксинского. М., 1985.
4. Айбабин А. И. Подводная экспедиция в Коктебельском заливе // АО 1973 года. М., 1974. С. 237.
5. Алгоритмическое обеспечение управления проектами виртуальных производств в судостроении: монография / К. В. Кошкин, А. А. Павлов. Херсон: Олди-плюс, 2001. 178 с.
6. Алексеев Р. П. Следы античных поселений у Тендровской косы // Научно-практический семинар «Проблемы охраны и исследования подводных историко-археологических памятников Запорожья»: тезисы докладов. Запорожье, 1987. С. 17–18.
7. Аркас З. Сравнительная таблица Эллинских поселений по Понту Евксинскому безымянного автора с местами, означенными на меркаторской карте Черного моря, последней описи, 1836 года, капитан-лейтенанта Манганари 1-го // ЗООИД. 1853. № 3. С. 144–145.
8. Архангельский А. Д., Страхов Н. М. Геологическое строение и история развития Черного моря. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. 226 с.
9. Арчибальд Р. Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами. М.: Изд-во ДМК, 2002. 464 с.
10. Бабкін Г. В. Удосконалення організаційної структури проектів створення засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.13.22 «Управління проектами та програмами» / Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. Миколаїв, 2015. 268 с.
11. Баранов И. А. Отчет об археологических раскопках в Судакской крепости и на мысе Ай-Фока близ пос. Морское в 1990 г. // Архив ИА АН УССР. 1990. № 23. С. 24–35.
12. Баранов И. А. Таврика в эпоху раннего средневековья. К., 1990.
13. Баранов И. А., Майко В. В. Отчет об археологических исследованиях в Судакской крепости и в бухте Лимена-Судак в 1992 г. // Архив КФИА НАН Украины. 1992. С. 28–39.

14. Басс Дж. Подводная археология. Древние народы и страны / пер. с англ. О. И. Перфильева. М.: ЗАО «Центрполиграф», 2003. 202 с.
15. Белый А. В. Находки на дне бухты Тихой // Спортсмен-подводник. М., 1978, № 50. С. 28–30.
16. Блаватский В. Д. О древней навигации и задачах подводной археологии // Проблемы советской археологии. М., 1978. С. 113–116.
17. Блаватский В. Д. Пантикапей. Очерки истории столицы Боспора. М., 1964.
18. Блаватский В. Д. Подводные археологические исследования на северных берегах Понта в 1957–1962 гг. // Античная археология и история. М., 1985. С. 167–173.
19. Блаватский В. Д. Подводные археологические работы в северной части Черного моря // Античная археология и история. М., 1985. С. 221–227.
20. Блаватский В. Д. Подводные разведки в Ольвии // СА. 1962. № 3. С. 225–234.
21. Блаватский В. Д. Процесс исторического развития античных государств в Северном Причерноморье // ПИСПАЭ. М., 1959. С. 7–39.
22. Блаватский В. Д. Работы подводной Азово-Черноморской экспедиции, 1960 // СА. 1961. № 4. С. 148–157.
23. Блаватский В. Д. Техника подводных археологических работ // Археология и естественные науки. М., 1965. № 129. С. 268–278.
24. Блаватский В. Д., Кошеленко Г. А. Открытие затонувшего мира / Академия наук СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 108 с.
25. Блаватский В. Д., Петерс Б. Г. Кораблекрушение конца IV – начала III в. до н. э. около Донузлава // СА. 1969. № 3. С. 151–158.
26. Блаватский В. Д., Петерс Б. Г. Подводные археологические работы в районе Евпатории // КСИА. М., 1967. Вып. 109. С. 73–78.
27. Блаватский В. Д., Петерс Б. Г. Подводные работы на дне Черного моря около Донузлава // АО 1965 года. М., 1966. С. 131–132.
28. Блаватский В. Д., Петерс Б. Г. Приемы подводных археологических работ при изучении остатков древнего кораблекрушения // Морские подводные исследования. М., 1969. С. 339–342.
29. Благоволлин Н. С., Щеглов А. Н. Применение археолого-палеогеографического метода анализа современных деформаций земной поверхности и колебаний уровня моря // Проблемы современных движений земной коры: Международный симпозиум. Л., 1969. С. 447–453.
30. Блинцов В. С. Привязные подводные системы. К.: Наукова думка, 1998. 232 с.
31. Блинцов В. С., Воронов С. А. Применение телеуправляемых подводных аппаратов в проектах исследования морфоструктурных

особенностей морского дна на участках газопроявления в Черном море // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. Миколаїв: НУК, 2012. С. 606–607.

32. Блінцов В. С., Надточий А. В. Планирование управления содержанием проектов подводных археологических исследований // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2016. С. 19–21.

33. Блінцов В. С., Блінцов О. В., Воронов С. О., Надточий А. В. Наукові задачі управління проектами глибоководних археологічних досліджень // Електронне видання «Вісник НУК», 2012. №2. URL: <http://evn.nuos.edu.ua/article/view/23226>.

34. Блінцов В. С., Воронов С. О. Базові технології застосування підводних апаратів-роботів для задач морської археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2010. С. 389–391.

35. Блінцов В. С., Воронов С. О. Актуальні завдання роботизації підводних археологічних досліджень // Проблеми автоматизації та електрообладнання транспортних засобів: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2010. С. 69–70.

36. Блінцов В. С., Воронов С. О., Надточий А. В. Актуальні задачі вдосконалення законодавчої та нормативної бази як складові проектів збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: НУК, 2012. № 2 (443). С. 109–114.

37. Блінцов В. С., Грицаєнко М. Г., Надточий А. В. Актуальні задачі управління проектами підводної діяльності загальнодержавного значення // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2014. С. 23–26.

38. Блінцов В. С., Надточий А. В. Наукові задачі управління проектами глибоководної археології // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2013. С. 31–34.

39. Блінцов В. С., Ієвлев М. М., Надточий А. В., Чубенко О. В. Концепція удосконалення управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень // Управління розвитком складних систем. К.: КНУБА, 2016. № 26. С. 21–29.

40. Блінцов О. В., Буруніна Ж. Ю., Клименко П. Г. Оцінка ефективності застосування підводних апаратів-роботів для пошуку затонувлих об'єктів // Електронне видання «Вісник Національного університету кораблебудування». Миколаїв: НУК. 2012. №1. URL: <http://evn.nuos.edu.ua/article/view/22404>.

41. Блінцов О. В., Надточій А. В. До оцінки ефективності застосування підводної техніки на фазі планування проекту глибоководної археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали 4-ї міжнар. наук.-техн. конф. Миколаїв: НУК, 2013. С. 509–511.

42. Блінцов О. В., Надточій А. В. Оцінка ефективності застосування підводної техніки у проектах глибоководної археології // Фундаментальні та прикладні дослідження: інтеграція до світових наукометричних баз даних: матеріали наукової конференції // Технологический аудит и резервы производства, 2013. № 5/5(13). С. 32–33.

43. Блінцов О. В., Надточій В. А. Оцінка рівня автоматизації самостійних прив'язних підводних систем з маніпуляторами // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: НУК, 2012. № 3–4. С. 66–70.

44. Блінцов О. В., Надточій А. В. Узагальнена методика оцінки ефективності підводної техніки у проектах глибоководної археології // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2013. № 1/3(67). С. 25–29.

45. Болтрик Ю. В., Фиалко Е. Е. К вопросу о локализации Кремны // Скифы Северного Причерноморья. К., 1987. С. 40–48.

46. Боплан Г. Описание Украины. СПб., 1832.

47. Бочаров Л. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития // Электроника: наука, технология, бизнес, 2009. №7. С. 62–69.

48. Брун Ф. К. Черноморье // Сборник исследований по исторической географии Южной России (1852–1877 г.). Одесса: Тип. Г. Ульриха, 1879–1880. Ч. 2. 409 с.

49. Бруяко И. В. Очерки экономической истории населения Северо-Западного Причерноморья в 7–3 вв. до Р.Х. Волжск, 1999.

50. Бруяко И. В., Карпов В. А. Древняя география и колебания уровня моря (на примере Северо-Западной части Черноморского бассейна в античную эпоху) // ВДИ. 1992. № 2. С. 87–97.

