

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Надточий Анатолій Вікторович

Прим. № 1

УДК 005.8:902.034

ДИСЕРТАЦІЯ
МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ
РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

05.13.22 – управління проектами та програмами

Технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ А.В. Надточий

Науковий керівник:

Блінцов Володимир Степанович – доктор технічних наук, професор

Перший примірник дисертації ідентичний за змістом з іншими примірниками.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д 38.060.01

д.т.н., професор _____ А. П. Шевцов

Миколаїв – 2018

АНОТАЦІЯ

Надточий А.В. Моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – управління проектами та програмами. – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, 2018.

У дисертаційній роботі розв’язано актуальну науково-прикладну задачу загальнодержавного рівня – підвищення ефективності управління проектами підводних археологічних досліджень (ПАД) шляхом розробки та вдосконалення моделей теорії управління проектами. Досліджено теоретичні та практичні аспекти розробки методології управління проектами підводних археологічних досліджень.

Визначені основні чинники та проблеми, що впливають на ефективність формування і реалізацію проектів підводних археологічних досліджень на основі телекерованих підводних апаратів та шляхи їх вирішення.

Виконано аналіз існуючих методів, моделей та механізмів управління проектами і програмами підводних археологічних досліджень.

Визначено основні класифікаційні ознаки проектів ПАД, на підставі чого запропоновано класифікацію проектів ПАД, які проводяться за допомогою підводних роботизованих технологій, що забезпечує підвищення ефективності проектів шляхом ефективного формування змістовної частини процесів управління ними. Запропоновані та обґрунтовані класифікаційні ознаки дають змогу класифікувати підводні археологічні проекти та реалізовувати процеси їх архівацію.

Продуктом проектів ПАД, проведених на основі роботизованих технологій, слід вважати інформаційний масив, що забезпечує одержання нових знань про артефактний об’єкт і дає змогу надалі формувати управлінські рішення стосовно нього.

Розроблена процесна модель керування змістом на основі встановлених взаємозв'язків процесів ідентифікації артефактного об'єкта, формування альтернативних технічних рішень і вибору альтернативних проектів забезпечує визначення, підтвердження й контроль змісту проектів підводних археологічних досліджень.

Для збереження, музеєфікації та забезпечення ефективного і нешкідливого використання об'єктів підводної культурної спадщини України визначено головні напрямки удосконалення законодавчо-нормативної бази як складової управління проектами підводної археології. Розроблено матричну модель управління завданням удосконалення законодавчої та нормативної бази для збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України.

Показано, що у напрямку управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД головним невирішеним науковим завданням є обґрунтування технічних вимог до засобів підводної робототехніки та до їх початкового обладнання. Розроблено матричну модель управління процесом формування технічного завдання як основи створення робототехнічного забезпечення підводних досліджень.

Визначено основні групи ризик-факторів проектів підводної археології, які виконуються за допомогою підводних апаратів. Визначені ризики доповнюють існуючі «Check-листи» ризиків проектів ПАД. Розроблено Реєстр ризиків, який дозволяє виконувати оцінку ризиків таких проектів, проводити їх ранжирування за причинами виникнення, наслідками та заходами реагування.

Отримані результати є теоретичною основою для побудови адекватних математичних моделей управління ризиками у проектах роботизації ПАД.

Виявлено генеральну множину ризиків, які мають місце при організації та виконанні підводних археологічних досліджень, що утворює теоретичну основу для їх формального опису і врахування при плануванні проектів підводних робіт такого типу.

Розроблено модель управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами в районі підводних археологічних досліджень, яка

знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом гармонізації вибору термінів досліджень та вартості основних ресурсів у визначений термін початку та закінчення робіт.

Розроблено модель управління ризиками, пов'язаними з технологічним забезпеченням археологічних досліджень, як знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом мінімізації вартості суден-носіїв підводних робіт, ненаселених підводних апаратів (НПА) та додаткового обладнання, необхідних для проведення досліджень за прийнятою технологічною картою, яка враховує основні характеристики та рівень цінності артефакту.

На основі аналізу сучасного стану управління проектами підводної археології та з метою оптимізації експедиційних витрат сформульовано завдання розробки узагальненої методики оцінювання ефективності застосування підводної техніки на фазі планування проектів підводної археології з урахуванням природних факторів та характеристик затонулих об'єктів. Запропоновано аналітичні залежності для порівняльної оцінки можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів підводної археології, які містять формалізовані показники та слабо формалізовані експлуатаційні обмеження на застосування підводної техніки і технології. Узагальнена методика дає змогу виконувати достовірний порівняльний аналіз можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів підводної археології.

Результати роботи використано при проведенні підводних археологічних досліджень науково-дослідним інститутом підводної техніки Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова спільно з Інститутом археології НАН України.

Ключові слова: управління проектами, підводні археологічні дослідження, зміст проекту, ризики, моделі управління.

ANNOTATION

Nadtochii A.V. Models of project management for robotics underwater archaeological research. – The qualification research work as a manuscript.

The dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.13.22 - project and program management. - Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, 2018.

In the dissertation the actual scientific-applied task of the national level is solved - increase of efficiency of management of projects of underwater archaeological researches (UAR) by development and improvement of models of the theory of project management. The theoretical and practical aspects of developing the methodology of project management underwater archaeological research are researched.

The main factors and problems influencing the formation and implementation of underwater archaeological research projects based on telecontrolled underwater vehicles and ways of their solution are determined.

The analysis of existing methods, models and mechanisms of management of projects and programs underwater archaeological research is carried out.

The main classification features of the UAR projects are determined, on the basis of which the classification of UAR projects, which are carried out with the help of underwater robotic technologies, is proposed, which provides an increase in the efficiency of the projects by effectively forming the content of the management processes. The proposed and substantiated classification features allow to classify underwater archaeological projects and realize the processes of their archiving.

The product of UAR projects based on robotic technologies should be considered an information array, which provides new knowledge about the artifact object and allows to further develop management decisions concerning it.

The developed process model of content management based on the established interconnections of the processes of identification of the artifact object, the formation of alternative technical solutions and the choice of alternative projects

provides for the definition, confirmation and control of the content of projects underwater archaeological research.

The main directions of improvement of the legislative and normative base as a component of the management of underwater archeology projects are determined for preservation, museum designing and ensuring the effective and harmless use of the underwater cultural heritage of Ukraine. A matrix model for managing the tasks of improving the legislative and normative base for preservation and museisation of the underwater cultural heritage of Ukraine has been developed.

It is shown that in the direction of management of the process of creating the robotic maintenance of UAR the main unresolved scientific task is the justification of technical requirements for the means of underwater robotics and their hinged equipment. The matrix model of the process control of the formation of a technical task as the basis for the creation of robotic support for underwater research has been developed.

The basic groups of risk factors of underwater archeology projects, which are performed with the help of underwater vehicles, are determined. The identified risks complement the existing "Checklists" of the UAR project risks. The Risk Register has been developed, which allows to evaluate the risks of such projects, to conduct their ranking on the causes of the occurrence, consequences and response measures.

The obtained results are theoretical basis for constructing adequate mathematical models of risk management in UAR robotic projects.

The general set of risks that arise in the organization and execution of underwater archaeological research is revealed, which forms the theoretical basis for their formal description and consideration when planning such underwater works projects.

The model of risk management related to weather and hydrological conditions in the area of underwater archaeological research is developed, which reduces the probability and absolute value of damages of the project by harmonizing the choice of terms of research and the cost of the main resources at a definite start and finish time.

The model of risk management related to the technological provision of archaeological research is developed, which reduces the probability and absolute value of project losses by minimizing the cost of uninhabited underwater vehicles (UUV) and additional equipment necessary for conducting research on an accepted technological map taking into account the main characteristics and level of value of the artifact.

On the basis of the analysis of the current status of the management of underwater archeology projects and in order to optimize expeditionary costs, the task of developing a generalized methodology for evaluating the effectiveness of underwater technology in the phase of planning underwater archeology is formulated taking into account the natural factors and characteristics of the sunken objects. The analytical dependencies for comparative estimation of possible variants of underwater equipment of sea archaeological expeditions are proposed in the phase of planning of underwater archeology projects, which contain formalized indicators and poorly formalized operational restrictions on the use of underwater technology and technology. The generalized method makes it possible to perform reliable comparative analysis of possible variants of underwater equipment of marine archaeological expeditions in the phase of planning of underwater archeology projects.

The results of the work were used during underwater archaeological research at the Research Institute of Underwater Technology of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, together with the Institute of Archeology of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Keywords: project management, underwater archaeological research, project content, risks, management models.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Блинцов В. С., Воронов С. О., Надточий А. В. Актуальные задачи совершенствования законодательной и нормативной базы как составляющие проектов сохранения и музеефикации подводного культурного наследия Украины // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: НУК, 2012. № 2(443). С. 109–114. Відомості доступні також з Інтернету: <http://jnn.nuos.edu.ua/article/view/21493>. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (CrossRef, РИНЦ та ін.).**

2. Блінцов В. С., Блінцов О. В., Воронов С. О., Надточий А. В. Наукові задачі управління проектами глибоководних археологічних досліджень [Електронний ресурс] // Вісник НУК: електронне видання. 2012. № 2. С. 315–321. Режим доступу: <http://evn.nuos.edu.ua/article/view/23226>.

3. Блінцов О. В., Надточий А. В. Узагальнена методика оцінки ефективності підводної техніки у проектах глибоководної археології // Східно-європейський журнал передових технологій. Харків, 2014. 1/3(67). С. 25–29. ISSN 1729-3774. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Director та ін.).**

4. Блінцов В. С., Ієвлєв М. М., Надточий А. В., Чубенко О. В. Концепція удосконалення управління проектами роботизації ПАД // Управління розвитком складних систем: збірник наукових праць. К.: КНУБА, 2016. № 26. С. 21–29. Відомості доступні також з Інтернету: <http://urss.knuba.edu.ua/annotation/912>. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Science Index, Index Copernicus та ін.).**

5. Надточий А. В. Моделирование управления рисками 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. Відомості доступні також з Інтернету: <http://mtsc.khpi.edu.ua/article/view/87645>. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA), WorldCat та ін.).**

6. Anatoly Nadtoshy. Identification of risks in the course of managing the deep sea archaeological projects using marine robotics // EUREKA: Physical Sciences and Engineering. 2016. № 6. P. 59–64. **INDEXING (ПИИЦ, ResearchBib and other.).**

7. Anatolii V. Nadtochii. Conceptual model of management of projects of the working of five archaeological researches // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2016. № 1–2(5). P. 139–151. **INDEXING (ПИИЦ, Google Scholar).**

8. Anatolii V. Nadtochii. Planning the content management of the project of deep-water archaeological studies // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2017. № 1(7). P. 132–140. **INDEXING (ПИИЦ, Google Scholar).**

9. Anatolii V. Nadtochii. Classification of deep-water archaeological projects using marine robotic vehicles // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2017. № 2(8). P. 151–156. **INDEXING (ПИИЦ, Google Scholar)**

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Надточий А. В. Удосконалення управління проектами морських глибоководних археологічних розвідок // Проблеми електрообладнання і автоматизації транспортних засобів: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2013. С. 122–125.

2. Надточий А. В. Наукові задачі управління проектами глибоководної археології // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2013. С. 31–34.

3. Надточий А. В. До оцінки ефективності застосування підводної техніки для фази планування проекту глибоководної археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2013. С. 509–511.

4. 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.

5. Блінцов О. В., Надточий 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. 32–34.

6. 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.

7. 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

8. Надточий А. В. Музеефікація артефактів як заключна фаза управління проектами підводної археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2015. С. 383–384.

9. Надточий А. В., Блинцов В. С. Планирование управления содержанием проектов подводных археологических исследований // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2016. С. 19–21.

10. 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. Відомості доступні також з Інтернету. Режим доступу: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail>;

jsessionid=b084e53fd039a815bb47362f2470?lectureId=38718&conferenceId=35881
&isProjectorView=false.

11. 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: в 2 ч. Миколаїв: НУК, 2016. Ч. 1. С. 96–98.

12. 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. 74–75.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ

ПОЗНАЧЕНЬ.....	14
ВСТУП.....	15
1 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
1.1 Підводна археологія як складова наукової та освітньої діяльності морської держави	22
1.2 Роль і місце робототехніки у проектах підводної археологічної діяльності	29
1.3 Аналіз сучасного стану управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень	43
1.4 Постановка задачі дослідження.....	49
Висновки по розділу 1	50
2 МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	51
2.1 Структура дисертаційного дослідження.....	51
2.2 Розробка концепції управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень.....	52
2.3 Розробка концептуальної моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень	55
2.4 Методологія управління проектами підводних археологічних досліджень.....	69
Висновки по розділу 2	73
3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	75
3.1 Загальна характеристика наукових задач розробки моделей управління проектами підводної археології	75
3.2 Визначення класифікаційних ознак та розробка класифікації проектів ПАД з використанням засобів підводної робототехніки	76

3.3	Планування управління змістом проекту підводних археологічних досліджень	81
3.4	Розробка моделі управління завданням удосконалення законодавчого забезпечення ПАД	89
3.5	Розробка моделі управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД	97
3.6	Розробка моделей управління ризиками у проектах ПАД	101
3.7	Оцінка ефективності роботизації на фазі планування проекту підводної археологічної діяльності	118
	Висновки по розділу 3	127
4	ПРАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	130
4.1	Управління проектом морської археологічної експедиції «Візантійська галера».....	130
4.2	Управління інноваційним проектом «Віртуальний підводний музей України»	135
	Висновки по розділу 4	140
	ВИСНОВКИ	141
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	143
	ДОДАТОК А. Акти впровадження результатів дисертаційної роботи	159
	ДОДАТОК Б. Список публікацій за темою дисертації	163

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЕ	— археологічна експедиція
АПА	— автономний підводний апарат
БПА	— буксирований підводний апарат
ЗМР	— засіб морської робототехніки
НПА	— ненаселений підводний апарат
ОПА	— опускальний підводний апарат
ПА	— підводна археологія
ПАД	— підводна археологічна діяльність
ТПА	— телекерований підводний апарат

ВСТУП

Актуальність теми. 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.

Основні положення загальної теорії управління проектами і програмами та відповідні елементи теоретичних питань діяльності на морі досить повно розроблені вітчизняними та зарубіжними науковцями Адамянц П. П., Баклановим А. В., Блінцовим В. С., Бовенс А., Дромгуле С., Забродіним Ю. М., Кіршенбаумом Р., Коліковим В. Л., Михайличенко А. М., Сарухановим А. М., Юнг-Юнг Тунгом та ін. Теоретичною основою досліджень у напрямку управління проектами в морській галузі слід вважати наукові результати вітчизняних учених та відповідних шкіл з управління проектами, які отримані у суміжних галузях під керівництвом професорів Бушуєва С. Д., Гогунського В. Д., Кошкіна К. В., Рача В. А., Теслі Ю. М., Фісуна М. Т., Харитонova Ю. М., Шахова А. В. та інших.

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, науково-прикладна задача, яка вирішується у дисертації, – підвищення ефективності ПАД на основі ненаселених підводних апаратів (НПА) шляхом розробки та вдосконалення моделей теорії управління проектами – є актуальною і має загальнодержавне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наведені в дисертації матеріали узагальнюють результати досліджень, виконаних автором у період з 2008 по 2016 рр. у відповідності до програм та планів виконання науково-дослідних робіт МОН України: «Розробка теоретичних основ створення «інтелектуальних» підводних апаратів-роботів» (№ держ. реєстрації 0111U002314), «Розробка теоретичних основ групового керування автономними підводними апаратами» (№ держ. реєстрації 0113U000243), «Розробка теоретичних основ та програмно-технічних засобів керування багатоцільовим морським безекіпажним комплексом» (№ держ. реєстрації 0115U000307), де автор був відповідальним виконавцем.

Мета дослідження – підвищення ефективності ПАД на основі застосування ненаселених підводних апаратів (НПА) шляхом розробки моделей управління проектами роботизації.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішені такі основні **завдання:**

- визначено основні чинники та проблеми, що впливають на ефективність формування і реалізацію проектів ПАД на основі НПА, та шляхи їх вирішення;
- виконано аналіз існуючих методів, моделей та механізмів управління проектами і програмами ПАД;
- розроблено концептуальні засади управління проектами роботизації ПАД;
- виконана класифікація проектів ПАД;

- розроблено модель управління змістом проекту роботизації ПАД на основі НПА та сформульована задача удосконалення законодавчого забезпечення ПАД;
- розроблено моделі управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД;
- визначено ризики, що виникають у проектах ПАД, виконано кількісну та якісну їх оцінку, розроблено моделі управління ризиками та запропоновано систему їх моніторингу;
- підтверджено достовірність розроблених моделей шляхом їх апробації при впровадженні у практику управління проектами проведення роботизованих ПАД.

Об’єкт дослідження – процеси управління проектами роботизації ПАД на основі НПА.

Предмет дослідження – моделі, методи та механізми управління проектами роботизації ПАД на основі НПА.

Методи дослідження. Науково-прикладна задача управління проектами роботизації ПАД на основі НПА вирішувалась у рамках новітніх концепцій та сучасних методологій управління проектами. При виконанні досліджень використовувались теорія управління проектами, теорія систем та системного аналізу, методологія моделювання процесів управління проектами, методи та методики проведення ПАД з використанням сучасних засобів робототехніки.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в подальшому розвитку науково-методологічних основ управління проектами ПАД на основі НПА.

Вперше:

- на підставі визначених ознак запропоновано класифікацію проектів ПАД, які проводяться за допомогою підводних роботизованих технологій, що забезпечує підвищення ефективності проектів підводної археології шляхом ефективного формування змістовної частини процесів управління;
- на підставі визначення продукту проекту (інформаційний масив, що

забезпечує отримання нових знань про артефактні об'єкти та дозволяє формувати управлінські рішення по відношенню до нього) розроблено модель управління змістом проектів ПАД з використанням НПА, що забезпечує ефективне визначення, підтвердження і контроль змісту проектів на основі встановлених взаємозв'язків процесів ідентифікації артефактних об'єктів, формування альтернативних технічних рішень і вибору альтернативних проектів;

- розроблено модель управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами в районі ПАД, що знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом гармонізації вибору строків досліджень та вартості основних ресурсів у визначений термін початку та закінчення робіт;

- розроблено модель управління ризиками, пов'язаними з технологічним забезпеченням ПАД, що знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом мінімізації вартості носіїв НПА та додаткового обладнання, необхідних для проведення досліджень за прийнятою технологічною картою, яка враховує основні характеристики та рівень цінності артефакту.

Удосконалено:

- концептуальну модель управління проектами на основі застосування сучасних принципів формування концепцій шляхом розробки вимог до ПАД, що утворює науково-методологічну основу для формування завдань на розробку моделей управління проектами та підвищення їх ефективності;

- модель вибору підводно-технічного оснащення ПАД на фазі планування проектів шляхом розробки глобального критерію ефективності застосування конкретного виду НПА, що дозволяє підвищити ефективність управління проектами на основі врахування вимог безпеки виконання робіт ПАД для прийнятої підводної технології.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені моделі є науково-методичною базою для управління проектами роботизації ПАД. На підставі розроблених моделей визначено та перевірено практикою: методики обґрунтування прийняття управлінських рішень; алгоритми та програмні

продукти, які забезпечують прийняття ефективних рішень при управлінні проектами ПАД. Їх застосування дасть змогу підвищити загальну ефективність робіт по управлінню проектами з підводної археології.

Практичне значення роботи підтверджується застосуванням її теоретичних положень у розв'язанні прикладних задач управління проектами ПАД Інституту археології НАН України, ТОВ «Виробничий центр» та використанням у навчальному процесі НУК при підготовці фахівців за напрямом «Управління проектами та програмами».

Розроблені моделі були апробовані та довели свою ефективність при підготовці та проведенні археологічних експедицій «Agnesse Bleicie», «Візантійська галера», «Берег богів», які проводились на Чорному морі спільно з Департаментом підводної археологічної спадщини НАН України.

Особистий внесок здобувача. Всі наукові положення, теоретичні та практичні результати, які виносяться на захист і наведені в дисертації, отримані автором самостійно. Особистий внесок підтверджують 5 самостійних наукових публікацій у фахових виданнях. У роботах у співавторстві: сформульовано головні сфери використання підводної культурної спадщини України як складової управління проектами глибоководної археології, визначено головні напрями вдосконалення законодавчо-нормативної бази як складової управління проектами глибоководної археології, запропоновано й обґрунтовано законодавчо-нормативні документи для удосконалення пошуку та державного обліку об'єктів підводної культурної спадщини [1]; сформульовано низку невирішених прикладних наукових задач для фази ініціалізації, планування та виконання проекту глибоководної археології, які суттєво впливають на ефективність та результативність проекту [2]; запропоновано аналітичні залежності для порівняльної оцінки можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів глибоководної археології, які містять формалізовані показники та слабо формалізовані експлуатаційні обмеження на застосування підводної техніки і технології [3]; запропоновано основи систематизації завдань проектного

менеджменту в галузі ПАД на основі широкого застосування сучасних підводних апаратів-роботів, розглянуто основні принципи формування концепції вдосконалення управління проектами роботизації таких досліджень та їх змістовну частину [4].

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідались на науково-технічних (НТК) і науково-практичних (НПК) конференціях: Всеукраїнської НТК з міжнародною участю «Проблеми електрообладнання і автоматики транспортних засобів» (Миколаїв, НУК, 2013 р.); IX Міжнародній НПК «Управління проектами: стан та перспективи» (Миколаїв, НУК, 2013 р.); IV Міжнародній НТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, НУК, 2013 р.); Всеукраїнській НТК з міжнародною участю, присвяченої 25-річчю науково-дослідного інституту підводної техніки НУК «Підводна техніка і технологія» (Миколаїв, НУК, 2013 р.); .); Матеріали наукової конференції «Фундаментальні та прикладні дослідження: інтеграція до світових наукометричних баз даних» (Технологический аудит и резервы производства 2013), V Міжнародній НТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, НУК, 2014 р.); X Міжнародній НПК «Управління проектами: стан та перспективи» (Миколаїв, НУК, 2014 р.); VI міжнародній НТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, НУК, 2015 р.); XII Міжнародної НПК «Управління проектами: стан та перспективи» (Миколаїв, НУК, 2016 р.); VII Міжнародної НТК «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, НУК, 2016 р.); VI Всеукраїнської НТК з міжнародною участю «Підводна техніка і технологія» (Миколаїв, НУК, 2016 р.), Матеріали Всеукраїнської НТК «Автоматика та електротехніка» (Миколаїв, НУК, 2016 р.), XIII Міжнародної НПК «Управління проектами: стан та перспективи» (Миколаїв, НУК, 2017 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 21 наукову роботу, у тому числі: 8 статей у фахових наукометричних виданнях (5 без співавторів), та 1 у зарубіжному наукометричному виданні; 12 – у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Повний обсяг дисертації складає 167 сторінок. Основний обсяг дисертації викладено на 142 сторінках та має 22 ілюстрації, 2 таблиці, 2 додатки на 6 сторінках, список використаних джерел зі 146 найменувань на 15 сторінках.

1 ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Підводна археологія як складова наукової та освітньої діяльності морської держави

Підводна археологія (ПА) є відносно молодого наукою, яка веде свій відлік з 1900-1902 р.р., коли вперше було проведено розкопки затонулого судна біля грецького острова Антикитера [1, 2]. Бурхливий розвиток підводних археологічних досліджень (ПАД) у світі припадає на середину ХХ ст. завдяки винаходу акваланга французом Ж.-І. Кусто [3]. За допомогою цього винаходу стали можливими тривалі підводні роботи водолазів-археологів на невеликих (до 50 м) глибинах, що значно розширило обсяги ПАД як у світі, так і в Україні [4-6].

На теперішній час підводна археологія є одним з перспективних напрямків досліджень культурної спадщини людства, у якому приймає участь Україна [7-10].

Згідно з визначенням ЮНЕСКО термін «підводна культурна спадщина» (в англійській літературі – *underwater cultural heritage*) означає всі «сліди» людського існування, що мають культурний, історичний або науковий характер, які частково або повністю, періодично або постійно перебувають під водою протягом не менш 100 років [11]. До них належать:

- об'єкти, споруди, будівлі, артефакти й людські рештки разом з їх археологічним і природним оточенням;
- судна, літальні апарати, інші транспортні засоби або будь-які їхні частини, їхній вантаж або інший вміст, разом з їх археологічним і природним оточенням;
- предмети доісторичного характеру.

Стан підводних археологічних досліджень у будь-якій країні є індикатором її міжнародного рівня як морської держави, оскільки має

забезпечуватись низкою показників правового, наукового, технічного та організаційного характеру.

Попередній аналіз свідчить, що розвиток підводної археології у світі супроводжується низкою нормативних та законодавчих актів міжнародного та державного рівнів, постійним вдосконаленням технологій проведення досліджень та створенням сучасного робототехнічного обладнання, яке забезпечує вирішення актуальних питань підводної археології [11-14].

Серед інституціонального забезпечення підводних підводних археологічних досліджень слід відзначити Конвенцію ЮНЕСКО про охорону підводної культурної спадщини 2001 р. [11]. Наведені в ній основні міжнародні правила, що стосуються діяльності, спрямованої на дослідження підводної культурної спадщини, 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.

Так звані «36 Правил», є основним довідковим документом в галузі підводної археології.

У напрямку технічного забезпечення проектів підводної археології світовий досвід спирається на широке застосування засобів морської робототехніки, зокрема, на ненаселені (автономні та прив'язні телекеровані) підводні апарати (НПА), оскільки тільки за їх допомогою можливим є повномасштабні дослідження затонулих об'єктів на «заводолазних» глибинах. На цей час вчені дослідили лише невеликий відсоток глибин Світового океану, а близько 98 відсотків морського дна лежить далеко за межами досяжності звичайних водолазних занурень [15].

Підводна археологія у територіальних водах України знаходиться на початковій стадії розвитку. Сліди морський катастроф та, відповідно, археологічних пам'яток, знаходяться на недосліджених акваторіях

територіального моря України і містять потенційно важливі факти з нашого морського минулого.

Вітчизняна підводна археологія розвивається, головним чином, на Чорному і Азовському морях, і донедавна охоплювала прибережну зону та малі (водолазні) глибини [9, 16, 17].

Крім того, великий історико-археологічний потенціал мають внутрішні води України, оскільки на річках Дніпро, Південний Буг та інших у стародавні часи активно поселялись люди. Пошук та дослідження слідів їх діяльності наразі розглядається як актуальна наукова задача, розв'язок якої також необхідно вести на основі широкого застосування сучасних робототехнічних засобів [18].

Новітні наукові дослідження, проведені вітчизняними науковцями, свідчать про перспективність розвитку підводної археології на Чорному морі [19-21]. 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. (рис. 1.1)

Окремі експедиції зарубіжних і вітчизняних науковців свідчать про наявність тут унікальних підводних об'єктів різних історичних епох [22, 23].

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, є кризовим за наступних причин:

- активізації несанкціонованого («чорного») дайвінгу в Чорному морі;

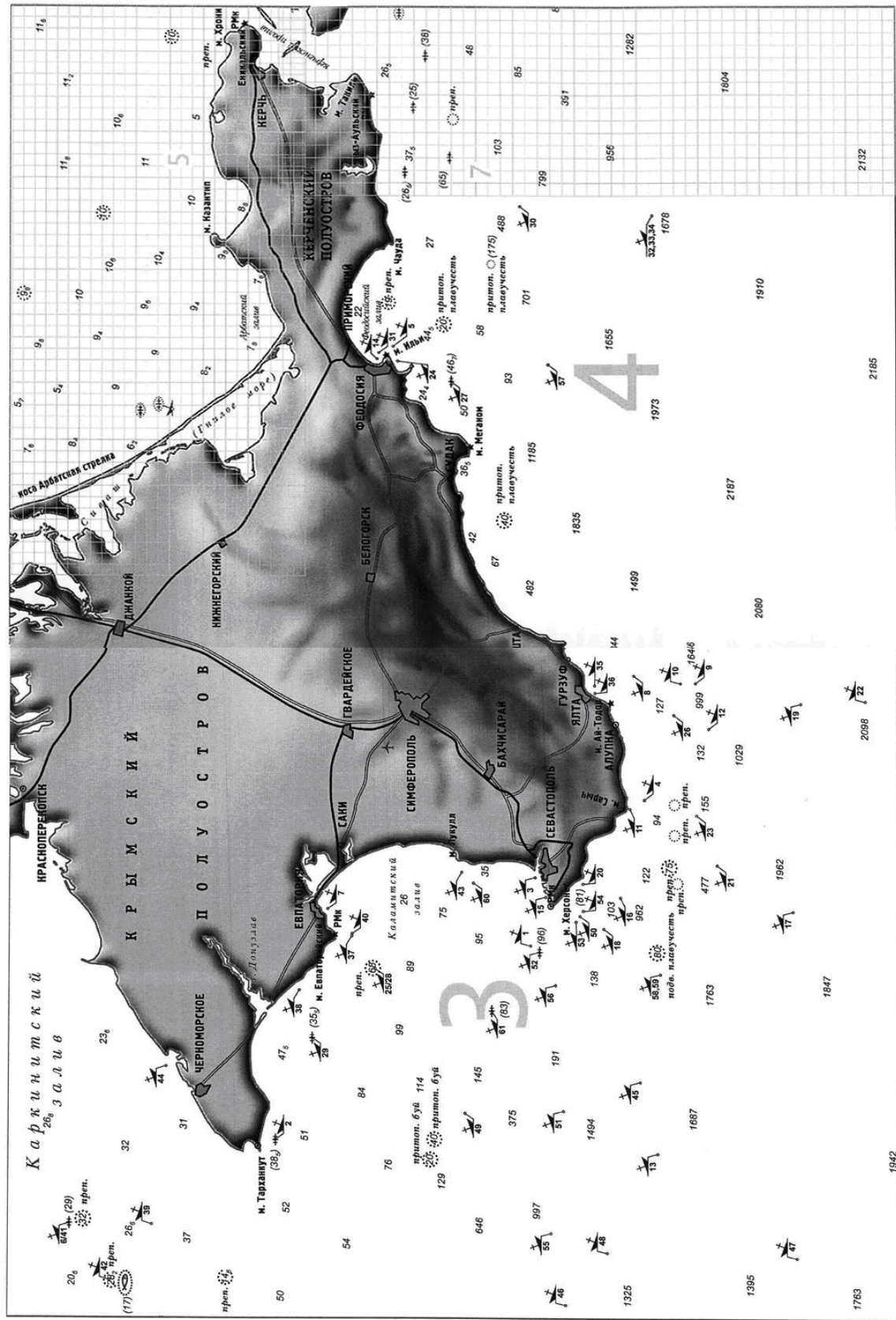


Рисунок 1.1 – Орієнтовна карта об'єктів підводної культурної спадщини України

- відсутності державних програм роботизації підводних археологічних досліджень та відсутності наукових основ проведення підводних археологічних досліджень з застосуванням сучасних роботизованих технологій;

- відсутність сучасної вітчизняної законодавчої бази, яка б регулювала відносини між учасниками проектів підводної археології в інтересах держави і суспільства.

Згідно Закону України «Про основи національної безпеки України», підводна культурна спадщина України, у цілому, є об'єктом національної безпеки як складова наукових, освітніх, культурних і історичних цінностей (ст.3).

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 як у науково-історичному, так і в освітянському аспектах.

Проте, зазначені документи утворюють законодавчу базу для сухопутної археології та, в окремих випадках, регламентують майбутню діяльність у галузі підводної археології.

Щодо законодавчого врегулювання питань санкціонованого доступу до історично цінних підводних об'єктів з метою їх дослідження, збереження та музеєфікації, то ця задача у вітчизняній законотворчій та державній господарчій діяльності не розв'язана.

Разом з цим, сьогодні Україна як морська держава має всі можливості для активізації підводної археологічної спадщини у своїх територіальних водах і для участі у міжнародних проектах з археології та для широкого висвітлення її результатів в інтересах освіти, науки і культури [24, 25]. Необхідність активізації такої діяльності підтверджується відповідними міжнародними конвенціями та законами України [12-14].

Одним з гальмівних факторів розвитку вітчизняної підводної археології є повна відсутність сучасних засобів морської робототехніки (ЗМР), яка у світовій практиці археологічних досліджень відіграє визначальну роль [26, 27]. Розвиток НПА українського виробництва дає змогу виправити цю ситуацію та удосконалити технології підводних археологічних досліджень за рахунок створення спеціалізованих засобів підводної робототехніки, спроектованих на виконання ПАД з високою продуктивністю та якістю [28].

Однак, для цього необхідно удосконалити існуючі методи проектного менеджменту у галузі підводної археології, врахувавши зміни у кадровому, технічному та організаційному забезпеченні ПАД, обумовлені появою підводних апаратів-роботів та новітніх технологій їх застосування за призначенням. Крім того, необхідно удосконалювати нормативно-законодавчу базу ПАД шляхом внесення до неї вимог до роботизованих технологій виконання підводних археологічних робіт.

Проте, на протязі останніх років науковий і технічний потенціал у галузі вітчизняної підводної археології суттєво зменшився з-за відсутності державної підтримки ПАД та відставання від сучасних підводних технологій. Особливо помітним є відставання вітчизняних ПАД при проведенні глибоководних («заводолазних») досліджень, що обумовлено відсутністю глибоководного водолазного спорядження та ЗМР.

Виключеннями є окремі успішні експедиції з використанням підводних апаратів-роботів виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова на протязі 2007-2012 років, результати яких, тим не менше, поставили нашу державу в один ряд з провідними морськими державами світу у галузі підводної робототехніки [19].

Ці наукові дослідження, проведені вітчизняними науковцями Інституту археології НАН України, свідчать про перспективність підводної археології на Чорному морі та про доцільність і можливість їх проведення на базі вітчизняних розробок з підводної робототехніки. Вони показали, що у територіальному морі України містяться унікальні підводні об'єкти різних

історичних епох. Тільки на науковому обліку сьогодні знаходиться 2477 підводних пам'яток, серед яких, за визнанням ЮНЕСКО, значна кількість об'єктів національного та інтернаціонального значення.

Води Чорного моря відрізняються від інших акваторій Світового океану тим, що забезпечують виключно високу якість зберігання затонулих плавзасобів та споруд разом з їх археологічним і природним оточенням [22].

Питання підводних археологічних досліджень шляхом застосування аквалангістів завжди знаходились у полі зору вітчизняних і зарубіжних археологів та океанографів світу [4, 6, 29-32]. Найбільш повне висвітлення ця тема знайшла в унікальних за своїм значенням для відчизняної підводної археології монографіях [9, 15].

Очевидно, найбільш доцільним та ефективним методом археологічних досліджень є застосування ЗМР відповідних типів – ненаселених самохідних, буксированих та опускних підводних апаратів-роботів, позитивний досвід застосування яких накопичено у зарубіжній археологічній науці [15, 33, 34] та підтверджено позитивним досвідом вітчизняних науковців [35, 36, 37].

Однак, практичне впровадження цього методу у вітчизняній археології вимагає розв'язання низки наукових задач, пов'язаних з розробкою відповідних роботизованих технологій археологічного застосування НПА, підготовки операторів такої техніки та удосконалення законодавчої бази ПАД у плані її роботизації.

Широке застосування НПА впроваджують видатні археологи та океанографи світу Роберт Баллард (Robert Ballard), Фредрик Сорайд (Fredrik Soreide), а також провідні наукові організації світу, наприклад, Музей підводної археології Бодруму (Туреччина), Океанографічний музей Монако (Монако), Музей археології и антропології Пенсільванського університету (США) та ін. [10, 15, 20].

З позицій проектного менеджменту наукове завдання роботизації ПАД може бути класифіковане як «проект» за основними ознаками теорії управління

проектами – метою, унікальністю, орієнтацією на кінцевий результат, життєвим циклом, обмеженнями у часі й ресурсах тощо [38].

Проте, опис технологій застосування НПА у зарубіжній науково-технічній літературі носить рекламний характер, а питання проектного менеджменту при підготовці та проведенні ПАД практично не висвітлені.

Тому розробка теоретичних питань управління процесами роботизації у проектах підводних археологічних досліджень є актуальним науковим завданням.

1.2 Роль і місце робототехніки у проектах підводної археологічної діяльності

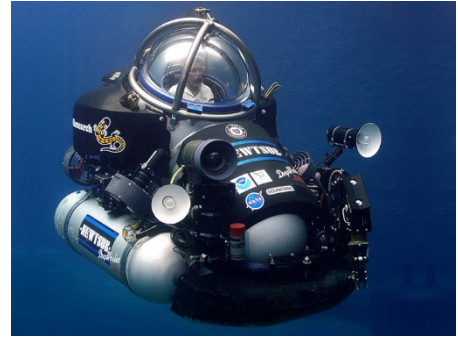
Територіальні води України на «заводолазних» глибинах містять тисячі затонулих об'єктів, які складають підводну культурну спадщину людства. Їх дослідження і музеєфікація можливі лише на основі застосування сучасних роботизованих підводних технологій, науково обґрунтований вибір яких з позицій проектного 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.

Аналіз технічної літератури та досвід НУК у виконанні підводних археологічних досліджень свідчить, що на сьогодні для вирішення завдань підводної археології (ПА) використовують наступні два основні типи підводної техніки (рис. 1.2):

- пілотовані гідронавтами (населені) підводні апарати з археологами на борту;



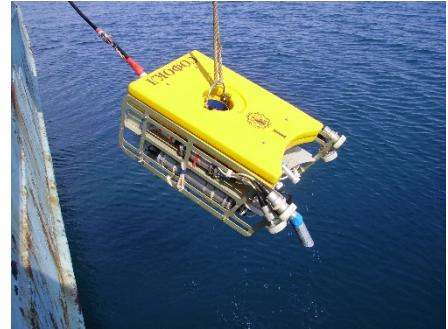
а



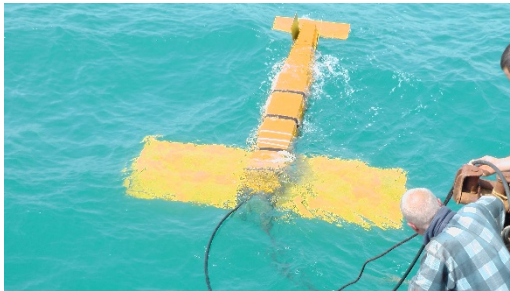
б



в



г



д



е

Рисунок 1.2 – Основні типи підводної техніки, яка використовується в задачах ПАД: а, б - пілотовані гідронавтами (населені) підводні апарати з археологами на борту, відповідно, «SP-350 Denise» Ж.-І. Кусто (Франція) та «Deep Worker» (Ocean Explorer, Канада); в – АНПА «SeaBED» («Woods Hole Oceanographic Institution, США»); г – е – відповідно, ТПА «Софокл», БПА «Планер-1» та ОПА «ПВС-90/10 (всі – Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, Україна)

– ненаселені підводні апарати (НПА): автономні (АНПА) та прив'язні дистанційно керовані підводні апарати – самохідні телекеровані (ТПА), буксировані (БПА) та опускні (ОПА).

Застосування такої техніки має виконуватись з дотриманням наступних вимог «Конвенції про охорону підводної культурної спадщини» [11], зокрема:

- діяльність, спрямована на підводну культурну спадщину, не повинна робити більший негативний вплив на неї, ніж це необхідно для цілей проекту ПА (у ході такої діяльності необхідно використовувати неруйнівні технології та методи дослідження);
- пріоритетним варіантом дослідження та охорони підводної культурної спадщини вважається можливість його збереження *in situ* (як є);
- при здійсненні діяльності, спрямованої на підводну культурну спадщину, не повинен порушуватися спокій людських останків і місць, які є об'єктами поклоніння;
- діяльність, спрямована на підводну культурну спадщину, має строго регламентуватись, щоб забезпечити належний облік отриманої культурної, історичної й археологічної інформації;
- заохочується доступ громадськості до підводної культурної спадщини *in situ*, за винятком випадків, коли такий доступ несумісний із завданнями охорони й керування нею;
- до початку діяльності, спрямованої на підводну культурну спадщину, готується проектна документація, надавана компетентною державною організацією для одержання дозволу й відповідної експертної оцінки.

На теперішній час виконання ПАД відбувається на основі створених засобів морської робототехніки, до яких відноситься широкий клас підводних апаратів-роботів прив'язного типу [39, 40].

На рис.1.3 та рис. 1.4 наведені узагальнені характеристики основних типів ТПА з прив'язкою до їх робочих глибин занурення та характеристики активності їх розробки у країнах світу [41].

У відповідності до визначених підводних археологічних досліджень використовуються різні технології їх забезпечення.