51. Буйских С. Б., Буйских А. В. К хронологии архаических поселений хоры Ольвии Понтийской // БИ. Симферополь; Керчь, 2010. Т. XXIV. С. 3–64.

52. Буйских С. Б., Островерхов А. С. Работы на Ягорлыцком поселении // АО 1977 года. М., 1978. С. 304–305.

53. Булгакова В. И. Византийские печати из портового комплекса Сугдеи (по результатам морских археологических исследований 2004–2005 гг.) // Сугдейский сборник. Киев; Судак: Академперіодика, 2006. Вып. II. С. 49–51.

54. Булгакова В. И. Подводные сфрагистические находки в Судак: к характеристике типа объекта // Сугдейский сборник. Киев; Судак: Академперіодика, 2004. Вып. II. С. 35–39.

55. Бураков А. В., Буйских С. Б. Отчет о разведках по побережью Причерноморских заливов в 1977 г. // НА ИА НАНУ. 1977. Ф.Э. № 9093.

56. Бурачков П. О. О местоположении древнего города Каркини-теса и монетах, ему принадлежащих // ЗООИД. 1875. Т. 9. С. 1–133.

57. Бушуев С. Д., Бушуева Н. С. Управление проектами: Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров. К.: ІРІДІУМ, 2006. 208 с.: табл. (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0).

58. Варушенко С. И., Варушенко А. Н., Клиге Р. К. Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в новом времени. М., 1987.

59. Василевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 129 с.

60. Веклич М. Ф. Проблемы палеоклиматологии. К., 1987. 189 с.

61. Вельтищев В. В. Организация технических средств подготовки операторов подводных аппаратов // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2012. С. 24–31.

62. Виноградов Ю. Г. Политическая история Ольвийского полиса VII–I вв. до н.э.: Историко-эпиграфическое исследование. М., 1989.

63. Віртуальний підводний музей // Інноваційні проекти Миколаївщини. Миколаїв: Миколаївська ОДА, 2010. 90 с.

64. Воронов С. А. Сокровища Черного моря. Подводная археология Украины. К.: ЧП «Медоборы-2006», 2010. 100 с.

65. Воронов С. О. Дослідження підводно-археологічної експедиції біля південного узбережжя Криму // Археологічні дослідження в Україні – 2008. Київ: Інститут археології НАН України, 2009. С. 58–60.

66. Воронов С. О. Енциклопедія морських катастроф України (затонулі пам'ятки антич., середньовіч. і новіт. історії: залишки міст і поселень, військ. кораблі, цивіл. судна, авіа- та бронетехніка. К.: Богдана, 2008. 848 с.

67. Воронов С. А., Бейлина С. А., Куликов А. В. Подводные разведки в районе античных городищ Китей и Акра в 2009 г. // Археологічні дослідження в Україні – 2009. Київ; Луцьк, 2010. С. 61–63.

68. Воронов С. А., Иевлева А. М. Исследования затонувшего византийского корабля // Мир древности. К., 2007. № 1. С. 20–21.

69. Воронов С. О. Енциклопедія морських катастроф України. К.: Богдана, 2008. 848 с.

70. Воронов С. О. Исследования затонувшего византийского корабля // Мир древности: Научно-популярный археологический альманах. К.: ВАТ «Поліграфічний центр «Нова Ера», 2007/1.

71. Воронов С. О., Ієвлева А. М. Візантійські бранці чорноморських глибин. // Підводні дослідження: Археологія. Історія. Дайвінг. К., 2010. С. 16–22.

72. Воронов С. О. Методика досліджень підводної культурної спадщини України: науково-методична документація / ІА НАНУ, Міністерство культури та туризму України. К.: Вид-во ІА НАН України, 2005. 70 с.

73. Высотская Т. Н. Усть-Альминское городище и некрополь. К., 1994.

74. Геологія шельфу УРСР // Лимани. К., 1984.

75. Геоэкология Черноморского шельфа Украины / В. А. Емельянов, А. Ю. Митропольский, Е. И. Наседкин та ін. К.: Академперіодика, 2004. 296 с.

76. Герц К. К. Археологическая топография Таманского полуострова. М., 1870.

77. Гинькут Н. В. Керамика IX – первой половины X вв. с места кораблекрушения близ Учкеевки (Севастопольский прибрежный район) // Подводная археология: сто лет исследований: материалы Международной научно-практической конференции «К 100-летию подводной археологии». Москва, 2002. С. 24–31.

78. Гнатієнко Г. М., Снитюк В. Є. Експертні технології прийняття рішень: монографія. К.: McLaut, 2008. 444 с.

79. Гожий А. П., Коваленко И. И. Системные технологии генерации и анализа сценариев // ААЭКС. 2005. № 2. С. 89–96.

80. Гожик П. Ф., Новосельский Ф. А. Геологические условия строительства Днепровско-Бугского гидроузла. К., 1989.

81. Голоцен северо-западной части Черного моря / П. Ф. Гожик, В. А. Карпов, В. Г. Иванов та ін. К.: ИГН АН УССР, 1987. 45 с.

82. Горлов Ю. Г., Поротов А. В., Столярова Е. В. К оценке изменений уровня Черного моря в античный период по археолого-палеогеографическим данным // ДБ. М., 2004. Т. 7. С. 117–128.

83. Гошкевич В. И. Записки об археологических исследованиях в Херсонской губернии // Тр. МАО. 1909. Т. 22. Вып. I. С. 176–189.

84. Гранова А. К. О формировании северо-западного побережья Черного моря // Геологические проблемы Черного моря. 2001. С. 271–281.

85. Грезе В. М. Азовское море // Природа Украинской ССР. К.: Наукова думка, 1985. С. 30–47.

86. Гриневич К. Э. Исследования подводного города близ Херсонесского маяка. М., 1931. 60 с.

87. Даманский Я. В., Виноградов Ю. Г., Соловьев С. Л. Основные результаты работ Березанской экспедиции // Итоги работ археоло-

гических экспедиций Государственного Эрмитажа: сборник научных трудов. Л., 1989. С. 33–60.

88. Дзенс-Литовский А. И. Геологический возраст солевых отложений минеральных озер // Природа. 1936. № 12. С. 42–57.

89. Дзенс-Литовский А. И. Геоморфология дна минеральных озер СССР // Изв. ВГО. 1946. № 5/6. С. 511–524.

90. Довідник чинних міжнародних договорів України у сфері охорони довкілля / А. Андрусевич, Н. Андрусевич, З. Козак. Львів, 2009. 203 с.

91. Дюбрюкс П. Описание древних городов и укреплений, следы коих видны близ Керчи на городской земле // ЗООИД. 1858. Том 4. С. 13–14.

92. Егоров В. Л. Историческая география Золотой орды в XIII–XIV вв. М.: Наука, 1985. 234 с.

93. Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане [Электронный ресурс] // Сайт гидрометцентра России. URL: <http://hmc.meteorf.ru/sea/storm/index.php>.

94. Ермаков Ю. Г., Пасечный Г. В., Израилавич М. Е., Букатчук П. Д. Причерноморская металлогенитическая область // Металлогения Украины и Молдавии. К., 1974.

95. Європейська конвенція про охорону археологічної спадщини (ратифікована Законом України від 10.12.2003 р. №1369-IV) [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T031369.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T031369.html).

96. Зеест И. Б. Керамическая тара Боспора // МИА. 1960. Вып. 83. 178 с.

97. Зеленко С. М. Кораблекрушения IX–XI вв. в Судакской бухте // Библиотека «Vita Antiqua». Сб. «Морская торговля в Северном Причерноморье». К.: Стилос, 2001. С. 83–92.

98. Зеленко С. М. Отчет о работе подводно-археологической экспедиции на шельфе Херсонеса // Архив ИА НАНУ. Д. 1997/21. К., 1997. 47 с.

99. Зеленко С. М. Отчет о работе подводно-археологической экспедиции на шельфе между мысом горой Кастель и мысом Ай-Тодор в 1996 г. // Архив ИА НАНУ. Д. 1996/10. К., 1996. 54 с.