Ознайомлення з науково-технічною літературою та власний досвід автора свідчать, що життєвий цикл підводних археологічних досліджень, у

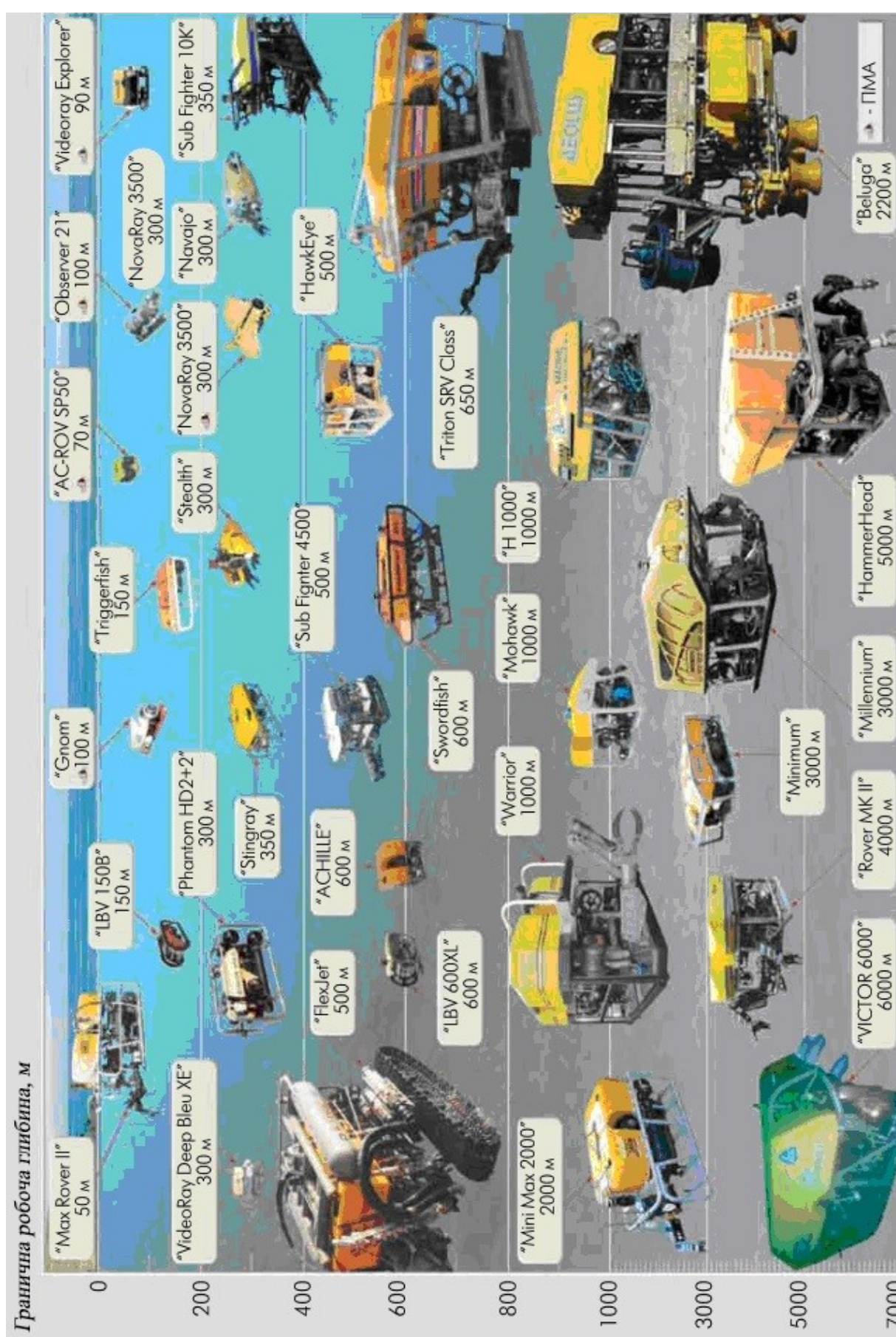


Рисунок 1.3 – Характеристики основних типів ненаселених телекерованих підводних апаратів за

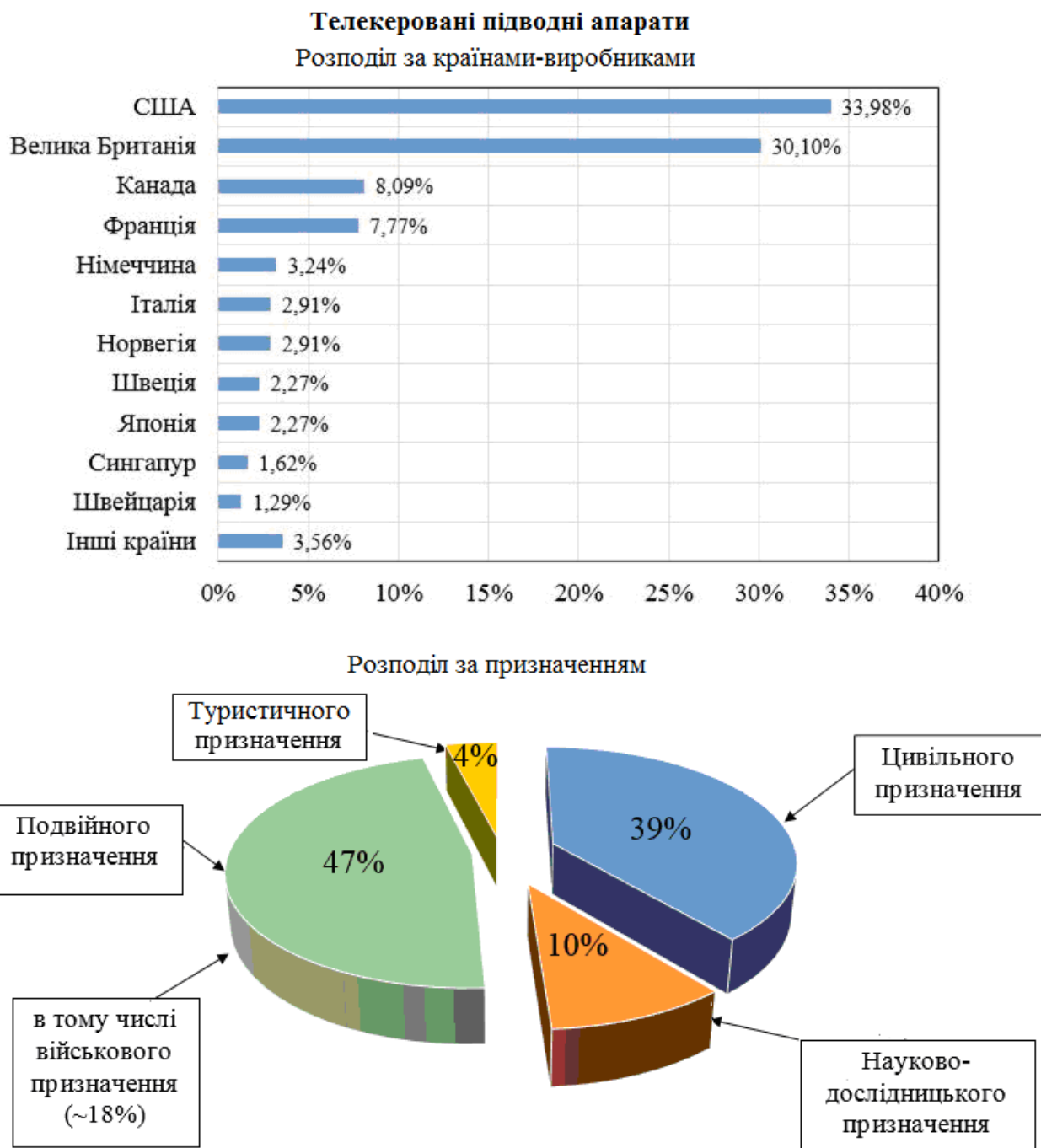


Рис.1.4 – Характеристики активності розробки ТПА

цілому, добре узгоджується з загальнотеоретичними канонами проектного менеджменту [42] 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 [42].

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. 1.5).

Оскільки історично цінні підводні об'єкти згідно законодавств України є виключно власністю держави [43], 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).

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.



Рисунок 1.5 – Узагальнена структура управління проектом 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 [44, 45]. 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 [5, 46, 47]. 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 інтерпритації їх результатів практично не розроблена, а наявні публікації [5, 46-48] 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 відеооператори, 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) [44, 49].

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 підводних 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 [50].

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) [51];

- у прив'язному (шланговому) режимі за технологією TUP (transfer under pressure), тобто «транспортування під тиском» [52]; 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 [53];

- б) застосування населених підводних апаратів (глибини практично необмежені) [54];

- в) застосування ненаселених підводних апаратів-роботів (глибини практично необмежені) [55].

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) [56]. 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 водолазних технологій чи підводних апаратів-роботів різного типу для виконання археологічних досліджень [25].

Приймаючи до уваги, що фаза виконання проекту ПА визначає загальну ефективність морських археологічних досліджень, а зазначені вище водолазні 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 в установленому 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 інструментацію підводних наукових досліджень, який, власне, забезпечує можливість їх ефективного виконання.

1.3 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 [6, 9, 20-22] 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 проактивних моделей управління роботизованих видів ПАД, які базуються на класифікації проектів, що в загальному випадку забезпечує скорочення часу на формування змістовної частини процесів управління [57].

Виконаний аналіз існуючих класифікаційних ознак, які можуть бути засотосовані для підводних археологічних досліджень показав, що вони не в повній мірі задовольняють потребам управління відповідними проектами та програмами роботизації ПАД [58-62].

Так, в [59] наведена класифікація, яка стосується технічних характеристик УПА (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 [58-62], підрозділяє ТПА на 4 класи та стосується ряду вимог до їх створення, а також до їх обладнання. Проте, результати вказаних робіт не можуть бути напряду застосовані для оцінки артефактності проектів підводних робіт, оскільки не передбачають кількісної оцінки ефективності застосування ТПА.

Найбільш широка класифікація ТПА, з відомих, наведена у [59]. 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. 1.6).

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).

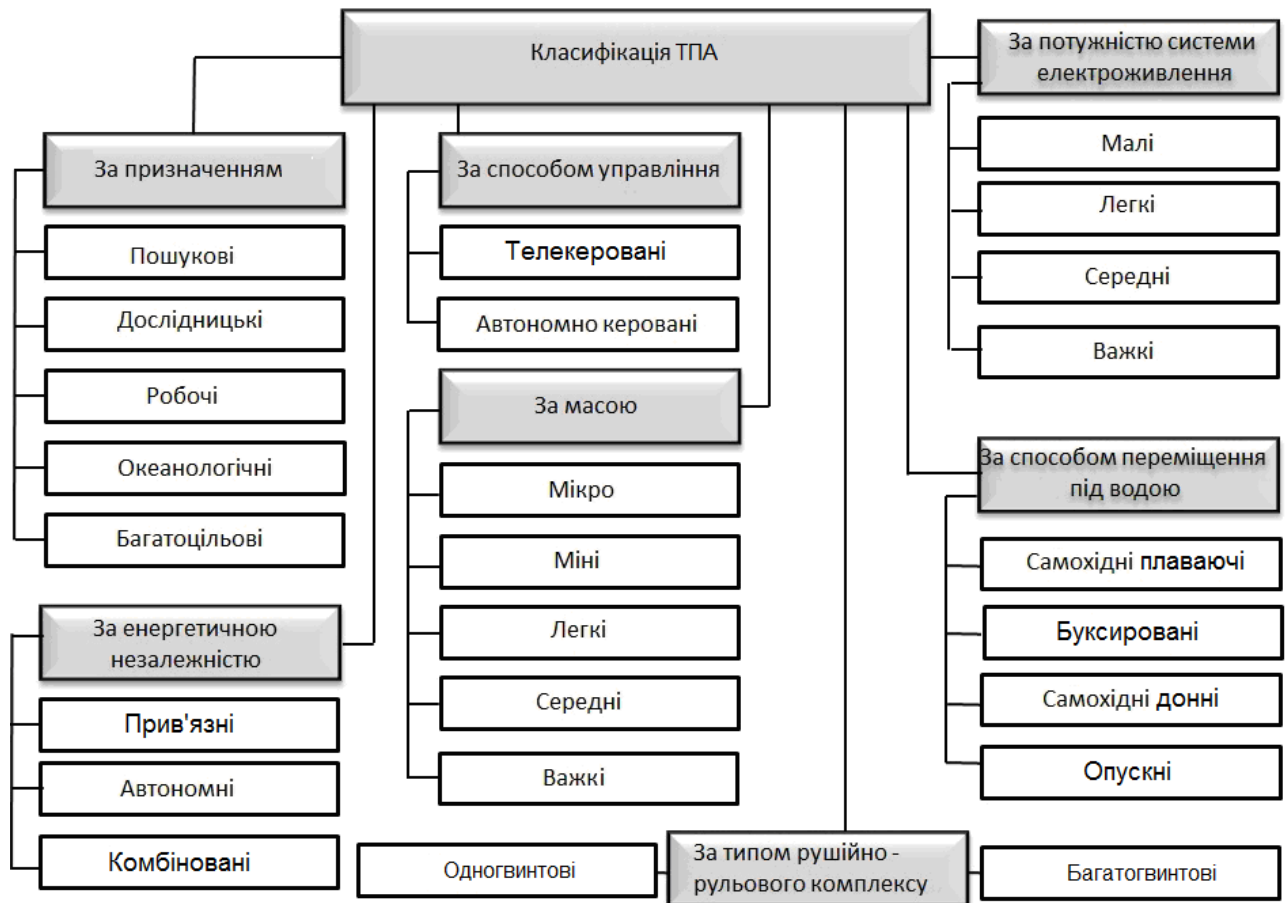


Рисунок 1.6 – Класифікація телекерованих підводних апаратів

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:

- одногвинтові (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 [63-65].

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 природно-кліматичних 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 [66-68].

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 [69-72].

Так, в [68] 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 [69]. 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 [70, 71] 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 [72]. 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. 1.7).

В якості заходів щодо зменшення операційних ризиків у роботі [72] пропонується планування бюджету проекту в розрізі більш ретельної підготовки операторів.

В роботі [73] 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.



Рисунок 1.7 – «Хвильова модель» зменшення технічних ризиків при застосуванні АНПА в морських дослідженнях

В [74] 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 [75]. Окремі питання управління проектами досліджень в історичному середовищі відображені в [76], 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

поступового управління проектами підводних археологічних досліджень різного цільового призначення.

1.4 Постановка задачі дослідження

Аналіз сучасного стану ПАД і проблем управління відповідними проектами та програмами дозволив сформулювати основну мету та завдання дисертаційної роботи. Метою дисертаційного дослідження слід вважати розробку моделей управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень, що забезпечить підвищення їх ефективності за рахунок застосування ненаселених підводних апаратів та переходу до безводолазних технологій.

Основними завданнями дослідження є:

- розробка концептуальної моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень;
- визначення основних чинників та проблем, що впливають на ефективність формування і реалізацію проектів підводних археологічних досліджень на основі телекерованих підводних апаратів та шляхи їх вирішення;
- аналіз існуючих методів, моделей та механізмів управління проектами і програмами підводних археологічних досліджень;
- розробка класифікації проектів підводних археологічних досліджень на основі застосування телекерованих підводних апаратів;
- розробка моделей управління змістом проекту підводних археологічних досліджень на основі телекерованих підводних комплексів;
- розробка моделі управління завданням удосконалення законодавчого забезпечення ПАД;
- визначення ризиків, що виникають в проектах підводних археологічних досліджень, кількісна та якісна їх оцінка, розробка моделі управління ризиками роботизованих підводних археологічних досліджень;
- підтвердження достовірності розроблених моделей шляхом їх апробації при впровадженні у практику управління проектами проведення підводних

археологічних досліджень.

Висновки по розділу 1

1. Територіальне море та великі річки Україн містять на своєму дні тисячі артефактів, які становлять підводну культурну спадщину світового масштабу. Проте, сучасний стан технічного забезпечення вітчизняної підводної археології не відповідає вимогам археологічної науки, зокрема, для робіт на «заводолазних» глибинах. Тому удосконалення управління проектами підводної археології у напрямку роботизації цього виду дослідницької діяльності є актуальним науковим завданням проектного менеджменту.

2. Існуюче інституційне забезпечення (чіткий упорядкований набір державних та суспільних правил та механізмів їх реалізації) у галузі підводних археологічних досліджень в Україні не задовольняє відомим світовим вимогам та потребує вдосконалення.

3. Основні положення і результати відомих досліджень в галузі управління проектами та програмами підводних археологічних досліджень за допомогою ненаселених підводних апаратів-роботів стосуються лише окремих аспектів проблеми, що розглядається, і не дають змоги у повній мірі на науковій основі ефективно здійснювати їх формування та реалізацію.

4. Теорія и практика проектного менеджменту повністю відсутні у галузі наукової діяльності «Підводна археологія», тому обраний напрямок наукових досліджень по підвищенню ефективності підводних археологічних досліджень на основі телекерованих підводних апаратів-роботів шляхом розробки та вдосконалення моделей управління проектами їх роботизації є актуальним, спрямованим на вирішення пріоритетної науково-прикладної задачі державного значення.

Основні матеріали розділу 1 опубліковано в [35, 36, 37, 42, 50, 56].

2 МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Структура дисертаційного дослідження

Аналіз, що виконаний у першому розділі дозволив сформувати наступну структуру дисертаційного дослідження (рис. 2.1).

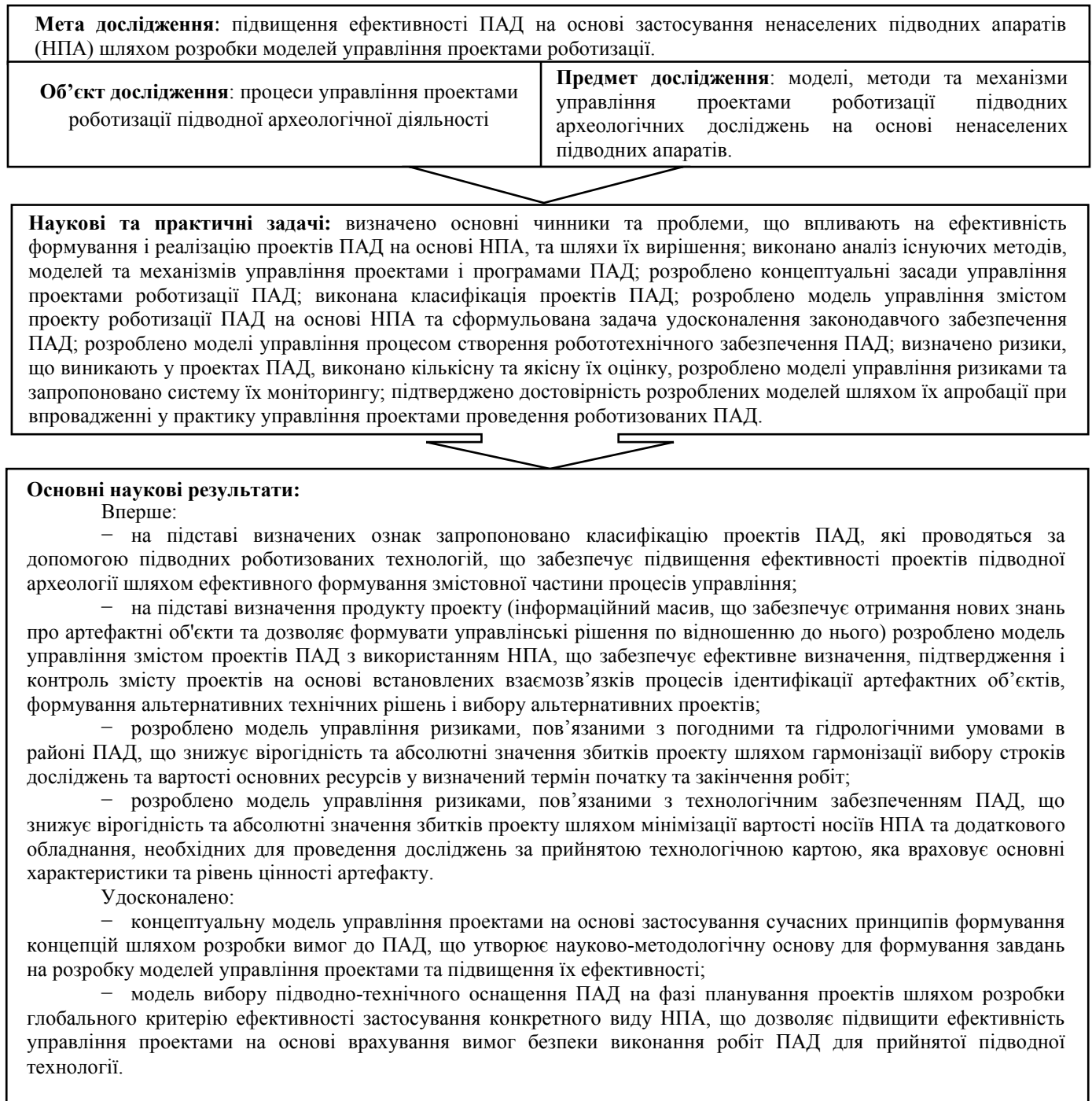


Рис.2.1 – Структура дисертаційного дослідження

2.2 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 [77]. 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 Україні не проводиться з-за відсутності інноваційних підходів, які б передбачали застосування сучасних засобів підводної робототехніки, зокрема, вітчизняного виробництва [40].

Розглянемо основні види ПАД та особливості їх роботизації з позицій проектного менеджменту [32].

Зазвичай, за видами підводні археологічні експедиції класифікують наступним чином [10, 19, 78, 79]:

- за робочими глибинами – мілководні і глибоководні («заводолазні»);
- 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 K управління проектами роботизації ПАД прийнято підхід, запропонований в [80], 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 [81]:

- 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 [12]; відповідність чинному законодавству України, яке регулює археологічну діяльність [14]; забезпечення безпеки мореплавання та морської господарської діяльності у цілому [82]; 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 [46] та методів проведення роботизованих пошукових та обстежувальних робіт [55, 83], 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 археології з урахуванням ризиків (принцип неповної детермінованості і стохастичності P_I) на основі аналітичного або сценарного підходів [84, 85].

- 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 дисертації наукового завдання актуальною є робота з реалізації концепції K , яка може бути представлена наступною множиною принципів:

$$K = \{ P_H; P_P; P_U; P_I; P_F; P_D; P_C \} \quad (2.1)$$

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 [86].

2.3 Розробка концептуальної моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень

2.3.1 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 (2.1) 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. 2.2.

2.3.2 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 [87] 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 [88]. Тому вимогу H_1 можна вважати виконаною.

Законодавчої база, що регулює ПАД в Україні [89], 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) [90]. 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) [91], законів України про рибельство та про освоєння шельфу [92, 93]. 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 [94-96], 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:

$$P_H = H_1 \cup H_2 \cup H_3 \cup H_4, \quad (2.2)$$

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

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

2.3.3 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 ТПА; роботизовані ПАД необхідно організовувати і

проводити з урахуванням вимог Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі [97], а також правил безпеки водолазних робіт [98];

- 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% [99].

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:

$$P_S = S_1 \cup S_2, \quad (2.3)$$

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

2.3.4 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 ТПА 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 ТПА) та розробників підводних роботизованих технологій (споживачів ТПА);

– 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 ТПА на базі організацій-постачальників ТПА.

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

$$P_U = U_1 \cup U_2 \cup U_3, \quad (2.4)$$

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

2.3.5 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 [84], 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 ТПА 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 ТПА 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. 2.2.

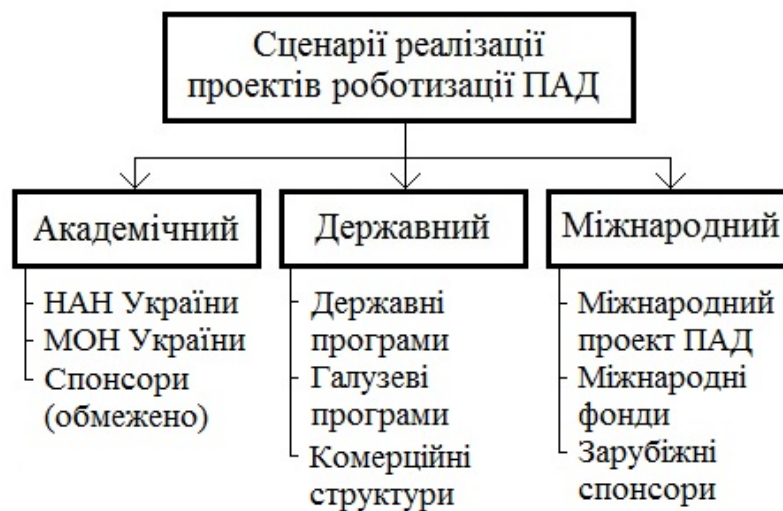


Рисунок 2.2 – Основні сценарії реалізації якісного розвитку проектів роботизації ПАД

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:

$$P_I = I_1 \cup I_2 \cup I_3, \quad (2.5)$$

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

2.3.6 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 на протязі 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. 2.1.

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 РР процесу роботизації ПАД можна записати наступною залежністю:

$$P_F = F_1 \cup F_2, \quad (2.6)$$

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

Таблиця 2.1. Перелік засобів підводної робототехніки для ПАД

За глибиною G За видом археологічної діяльності $ВАД$	Малі глибини G_M		Великі глибини G_3	
	Підводні апарати (ПА)	Начіпні прилади та інструменти (НПІ)	Підводні апарати (ПА)	Начіпні прилади та інструменти (НПІ)
Пошукові (археологічна розвідка) $ВАД_A$	БПА, ТПА	ТВ, Мг, Пр, С, Л	БПА, АНПА	ТВ, Мг, Пр, С
Обстежувальні $ВАД_O$	ОПА, ТПА	ТВ, Мн, Гм	ТПА	ТВ, Мн, Гм
Картографічні $ВАД_K$	ТПА, АНПА	С, Е, СНС	АНПА	АДН, Мг, Пр, С
Дослідницькі $ВАД_D$	ТПА	ТВ, ФА, Мн, Гм	ТПА	ТВ, ФА, Мн, Гм
Підйомні $ВАД_P$	ТПА	ТВ, Мн, АДАП	ТПА	ТВ, Мн, АДАП
Захисні $ВАД_3$	ТПА	ПСС, ПБ	ТПА, АНПА	ПСС

2.3.7 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 .

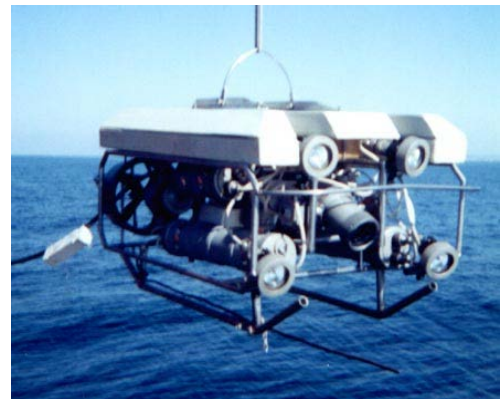
Зазначимо, що наведені у табл. 2.1 типи ТПА можуть розглядатись як постановчі для формулювання технічних завдань на ескізне проектування такої техніки.

Очевидно, що до найбільш застосовуваних видів ТПА археологічного призначення належать самохідні ТПА, оснащені змінними начіпними інструментами і приладами – маніпуляторами, різаками, 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. 2.3 [40].



а



б



в

Рисунок 2.3 – Підводні апарати виробництва Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова: а – ТПА «The North Star»; б – ТПА «Агент-1»; в – ТПА «Атлеш»

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.

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 [100]. 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:

$$P_D = D_1 \cup D_2, \quad (2.7)$$

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

2.3.8 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:

$$P_C = C_1 \cup C_2 \cup C_3, \quad (2.8)$$

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

Залежності (2.1)-(2.8) утворюють концептуальну модель управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень і можуть бути покладені в основу подальших досліджень, зокрема, слугувати підґрунтям для розробки моделей управління окремими складовими проектів роботизації ПАД.

На рис. 2.4 подано графічну форму концептуальної моделі управління проектами роботизації ПАД [102].

Аналіз запропонованої концептуальної моделі управління проектами роботизації ПАД показує, що з позицій актуальності для досягнення основної мети дисертаційного дослідження – розробки моделей управління проектами роботизації ПАД – до першочергових наукових завдань Z_P реалізації моделі відноситься виконання наступної множини вимог як складових принципів (2.1):

$$Z_P = \{H_2; H_4; U_2; U_3; I_1; I_2; I_3; F_1; F_2; D_1; D_2; C_2\}. \quad (2.9)$$

На рис. 2.4 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);

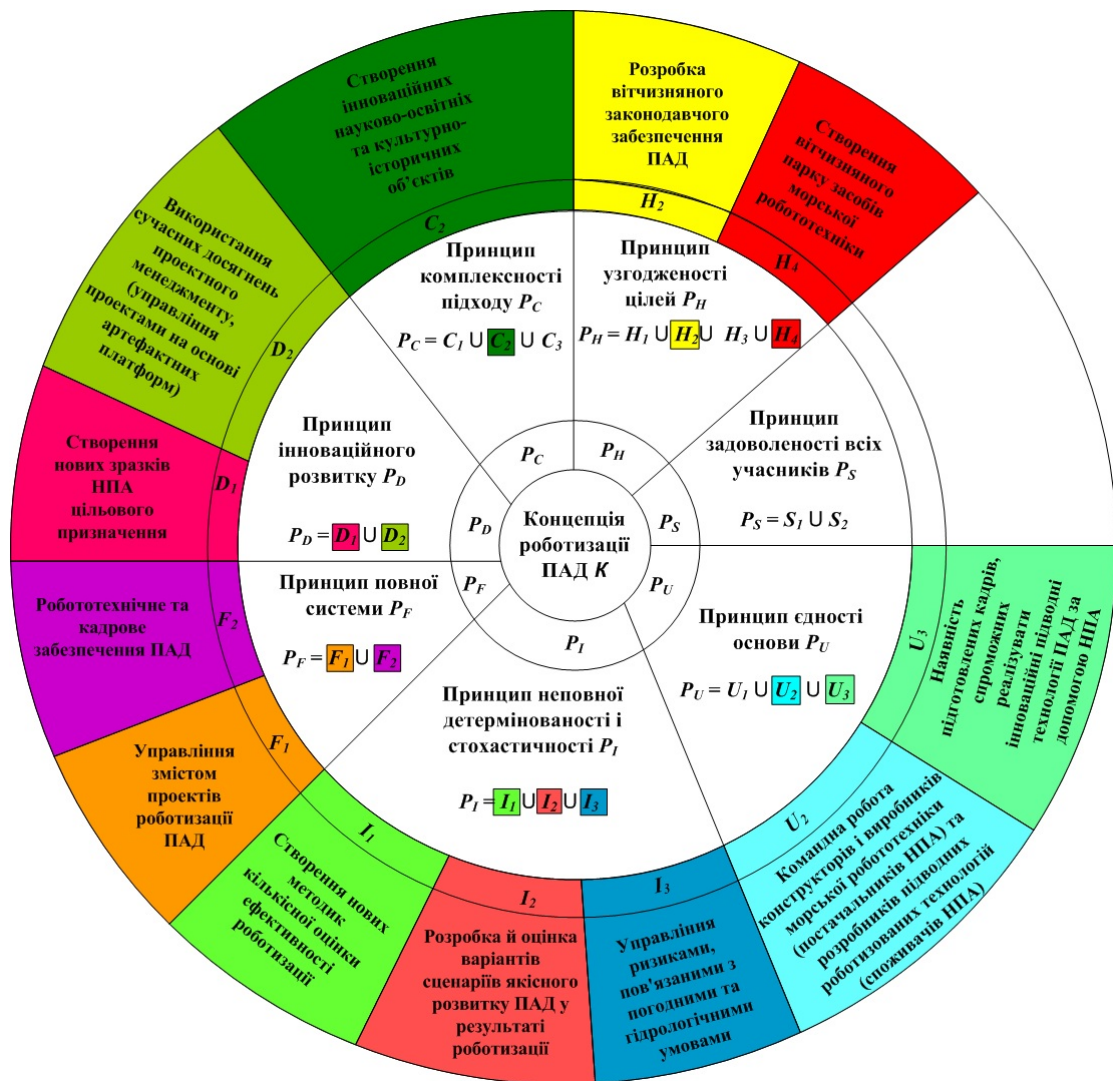


Рисунок 2.4 - Графічна форма концептуальної моделі управління проектами роботизації ПАД

- завдання управління змістом проєктів 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 проєктів (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.

2.4 Методологія управління проектами підводних археологічних досліджень

2.4.1 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 [53, 103, 104].

Традиційна каскадна (водоспадна) методологія управління проектами використовується у виробничих галузях (будівництво, транспорт тощо), де основним результатом має бути матеріальний продукт [105]. 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 проектною 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 декілька ітеративних етапів – спринтів, кожен 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 ІТ-проекти, проте для технічних і технологічних проектів її ефективність знижується.

Порівняльний аналіз методологій свідчить, що для завдань дисертаційного 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 PMBOK 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 [106].

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.

2.4.2 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. 2.5).

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 $PЗ_Т$, дослідження малої робочої зони $PЗ_М$, яка не більше зони досяжності ТПА при якірній стоянці його судна забезпечення та дослідження великої за площею робочої зони $PЗ_В$, яка може сягати десятків квадратних кілометрів);

вид археологічної діяльності, до якої залучаються засоби підводної робототехніки згідно табл. 2.1 (археологічна розвідка $ВАД_А$, обстеження $ВАД_О$, картографування $ВАД_К$, дослідження донної поверхні та артефактів з

географічною прив'язкою *ВАД_д*, під'йом артефактів *ВАД_п*, захист акваторій та артефактів *ВАД_з*);

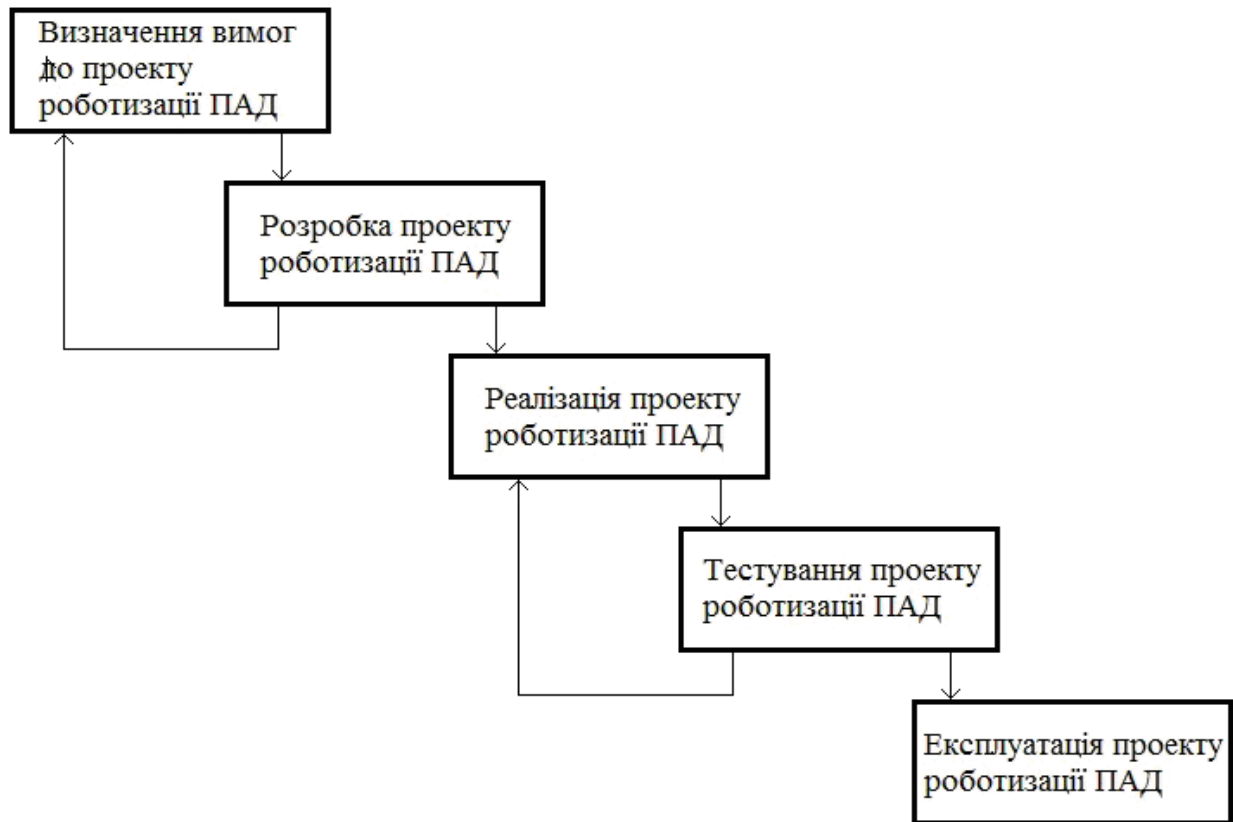


Рисунок 2.5 – Каскадна модель управління проектами роботизації ПАД

- 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, дозвільну 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.

Висновки по розділу 2

1. Систематизовано завдання проектного менеджменту у галузі підводних археологічних досліджень на основі широкого застосування сучасних підводних апаратів-роботів, розглянуто основні принципи формування концепції удосконалення управління проектами роботизації таких досліджень та їх змістовну частину, а також показано можливості використання засобів

вітчизняної робототехніки при виконанні задач підводної археології на малих і великих глибинах.

2. Розроблено концептуальну модель управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень, яка містить сім основних принципів і 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.

3. На основі виконаного аналізу сформульовано три основні сценарії реалізації якісного розвитку проектів роботизації підводних археологічних досліджень (академічний, державний і міжнародний), запропоновано каскадну модель управління проектами ПАД та визначено її складові, які вимагають наукового обґрунтування у вигляді відповідних моделей управління процесами для окремих її фаз.

Основні матеріали розділу 2 опубліковано в [78, 79, 81, 84, 102].

3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

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 [43].

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 дисертаційного 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 управлінням 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 [107].

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

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 сучасної наукової літератури, у якості класифікаційних ознак підводних археологічних проектів запропоновано наступні [78, 79]:

- 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. 3.1.

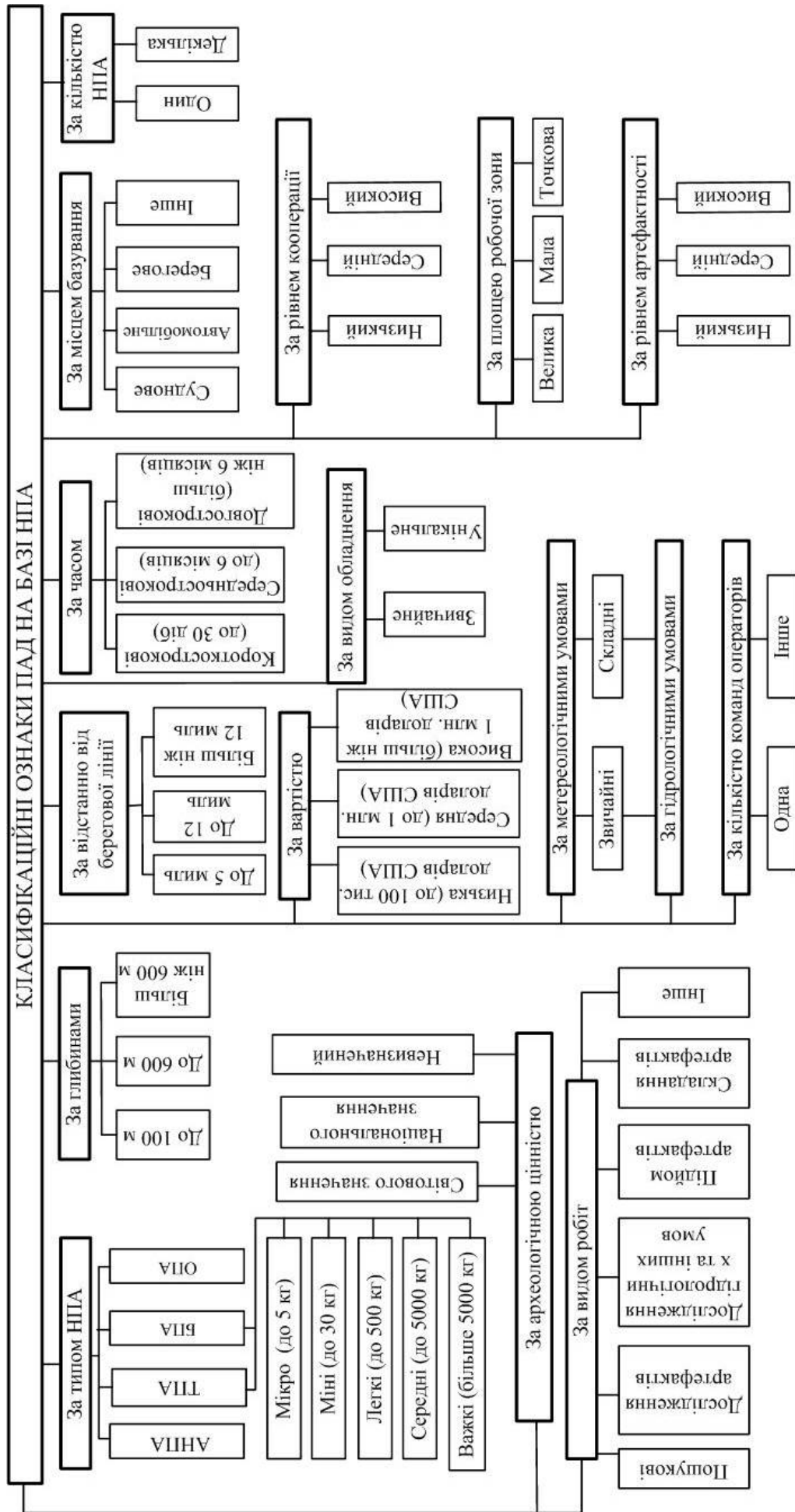


Рис.унок 3.1 – Класифікаційні ознаки проектів підводних археологічних досліджень

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.

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 [100]:

$$\Omega^{(j)} = \frac{\sum \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}}}{\sum \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}} + \sum \frac{d_i^{(j)}}{d_i^{(j)}} + \sum \frac{z_i^{(j)}}{z_i^{(j)}}}, \quad (3.1)$$

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 націпного 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.

3.3 Планування управління змістом проекту підводних археологічних досліджень

3.3.1. Постановка задачі. Підводні археологічні дослідження, що проводяться на основі роботизованих комплексів і технологій, є одним з перспективних напрямків сучасної археології [21, 25, 46, 108]. 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 [17, 19, 23, 45]. 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 [64, 73-76, 109]. Так, в [108] 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 [12].

В [73, 74] 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 [75, 76], які в сукупності з відомими результатами 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.

3.3.2. 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 [66] 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. 3.2).

Розглянемо основні процеси моделі [110, 111]. 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.

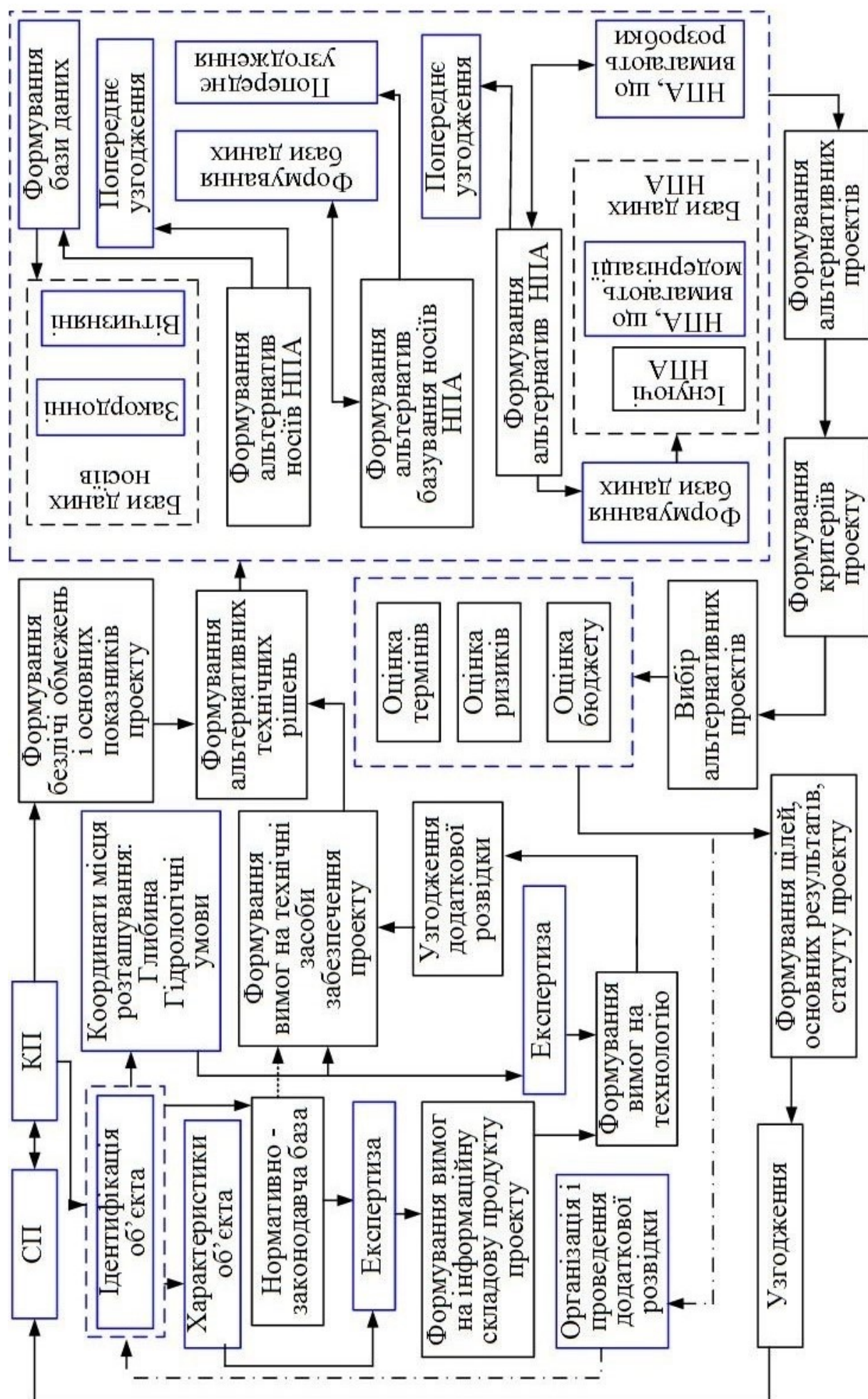


Рисунок 3.2 – Процесна модель управління проекту підводного археологічного дослідження

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:

$$IA_l = \begin{bmatrix} I_{1\tau=0}^{TM}, \dots, I_{i\tau=0}^{TM}, \dots, I_{N\tau=0}^{TM} \\ I_{1\tau=0}^{EM}, \dots, I_{i\tau=0}^{EM}, \dots, I_{N\tau=0}^{EM} \\ I_{1\tau=0}^{HM}, \dots, I_{i\tau=0}^{HM}, \dots, I_{N\tau=0}^{HM} \\ \dots \\ I_{1\tau=0}^{SM}, \dots, I_{i\tau=0}^{SM}, \dots, I_{N\tau=0}^{SM} \end{bmatrix}; \quad XM_l = \begin{bmatrix} B_{1\tau=0}^{TK}, \dots, B_{i\tau=0}^{TK}, \dots, B_{N\tau=0}^{TK} \\ B_{1\tau=0}^{EK}, \dots, B_{i\tau=0}^{EK}, \dots, B_{N\tau=0}^{EK} \\ B_{1\tau=0}^{HK}, \dots, B_{i\tau=0}^{HK}, \dots, B_{N\tau=0}^{HK} \\ \dots \\ B_{1\tau=0}^{SK}, \dots, B_{i\tau=0}^{SK}, \dots, B_{N\tau=0}^{SK} \end{bmatrix}, \quad (3.2)$$

де $IA_l \in IA$ – інформаційний масив історико-археологічних характеристик окремих предметів l -го артефактного об'єкта; $I_{i\tau=0}^{TM}, I_{i\tau=0}^{EM}, I_{i\tau=0}^{HM}, \dots, I_{i\tau=0}^{SM}$ – 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; $B_{i\tau=0}^{TK}, B_{i\tau=0}^{EK}, B_{i\tau=0}^{HK}, \dots, B_{i\tau=0}^{SK}$ – 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_i та XM_i 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 (H) та додаткових (D) вимог на технічні засоби забезпечення підводних археологічних досліджень, а також процес формування множини P обмежень (O) та основних показників (Π) проекту, достатність яких визначиться умовами:

$$Z = \{Z_1^H, \dots, Z_i^H, \dots, Z_{BH}^H\} + \{Z_1^D, \dots, Z_i^D, \dots, Z_{BD}^D\}; \quad (3.3)$$

$$P = \{P_1^O, \dots, P_i^O, \dots, P_{OP}^O\} + \{P_1^\Pi, \dots, P_i^\Pi, \dots, P_{\Pi\Pi}^\Pi\}, \quad (3.4)$$

де BH, BD – відповідно, кількість нормативних і додаткових вимог до технічних засобів археологічних досліджень; $OP, \Pi\Pi$ – 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 множиних 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:

$$R_{norm} = \begin{bmatrix} Z_1^H, \dots & Z_i^H, \dots & Z_{BHnorm}^H \\ Z_1^D, \dots & Z_i^D, \dots & Z_{BDnorm}^D \\ P_1^O, \dots & P_i^O, \dots & P_{OPnorm}^O \\ P_1^P, \dots & P_i^P, \dots & P_{PPnorm}^P \end{bmatrix}; \quad R_{risk} = \begin{bmatrix} Z_1^H, \dots & Z_i^H, \dots & Z_{BHrisk}^H \\ Z_1^D, \dots & Z_i^D, \dots & Z_{BDrisk}^D \\ P_1^O, \dots & P_i^O, \dots & P_{OPrisk}^O \\ P_1^P, \dots & P_i^P, \dots & P_{PPrisk}^P \end{bmatrix}, \quad (3.5)$$

де BH_{norm} , BH_{risk} , BD_{norm} , BD_{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_{HNA}).