100. Зеленко С. М. Отчет о работе подводно-археологической экспедиции на шельфе между мысом Киик-Атлама и мысом Меганом // Архив ИА НАНУ. Д. 1998/14. К., 1998. 55 с.

101. Зеленко С. М. Підводна археологія Криму. К.: Стилос, 2008. 272 с.

102. Зеленко С. М. Работы подводно-археологической экспедиции Киевского университета имени Тараса Шевченко на Южном берегу Крыма в 1991–1995 гг. // Vita Antiqua. 1999. № 1. С. 65–70.

103. Зеленко С. М. Отчет о работе подводной археологической экспедиции Центра подводной археологии Киевского национального университета им. Тараса Шевченко на шельфе между мысом Киик-Атлама и мысом Меганом в 2001г. // Архив ИА НАНУ Д. 2001/109. 12 с.

104. Зеленко С. М. Паршина Е. А. Отчет о работе подводной археологической экспедиции Центра подводной археологии Киевского национального университета им. Тараса Шевченко на шельфе между мысом Меганом и мысом Ай-Фока в 2000 г. // Архив ИА НАНУ. Д. 2000/9. 12 с.

105. Зеленко С. М. Подводные археологические исследования в районе Карадага // Карадаг: история, биология, археология: сб. научных трудов, посвященный 85-летию Карадагской научной станции. Симферополь: Сонат, 2001. С. 293–300.

106. Зеленко С. М. Подводные исследования античного Лампада // Ольвия та античний світ. К., 2001. С. 55–56.

107. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. М.: Из-во АН СССР, 1960. Т. 2. 216 с.

108. Зинько В. Н. Охранные археологические исследования на хоре Нимфея // Археологические исследования в Крыму. Симферополь, 1994. С. 119–124.

109. Зинько В. Н. Хора Боспорского города Нимфея // БИ. 2003. Вып. IV.

110. Зинько В. Н. Хора городов европейского побережья Боспора Киммерийского в III–II вв. до н.э. // БИ. 2005. Вып. X. С. 61–68.

111. Зинько В. Н. Хора полисов Боспора и кризисные ситуации VI–V вв. до н.э. // БИ. 2006. Вып. XI. С. 3–28.

112. Зограф А. Н. Античные монеты // МИА, 1951. № 16. С. 163–165.

113. Золотарев В. Л., Козлов И. Д. Российский военный флот на Черном море и Восточном Средиземноморье. М., 1988. С. 36, 166.

114. Золотарев М. И. Подводные археологические работы у западного берега Стрелецкой бухты близ Херсонеса // 150 лет Одесскому археологическому музею АН УССР: тез. докладов юбилейной конференции. К., 1975. С. 140–141.

115. Золотарев М. И. Портовые сооружения Херсонеса Таврического в Карантинной бухте // Хсб. Севастополь, 2004. Вып. XIII. С. 55–67.

116. Золотарев М. И. Раскопки в Херсонесе // АО 1974 года. М., 1975. С. 282–283.

117. Зубарев В. Г. Историческая география Северного Причерноморья по данным античной письменной традиции. М.: Языки славянской культуры, 2005. 504 с.

118. Зубарев В. Г. Северное Причерноморье в историко-географической концепции Клавдия Птолемея. Тула, 1998.

119. Зубарь В. М., Сон Н. А. Об интерпретации ольвийской надписи с упоминанием трех римских легионов // Ольвия – 200: тезисы докладов международной конференции, посвященной двухсотлетию археологического открытия Ольвии. Николаев, 1994. С. 52–54.

120. Иевлев М. М. Очерки античной палеоэкологии Нижнего Побужья и Нижнего Поднепровья. К.: Видавец Олег Філюк, 2014. 276 с.

121. Кадеев В. И., Вишневский В. И. Подводные исследования у берегов Херсонеса // АО 1966 года. М., 1967. С. 257–258.

122. Калмукиди Л. Ю. Охрана и исследования подводных историко-археологических памятников в Запорожской области // Проблемы охраны и исследования подводных историко-археологических памятников Запорожья: тезисы докладов (27–28 ноября 1987 г.). Запорожжя, 1987. 25 с.

123. Карасев А. Н. Оборонительные сооружения Ольвии // КСИИМК. 1948. Вып. 22.

124. Карасев А. Н. Планы Ольвии 19 в. Как источники для исторической топографии города // МИА. 1956. № 50.

125. Квасов Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л., 1975.

126. Климатические тренды [Электронный ресурс] // Сайт гидрометцентра России. URL: <http://meteoinfo.ru/climate/2015-05-25-13-36-16>.

127. Кобаля Д. Р. Днепровская гребная флотилия в I пол. XVIII в. Запорожье: Дикое поле, 2010. 204 с.

128. Кобец В. Д. Отчет о проведении подводных археологических разведок на памятниках античного и средневекового времени на участке с. Оленевка – г. Евпатория Автономной республики Крым в 2008 // Архив ИА НАНУ, 2009.

129. Козак Д. Н. Стан та перспективи охорони і дослідження археологічної спадщини в Україні. К., 2009. 40 с.

130. Колебания уровня Черного моря и адаптационная стратегия древнего человека за последние 30 тысяч лет / В. В. Янко-Хомбах, Е. В. Смынтына, С. В. Кадури и др. // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2011. № 2. С. 61–94.

131. Колли Л. П. Следы древней культуры на дне морском. Современное положение вопроса о нахождении в море античных памятников // ИТУАК. Симферополь, 1909. № 43.

132. Конвенція про охорону підводної культурної спадщини (ЮНЕСКО, XXXI сесія від 02.XI.2001 р., підписана від імені України

06.11.2001 р.) [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/MU01239.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU01239.html).

133. Коников Е. Г. Модель процесса осадконакопления на северо-западном шельфе Черного моря в позднем новозвксине и голоцене // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. К.: Логос, 2007. Вып. 2. С. 34–47.

134. Концепція Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку кораблебудування на період до 2035 року. Затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 6 травня 2009 року № 671-р [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/KR090671.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KR090671.html).

135. Копылов В. П., Ларенок П. А. Таганрогское поселение. Ростов н/Д, 1994.

136. Королев А. Б. Водолазание в России от древних времен до наших дней. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 218 с.

137. Котельва А. Дай веру дайверу [Електронний ресурс] // Сайт общества украинских профессиональных инструкторов подводного плавания. URL: <http://www.udip.com.ua/news/?id=91/>.

138. Кочубей Н. И., Тращук Н. Н., Ковалюх Н. Н. Про вік відкладень Будацького лиману // Тектоніка й стратиграфія. 1981. Вып. 20. С. 85–88.

139. Краморенко А. В., Скакун А. Н. Критерии сравнения характеристик подводных аппаратов с точки зрения возможности выполнения ими подводных работ // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XIII Международной научно-технической конференции. М.: АПР, 2013. С. 316–319.

140. Крапивина В. В. Ольвия // Материальная культура I–IV вв. н.э. – К.: Наук. думка, 1993.

141. Крижицкий С. Д. Про вплив змін оточуючого середовища на історичний розвиток Ольвійської держави // Археологія. 1995. № 2. С. 13–25.

142. Крыжицкий С. Д. Ольвийская экспедиция и основные результаты Подводного отряда // АО 1976 года. М., 1977. С. 318–319.

143. Крыжицкий С. Д. Ольвия. Историографическое исследование архитектурно-строительных комплексов. К., 1985.

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

145. Крыжицкий С. Д. Основные объекты работ Ольвийской экспедиции и итог изучения затопленной части Нижнего города Ольвии // АО 1977 года. М., 1978. С. 342–343.