Базова конфігурація структури продукту процесу формування альтернативних технічних рішень K_0 визначається кінцевою кількістю вказаних технічних рішень:

$$\left. \begin{aligned} A_T &= \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_D\}; \\ A_{CH} &= \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_F\}; \\ A_B &= \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_G\}; \\ A_{HNA} &= \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_J\}; \\ K_0 &= \{A_T; A_{CH}; A_B; A_{HNA}\}, \end{aligned} \right\} \quad (3.6)$$

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 :

$$K_0 \rightarrow \dots \rightarrow K_i \rightarrow \dots \rightarrow K_{End}, \quad (3.7)$$

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 сформувати 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 [75] – 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.

3.4 Розробка моделі управління завданням удосконалення нормативно-законодавчого забезпечення ПАД

3.4.1 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 [23]. 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 [9, 19], 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 [6, 18, 112].

У зв'язку з відкриттям об'єктів підводної культурної спадщини на підводній частині Чорного моря на протязі останніх років [22, 23, 108] та викликаного цим активізацією несанкціонованої підводної діяльності на великих глибинах приведення вітчизняного законодавства у відповідність до вимог сьогодення є актуальним для української підводної археологічної науки, а наукове обґрунтування необхідності її роботизації є актуальною науковою задачею проектного менеджменту у галузі підводної археології.

3.4.2 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 технічних засобів, що може призвести до пошкодження або знищення артефактів);

Z_2 – несанкціонованні 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:

$$N_{3 \times 4} = \begin{array}{c|ccccc} & \begin{array}{c} \textcolor{blue}{Z} \\ \hline E \end{array} & \textcolor{blue}{Z}_1 & \textcolor{blue}{Z}_2 & \textcolor{blue}{Z}_3 & \textcolor{blue}{Z}_4 \\ \hline E_1 & N_{11} & N_{12} & N_{13} & N_{14} \\ E_2 & N_{21} & N_{22} & N_{23} & N_{24} \\ E_3 & N_{31} & N_{32} & N_{33} & N_{34} \end{array} \quad (3.8)$$

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.

3.4.3 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 культурної 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. 3.3 [113].



Рисунок 3.3 – Напрямки удосконалення законодавчо-нормативної бази підводної археологічної діяльності

Удосконалення пошуку і державного обліку об'єктів підводної культурної спадщини пропонується проводити шляхом розробки і прийняття в

установленому порядку наступних законодавчих і нормативних документів[114]:

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» [115].

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 технологій підводної археології. Вказана робота знаходиться у початковій стадії свого розвитку, незважаючи на отримані успіхи [46, 116, 117].

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» [115].

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 [118].

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 [21].

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 [119].

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 обумовлена 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.

3.5 Розробка моделі управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД

Моделі управління проектами створення засобів підводної робототехніки добре досліджені і впроваджені у виробництво [40, 120]. 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 невирішеним 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. 2.1);
- 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. 2.1);
- 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.2.4.2) 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 $PZ = \{PZ_{\text{В}}; PZ_{\text{М}}; PZ_{\text{Т}}\}$

(див. п. 2.4.2) та видами підводної археологічної діяльності $ВАД = \{ВАД_A; ВАД_O; ВАД_K; ВАД_D; ВАД_P; ВАД_3\}$ та п. 2.4.2);

- сформуємо матрицю-стовбець $T_{НПА}$ 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. 2.1);

- сформуємо матрицю-стовбець $T_{НП}$ 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. 2.1);

- сформуємо матрицю-стовбець $T_{НІ}$ 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. 2.1).

Тоді модель управління процесом формуванням вищевказаних вимог ТЗ – вимог до робототехнічного забезпечення ПАД – можна представити трьома матрицями:

$$U_{ТЗ\ НПА} = Z_{ПАД} \times T_{НПА}; \quad (3.9)$$

$$U_{ТЗ\ НП} = Z_{ПАД} \times T_{НП}; \quad (3.10)$$

$$U_{ТЗ\ НІ} = Z_{ПАД} \times T_{НІ}, \quad (3.11)$$

де $U_{ТЗ\ НПА}$, $U_{ТЗ\ НП}$, $U_{ТЗ\ НІ}$ – відповідно, матриці-стовбці необхідних для заданої ПАД підводно-технічних засобів – НПА та НІП.

Покажемо роботу моделі (3.9)-(3.11) 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 $T_{НІ}$ містять прилади та інструменти відповідного конструктивного виконання.

Матриця $Z_{ПАД}$ завдань для такої ПАД буде мати вигляд:

	$ВАД_A$	$ВАД_O$	$ВАД_K$	$ВАД_D$	$ВАД_P$	$ВАД_3$
$PЗ_B$	1		1			
$PЗ_M$		1				
$PЗ_T$				1	1	1

Сформуємо матриці-стовбці $T_{НПА}$, $T_{НП}$ та $T_{НІ}$ з урахуванням робочої глибини занурення:

	<i>НПА</i>		<i>НП</i>		<i>НИ</i>
$ВАД_A$	ПБС, АНПА	$ВАД_A$	ТВ, Мг, Пр, С	$ВАД_A$	-
$ВАД_O$	ТПА	$ВАД_O$	ТВ	$ВАД_O$	Мн, Гм
$ВАД_K$	ТПА	$ВАД_K$	АДН, Мг, Пр, С	$ВАД_K$	АДН
$ВАД_D$	ТПА	$ВАД_D$	ТВ, ФВ	$ВАД_D$	Мн, Гм
$ВАД_П$	ТПА	$ВАД_П$	ТВ	$ВАД_П$	Мн, АДАП
$ВАД_3$	ТПА, АНПА	$ВАД_3$	ПСС	$ВАД_3$	-

Тоді за результатами перемноження матриць згідно (3.9)-(3.11) отримаємо наступні матричні рішення щодо підводно-технічного забезпечення

заданої ПАД:

$$\begin{array}{l}
 \begin{array}{c}
 PЗ_B \\
 U_{ТЗНПА} = PЗ_M \\
 PЗ_T
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 (ПБС, АНПА)^+ \\
 ТПА \\
 \hline
 ТПА+ТПА+ \\
 (ТПА, АНПА) \\
 \hline
 \end{array}
 ; \\
 \\
 \begin{array}{c}
 PЗ_B \\
 U_{ТЗНП} = PЗ_M \\
 PЗ_T
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 (ТВ, Мг, Пр, С)^+ \\
 (АДН, Мг, Пр, С) \\
 \hline
 ТВ \\
 \hline
 (ТВ, ФВ)^+ \\
 ТВ+ПСС) \\
 \hline
 \end{array}
 ; \\
 \\
 \begin{array}{c}
 PЗ_B \\
 U_{ТЗНП} = PЗ_M \\
 PЗ_T
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 АДН \\
 \hline
 Мн, Гм \\
 \hline
 (Мн, Гм)^+ \\
 (Мн, АДАП) \\
 \hline
 \end{array}
 .
 \end{array}$$

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 (3.9)-(3.11) утворюють модель управління процесом формування ТЗ як основи створення робототехнічного забезпечення ПАД.

3.6 Розробка моделей управління ризиками у проектах ПАД

3.6.1 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 [121, 122, 123]. 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:

$$\Delta C = \sum_{i=1}^n C_i(r_i) + \sum_{j=1}^k C_j(r_j), \quad (3.12)$$

$$\Delta T = \sum_{i=1}^n T_i(r_i) + \sum_{j=1}^k T_j(r_j), \quad (3.13)$$

де ΔC – необхідний резерв фінансових ресурсів для покриття можливих ризиків; $\sum_{i=1}^n C_i$ – необхідний резерв фінансових ресурсів для покриття визначених можливих ризиків; $\sum_{j=1}^k C_k$ – необхідний резерв фінансових ресурсів для покриття невизначених ризиків; ΔT – 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; $\sum_{j=1}^k T_k$ – 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:

$$R_N = \{r_1, \dots, r_i, \dots, r_n\}, \quad (3.14)$$

$$R_K = \{r_1, \dots, r_i, \dots, r_k\}, \quad (3.15)$$

$$R = R_N \cup R_K, \quad (3.16)$$

де R_N та R_K – підмножини ідентифікованих та, відповідно, неідентифікованих ризиків згідно залежностей (3.12) та (3.14);

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:

$$R_K \rightarrow \min \quad (3.17)$$

та

$$R_N \rightarrow R. \quad (3.18)$$

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. 3.4).

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 (3.16) може бути представлена також як залежність від вказаних підмножин (ризик-факторів):

$$R = \{R_C; R_M; R_G; R_U; R_T; R_Z; R_L; R_{Ch}\}. \quad (3.19)$$

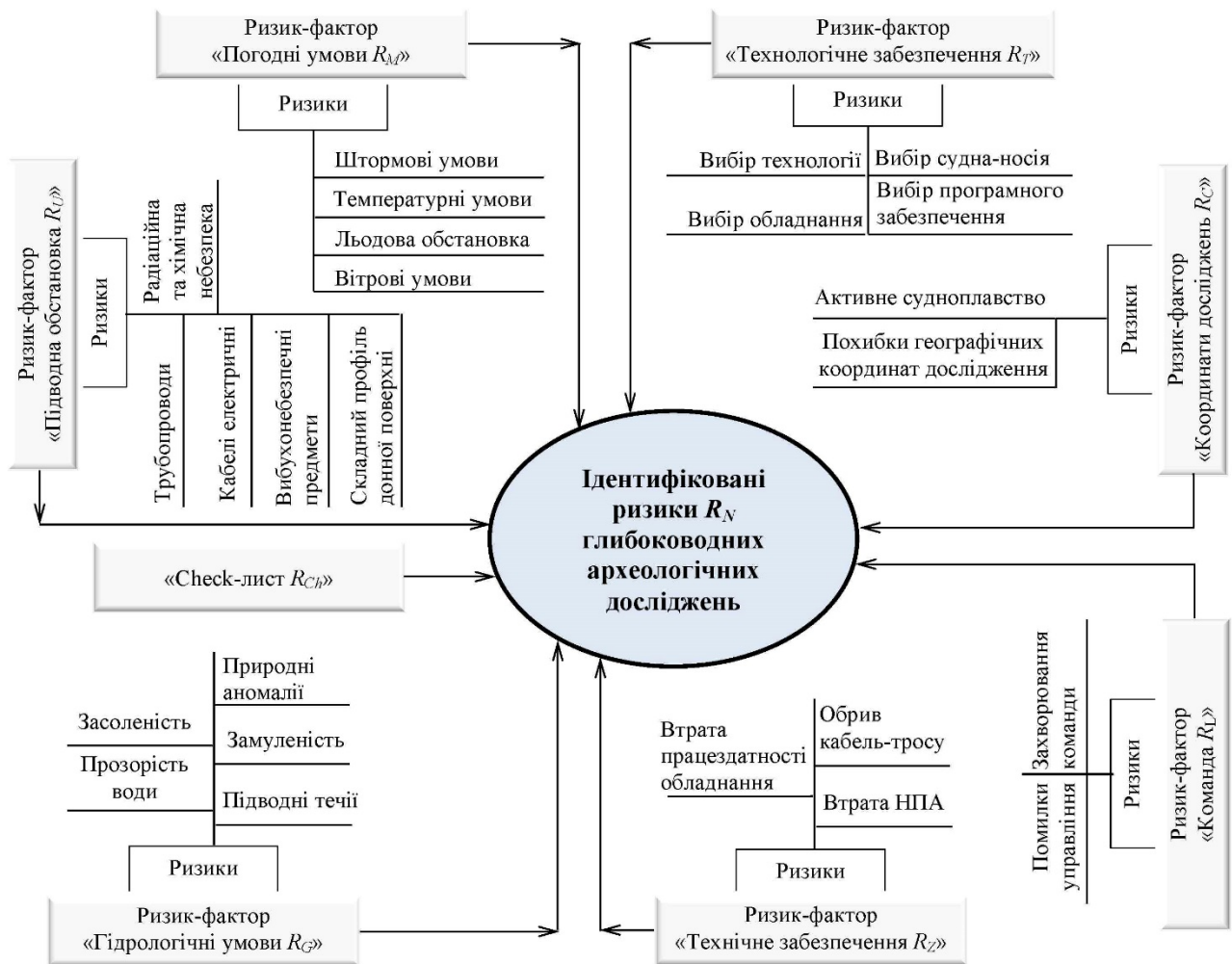


Рисунок 3.4 – Ідентифіковані основні ризики R_N проектів підводних археологічних досліджень з використанням телекерованих НПА

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. 3. 1.

Таблиця 3.1 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
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 проекту	Відмова від проекту, збільшення бюджету та термінів проекту	Зміна технології досліджень
Ризик складності донної поверхні	Відсутність інформаційних ресурсів, помилки планування робіт проекту	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 проекту	Відмова від проекту	—

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
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
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

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
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
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

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4
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. 3.1, та залежності (3.12)-(3.17) 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.

3.6.2 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 [66,124].

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 [125, 126].

Підводна археологія, яка базується на використанні НПА, інтенсивно розвивається у провідних морських країнах світу, а також за останні роки почала застосовуватись в Україні [9, 21, 45, 64, 127]. Її застосування забезпечує наукові дослідження підводної культурної спадщини та, разом з тим, як і всі підводні проекти, супроводжується значною кількістю ризиків [68-70, 72]. 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 [70] 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 [72] 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 [68, 69] 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. 3.5).

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.

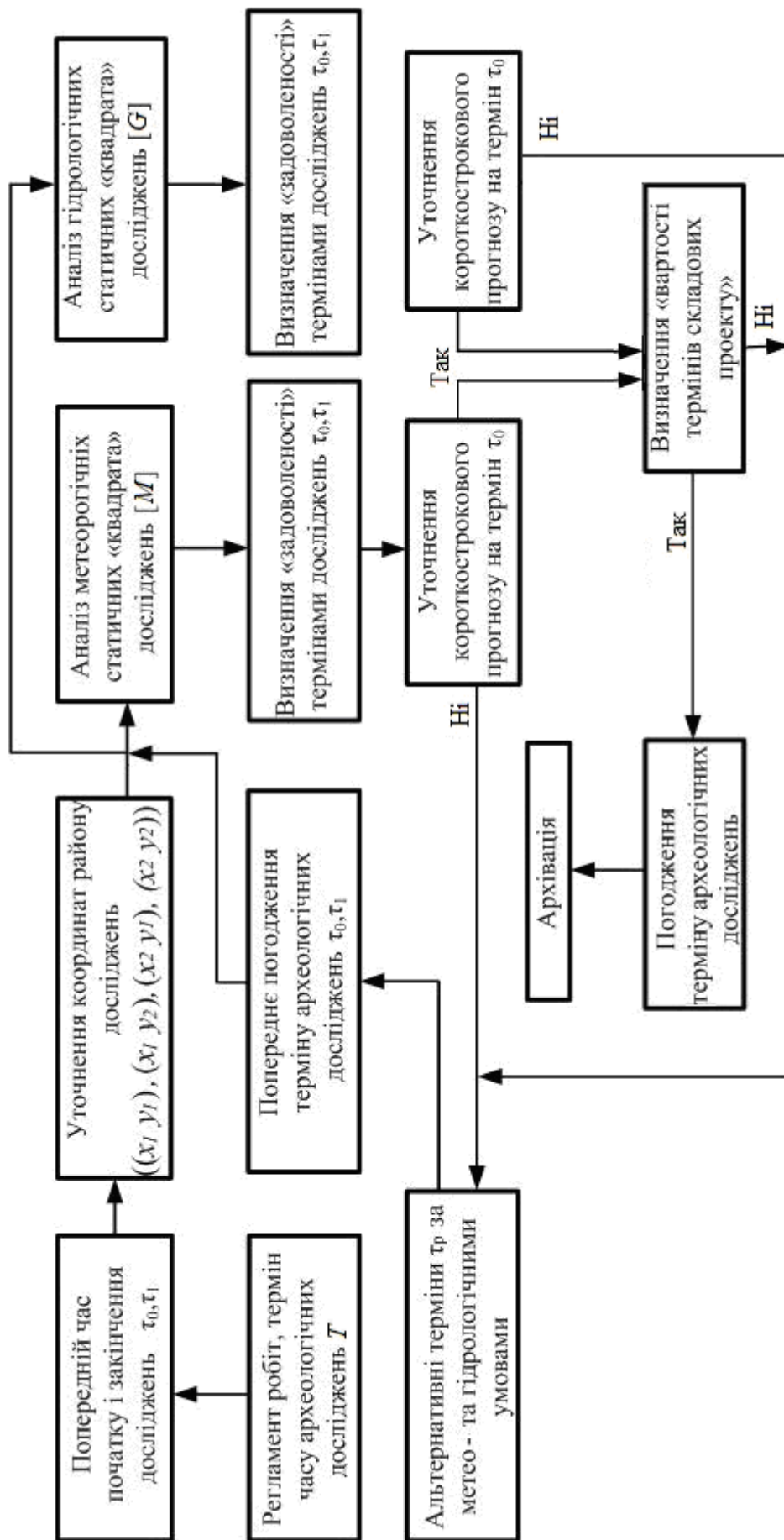


Рисунок 3.5 – Структура моделі управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами

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:

$$\{M\}, \{G\} = f(((x_1 y_1), (x_1 y_2), (x_2 y_1), (x_2 y_2)), (\tau_0, \tau_1)), \quad (3.20)$$

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; τ_0, τ_1 – попередній час початку та закінчення виконання досліджень, відповідно.

При попередньо визначеному часі початку τ_0 та закінчення τ_1 виконання досліджень за допомогою різного роду інформаційних систем [128, 129] 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:

$$M_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} I^1(\tau_0, \tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ I^{SM}(\tau_0, \tau_1) \end{bmatrix}, \quad progn M_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} I^1(\tau_0), \dots I^1(\tau_i), \dots I^1(\tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ I^{NM}(\tau_0), \dots I^{NM}(\tau_i), \dots I^{NM}(\tau_1) \end{bmatrix}, \quad (3.21)$$

$$G_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} Y^1(\tau_0, \tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ Y^{SG}(\tau_0, \tau_1) \end{bmatrix}; \quad progn G_{\tau_0, \tau_1} = \begin{bmatrix} Y^1(\tau_0), \dots Y^1(\tau_i), \dots Y^1(\tau_1) \\ \dots\dots\dots \\ Y^{NG}(\tau_0), \dots Y^{SG}(\tau_i), \dots Y^{SG}(\tau_1) \end{bmatrix}, \quad (3.22)$$

де $M_{\tau_0, \tau_1}, G_{\tau_0, \tau_1}, progn M_{\tau_0, \tau_1}, progn G_{\tau_0, \tau_1}$ – множини метеорологічних та гідрологічних умов, які визначені в регламенті проведення АЕ, та прогнозовані множини

метеорологічних та гідрологічних умов, відповідно; $I^1(\tau_0, \tau_1), \dots, I^{SM}(\tau_0, \tau_1), Y^1(\tau_0, \tau_1), \dots, Y^{SG}(\tau_0, \tau_1)$ – показники метеорологічних та гідрологічних умов, які визначені в регламенті проведення АЕ; $I^1(\tau_0), \dots, I^1(\tau_i), \dots, I^1(\tau_1), I^{NM}(\tau_0), \dots, I^{NM}(\tau_i), \dots, I^{NM}(\tau_1), Y^1(\tau_0), \dots, Y^1(\tau_i), \dots, Y^1(\tau_1), Y^{NG}(\tau_0), \dots, Y^{NG}(\tau_i), \dots, Y^{NG}(\tau_1)$, – 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:

$$C_H = f(T_i) \leq \max C_H, C_{HHA} = f(T_i) \leq \max C_{HHA}, C_D = f(T_i) \leq \max C_D, \quad (3.23)$$

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 τ_0 та закінчення робіт τ_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 ймовірнісний 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. 3.6).

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 (τ_0, τ_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:

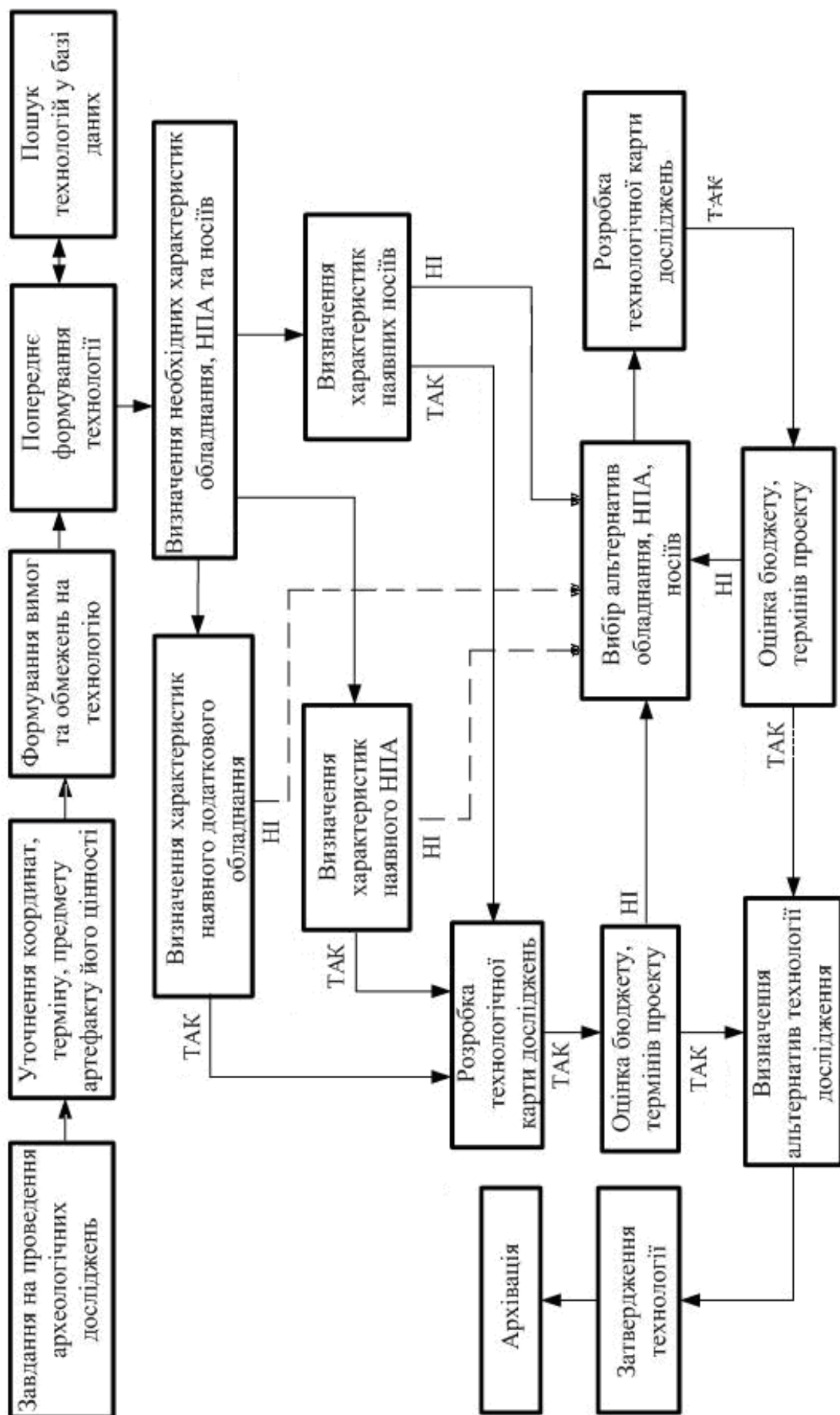


Рисунок 3.6 – Структура моделі управління ризиками археологічної експедиції, пов'язаними з технологічним забезпеченням

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:

$$C_H = f(Z_i) \leq \max C_H, C_{НПА} = f(Z_i) \leq \max C_{НПА}, C_{до} = f(Z_i) \leq \max C_{до}, \quad (3.25)$$

де Z_i – варіант технологічної карти проведення АЕ.

При наявності відносно значної кількості носіїв, НПА та додаткового обладнання вирішується задача мінімізації їх вартостей:

$$C_H(Z_i) \rightarrow \min, C_{НПА}(Z_i) \rightarrow \min, C_{до}(Z_i) \rightarrow \min, \quad (3.26)$$

Розроблені моделі пройшли апробацію та підтвердили свою ефективність при виконанні низки проектів підводних археологічних проектів.

3.7 Оцінка ефективності роботизації на фазі планування проекту підводної археологічної діяльності

3.7.1. 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 [130-132]:

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, буксированих і самохідних) та автономних населених підводних апаратів;

застосування безекіпажних (ненаселених) підводних апаратів, зв'язаних з експедиційним судном за допомогою тросів, кабель-тросів та кабель-шлангів (опускних, буксированих і самохідних), та автономних безекіпажних підводних апаратів.

Детальне ознайомлення з теорією і практикою організації та проведення морських археологічних експедицій у провідних морських країнах світу [133-137] та вітчизняний досвід [9, 119] у цьому напрямку, а також обстеження затонулих суден і кораблів у результаті морських катастроф за останні 50-70 років [7, 138] 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 добром природних факторів та характеристик затонулих об'єктів проводилась 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.

3.7.2 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 [139, 140]. 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 [41].

На цей час у науково-технічній літературі з'явилися узагальнені порівняльні оцінки ефективності застосування підводних апаратів, які можна застосувати в інтересах роботизації ПАД [141-143]. Однак, вони стосуються виконання окремих видів підводних робіт як складових морських експедицій і не забезпечують оцінювання всього комплексу експедиційних робіт.

У дисертації пропонується підхід до порівняння ефективності застосування різних видів підводної робототехніки та технології їх

застосування у задачах ПА, який ґрунтується на застосуванні двох узагальнених критеріїв [84]:

- узагальненого безрозмірного критерію безпеки виконання робіт з ПА за підводною технологією, яка оцінюється наступною залежністю:

$$D=f(D_L; D_E), \quad (3.27)$$

де D_L – критерій безпеки для підводних археологів;

D_E – критерій безпеки для навколишнього середовища;

- узагальненого безрозмірного критерію виробничої ефективності підводної технології, яка оцінюється

$$R=f(R_K; R_O; T), \quad (3.28)$$

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 загальноживаний розмірний ціновий критерій C оцінки ефективності підводної робототехніки та технології її використання як суму показників вартості наступних складових:

$$C = C_X + C_Y + C_Z, \quad (3.29)$$

де C_X – вартість придбання підводної техніки (покупна ціна);

C_Y – вартість експлуатації підводної техніки (накладні витрати на підводний апарат і його експедиційне судно-носій);

C_Z – вартість утилізації підводної техніки.

Тоді глобальний критерій G ефективності застосування конкретного виду підводної техніки в задачах ПА буде мати вигляд:

$$G = (DR)/C. \quad (3.30)$$

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 ґрунтососів тощо.

Числові значення кожного з критеріїв D_L та D_E можуть лежати у діапазоні $\{0, \dots, 1\}$, тому прирівняємо 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:

$$D = D_L D_E, \quad (3.31)$$

а складові D_L та D_E обчислимо за відомими залежностями теорії імовірностей [144]:

$$D_L = P_L = \prod_{i=1}^l P_{Li} = \prod_{i=1}^l (1 - Q_{Li}), \quad (3.32)$$

$$D_E = P_E = \prod_{j=1}^e P_{Ej} = \prod_{j=1}^e (1 - Q_{Ej}), \quad (3.33)$$

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:

$$R = R_K R_O T, \quad (3.34)$$

а обчислення його множників R_K і R_O – як добутків наступних величин:

$$R_K = r_{Ka} r_{Kb} r_{Kc} r_{Kd}, \quad (3.35)$$

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_m , 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 позиціювання, виокремлювальну здатність пошукових приладів, формати фото-, відео і гідроакустичної інформації); обчислюється як інтегральний показник у відсотках до вимог виробничого завдання за кожною технічною характеристикою;

$$R_o = r_{of} r_{og} r_{oh}, \quad (3.36)$$

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 [145]; 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 [146].

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:

$$T = T_3 + (LB)/(hv) + T_C, \quad (3.37)$$

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 полоси 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, позиціонування підводного апарату та підводні маніпуляції.

Таким чином, розмірність запропонованого глобального критерію G – витрати часу на виконання виробничого завдання морської археологічної експедиції, віднесені до ціни експедиційних 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 (3.27)-(3.37) 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:

$$A=\{A_L;A_M;A_B;A_T\}, \quad (3.38)$$

$$J=\{J_X;J_V;J_N;J_{M1};J_{M2};J_{M3}\}, \quad (3.39)$$

$$N=\{N_H;N_W;N_V;N_T\}, \quad (3.40)$$

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 (3.27)-(3.40) 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.

Висновки по розділу 3

1. Визначено основні класифікаційні ознаки проектів ПАД, на підставі чого запропоновано класифікацію проектів ПАД, які проводяться за допомогою

підводних роботизованих технологій, що забезпечує підвищення ефективності проектів шляхом ефективного формування змістовної частини процесів управління ними. Запропоновані та обґрунтовані класифікаційні ознаки дають змогу класифікувати підводні археологічні проекти та реалізовувати процеси їх архівації.

2. Продуктом проектів ПАД, проведених на основі роботизованих технологій, слід вважати інформаційний масив, що забезпечує одержання нових знань про артефактний об'єкт і дає змогу надалі формувати управлінські рішення стосовно нього.

Розроблена процесна модель керування змістом на основі встановлених взаємозв'язків процесів ідентифікації артефактного об'єкта, формування альтернативних технічних рішень і вибору альтернативних проектів яка забезпечує визначення, підтвердження й контроль змісту проектів підводних археологічних досліджень.

3. Для збереження, музеєфікації та забезпечення ефективного і нешкідливого використання об'єктів підводної культурної спадщини України визначено головні напрямки удосконалення законодавчо-нормативної бази як складової управління проектами підводної археології. Розроблено матричну модель управління завданням удосконалення законодавчої та нормативної бази для збереження та музеєфікації підводної культурної спадщини України.

4. Показано, що у напрямку управління процесом створення робототехнічного забезпечення ПАД головним невирішеним науковим завданням є обґрунтування технічних вимог до засобів підводної робототехніки до їх початкового обладнання. Розроблено матричну модель управління процесом формуванням технічного завдання як основи створення робототехнічного забезпечення підводних досліджень.

5. Визначено основні групи ризик-факторів проектів підводної археології, які виконуються за допомогою підводних апаратів. Визначені ризики доповнюють існуючі «Check-листи» ризиків проектів ПАД. Розроблено Реєстр

ризиків, який дозволяє виконувати оцінку ризиків таких проектів, проводити їх ранжирування за причинами виникнення, наслідками та заходами реагування.

Отримані результати є теоретичною основою для побудови адекватних математичних моделей управління ризиками у проектах роботизації ПАД.

6. Виявлено генеральну множину ризиків, які мають місце при організації та виконанні підводних археологічних досліджень, що утворює теоретичну основу для їх формального опису і врахування при планування проектів підводних робіт такого типу.

7. Розроблено модель управління ризиками, пов'язаними з погодними та гідрологічними умовами в районі підводних археологічних досліджень, яка знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом гармонізації вибору термінів досліджень та вартості основних ресурсів у визначений термін початку та закінчення робіт .

8. Розроблено модель управління ризиками, пов'язаними з технологічним забезпеченням археологічних досліджень, як знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом мінімізації вартості суден-носіїв підводних робіт, НПА та додаткового обладнання, необхідних для проведення досліджень за прийнятою технологічною картою, яка враховує основні характеристики та рівень цінності артефакту.

9. На основі аналізу сучасного стану управління проектами підводної археології та з метою оптимізації експедиційних витрат сформульовано завдання розробки узагальненої методики оцінювання ефективності застосування підводної техніки на фазі планування проектів підводної археології з урахуванням природних факторів та характеристик затонулих об'єктів. Запропоновано аналітичні залежності для порівняльної оцінки можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів підводної археології, які містять формалізовані показники та слабо формалізовані експлуатаційні обмеження на застосування підводної техніки і технології. Узагальнена методика дає змогу виконувати достовірний порівняльний аналіз можливих варіантів підводно-

технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів підводної археології.

Основні матеріали розділу 3 опубліковано в [78, 79, 84, 107, 110, 111, 113, 114, 121, 122, 123, 139, 140].

4 ПРАКТИКИ ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ РОБОТИЗАЦІЇ ПІДВОДНИХ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

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) на протязі липня 2009 р.

Методологія управління проектом підводних археологічних досліджень була побудована згідно каскадній моделі управління проектами роботизації ПАД (рис. 2.6). 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. 2.1);
- б) характеристики робочої зони дослідження (за рис. 3.1):
 - велика, $PZ_B = 5 \times 5$ морських миль (для гідроакустичної розвідки акваторії $ВАД_A, ВАД_K$),
 - мала, $PZ_M = \pi R^2 = 3,14 \cdot 10^4 \text{ м}^2$, де $R = 100 \text{ м}$ – радіус робочої зони ТПА (для дослідження артефактів $ВАД_D$);
 - точкова, $PZ_T = 1 \times 1 \text{ м}^2$, робота з точковим артефактом (підйом $ВАД_P$);
- 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 «Наутилус-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. 2.1):

- буксированого підводного апарата «Планер-1» виробництва Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, оснащеного гідролокатором бічного огляду «С-1800» (Англія) - для виконання завдань $PЗ_В$ (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 $PЗ_М$ (обстеження затонувлих 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 $PЗ_T$ (підйому артефактів).

Ступінь артефактності проекту «Візантійська галера» не визначалась у зв'язку з унікальністю цього проекту.

Зовнішній вигляд вказаних НПА наведено на рис. 4.1.

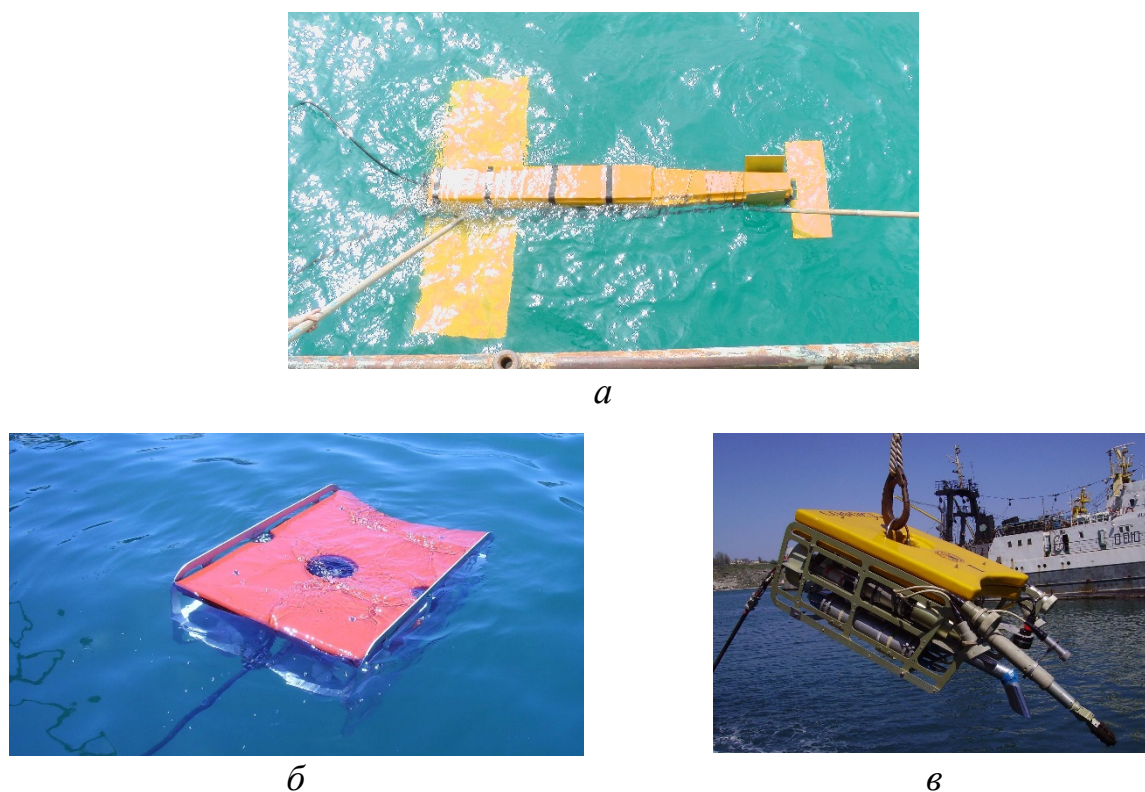


Рисунок 4.1 – Підводні апарати виробництва Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова в умовах археологічних експедицій:

a – БПА «Планер-1»; *б* – ТПА «Інспектор»; *в* – ТПА «Софокл»

Виробничим вихідним документом цієї фази був перелік НПА та їх приладового оснащення згідно табл. 2.1, а науковим результатом – моделі формування техніко-експлуатаційних характеристик (ТЕХ) НПА, які необхідні для управління процесом робототехнічного забезпечення експедиції згідно залежностей (3.9-3.11).

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 «Наутілуc-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 X-му сторіччі 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. 4.2.

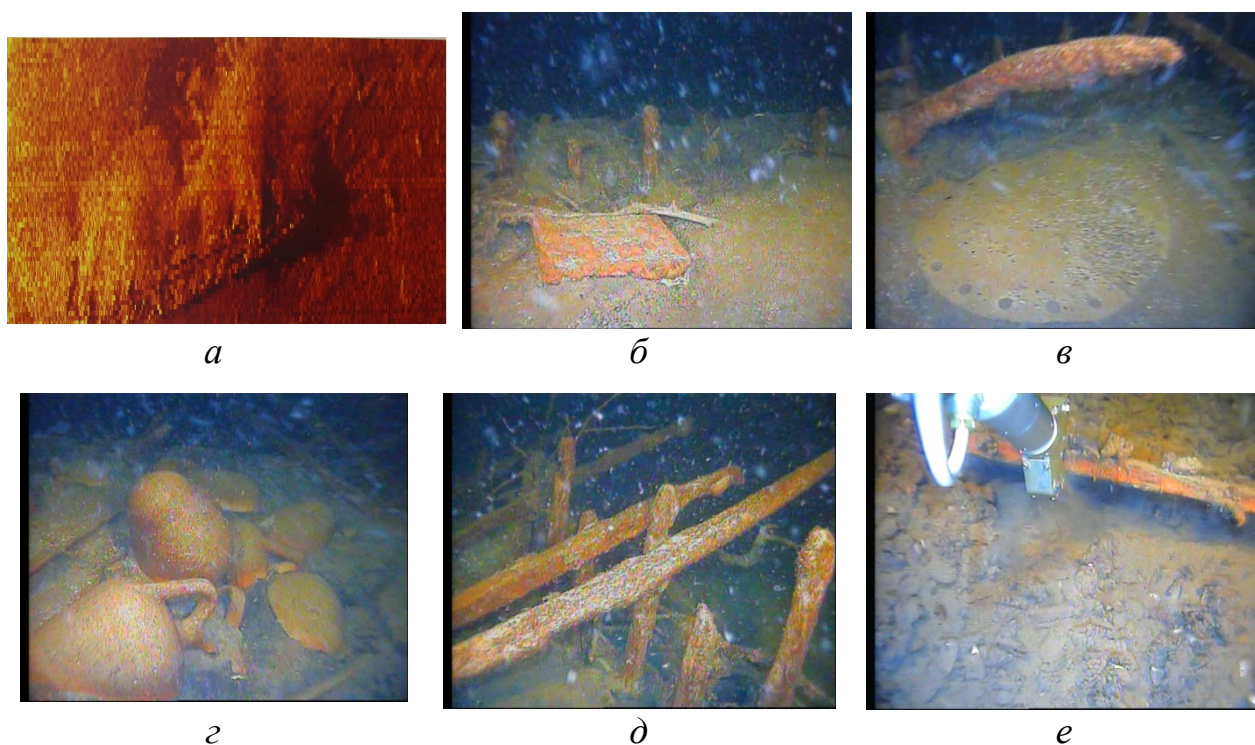


Рисунок 4.2 – Результати підводної археологічної експедиції «Візантійська галера»: *а* – кадр гідроакустичного пошуку ; *б* – кришка суднового ящика; *в* – щит воїна галери; *г*, *д* – обстеження амфор та корпусу галери Візантійської імперії; *е* – підйом артефакта маніпулятором ТПА

Практично весь вантаж галери (а це – десятки амфор тільки на верхній палубі судна) знаходиться у стані повної збереженості, 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.

4.2 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. 2.4);

- розробка наукових засад, структури та складу апаратного і програмного забезпечення для реалізації концепції підводного музею України (табл. 2.1);

- розробка юридичних та організаційних засад функціонування підводного музею України (рис. 3.3);

- 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.