146. Крыжицкий С. Д. Работы подводного отряда Ольвийской экспедиции // АО 1974 года. М., 1975. С. 304.
147. Крыжицкий С. Д., Буйских С. Б., Бураков А. В., Отрешко В. М. Сельская округа Ольвии. К., 1989.
148. Крыжицкий С. Д., Буйских С. Б., Отрешко В. М. Античные поселения Нижнего Побужья (Археологическая карта): монография. К.: Наукова думка, 1990. 136 с.
149. Крыжицкий С. Д., Шилик К. К. Подводные исследования в Ольвии и Тире // АО 1971 года. М., 1972. С. 396–397.
150. Кузин Ю. Предварительный отчет о работе группы по подводным археологическим изысканиям в р-не с. Планерское Судакского района Крымской области в июле 1957 г. // Архив кафедры археологии и музееведения Киевского университета имени Тараса Шевченко. К., 1958. С. 1–4.
151. Кузманов Г. Ранновизантийска керамика от Тракия и Дакия. София, 1985. 111 с.
152. Кусто Ж.-И., Диоле Ф. Затонувшие сокровища / пер. с франц. М.: Армада, 1998. 362 с.
153. Кутайсов В. А. Природа Северо-Западного Крыма в античную эпоху // Боспорские исследования. Симферопаль; Керчь, 2010. Вып. XXIV. С. 291–320.
154. Кутайсов В. А., Уженцев В. Б. Некоторые итоги изучения Калос Лимена // Проблемы археологии Северного Причерноморья. Херсон, 1991. С. 86–89.
155. Лагочева Н. М., Снытко И. А. Мраморное изваяние с о. Березань // Памятники древнего искусства Северо-Западного Причерноморья: сборник научных трудов. К.: Наукова думка, 1986. С. 58–60.
156. Ланцов С. Б. О границах территории Херсонесского государства на рубеже IV–III вв. до н.э. // Хсб. Севастополь, 2004. Вып. XIII. С. 121–153.
157. Лапин В. В. Греческая колонизация Северного Причерноморья. (Критические очерки отечественных теорий колонизации). К.: Наукова думка, 1966. 240 с.
158. Лапин В. В. Экономическая характеристика Березанского поселения // Античный город. М., 1963. С. 31–39.
159. Ластенко А., Нефьодов В. В. Звіт про охоронні гідроархеологічні дослідження експедиції ДП «Південьгідроархеологія» в районі м. Євпаторія у 2006 р. // Архів ІА НАНУ. К., 2007.
160. Латышев В. В. Повтика. Изборник научных и критических статей по истории, археологии, географии и эпиграфике Скифии,

Кавказа и греческих колоний на побережьях Черного моря. СПб., 1909. 430 с.

161. Латышева В. А. Раскопки античного поселения Маслины в Северо-Западном Крыму // КСИА. 1978. Вып. 156. С. 53–61.

162. Лебединский В. В. Результаты новейших подводных археологических исследований в акватории г. Севастополя в рамках реализации проекта: «Составление фундаментального свода подводных археологических памятников Черноморского бассейна и создание подводно-археологической карты региона» // Подводная археология: сто лет исследований: материалы международной научно-практической конференции «К 100-летию подводной археологии» (6–8 февраля 2002 г.). М., 2002. С. 15–23.

163. Лейпунская Н. А. Керамика из затопленной части Ольвии // Античная культура Северного Причерноморья. К., 1984. С. 65–88.

164. Магомедов Б. В., Кубышев А. И. Соляний промисел в пізньоримський час на Присивашші // Старожитності Русі-України. К., 1994. С. 44–48.

165. Мазарати С. Н., Назаров В. В. Исследования в районе Березани // АО 1984 года. М., 1986. С. 491–492.

166. Майко В. В. Археологические раскопки на плато Тепсень в 1997–1998 гг. // Карадаг: история, биология, археология: сб. научных трудов, посвященный 85-летию Карадагской научной станции. Симферополь: Сонат, 2001. С. 287–292.

167. Майко В. В. Средневековое городище на плато Тепсень в юго-восточном Крыму. К.: Академперіодика, 2004. 316 с.

168. Милиславлевич К. Старинная пушка, найденная у о. Тендры // Вестник Одеської комісії краєзнавства. 1925. № 2–3. С. 23–25.

169. Митропольский А. Ю., Безбородов А. А., Овсяный Е. И. Геохимия Черного моря. К.: Наукова думка, 1982. 144 с.

170. Молев Е. А. Боспорский город Китей. Симферополь; Керчь, 2010.

171. Монахов С. Ю. Греческие амфоры в Причерноморье, 1999.

172. Морська доктрина України на період до 2035 року. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 року № 1307 [Електронний ресурс] // Законодавство України: сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-п>.

173. Муравьев-Апостол И. М. Путешествие по Тавриде в 1820 г. СПб., 1823.

174. Муратов М. В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М.: ГОНТИ, 1960. 217 с.

175. Надточий А. В. Інформаційна модель спеціалізованого судна як складової організаційної структури проекту глибоководної морської археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2014. С. 428–431.

176. Надточий А. В. Концептуальна модель управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. Харків: НТУ «ХПІ», 2017. № 44. С. 75–84. Бібліогр.: ISSN 2411-2798. Відомості доступні також з Інтернету: <http://mtsc.khpi.edu.ua/article/view/124771>

177. Надточий А. В. Музеефікація артефактів як заключна фаза управління проектами підводної археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої 95-річчю Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Миколаїв: НУК, 2015. С. 383–384.

178. Надточий А. В. Питання класифікації підводних археологічних проектів з використанням засобів морської робототехніки // Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів та молодих вчених. Миколаїв: НУК, 2016.

179. Надточий А. В. Удосконалення управління проектами морських глибоководних археологічних розвідок // Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2013. С. 122–125.

180. Надточий А. В. Задачі сертифікації організацій, які виконують проекти з глибоководної археології // Підводна техніка і технологія: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю, присвяченої 25-річчю науково-дослідного інституту підводної техніки НУК. Миколаїв: НУК, 2013. С. 120–123

181. Надточий А. В. Ідентифікація ризиків при управлінні глибоководними археологічними проектами з використанням засобів морської робототехніки // Підводна техніка і технологія: матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2016. Ч. 1. С. 99–101.

182. Надточий А. В. Класифікація глибоководних археологічних проектів з використанням засобів морської робототехніки // Збірник наукових праць НУК. 2016. № 3. С. 100–105.

183. Надточий А. В. Моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2017. С. 72–76.

184. Надточий А. В. Моделювання управління ризиками в проектах глибоководних археологічних досліджень з використанням засобів морської робототехніки // Вісник НТУ «ХПІ». Серія «Механіко-технологічні системи та комплекси». Харків: НТУ «ХПІ», 2016. № 4 (1176). С. 58–63. Бібліогр.: 16 назв. ISSN 2079-5459. Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

185. Надточий А. В. Планирование управления содержанием проекта глубоководных археологических исследований // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: НУК. 2016. № 2(464). С. 85–90.

186. Назаров В. В. Гидроархеологическая карта черноморской акватории Украины (памятники античной и средневековой эпох) // Институт археологии НАН Украины. К.: Стилос, 2003. 159 с.

187. Назаров В. В. До питання про морську справу ольвіополітів // Археологія. 1994. № 2. С. 94–102.

188. Назаров В. В. Исследования на Березани в 1989 г. Проблемы археологии Северного Причерноморья (к 100-летию основания Херсонского музея древностей): тезисы докладов юбилейной конференции. Херсон, 1990. Часть 2. С. 81–83.

189. Назаров В. В. Исследования на Березанском лимане // АО 1985 года. М., 1987. С. 629–630.

190. Назаров В. В. О перспективах подводных археологических разведок акватории Крымского побережья // Научно-практический семинар «Проблемы охраны и исследования подводных историко-археологических памятников Запорожья»: тезисы докладов. Запорожье, 1987. С. 16–17.

191. Назаров В. В. Подводные исследования у о. Березань // IV Республіканська наукова конференція з історичного краєзнавства: тези доповідей і повідомлень. К., 1989. С. 639–640.

192. Национальный стандарт Российской федерации. Менеджмент риска. Принципы и руководство. ГОСТ 31000-2010. М.: Стандартинформ, 2012.

193. Невеская Л. А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря их систематика и экология // Труды Палеонтологического института. М.: Наука, 1965. Т.105. 391 с.

194. Невеский Е. Н, Невеская Л. А. К вопросу о строении и истории формирования толщ прибрежных морских отложений в голоцене // Труды Ин-та геол. АН Эстонской ССР. 1961. № 8.

195. Нефьодов В. В. Роботи по проведенню першого етапу консервації кормової частини бригантини 1736–39 рр. Запоріжжя, 2007. НА НЗХ спр. № 584. 37 с.