Проопонується наступна структура музею:

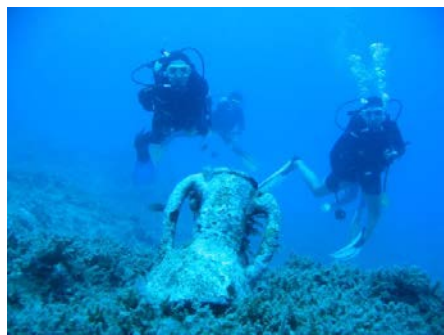
морська частина: дайвер-екскурсії, батискаф-екскурсії, робот-екскурсії, акваріум-екскурсії.

віртуальна частина: віртуальний Інтернет-тур, віртуальна інтерактивна Інтернет-екскурсія.

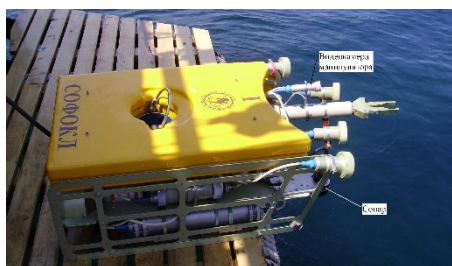
Технічна реалізація проекту показана на рис. 4.3.



Дайвер-екскурсії



Батискаф-екскурсії



Роботизовані екскурсії за допомогою НПА



Акваріум-екскурсії
з НПА

Рисунок 4.3 – 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 проєкт перебуває на етапі робіт по завершенню фази розробки та пошуку інвесторів для його реалізації.

Головні елементи технічної структури проєкту наведені на рис. 4.4.

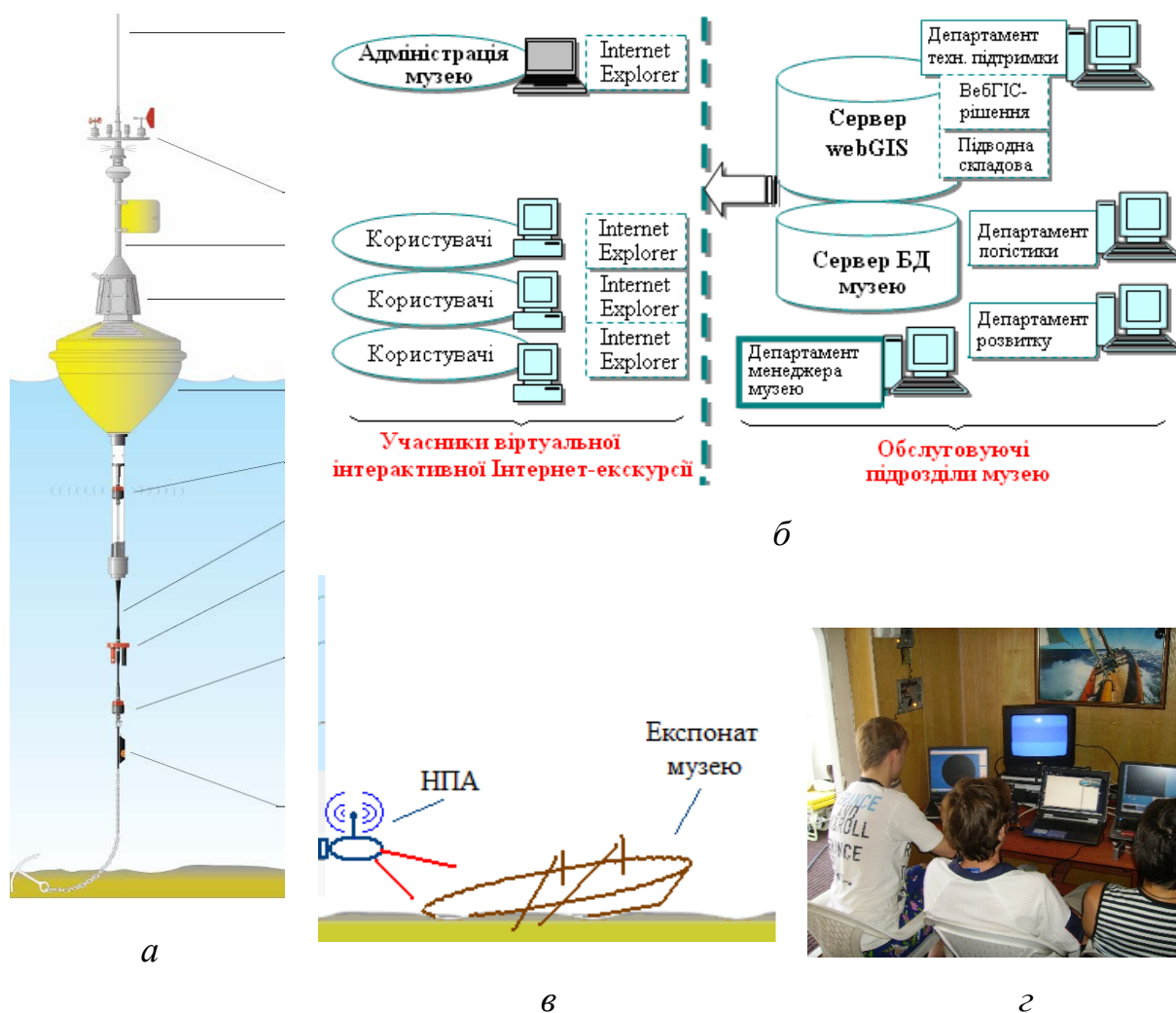


Рисунок 4.4 – Головні елементи технічної структури проєкту
«Віртуальний підводний музей України»

Реалізація такого проєкту буде першим етапом започаткування міжнародного проєкту «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 [19], 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 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 $S_{UM}^{(j)} = const$ та $I_{UM}^{(j)} = const$ 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 користувацьких 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:

$$\Omega_{100i}^{(j)} = \frac{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}}}{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}} + k_{100i} \left(\frac{p_{i=1}^{(j)}}{p_{i=1}^{(j)}} + \frac{w_{i=2}^{(j)}}{w_{i=2}^{(j)}} \right)}; \quad (4.1)$$

$$\Omega_{500i}^{(j)} = \frac{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}}}{\sum_{i=1}^2 \frac{p_i^{(j)}}{p_i^{(j)}} + \sum_{i=1}^2 \frac{w_i^{(j)}}{w_i^{(j)}} + k_{500i} \left(\frac{p_{i=1}^{(j)}}{p_{i=1}^{(j)}} + \frac{w_{i=2}^{(j)}}{w_{i=2}^{(j)}} \right)}, \quad (4.2)$$

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 (4.1) та (4.2) показують, що ступінь артефактності Ω 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: $\Omega_{100i}^{(1)}=0,667, \dots, \Omega_{100i}^{(5)}=0,769$;

для глибин до 500 метрів: $\Omega_{500i}^{(1)}=0,667, \dots, \Omega_{500i}^{(5)}=0,714$.

Отримані результати свідчать про більшу артефактність «мілководних» проектів, оскільки вони мають менш складну технічну реалізацію та більшу можливість до тиражування.

У цілому, отримані залежності (3.1), (4.1) та (4.2) 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 до розділу 4

1. Практично реалізовано проект морської археологічної експедиції «Візантійська галера», у результаті якого підтверджено працездатність розроблених у дисертації моделей управління проектами роботизації підводної археологічної діяльності та отримано унікально важливі наукові результати для вітчизняної та світової археології.

2. Виконано два перші етапи проекту «Віртуальний підводний музей України», у якому основними робототехнічними складовими передбачається застосування підводних апаратів-роботів для морської та віртуальної частин музею. Повномасштабна реалізація проекту забезпечить вихід вітчизняного проектного менеджменту на міжнародний рівень та утворить основу для співробітництва країн Причорномор'я у напрямку збереження та використання підводної археологічної спадщини Чорного моря в інтересах суспільства.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв'язано актуальне прикладне наукове завдання розробка моделей управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень, що забезпечить підвищення їх ефективності за рахунок застосування підводних апаратів-роботів та переходу до безводолазних технологій.

При цьому отримані наступні наукові та прикладні результати.

1. Виконано аналіз особливостей управління проектами роботизованих ПАД та вперше запропоновано їх класифікацію, що забезпечує підвищення ефективності проектів підводної археології шляхом ефективного формування змістовної частини процесів управління.

2. На основі визначення продукту проекту як інформаційного масиву, що забезпечує отримання нових знань про артефактні об'єкти і дозволяє формувати управлінські рішення по відношенню до нього, вперше розроблено модель управління змістом проектів роботизації ПАД, що забезпечує ефективне визначення, підтвердження і контроль змісту проектів на основі встановлених взаємозв'язків процесів ідентифікації артефактних об'єктів, формування альтернативних технічних рішень і вибору альтернативних проектів.

3. Для зменшення значень абсолютних та вірогідних збитків проектів ПАД, пов'язаних з погодними та гідрологічними умовами в районі їх проведення, розроблено модель управління метеорологічними та гідрологічними ризиками, що знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проекту шляхом гармонізації вибору термінів досліджень та вартості основних ресурсів у визначений термін початку та закінчення робіт.

4. З метою зменшення збитків у проектах ПАД, пов'язаних з робототехнічним забезпеченням їх виконання, розроблено модель управління технологічними ризиками проектів ПАД, що знижує вірогідність та абсолютні значення збитків проектів шляхом мінімізації вартості НПА, суден-носіїв та додаткового обладнання, необхідних для проведення досліджень за прийнятою

технологічною картою, яка враховує основні характеристики та рівень цінності артефакту.

5. На основі застосування сучасних методологій формування концепцій з урахуванням стану науково-технічного прогресу в сфері морської робототехніки та головних завдань сучасної підводної археології удосконалено концептуальну модель управління проектами роботизації підводної археологічної діяльності, що утворює науково-методологічну основу для формування завдань на розробку моделей управління такими проектами та підвищення їх ефективності.

6. Для достовірного порівняльного аналізу можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів запропоновано вдосконалену методику оцінювання ефективності його застосування шляхом уведення в розрахунки запропонованого глобального критерію ефективності конкретного виду НПА.

7. Виконано практичну перевірку працездатності та ефективності розроблених моделей управління проектами роботизації ПАД при підготовці та проведенні археологічних експедицій Інституту археології НАН України «Agnesse Bleicie», «Візантійська галера», «Берег богів». Наукові результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямом «Управління проектами та програмами».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bass, George Fletcher. *Archaeology under water*. New York, Praeger, 1966. – 224 pages.
2. Catsambis, A., Ford, B., Hamilton D. L. *The Oxford Handbook of Maritime Archaeology*. – Oxford University Press, 2013. – 1248 pages.
3. Jacques-Yves Cousteau and Frédéric Dumas. *The Silent World*. Harper & Brothers Publishers, 1953. – 266 pp.
4. Блаватский, В. Д., Кошеленко Г. А. *Открытие затонувшего мира* / Академия наук СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 108 с.
5. Петерс, Б. Г. О приемах и методике подводных археологических разведок // М.-Л. Материалы и исследования по археологии СССР, 1965. – № 129.
6. Шаповалов, Г. И. Подводная археология Запорожья: достижения и перспективы. / Г. И. Шаповалов // *Підводні дослідження: Археологія. Історія. Дайвінг*. – 2010. – випуск 2. – С. 4-12.
7. Ballard, Robert D. *NEW Archaeological Oceanography*. – Princeton University Press, 2008. – 287 pages.
8. Amanda Bowens. *Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice*. – 2nd Edition. – Nautical Archaeology Society (NAS). – Wiley-Blackwell, 2008. – 240 pages.
9. Зеленко, С. М. *Підводна археологія Криму*. – К.: ВД «Стилос», 2008. – 272 с.
10. Van de Noort, Robert. *North Sea archaeologies : a maritime biography*. – Oxford ; New York : Oxford University Press, 2011. – 282 p.
11. The UNESCO Convention on the Protection of the underwater cultural Heritage. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: http://www.unesco.org/culture/underwater/infokit_en/
12. Конвенція про охорону підводної культурної спадщини ЮНЕСКО (XXXI сесія від 02.XI.2001 р., підписана від імені України 06.11.2001 р.).

13. Європейська конвенція про охорону археологічної спадщини (ратифікована Законом України від 10.12.2003 р. №1369-IV).

14. Закон України «Про затвердження загальнодержавної програми збереження і використання об'єктів культурної спадщини на 2004-2010 р.р.». Затверджено Законом України від 20 квітня 2004 року N 1692-IV.

15. Søreide, Fredrik. Ships from the Depths. Deepwater Archaeology – Texas A&M University Press, 2011. – 200 pp.

16. Назаров, В. В. Гидроархеологическая карта черноморской акватории Украины (памятники античной и средневековой эпох) / В. В. Назаров // Институт археологии НАН Украины. – Київ: Стилос, 2003. – 159 с.

17. Таскаев, В. Н. Античная подводная археология Северного Причерноморья. // Изд-е 2-е, дополн. и переработ. М.: Изд-во «Воронцовка-21», 2009. – 176 с.

18. Ієвлев, М.М. Очерки античной палеоэкологии Нижнего Побужья и Нижнего Поднепровья. — К.: Видавець Олег Філюк, 2014. — 276 с.

19. Воронов, С. А. Сокровища Черного моря. Подводная археология Украины. // К.: Изд-во «ЧП «Медоборы-2006», 2010. – 100 с.

20. Воронов, С.О. Візантійські бранці чорноморських глибин / С. О. Воронов, А. М. Ієвлева // К. : «Підводні дослідження: Археологія. Історія. Дайвінг», 2010. – С. 16-22.

21. Блінцов, В. С. Базові технології застосування підводних апаратів-роботів для задач морської археології [Текст] / В. С. Блінцов, С. О. Воронов // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : Матеріали міжнародної науково-технічної конференції : - Миколаїв: НУК, 2010. – С. 389-391.

22. Ballard, R. D. Deepwater Archaeology of the Black Sea: The 2000 Season at Sinop, Turkey [Text]/ R. D. Ballard, F. T. Hiebert, D. F. Coleman, C. Ward, J. Smith, K. Willis, B. Foley, K. Croff, C. Major, and F. Torre. // American Journal of Archaeology Vol. 105 No. 4 (October 2001). – P. 607-623.

23. 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.

24. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.03.2002 р. №316 «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».

25. Блінцов, В. С. Актуальні завдання роботизації підводних археологічних досліджень. [Текст] / В. С. Блінцов, С. О. Воронов // Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв : НУК, 2010. – С. 69-70.

26. Басс, Дж. Подводная археология. Древние народы и страны / Пер. с англ. О.И. Перфильева. – М. : ЗАО Центрполиграф, 2003. – 202 с.

27. Ballard, D. Robert. Adventures in Ocean Exploration [Text] / Ballard D. Robert // – Washington, D.C.: “National Geographic”, 2001. – 288 P.

28. 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: Національний університет кораблебудування, 2009. – 355 с.

29. Гриневич, К. Э. Исследования подводного города близ Херсонесского маяка. — М., 1931.

30. Орбели Р.А. Исследования и изыскания. Материалы по истории подводного труда с древнейших времен до наших дней. – М.-Л., 1947. - 283 с.

31. Кусто Ж.-И, Диоле Ф. Затонувшие сокровища. Пер. с франц. — М.: «Армада», 1998. — 362 с.

32. Honor Frost: Pioneer of Marine Archaeology [Електронний ресурс] / – Режим доступу: – <http://trowelblazers.tumblr.com/page/6>

33. Neal Ascherson. Black Sea: The Birthplace of Civilisation and Barbarism. – Vintage, 2007. – 320 pp
34. Green, J.N., Maritime Archaeology a Technical handbook (2008). Elsevier, London. NAS, Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice.
35. Надточий, А. В. Удосконалення управління проектами морських глибоководних археологічних розвідок // Проблеми автоматизації та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 122-125.
36. Блінцов В. С. Наукові задачі управління проектами глибоководної археології [Текст] / В. С. Блінцов, А. В. Надточий // Управління проектами: стан та перспективи : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. - Миколаїв : НУК, 2013. – С. 31-34.
37. Блінцов В. С. Актуальні задачі управління проектами підводної діяльності загальнодержавного значення [Текст] / В. С. Блінцов, М. Г. Грицаєнко, А. В. Надточий // Управління проектами: стан та перспективи : Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. - Миколаїв : НУК, 2014. – С. 23-26.
38. Словник-довідник з питань управління проектами [Текст] / За ред. С. Д. Бушуєва. – К.: Видавничий дім „Деловая Украина”, 2001. – 640 с.
39. Robert D. Christ, Robert L. Wernli. The ROV manual: a user guide to observation-class remotely operated vehicles Butterworth-Heinemann, 2007. – 308 pp.
40. Створення універсальних транспортних суден і засобів океанотехніки: Монографія / С.С. Рижков, В.С. Блінцов, Г.В. Єгоров, Ю.Д. Жуков, В.Ф. Квасницький, К.В. Кошкін, І.В. Кривцун, В.О. Некрасов, В.В. Севрюков, Ю.В. Солоніченко; за ред. С.С. Рижкова. – Миколаїв: Видавництво НУК, 2011. – 340 с.

41. Бочаров Л. Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития. – «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес», 2009. – №7. – С. 62-69.

42. 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

43. Закон України «Про охорону археологічної спадщини» [Текст] / Відомості Верховної Ради України, 2004, N 26, ст.361.

44. Подводные раскопки памятников истории и культуры: Методические рекомендации [Текст] // АН СССР, НИИ культуры – М.: 1989. – 93 с.

45. Воронов С. О. Дослідження підводно-археологічної експедиції біля південного узбережжя Криму [Текст] / С. О. Воронов // «Археологічні дослідження в Україні» – Київ: Інститут археології НАН України, 2009. – С. 58-60.

46. Таскаев В.Н. Методика проведения подводно - археологических работ [Текст] / В.Н. Таскаев // М. : «Вопросы подводной археологии», 2010. – С. 45-95.

47. Блаватский В.Д. Техника подводных археологических работ [Текст] / В. Д. Блаватский // - М.: Археология и естественные науки, 1965. – №129. – С. 268-278.

48. Околоков А. В. Подводная разведка памятников истории и культуры: Методические рекомендации [Текст]/ А. В. Околоков, В. Н. Таскаев // М.: НИИ культуры АН СССР, 1988. – 80 с.

49. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK) [Текст] / Третье издание. Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, 2004. – 388 с.

50. Надточий А. В. Музеєфікація артефактів як заключна фаза управління проектами підводної археології / А. В. Надточий // 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.

51. Королев А.Б. Водолазание в России от древних времен до наших дней [Текст] / А.Б. Королев // – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во ВНИРО, 2009. – 218 с.

52. Черкашин С. В. Вопросы внедрения метода глубоководных погружений в автономном режиме в практику отечественных водолазных работ [Текст] / С.В. Черкашин // - «Морские испытания», 2008. – С. 4-14.

53. Подводные технологии и средства освоения Мирового океана [Текст] / – М.: Издательский дом «Оружие и технологии», 2011. – 780 с.

54. Толл Дж. Подводные лодки и глубоководные аппараты. Иллюстрированная энциклопедия [Текст] / Дж. Толл // Пер. с англ. М. Новыша под ред. А. и О. Степашкиных. – М.: Изд-во Эксмо, 2004. – 256 с.

55. Блинцов В.С. Привязные подводные системы [Текст] / В.С. Блинцов // – К.: Наукова думка, 1998. – 232 с.

56. Надточий А. В. Інформаційна модель спеціалізованого судна як складової організаційної структури проекту глибоководної морської археології [Текст] / А. В. Надточий // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції. - Миколаїв : НУК, 2014. – С. 428-431.

57. Харитонов Ю.Н. Модель проактивного управления в проектах реконструкции муниципальных систем теплоснабжения [Текст] / Ю. Н. Харитонов // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал:– Київ, 2010.– №3-4.–С.284-287.

58. ROV categories – summary [Електронний ресурс] / – Режим доступу: \www/URL: http://www.rov.org/rov_categories.cfm

59. ROV: Classifications - Tasks – Tools [Електронний ресурс] / – Режим доступу: \www/URL: <http://www.lerus-training.com/blog/offshore-operations/rov-classifications-%E2%97%8F-tasks-%E2%97%8F-tools/>

60. Article 1 ROV Classification [Электронный ресурс] / – Режим доступа: \www/URL: <http://www.eurorov.com/en/node/49>

61. Remotely operated vehicle (ROV) services. NORSOK STANDARD U-102 Rev. 1, October 2003 [Электронный ресурс] / – Режим доступа: \www/URL: <http://www.standard.no/pagefiles/978/u-102r1.pdf>

62. Guidelines for Installing ROV Systems on Vessels or Platforms IMCA R018 – May 2013 [Электронный ресурс] / – Режим доступа:\www/URL: <http://www.oceanologyinternational.com/novadocuments/214794?v=635902721334570000>

63. Guidance for developing Maritime Unmanned Systems (MUS) capability [Электронный ресурс] / – Режим доступа: \www/ URL: http://cjoscoe.org/docs/MUS_Final_9July2012.pdf – Загол. з экрану.

64. Bowens A. (ed.). Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice, Second Edition. Nautical Archaeology Society, 2009. Blackwell, 240 pp.

65. Management of Research Projects in the Historic Environment [Электронный ресурс] / –English heritage – Режим доступа:\www/URL: persona.uk.com/a21Ton/Core_dox/T/T34.pdf 29.07.2016г. – Загол. з экрану.

66. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). Пятое издание, Project Management Institute, 2013. – 614 с.

67. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2015-2038 [Электронный ресурс] /– Режим доступа:<http://archive.defense.gov/pubs/DOD-USRM-2013.pdf>. – Загол. з экрану.

68. Risk implications in site characterisation and analysis for offshore engineering and design. Research report 286 [Электронный ресурс] /– Режим доступа:\www/URL:<http://docplayer.net/16111516-Research-report-286-risk-implications-in-site-characterisation-and-analysis-for-offshore-engineering-and-design-hse.html> – Загол. з экрану.

69. Hirvonen J., Riuttamaki T., Mollestad, K. (2014) Inspection of risers with submarine robotics; technology, risks and regulations. (n.d.). Instituto Superior

Technico. Lisboa. Retrieved from [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <http://in3.dem.ist.utl.pt/docs/rnt2014finalprojects/p7.pdf> – Загол. з экрана.