196. Николаев Н. И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. М.: Недра, 1988. 491 с.

197. Николаенко Г. М. Охранные работы на хоре Херсонеса Таврического // Археологические исследования в Крыму. 1993 г. Симферополь, 1994. С. 208–214.

198. Новиков Б. И. Донные отложения лиманов Северо-Западного Причерноморья и их влияние на качество воды при опреснении // Гидробиология Дуная и лиманов Северо-Западного Причерноморья. К., 1986. С. 67–81.

199. Новицький Я. Острів Хортиця на Дніпрі, його природа, історія, старожитності (за рукописом 1917 р.). 2-ге видання, доповн. Запоріжжя: Тандем-У, 2005. 120 с.

200. Новые данные о палеогеографическом режиме Черного моря в верхнем плейстоцене и голоцене / А. Б. Островский, Я. А. Измайлов, И. П. Балабанов та ін. // Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР / под ред. П. П. Каплина, Ф. А. Щербакова. М.: Наука, 1977. С. 131–140.

201. НПАОП 45.24-1.01-91 «Єдині правила безпеки на водолазних роботах. Частина 1. Правила водолазної служби» [Електронний ресурс] // ДНАОП – Законодавча база: сайт. URL: [https://dnaop.com/html/2026/doc-НПАОП\\_45.24-1.01-91/](https://dnaop.com/html/2026/doc-НПАОП_45.24-1.01-91/).

202. ОАК за 1913–1915 гг. Петроград: Девятая Гос. тип., 1918.

203. Океанологические исследования и подводно-технические работы на месте гибели атомной подводной лодки «Комсомолец» / под ред. М. Е. Виноградова, А. М. Сагалевица, С. В. Хетагурова. М.: Наука, 1996. 362 с.

204. Окорочков А. В. История изучения и охраны памятников гидроархеологии. М.: Российский комитет ИКОМОС. Научно-исследовательский институт культуры. Центр комплексных подводных исследований, 1992. 133 с.

205. Окорочков А. В., Таскаев В. Н. Подводная разведка памятников истории и культуры: методические рекомендации. М.: Из-во НИИ культуры АН СССР, 1988. 80 с.

206. Орачев А., Орачева И. Реконструкция на древни котви от Шабленската: музейна сбирка // Археология. 1988. № 1. С.18–29.

207. Орбели Р. А. Гидроархеология. Подводные исторические изыскания близ древних греческих городов на Черноморском побережье // Судоподъем. 1945. № 1. С. 140–176.

208. Орбели Р. А. Исследования и изыскания: материалы по истории подводного труда с древнейших времен до наших дней. М.; Л., 1947. 283 с.

209. Остапенко М. А., Додонов Р. О. Наукова діяльність Інституту підводних досліджень у 2002–2003 роках // Культурологічний вісник: науково-теоретичний щорічник Нижньої Наддніпрянщини. Запоріжжя: Прем'єр, 2004. Вип. 13. 150 с.

210. Островерхов А. С. Про чорну металургію на Ягорлицькому поселенні // Археологія. 1978. Вип. 28. С. 26–36.

211. Островерхов А. С. Тайны Гилейского моря // СП – 77. М., 1986. С. 58–61.

212. Островерхов А. С. Гідроархеологія, історична географія; гідроніміка Нижнього Подністрів'я та Дністро-Дунайського межиріччя: досягнення, проблеми, перспективи. Одеса, 2008.

213. Отрешко В. М. Посвящения Ахиллу Понтарху как один из критериев определения границ Ольвийского государства // Памятники древних культур Северного Причерноморья: сборник научных трудов. К., 1979. С. 80–87.

214. Отрешко В. М. Про основи економіки Березанського поселення // Археологія. 1994. № 2. С. 112–122.

215. Отчет о продолжении гидроархеологических исследований ЭПАР в реке Днепр у о. Хортицы в 1997 г. // НА НЗХ. 1997. Спр. 248.

216. Охотников С. Б. Новые данные о топографии античных памятников в Нижнем Поднестровье // Проблемы охраны и исследования подводных памятников Запорожья: тезисы докладов. Запорожье, 1987. С. 113–128.

217. Охотников С. Б. Нижнее Поднестровье в V–IV вв. до н.э. К., 1990.

218. Охотников С. Б. Островерхов А. С. Остров Левка (Змеиный). Итоги и задачи исследований // Проблеми історії та археології давнього населення Української СРСР: тези доповідей XX Республіканської конференції (жовтень). Одеса, 1989. С. 163–164.

219. Охотников С. Б. Островерхов А. С. Святилище Ахилла на острове Левке (Змеином). К., 1993.

220. Охотников С. Б. Подводные исследования у острова Змеиного // Международные отношения в бассейне Черного моря в древности и в средние века: материалы IX Международной научной конференции (25–30 мая 1998 г.). Ростов н/Д, 2001. С. 38–41.

221. Павлюк Н. П., Глеб-Кошанская Т. Н. Наследие Ф. П. Де-Волана. Одесса, 2002.

222. Пам'ятка музейного фонду Національного заповідника «Хортиця». Археологічна знахідка «Козацька чайка 1736–1739 рр.». Програма подальших робіт по збереженню та музеєфікації пам'ятки // НА НЗХ. К., 2005. Спр. № 398.1. С. 4.

223. Пам'ятка XVIII ст. – «Бригантина» російського типу. Програма науково-реставраційних досліджень, розробки проектної документації та виконання консерваційно-реставраційних робіт на пам'ятці // НА НЗХ. К., 2005. Спр. № 399.2. С. 3.

224. Памятники истории и культуры Украинской ССР: Каталог-справочник. Киев, 1987.

225. Паршина Е. А. Торжище в Партенитах // Византийская Таврика. К.: Наукова думка, 1991. С. 64–100.

226. Петерс Б. Г. О приемах и методике подводных археологических разведок // Материалы и исследования по археологии СССР, 1965. № 129.

227. Подводные раскопки памятников истории и культуры: методические рекомендации. М.: Изд-во НИИ культуры АН СССР, 1989. 93 с.

228. Подводные технологии и средства освоения Мирового океана. М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2011. 780 с.

229. Положення про систему управління безпекою судноплавства на морському і річковому транспорті: Наказ Міністерства транспорту України від 20 листопада 2003 року № 904 [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/REG8514.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG8514.html).

230. Попов Г. И. Корреляция морских и аллювиальных отложений Эвксино-Каспийского бассейна // Вопросы биостратиграфии континентальных толщ. М.: Госгеолтехиздат, 1959.

231. Попов Г. И. Корреляция черноморских и каспийских четвертичных отложений // Материалы Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода. М., 1961. Т. 2.

232. Про Загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013–2017 роки: Закон України [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/JH5KL00A.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JH5KL00A.html).

233. Про затвердження загальнодержавної програми збереження і використання об'єктів культурної спадщини на 2004–2010 рр.: Закон України від 20.04.2004 № 1692-IV [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T041692.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T041692.html).

234. Про затвердження Порядку видачі дозволів на проведення археологічних розвідок, розкопок, інших земляних робіт на території пам'ятки, охоронюваній археологічній території, в зонах охорони, в історичних ареалах населених місць, а також досліджень решток життєдіяльності людини, що містяться під землею поверхнею, під водою на території України: Постанова Кабінету Міністрів України від 13.03.2002 р. №316 [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/KP020316.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP020316.html).

235. Про нафту і газ: Закон України № 2320-VIII від 13.03.2018 [Електронний ресурс] // Законодавство України: сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2665-14>.

236. Про охорону археологічної спадщини: Закон України від 18.03.2004 № 1626-IV [Електронний ресурс] // Ліга-закон: головний правовий портал України. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T041626.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T041626.html).

237. Про рибне господарство, промислове рибальства та охорону водних біоресурсів: Закон України № 2530-VIII від 06.09.2018 [Електронний ресурс] // Законодавство України: сайт Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3677-17>.

238. Пропп М. В. Отчет о подводных археологических разведках в районе Нового Света Крымской области. 1957–1958 гг. // Архив кафедры археологии и музееведения Киевского университета имени Тараса Шевченко. К., 1959. С. 1–4

239. Пятыхева Н. В. Археологическое обследование острова Левке (о-в Змеиный) осенью 1964 г. // Труды ГИМ. 1966. Вып. 40. С. 68.

240. Рач В. А. Принципи формування концепцій // Вісник Державної служби України, 2000. №3. С. 93–95.

241. Рижков С. С. Звіт ректора Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова за 2008–2013 рр. Миколаїв: НУК, 2013. 220 с.

242. Рижков С. С., Блінцов В. С., Квасницький В. Ф., Кошкін К. В., Романчук М. П., Шамрай О. М., Жуков Ю. Д., Ілюшенко В. М., Єгоров Г. В., Севрюков В. В. Інноваційні технології побудови суден і засобів океанотехніки: монографія. Миколаїв: НУК, 2009. 355 с.

243. Романчук А. И., Сазанов А. В., Седикова Л. В. Амфоры из комплексов византийского Херсона. Екатеринбург: Уральский университет, 1995. 110 с.

244. Ростовцев М. И. Военная оккупация Ольвии римлянами // ИАК. 1915. Вып. 58. С. 1–16.

245. Рубан В. В. О датировке Ягорлыцкого поселения // ИААСП. 1980. С. 104–114.

246. Рубан В. В. О хронологии красноглиняных амфор с коническими ножками VII и V вв. до н.э. // КСИА. 1990. № 197. С. 12–19.

247. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Пятое издание [Электронный ресурс] // LibFox: электронные книги онлайн. URL: <https://www.libfox.ru/648890-kollektiv-avtorov-rukovodstvo-k-svodu-znaniy-po-upravleniyu-proektami-rukovodstvo-pmbok.html>

248. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Четвертое издание, Project Management Institute, 2010 [Электронный ресурс] // LibFox: электронные книги онлайн. URL: <https://www.libfox.ru/648890-2-kollektiv-avtorov-rukovodstvo-k-svodu-znaniy-po-upravleniyu-proektami-rukovodstvo-pmbok.html>.

249. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Третье издание [Электронный ресурс] // Сайт специального факультета перепідготовки кадрів ОНЕУ. URL: [https://sfpk.at.ua/biblioteka/PMI/pmbok2004\\_rus.pdf](https://sfpk.at.ua/biblioteka/PMI/pmbok2004_rus.pdf)

250. Сагалеви́ч А. М. Глубина. М.: Научный мир, 2002. 320 с.

251. Сагалеви́ч А. М. Подводные аппараты в научных исследованиях и подводно-технических работах // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XII Международной научно-технической конференции. М.: АПР, 2011. С. 18–20.

252. Сапожни́ков Я. В., Остро́верхов А. С. Колебания уровня моря и проблемы изучения памятников каменного-бронзового веков Северного Причерноморья // Проблемы охраны и исследования. С. 18–19.

253. Скрижи́нская М. В. Северное Причерноморье в описании Плиния Старшего. К., 1977. 128 с.

254. Словник-довідник з питань управління проектами / за ред. С. Д. Бушуєва. К.: «Деловая Украина», 2001. 640 с.

255. Соловьёв С. Л. Историческая география и топография Березани // Борисфен-Березань. Археологическая коллекция Эрмитажа. СПб., 2005. Т. 1. С. 16–30.

256. Сорокопуд С. О., Филипенко А. А. О подводных археологических разведках в акватории Севастополя в 1993–1994 гг. // Vita Antiqua. 1999. №1. С. 71–73.

257. Створення універсальних транспортних суден і засобів океанотехніки: монографія / С. С. Рижков, В. С. Блінцов, Г. В. Єгоров та ін.; за ред. С. С. Рижкова. Миколаїв: Видавництво НУК, 2011. 340 с.

258. Степанова Е. В. Печати из Судак (к вопросу об интерпретации) // Сугдейский сборник. Киев; Судак: Академперіодика, 2006. Вып. II. С. 537–545.

259. Стржелецкий С. Ф. Раскопки объединенной экспедиции в 1963–1964 гг. // Тезисы докладов сессии, посвященной итогам археологических и этнографических исследований 1964 г. в СССР. Баку, 1965. С. 117–119.

260. Сыманович Э. А. О древнем Одессе // ВДИ. 1954. № 4. С. 146–150.

261. Сыроечевский В. Е. Пути и условия сношения Москвы с Крымом на рубеже XVI века // Известия АН СССР. Отделение обществ. Наук. сер. 7. Л., 1932. № 3. С. 217–222.

262. Таскаев В. Н. Античная подводная археология Северного Причерноморья. 2-е изд., дополн. и переработ. М.: Воронцовка-21, 2009. 176 с.

263. Таскаев В. Н. Античная подводная археология. М., 2007.

264. Таскаев В. Н. Итоги подводных археологических исследований в районе озера Донузлав и в прибрежной зоне села Штормовое в Северо-Западном Крыму // Научно-практический семинар «Проблемы охраны и исследования подводных историко-археологических памятников Запорожья»: тезисы докладов. Запорожье, 1987. С. 14–15.

265. Таскаев В. Н. Методика проведения подводно-археологических работ // Вопросы подводной археологии. М., 2010. С. 45–95.

266. Терешенко О. І. Античне торговельне судно «Зміїний-Патрокл» // Археологія. 2013. №3. С. 69–85.

267. Терешенко А. И. Подводно-археологические исследования торгового судна «Змеиный Патрокл» второй половины IV вв. до н.э. в Черном море // Древнее Причерноморье. Одесса, 2013. Вып. X. С. 571–577.

268. Толл Дж. Подводные лодки и глубоководные аппараты. Иллюстрированная энциклопедия / пер. с англ. М. Новыша; под ред. А. и О. Степашкиных. М.: Эксмо, 2004. 256 с.

269. Толстой И. И. Остров Белый и Таврика на Эвксинском Понте. Петроград, 1918.

270. Тункина И. В. Начало изучения Ольвии // Археология. 1994. № 2. С. 7–18.

271. Тункина И. В. Русская наука о классических древностях юга России (XVIII – середина XIX в.). Санкт-Петербург, 2002.

272. Тур В. В. Средневековый христианский храм на горе Сюрю-Кая // Карадаг: история, биология, археология: сб. научных трудов, посвященный 85-летию Карадагской научной станции. Симферополь: Сонат, 2001. С. 301–303.

273. Тюленева Н. В. Условия формирования донных отложений на северо-западном шельфе Черного моря в бугазское время // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2010. № 4. С. 65–74.

274. Уваров А. С. Исследования о древностях Южной России и берегов Черного моря. – СПб.: Тип. эксп. загот. гос. бумаг, 1856. Вып.2. С. 139–184.

275. Ухвала спільного засідання Головної ради Українського товариства охорони пам'яток історії та культури і Вченої ради Інституту археології НАН України від 19 грудня 2008 р. [Електронний ресурс] // Сайт Інституту археології НАН України. URL: <http://www.iananu.kiev.ua/newsstr/mouse/pubkozak.html>.

276. Фабрициус И. В. Археологическая карта Причерноморья Украинской ССР. К., 1951. Вып. 1.

277. Фармаковский Б. В. Ольвия. Петроград, 1915.

278. Федоров П. В. О колебаниях уровня Черного моря в послеледниковое время // ДАН СССР. 1959. Т. 124. № 5.

279. Федоров П. В. Плейстоцен Понто-Каспия // Тр. ГИН АН СССР. 1978. Вып. 310. 164 с.

280. Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. М.: АН СССР, 1963. Вып. 88. 159 с.

281. Фесюнов О. Е. Геоэкология северо-западного шельфа Черного моря. Одесса: Астропринт, 2000. 100 с.

282. Физзуллин С. М. Изучение и сохранение подводного историко-культурного наследия России // Культурологический журнал: электронное периодическое рецензируемое научное издание. 2012. № 2(8). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-i-sohranenie-podvodnogo-istoriko-kulturnogo-naslediya-rossii>

283. Филиппенко А. А. К локализации портов и якорных стоянок вблизи Херсонеса Таврического // Изучение памятников морской археологии. Вып. III. СПб.: ИИМК РАН, 1998.

284. Харитонов Ю. Н. Идентификация рисков при управлении проектами реконструкции систем теплоснабжения // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал. Київ, 2009. № 2. С. 299–301.