70. Justin, E. Manley The Role of Risk in AUV Development and Deployment [Электронный ресурс] /– Режим доступа: \www/URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4302219/> – Загол. з экрана.

71. Вельтищев В.В. Организация технических средств подготовки операторов подводных аппаратов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». – 2012. – С. 24–31.

72. Griffiths G., Trembanis F. (2004). Towards a risk management process for autonomous underwater vehicles [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.330.4576&rep=rep1&type=pdf> – Загол. з экрана.

73. Improve and optimize the management of Diving Support Vessel (DSV) during design, construction, and operation. Master Thesis By Yin Qingkui 218668 Industrial Economics Faculty of Science and Technology University of Stavanger 2014 Organization [Электронный ресурс] / University of Stavanger / – Режим доступа: \www/URL: brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/219206/Final%20MASTER%20THESIS-2014-Yin%20QI 29.07.2016г. – Загл. с экрана.

74. Green Project Management and the BP Deepwater Horizon Spill. PM World Today – September 2010 (Vol XII, Issue IX) [Электронный ресурс]/ greenprof/ – Режим доступа: \www/URL: greenprof.org/wp-content/uploads/2011/12/Green-Project-Management-BP-Deepwater-Horizon-Spill.pdf 29.07.2016г. – Загл. с экрана.

75. Ying-Ying Tung Taiwan's underwater cultural heritage documentation management [Электронный ресурс]/ 25th International CIPA Symposium 2015 – Режим доступа: \www/URL: int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5-W7/533/2015/isprsarchives-XL-5-W7-533-2015.pdf 29.07.2016г. – Загл. с экрана.

76. Management of Research Projects in the Historic Environment [Електронний ресурс]/–English heritage – Режим доступу:\www/URL: persona.uk.com/a21Ton/Core_dox/T/T34.pdf 29.07.2016г. – Загл. с екрана.

77. Котельва А. Дай веру дайверу [Електронний ресурс]/ – Режим доступу: <http://www.udip.com.ua/news/?id=91/>

78. Надточий А.В. Класифікація глибоководних археологічних проєктів з використанням засобів морської робототехніки / А.В. Надточий // «Збірник наукових праць НУК», 2016. – № 3. – С. 100-105.

79. Надточий А. В. Питання класифікації підводних археологічних проєктів з використанням засобів морської робототехніки [Текст] / А. В. Надточий // Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів та молодих вчених. - Миколаїв : НУК, 2016.

80. Рач В.А. Принципи формування концепцій. // К.: «Вісник Державної служби України», 2000. – №3. – С. 93-95.

81. Блінцов В.С., Ієвлєв М.М., Надточий А.В., Чубенко О.В. Концепція удосконалення управління проєктами роботизації підводних археологічних досліджень / «Управління розвитком складних систем». – К.: КНУБА, 2016. – №26. – С. 21-29.

82. Положення про систему управління безпекою судноплавства на морському і річковому транспорті. Затверджено наказом Міністерства транспорту України 20.11.2003 № 904.

83. Robert D. Christ, Robert L. Wernli, Sr. The ROV Manual. A User Guide for Remotely Operated Vehicles. Second Edition. – The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, 2014. – 679 P.

84. Блінцов О.В., Надточий А.В. Узагальнена методика оцінки ефективності підводної техніки у проєктах глибоководної археології. // «Восточно-Европейский журнал передовых технологий», 2013. – №1/3(67). – С. 25-29

85. Гожий А.П., Коваленко, И.И. Системные технологии генерации и анализа сценариев – ААЭКС, 2005. – №2. – С. 89-96.

86. Batra. Conceptual Data Modeling Patterns. - Journal of Database Management, №16 (2), 2005. - Pp. 84-106.

87. Deborah M. Pearsall. Encyclopedia of Archaeology. – Academic Press, New York, 2008. – 10 pages.

88. Van de Noort, Robert. North Sea archaeologies. – Oxford ; New York : Oxford University Press, 2011. – 282 p.

89. Довідник чинних міжнародних договорів України у сфері охорони довкілля / Кол.авт.: Андрусевич А., Андрусевич Н., Козак З. – Львів. – 2009. – 203 с.

90. Околоков А. В. История изучения и охраны памятников гидроархеологии. - Российский комитет ИКОМОС., Научно-исследовательский институт культуры. Центр комплексных подводных исследований, 1992. – 133с.

91. International Regulations for Preventing Collisions at Sea 1972.

92. Закон України «Про рибне господарство, промислове рибельство та охорону водних біоресурсів» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2012, № 17, ст.155).

93. Закон України «Про нафту і газ» Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, N 50, ст.262

94. «Концепція Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку кораблебудування на період до 2035 року», затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 6 травня 2009 року № 671-р.

95. «Морська доктрина України на період до 2035 року», затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 7 жовтня 2009 року № 1307.

96. Закон України «Про Загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013-2017 роки»

97. International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS.

98. НПАОП 45.24-1.01-91 «Єдині правила безпеки на водолазних роботах. Частина 1. Правила водолазної служби»

99. 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.

100. Харитонов Ю.Н. Управление проектами реконструкции на основе артефактных платформ [Текст] /Ю.Н. Харитонов // Авиационно-космическая техника и технологии: Науч.-техн. журнал:– Харьков, ХАИ, 2008.- № 8(55).– С.189-192.

101. Рижков С. С. Звіт ректора Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова за 2008-2013 р.р. – Миколаїв : НУК, 2013. – 220 с.

102. Надточий А. В. Концептуальна модель управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень / Електронне видання «Вісник НУК», 2017. – №1.

103. Бушуев С. Д. Управление проектами: Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров [Текст] / С.Д.Бушуев, Н.С.Бушуева ; Украинская ассоциация управления проектами. – К. : ІРІДІУМ, 2006. – 208 с.: табл. – (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0).

104. Алгоритмическое обеспечение управления проектами виртуальных производств в судостроении [Текст]: Монография / К.В. Кошкин, А.А.Павлов.– Херсон.: Олди-плюс, 2001. – 178 с.

105. Winston W. Royce. Managing the Development of Large Software Systems. – Technical Papers of Western Electronic Show and Convention (WesCon) August 25–28, 1970, Los Angeles, USA. – 328-338 pages.

106. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК). четвертое издание, Project Management Institute, 2010.

107. Надточий А.В. Моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень / А. В. Надточий // «Управління проектами: стан та перспективи» : Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. – НУК, 2017. – С. 72-76.

108. Воронов С.О. Исследования затонувшего византийского корабля. [Текст] / С. О. Воронов // Науково-популярний археологічний альманах «Мир древности» ИА НАНУ. - К.: ВАТ «Поліграфічний центр «Нова Ера», 2007/1.

109. 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 [Електронний ресурс]/ UNESCO – Режим доступа:\www/URL: <http://www.unesco.org/culture/en/underwater/pdf/UCH-Manual.pdf> 29.07.2016г. – Загл. с экрана.

110. Надточий А.В. Планирование управления содержанием проекта глубоководных археологических исследований / Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв НУК. – 2016. – 2(464). – С. 85-90.

111. Блинцов В.С. Планирование управления содержанием проектов подводных археологических исследований / В. С. Блинцов, А. В. Надточий // «Управління проектами: стан та перспективи» : Матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції. – НУК, 2016. – С. 19-21.

112. Физлуллин С.М. Изучение и сохранение подводного историко-культурного наследия России. / Электронное периодическое рецензируемое научное издание «Культурологический журнал», 2012. – №2(8).

113. 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.

114. Надточий А.В. Задачі сертифікації організацій, які виконують проекти з глибоководної археології / А.В. Надточий // Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю, присвяченої 25-річчю науково-дослідного інституту підводної техніки НУК «Підводна техніка і технологія». – Миколаїв: НУК, 2013. – С. 120-123

115. 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]/ –Режим доступу: <http://www.iananu.kiev.ua/newsstr/mouse/pubkozak.html>.

116. Воронов С.О. Методика досліджень підводної культурної спадщини України. Науково-методична документація. ІА НАНУ, Міністерство культури та туризму України. – К.: ІА НАН України, 2005. – 70 с.

117. Блинцов В.С. Применение телеуправляемых подводных аппаратов в проектах исследования морфоструктурных особенностей морского дна на участках газопроявления в Черном море [Текст] / В. С. Блінцов, С. А. Воронов // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : Матеріали 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. – Миколаїв : НУК, 2012. – С. 606-607.

118. Віртуальний підводний музей / «Інноваційні проекти Миколаївщини». – Миколаїв: Миколаївська ОДА, 2010. – 90 с.

119. Козак Д.Н. Стан та перспективи охорони і дослідження археологічної спадщини в Україні. – К.: 2009. – 40 с.

120. Бабкін ГВ. Удосконалення організаційної структури проектів створення засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів. – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.22 – Управління проектами та програмами. – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, 2015.

121. Nadtoshy 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. [Електронний ресурс]/–Режим доступу: http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=0ahUKEwjG3uujk9_RAhXFEywkHWkWB0sQFggdMAA&url=http%3A%2F%2Feujr.eu%2Fengineering%2Farticle%2Fdownload%2F244%2F238&usg=AFQjCNFSpHzftXSSxv0N7qWJ0TmgGiirTQ&bvm=bv.145063293,bs.1,d.bGs

122. Надточий А.В. Моделирование управления рисками в проектах глубоководных археологических исследований с использованием средств морской робототехники / А. В. Надточий // Вісник НТУ «ХП». Серія: Механіко-

технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 4(1176). – С. 58-63. – Бібліогр.: 16 назв. – ISSN 2079-5459. – Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).

123. Надточий А.В. ідентифікація ризиків при управлінні глибоководними археологічними проектами з використанням засобів морської робототехніки [Текст] / А. В. Надточий // Підводна техніка і технологія : Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. - Миколаїв : НУК, 2016. – Ч. 1. – С. 99-101

124. Национальный стандарт Российской федерации. Менеджмент риска. Принципы и руководство. ГОСТ 31000 – 2010.: – М.: Стандартинформ, 2012.

125. Арчибальд Р. Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами [Текст] / Р.Д. Арчибальд. – М.: АЙТИ системный интегратор, Изд-во ДМК, 2002. – 464 с.

126. Харитонов Ю. Н. Идентификация рисков при управлении проектами реконструкции систем теплоснабжения[Текст] /Ю.Н. Харитонов // Вісник інженерної академії України: Теоретичний та науково-практичний журнал:– Київ,2009.– №2.– С.299–301.

127. Green, J. (2004). Maritime Archaeology. A Technical handbook. Elsevier/Academic Press, 470 pp.

128. Климатические тренды [Електронний ресурс] /– Режим доступу: <http://meteoinfo.ru/climate/2015-05-25-13-36-16> – Загол. з екрану.

129. Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане [Електронний ресурс] / Режим доступу: [www/URL: http://hmc.meteorf.ru/sea/storm/index.php](http://hmc.meteorf.ru/sea/storm/index.php) – Загол. з екрану.

130. Сагалевиц А. М. Глубина. – М. : Научный мир, 2002. – 320.

131. Ruppe, Carol V., Barstad, Jane F. International Handbook of Underwater Archaeology. – Springer US, 2002. – 881 P.

132. Consensus Standards for Commercial Diving and Underwater Operations. – Association of Diving Contractors International USA. – Published by: Best Publishing Company, 2004. – 254 P.

133. Murielle Rudel, Raphaële Vidaling, Alain-Xavier Wurst. Underwater Archaeology: History and Methodology. Periplus Editions (HK), Limited, 2003 – 73P.

134. Ballard Robert D. Titanic: The Last Great Images. – Perseus Books Group, 2008. – 191 P.

135. Staniforth, Mark, Nash, Michael. Maritime Archaeology: Australian Approaches. – Springer, 2008 – 222 P.

136. Majewski, Teresita; Gaimster, David. Editors International Handbook of Historical Archaeology. – Springer LLC, 2009. – 698 P.

137. Cerullo, Mary M. Shipwrecks: Exploring Sunken Cities Beneath the Sea. – Dutton Children's Books, Penguin, 2009 - 64 P.

138. Океанологические исследования и подводно-технические работы на месте гибели атомной подводной лодки „Комсомолец” / Под ред. М. Е. Виноградова, А. М. Сагалеви́ча, С. В. Хетагурова. – М.: Наука, 1996. – 362 с.

139. Блінцов О. В., Надточий 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.

140. Блінцов О. В. Оцінка ефективності застосування підводної техніки у проектах глибоководної археології [Текст] / О. В. Блінцов, А. В. Надточій // Матеріали наукової конференції «Фундаментальні та прикладні дослідження: інтеграція до світових наукометричних баз даних». – Технологический аудит и резервы производства, 2013. – №5/5 (13). – С. 32-33

141. Сагалеви́ч А. М. Подводные аппараты в научных исследованиях и подводно-технических работах. // Мат-лы XII Международной научно-технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований». – М.: АПР, 2011. –С. 18-20.

142. Блінцов О. В., Буруніна Ж. Ю., Клименко П. Г. Оцінка ефективності застосування підводних апаратів-роботів для пошуку затонулих об'єктів. –

Електронне видання «Вісник Національного університету кораблебудування». – Миколаїв: НУК. – 2012. – №1.

143. Краморенко А. В., Скакун А. Н. Критерии сравнения характеристик подводных аппаратов с точки зрения возможности выполнения ими подводных работ. // Мат-лы XIII Международной научно-технической конференции «Современные методы и средства океанологических исследований». – М.: АПР, 2013. – С. 316-319.

144. Василевський О. М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник / О. М. Василевський, В. О. Поджаренко. — Вінниця: ВНТУ, 2010. — 129 с.

145. Блінцов О. В., Надточій В. А. Оцінка рівня автоматизації самохідних прив'язних підводних систем з маніпуляторами // «Збірник наукових праць НУК». – Миколаїв: НУК, 2012. – №3-4. – С. 66-70.

146. Гнатієнко Г. М. Експертні технології прийняття рішень : монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К. : McLaut, 2008. – 444 с.

ДАТОК А.

Акти впровадження результатів дисертаційної роботи

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ АРХЕОЛОГІЇ

проспект Героїв Сталінграда, 12
04210, Київ-210, УКРАЇНА
Тел.: 418 27 75, факс: 418 33 06
E-mail: sekretar@iananu.org.ua



NATIONAL UKRAINIAN ACADEMY OF SCIENCES

INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY

12, Geroiv Stalingrada ave.,
04210, Kyiv-210, UKRAINE
Tel.: 418 27 75, fax: 418 33 06
E-mail: sekretar@iananu.org.ua

№ 125/01-10-687 «ар» 2 грудня 2016 р.

На Ваш № _____

ДОВІДКА

Про результати впровадження розробки вищого навчального закладу

Цим документом засвідчуємо, що розробка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК) – концепція управління проектом організації та проведення підводної археологічної експедиції з використанням засобів морської робототехніки (науковий керівник – д.т.н., проф. Блінцов В.С., відповідальний виконавець – ст. викладач Надточий А.В.) використана в Інституті археології Національної академії наук України (лабораторія підводної археології) при організації підводних археологічних досліджень сезону 2016 року.

Група і вид впровадження: VIII – нова техніка і технологія; III – організація робіт.

Ефективність впровадження розробки:

а) науково-технічні переваги полягають в удосконаленні методів проектного менеджменту для роботизації підводних археологічних досліджень в умовах ризиків природного і технічного характеру, а також у підвищенні продуктивності таких досліджень шляхом застосування дистанційно керованої підводної техніки;

б) соціально-економічні переваги полягають у частковій заміні водолазних технологій проведення підводних археологічних досліджень на роботизовані підводні технології, а також у підвищенні якості планування і виконання таких робіт;

в) економічний ефект – не розраховувався.

Перспективи розширення впровадження полягають в удосконаленні методів управління проектами і програмами підводних археологічних досліджень на основі їх комплексної роботизації та їх застосуванні при плануванні наступних археологічних сезонів.

002131

Директор Інституту археології НАН

України, Академік НАН України

І.П. Толочко



ДОВІДКА

про результати впровадження розробки вищого навчального закладу

Цим документом засвідчуємо, що розробка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (НУК) – концепція управління проектом організації та проведення підводної археологічної експедиції з використанням засобів морської робототехніки (науковий керівник – д.т.н., проф. Блінцов В.С., відповідальний виконавець – ст. викладач Надточій А.В.) використана ТОВ «Виробничий центр» при проведенні підводних досліджень сезону 2017 року.

Група і вид впровадження: VIII – нова техніка і технологія; III – організація робіт.

Ефективність впровадження розробки:

а) науково-технічні переваги полягають у застосуванні методів проектного менеджменту для проведення підводних археологічних досліджень з залученням сучасних засобів підводної дослідницької техніки, що обумовило підвищення продуктивності та якості таких досліджень;

б) соціально-економічні переваги полягають у частковій заміні водозлазних технологій проведення підводних археологічних досліджень на робототехнічні підводні технології, а також у підвищенні якості планування і виконання таких робіт;

в) економічний ефект – не розраховувався.

Перспективи розширення впровадження полягають у розвитку методів управління проектами і програмами підводних досліджень, які плануються виконувати на великих (заводолазних) глибинах.



Директор ТОВ «Виробничий центр»

В.М. Булах

30.09.2017 р.



АКТ
впровадження результатів

Цим документом засвідчуємо, що розробка Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова – «Моделі управління проектами роботизації підводних археологічних досліджень», яка виконана в рамках держбюджетної НДР № 1814 «Розробка теоретичних основ створення «інтелектуальних» підводних апаратів-роботів» (№ держреєстрації 0111U002314) (науковий керівник – проф. Блінцов В.С., виконавець – магістр Надточий А.В.), впроваджена у навчальний процес Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова при підготовці фахівців за напрямом «Управління проектами і програмами» 2016/17 навчальному році.

У результаті впровадження отримав подальший розвиток навчально-методичний матеріал: концептуальні основи управління проектами роботизації складних морських технологій пошуку та обстеження підводних об'єктів; синтез та практичне застосування технологій моделювання процесів планування морських експедицій з урахуванням гідрокліматичних умов.

Перспективи розширення впровадження полягають в подальшому застосуванні створених концепцій та моделей управління процесами роботизації підводних археологічних досліджень за спорідненими напрямками підготовки фахівців та впровадження в практику археологічних організацій сучасних методів проектного менеджменту.

Ректор
Національного університету
кораблебудування ім. адм. Макарова
д-р техн. наук, професор



Рижков С.С.

ДОДАТОК Б.

Список публікацій за темою дисертації

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Блинцов В. С., Воронов С. О., Надточий А. В. Актуальные задачи совершенствования законодательной и нормативной базы как составляющие проектов сохранения и музеефикации подводного культурного наследия Украины // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв: НУК, 2012. № 2(443). С. 109–114. Відомості доступні також з Інтернету: <http://jnn.nuos.edu.ua/article/view/21493>. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (CrossRef, РИНЦ та ін.).**
2. Блінцов В. С., Блінцов О. В., Воронов С. О., Надточий А. В. Наукові задачі управління проектами глибоководних археологічних досліджень [Електронний ресурс] // Вісник НУК: електронне видання. 2012. № 2. С. 315–321. Режим доступу: <http://evn.nuos.edu.ua/article/view/23226>.
3. Блінцов О. В., Надточий А. В. Узагальнена методика оцінки ефективності підводної техніки у проектах глибоководної археології // Східно-європейський журнал передових технологій. Харків, 2014. 1/3(67). С. 25–29. ISSN 1729-3774. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Index Copernicus, Ulrich's Periodicals Director та ін.).**
4. Блінцов В. С., Ієвлєв М. М., Надточий А. В., Чубенко О. В. Концепція удосконалення управління проектами роботизації ПАД // Управління розвитком складних систем: збірник наукових праць. К.: КНУБА, 2016. № 26. С. 21–29. Відомості доступні також з Інтернету: <http://urss.knuba.edu.ua/annotation/912>. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Science Index, Index Copernicus та ін.).**
5. 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. Відомості доступні також з Інтернету: <http://mtsc.khpi.edu.ua/article/view/87645>. **Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA), WorldCat та ін.).**

6. Anatoly Nadtoshy. Identification of risks in the course of managing the deep sea archaeological projects using marine robotics // EUREKA: Physical Sciences and Engineering. 2016. № 6. P. 59–64. **INDEXING (ПИИЦ, ResearchBib and other.).**

7. Anatolii V. Nadtochii. Conceptual model of management of projects of the working of five archaeological researches // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2016. № 1–2(5). P. 139–151. **INDEXING (ПИИЦ, Google Scholar).**

8. Anatolii V. Nadtochii. Planning the content management of the project of deep-water archaeological studies // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2017. № 1(7). P. 132–140. **INDEXING (ПИИЦ, Google Scholar).**

9. Anatolii V. Nadtochii. Classification of deep-water archaeological projects using marine robotic vehicles // Shipbuilding and Marine Infrastructure. 2017. № 2(8). P. 151–156. **INDEXING (ПИИЦ, Google Scholar)**

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

1. Надточий А. В. Удосконалення управління проектами морських глибоководних археологічних розвідок // Проблеми електрообладнання і автоматики транспортних засобів: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК, 2013. С. 122–125.

2. Надточий А. В. Наукові задачі управління проектами глибоководної археології // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2013. С. 31–34.

3. Надточий А. В. До оцінки ефективності застосування підводної техніки для фази планування проекту глибоководної археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали IV Міжнародної науково-технічної

конференції. Миколаїв: НУК, 2013. С. 509–511.

4. 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.

5. Блінцов О. В., Надточий 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. 32–34.

6. 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.

7. 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

8. Надточий А. В. Музеефікація артефактів як заключна фаза управління проектами підводної археології // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК, 2015. С. 383–384.

9. Надточий А. В., Блинцов В. С. Планирование управления содержанием проектов подводных археологических исследований // Управління проектами: стан та перспективи: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК, 2016. С. 19–21.

10. 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. Відомості доступні також з Інтернету. Режим доступу: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail;jsessionid=b084e53fd039a815bb47362f2470?lectureId=38718&conferenceId=35881&isProjectorView=false>.

11. 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: в 2 ч. Миколаїв: НУК, 2016. Ч. 1. С. 96–98.

12. 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. 74–75.