285. Харитонов Ю. Н. Модель проактивного управління в проектах реконструкции муниципальных систем теплоснабжения // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал. К., 2010. № 3–4. С. 284–287.

286. Харитонов Ю. Н. Управление проектами реконструкции на основе артефактных платформ // Авиационно-космическая техника

и технологии: науч.-техн. журнал. Харьков: ХАИ, 2008. № 8(55). С. 189–192.

287. Холодков В. Н. Отчет о раскопках в с. Заветное Ленинского района Крымской области в 1982 году // Архив НА ИА НАНУ. К., 1983; Холодков В. Н. Отчет о раскопках в с. Заветное и с. Ново-Николаевка Ленинского района Крымской области в 1983 г. // Архив НА ИА НАНУ. К., 1984.

288. Чепалыга А. Л. Особенности развития внутренних морей в плейстоцене и голоцене // Атлас-монография: Динамика ландшафтных компонентов бассейнов Северной Европы за последние 130 000 лет. Часть II «Морские бассейны». М.: ГЕОС, 2002.

289. Черкашин С. В. Вопросы внедрения метода глубоководных погружений в автономном режиме в практику отечественных водолазных работ // Морские испытания, 2008. С. 4–14.

290. Шамрай А. Н. Локализация узлового навигационного пункта Азиатского Боспора – Корокондамы // БИ. Симферополь; Керчь, 2009. Вып. XXI. С.144–163.

291. Шамрай А. Н. Подводные разведки гавани Акры // Судова археологія та підводні дослідження. Запоріжжя. 1993. С. 29–41.

292. Шаповалов Г. И. Подводная археология Запорожья: достижения и перспективы // Підводні дослідження: Археологія. Історія. Дайвінг. 2010. випуск 2. С. 4–12.

293. Шаповалов Г. И. 50 лет подводных археологических исследований на Украине // Проблемы охраны и исследования подводных историко-археологических памятников Запорожья: тезисы докладов (27–28 ноября 1987 г.) Запоріжжя, 1987. 25 с.

294. Шаповалов Г. И. О находке судна XI–XII веков в Азовском море // ДСПК. Запорожье, 1995. Вып. 5. С. 186.

295. Шаповалов Г. И., Терентьев А. И. Древний водный путь. Река Днепр – уникальный памятник археологии и истории Восточной Европы // История Запорожского края в дооктябрьский период: тезисы областной краеведческой конференции (16 апреля 1991 года). Запорожье, 1991. 71 с.

296. Шилик К. К. Исследование античной Акры // АО 1985 года. М., 1987. С. 632.

297. Шилик К. К. Обнаружение античной Акры // Научно-практический семинар «Проблемы охраны и исследования подводных историко-археологических памятников Запорожья»: тезисы докладов. Запорожье, 1987. С. 13–14.

298. Шилик К. К. Работы Боспорского отряда // АО 1983 года. М., 1985. С. 132.

299. Шилик К. К. К вопросу о западной границе Нижнего города Ольвии // КСИА. 1976. Вып. 145. С. 72–77.
300. Шилик К. К. К палеогеографии Ольвии // Ольвия. К., 1975. С. 51–91.
301. Шилик К. К. Реконструкция топографии античной Ольвии // КСИА. 1970. Вып. 124. 128 с.
302. Шилик К. К. Роботы Боспорского отряда // АО 1984 года. М., 1986. С. 493.
303. Шилик К. К. Эволюция топографии Березанского побережья в голоцене // АИУ 1976–1977 гг.: тез. докл. конф. Ужгород, 1978. С. 17–18.
304. Шилик К. К., Федоров Б. Г. Геоакустическое исследование подводной части Ольвии // СА. 1968. № 4. С. 126–137.
305. Щеглов А. Н. Заметки древней географии и топографии Сарматии и Тавриды. Остров Березань // ВДИ. 1965. № 2. С. 107–110.
306. Щеглов А. Н. Северо-Западный Крым в античную эпоху. Л., 1978. 160 с.
307. Щелов Д. Б. Узкогорлые светлоглиняные амфоры первых веков нашей эры. Классификация и хронология // КСИА. 1978. Вып. 156. С. 16–21.
308. Якобсон А. Л. Керамика и керамическое производство средневековой Таврики. Л.: Наука, 1979. 164 с.
309. Ballard R. D., Hiebert F. T., Coleman D. F., Ward C., Smith J., Willis K., Foley B., Croff K., Major C., and Torre F. Deepwater Archaeology of the Black Sea: The 2000 Season at Sinop, Turkey // American Journal of Archaeology, 2001. Vol. 105. No. 4. October. P. 607–623.
310. Ballard Robert D. Adventures in Ocean Exploration. Washington, D.C.: National Geographic, 2001. 288 p.
311. Ballard Robert D. New Archaeological Oceanography. Princeton University Press, 2008. 287 p.
312. Ballard Robert D. Titanic: The Last Great Images. Perseus Books Group, 2008. 191 p.
313. Bass George Fletcher. Archaeology under water. New York, Praeger, 1966. 224 p.
314. Batra. Conceptual Data Modeling Patterns // Journal of Database Management. 2005. № 16(2). P. 84–106.
315. Bowens A. (ed.). Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice, Second Edition. Nautical Archaeology Society, 2009. Blackwell, 240 p.
316. Bowens Amanda. Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice. 2nd Edition. Nautical Archaeology Society (NAS). Wiley-Blackwell, 2008. 240 p.

317. Catsambis A., Ford, B., Hamilton D. L. The Oxford Handbook of Maritime Archaeology. Oxford University Press, 2013. 1248 p.

318. Cerullo Mary M. Shipwrecks: Exploring Sunken Cities Beneath the Sea. Dutton Children's Books, Penguin, 2009. 64 p.

319. Chepalyga A. The late glacial great flood in the Ponto-Caspian basin // The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement. Springer, Dordrecht, 2007. P. 119–148.

320. Christ Robert D., Wernli Robert L. The ROV Manual: a User Guide for Remotely Operated Vehicles. Second Edition. – The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, 2014. 679 p.

321. Christ Robert D., Wernli Robert L. The ROV manual: a user guide to observation-class remotely operated vehicles Butterworth-Heinemann, 2007. 308 p.

322. Consensus Standards for Commercial Diving and Underwater Operations / Association of Diving Contractors International USA. Published by: Best Publishing Company, 2004. 254 p.

323. Cook R. M., Dupont P. East Greek Pottery. London; New York, 1998. 226 p.

324. Deboranh M. Pearsall. Encyclopedia of Archaeology. New York: Academic Press, 2008. P. 10.

325. Dolukhanov Pavel M., Kadurin Sergei V., Larchenkov Evgeny P. Dynamics of the coastal North Black Sea area in Late Pleistocene and Holocene and early human dispersal // Quaternary History of the Black Sea and Adjacent Regions: Selected Papers. Volume 197. Issues 1/2, 2009. P. 27–34.

326. Green J. Maritime Archaeology: A Technical handbook. Elsevier: Academic Press, 2004. 470 pp.

327. Green J. N., Maritime Archaeology a Technical handbook (2008). Elsevier, London. NAS, Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice.

328. Green Project Management and the BP Deepwater Horizon Spill. PM World Today – September 2010 (Vol. XII, Issue IX) [Electronic resource] // GreenProf: developing future leaders to implement sustainable business practices and behaviors. URL: <http://www.greenprof.org/wp-content/uploads/2011/12/Green-Project-Management-BP-Deepwater-Horizon-Spill.pdf>.

329. Griffiths G., Trembanis F. (2004). Towards a risk management process for autonomous underwater vehicles [Electronic resource] // CiteSeerx: website. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.330.4576&rep=rep1&type=pdf>.

330. Guidance for developing Maritime Unmanned Systems (MUS)

capability [Electronic resource] // Combined Joint Operations from the Sea Centre of Excellence. URL: [http://cjoscoe.org/docs/MUS\\_Final\\_9July2012.pdf](http://cjoscoe.org/docs/MUS_Final_9July2012.pdf).

331. Guidelines for Installing ROV Systems on Vessels or Platforms IMCA R018 – May 2013 [Electronic resource] // Oceanology international: website. URL: <http://www.oceanologyinternational.com/novadocuments/214794?v=635902721334570000>.

332. Hirvonen J., Riittamäki T., Mollestad K. (2014) Inspection of risers with submarine robotics; technology, risks and regulations. (n.d.). Instituto Superior Técnico. Lisboa. Retrieved from [Electronic resource] // IN+ Center for Innovation, Technology and Policy Research. URL: <http://in3.dem.ist.utl.pt/docs/rnt2014finalprojects/p7.pdf>.

333. Honor Frost: Pioneer of Marine Archaeology [Electronic resource] // Trowelblazers: website. URL: <http://trowelblazers.tumblr.com/page/6>.

334. International Regulations for Preventing Collisions at Sea 1972 [Electronic Resource] // Centre for Marine Technology and Ocean Engineering: website. URL: [http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/mventura/projecto-navios-i/imo-conventions%20\(copies\)/colreg-1972.pdf](http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/mventura/projecto-navios-i/imo-conventions%20(copies)/colreg-1972.pdf)

335. IOSPE, II № 146.

336. IOSPE, II № 156.

337. Jacques-Yves Cousteau and Frédéric Dumas. The Silent World. Harper & Brothers Publishers, 1953. 266 p.

338. Justin E. Manley The Role of Risk in AUV Development and Deployment [Electronic resource] // IEEE Xplore: Digital library. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4302219/>.

339. Lebedinski V. V. Underwater archaeological researches of Chersonesos and the Chora // Сугдейский сборник. Вып. II. Киев; Судак: Академперіодика, 2006. С. 215.

340. Majewski Teresita, Gaimster David. Editors International Handbook of Historical Archaeology. Springer LLC, 2009. 698 p.

341. Management of Research Projects in the Historic Environment [Electronic resource] // Historic England: website. URL: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/morphe-project-managers-guide/heag024-morphe-managers-guide/>.

342. Management of Research Projects in the Historic Environment: The MoRPHE Project Managers' Guide [Electronic resource] // Historic England: website URL: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/morphe-project-managers-guide/>.

343. Manual for Activities directed at Underwater Cultural Heritage: Guidelines to the Annex of the UNESCO 2001 Convention Published in

2013 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [Electronic Resource] // CMAS: The World Underwater Federation: website. URL: <http://www.cmas.org/news/unesco-manual-for-activities-directed-at-underwater-cultural-heritage-141210135939>.

344. Murielle Rudel, Raphaële Vidaling, Alain-Xavier Wurst. Underwater Archaeology: History and Methodology. Periplus Editions (HK), Limited, 2003. 73 p.

345. Nadtochy A. Identification of risks in the course of managing the deep sea archeological projects using marine robotics // «EUREKA: Physical Sciences and Engineering», 2016. Issue 6. P. 59–64.

346. Nazarov V. V. The Ancient Landscape of Berezan Island // Landscapes Plus Central and Eastern Europe in Antiquity. Colloquia Pontica. 3. Oxford, 1997. P. 131–136.

347. Neal Ascherson. Black Sea: The Birthplace of Civilization and Barbarism. Vintage, 2007. 320 p.

348. Remotely operated vehicle (ROV) services. Norsok standard. U-102. Rev. 1, October 2003 [Electronic resource] // Standard Norge: website. URL: <http://www.standard.no/pagefiles/978/u-102r1.pdf>

349. Risk implications in site characterisation and analysis for offshore engineering and design. Research report 286 [Electronic resource] // Doc Player: website. URL: <http://docplayer.net/16111516-Research-report-286-risk-implications-in-site-characterisation-and-analysis-for-offshore-engineering-and-design-hse.html>.

350. Robinson H. S. Pottery of the Roman Period. Chronology // The Athenian Agora. Results of excavations conducted by the American School of Classical Studies. 1959. Vol. V. 149 p. 76 pl.

351. ROV categories – summary [Electronic resource] // Remotely Operated Vehicles Committee of the Marine Technology Society. URL: [http://www.rov.org/rov\\_categories.cfm](http://www.rov.org/rov_categories.cfm).

352. ROV: Classifications • Tasks • Tools [Electronic resource] // Lerus Training Courses: website. URL: <http://www.lerus-training.com/blog/offshore-operations/rov-classifications-%E2%97%8F-tasks-%E2%97%8F-tools/>

353. Ruppe Carol V., Barstad Jane F. International Handbook of Underwater Archaeology. Springer US, 2002. 881 p.

354. Ryan W. B. F. Status of the Black Sea flood hypothesis // The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement / ed. V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov. Springer, Dordrecht, 2007. P. 63–88.

355. Scholl T., Zin'ko V. Archaeological map of Nymphaion (Crimea). Warshaw, 1999. 126 p.

356. Shilik K. K. Oscillations of the Black Sea and ancient landscapes // Landscapes in Flux. Central and Eastern Europe in Antiquity Oxbow Books. Oxford, 1997. P. 115–130; Colloquia Pontica. 1997. № 3.

357. SOLAS – International Convention for the Safety of Life at Sea [Electronic Resource] // Centre for Marine Technology and Ocean Engineering: website. URL: [http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/mventura/projeto-navios-i/imo-conventions%20\(copies\)/solas.pdf](http://www.centec.tecnico.ulisboa.pt/mventura/projeto-navios-i/imo-conventions%20(copies)/solas.pdf).

358. Søreide Fredrik. Ships from the Depths. Deepwater Archaeology. Texas A&M University Press, 2011. 200 p.

359. Staniforth Mark, Nash Michael. Maritime Archaeology: Australian Approaches. Springer, 2008. 222 p.

360. The Marmara Sea Gateway since ~16 Ka: non-catastrophic causes of paleoceanographic events in the Black Sea at 8.4 and 7.15 ka. / R. N. Hiscott, A. E. Aksu, P. J. Mudie et. al. // The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement / ed. V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, P. M. Dolukhanov. Springer, Dordrecht, 2007. C. 89–117.

361. The UNESCO Convention on the Protection of the underwater cultural Heritage [Electronic resource] // UNESCO: website. URL: [http://www.unesco.org/culture/underwater/infokit\\_en/](http://www.unesco.org/culture/underwater/infokit_en/).

362. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2015-2038 [Electronic resource] // U.S. Department of Defense: website. URL: <http://archive.defense.gov/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>.

363. Van de Noort, Robert. North Sea archaeologies: a maritime biography. Oxford; New York: Oxford University Press, 2011. 282 p.

364. Winston W. Royce. Managing the Development of Large Software Systems // Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon). Los Angeles, USA, 1970. August 25–28. P. 328–338.

365. World Robert F. Marx, Jennifer Marx. The World's Richest Wrecks: A Wreck Diver's Guide to Gold and Silver Treasures of the Seas. Oxford Press, 2013. 312 p.

366. Yin Qingkui. (2014) Improve and optimize the management of Diving Support Vessel (DSV) during design, construction, and operation. Master Thesis By [Electronic resource] // Industrial Economics Faculty of Science and Technology University of Stavanger. URL: <https://uis.brage.unit.no/uis-xmlui/bitstream/handle/11250/219206/Final%20MASTER%20THESIS-2014-Yin%20QINGKUI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

367. Ying-Ying Tung. Taiwan's underwater cultural heritage documentation management. 25th International CIPA Symposium 2015 [Electronic resource] // MafiaDoc: website. URL: [https://mafiadoc.com/taiwans-underwater-cultural-heritage-documentation-management-\\_5a804e5b1723ddd3266508b6.html](https://mafiadoc.com/taiwans-underwater-cultural-heritage-documentation-management-_5a804e5b1723ddd3266508b6.html).

*Наукове видання*

# **ПІДВОДНА АРХЕОЛОГІЯ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

**Стан та перспективи розвитку**

*Монографія*

---

*Підп. до друку 14.08.2019. Формат 60×84<sup>1</sup>/16.  
Ум. друк. арк. 19,5. Тираж 300 пр. Зам. № 105.*

**ВИДАВЕЦЬ І ВИГОТОВЛЮВАЧ**  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова.  
Просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025.  
E-mail: publishing@nuos.edu.ua.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.