



Anatolii V.
Nadtochii
Надточий
Анатолий
Викторович

УДК 005.8:902.034
Н17

PLANNING THE CONTENT MANAGEMENT OF THE PROJECT OF DEEP-WATER ARCHAEOLOGICAL STUDIES

ПЛАНИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЕМ ПРОЕКТА
ГЛУБОКОВОДНЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

DOI 10.15589/SMI20170119

Anatolii V. Nadtochii

А. В. Надточий, ст. преп.

nva_74@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-3869-3546

Kherson Branch of the Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson
Херсонский филиал Национального университета кораблестроения имени адмирала
Макарова, г. Херсон

Abstract. There has been developed a model for the content management of the projects of deep-water archaeological studies using robotic complexes and technologies. The product of the deep-water archaeological research project is defined from the perspective of the theory of project management. It is a data array that provides for the acquisition of new information about the artefact and allows formulating management decisions related to it.

Keywords: underwater archeology; project management phase; content management planning; product of the project.

Аннотация. Разработана модель управления содержанием проектов глубоководных археологических исследований с применением роботизированных комплексов и технологий. С позиций теории управления проектами определен продукт проекта глубоководных археологических исследований, в качестве которого выступает информационный массив, обеспечивающий получение новых знаний об артефактном объекте и позволяющей в последующем формировать управленческие решения по отношению к нему.

Ключевые слова: подводная археология; фазы управления проектом; планирование управления содержанием; продукт проекта.

Анотація. Розроблено модель управління вмістом проектів глибоководних археологічних досліджень із застосуванням роботизованих комплексів і технологій. З позицій теорії управління проектами визначено продукт проекту глибоководних археологічних досліджень, в якості якого виступає інформаційний масив, що забезпечує отримання нових знань про артефактних об'єкті і дозволяє в подальшому формувати управлінські рішення по відношенню до нього.

Ключові слова: підводна археологія; фази управління проектом; планування управління вмістом; продукт проекту.

References

- [1] Blintsov V. S., Voronov S. O. *Aktualni zavdannia robotyzatsii pidvodnykh arkhеологічних дослідzhen* [Urgent tasks of robotization of underwater archaeological studies]. *Innovatsii v sudnobuduvanni ta okeanotekhniitsi: Materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii* [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Innovations in Shipbuilding and Ocean Engineering”]. Mykolaiv, NUK Publ., 2010, pp. 69–70.
- [2] Blintsov V. S., Voronov S. O. *Bazovi tekhnologii zastosuvannya pidvodnykh aparativ-robotiv dlia zadach morskoi arkhеології* [Basic technologies of application of the underwater robotic vehicles for the tasks of sea archeology]. *Problemy avtomatyky ta elektroobladnannia transportnykh zasobiv: Materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii* [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference “Problems of Automation and Electric Equipment of Transport Vehicles”]. Mykolaiv, NUK Publ., 2010, pp. 389–391.
- [3] Voronov S. O. *Doslidzhennia pidvodno-arkhеологічної ekspedytsii bilia pivdennoho uzberezhzhia Krymu* [Studies of the underwater archaeological expeditions nearby the southern Crimean coast]. *Arkheологічні doslidzhennia v Ukraini* [Archaeological studies in Ukraine]. Kyiv, Instytut arkhеології NAN Ukrainy Publ., 2009, pp. 58–60.

- [4] Voronov S. O. *Entsyklopediia morskyykh katastrof Ukrainy: (zatonuli pamiatky antych., serednovich. i novit. istorii: zalyshky mist i poselen, viisk. korabli, tsyvil. sudna, avia- ta bronetekhnika)* [Encyclopedia of sea catastrophes of Ukraine (sunken monuments of the ancient, medieval, and contemporary history: remains of towns and settlements, naval and civil ships, aircrafts and armored vehicles)]. Kyiv, Bohdana Publ., 2008. 848 p.
- [5] Voronov S. O. *Issledovaniya zatonuvshogo vizantiyskogo korablya* [Studying the sunken Byzantine ship] *Naukovo-populyarniy arkheologichniy almanakh «Mir drevnosti» IA NANU* [Popular science archaeological almanac of the IA of the NAS of Ukraine “The World of Antiquity”]. Kyiv, VAT Poligrafichniy tsestr Nova era Publ., 2007.
- [6] Voronov S. O. *Sokrovishcha Chernogo morya. Podvodnaya arkheologiya Ukrainy* [Black Sea treasures. Underwater archeology of Ukraine]. Kyiv, Medobory-2006 Publ., 2010. 100 p.
- [7] Nazarov V. V. *Gidroarkheologicheskaya karta Chernomorskoy akvatorii Ukrainy (pamyatniki antichnoy i srednevekovoy epokh)* [Hydroarchaeological map of the Black Sea water zone belonging to Ukraine (ancient and medieval artefacts)]. Kyiv, Stilos Publ., 2003. 160 p.
- [8] Taskayev V. N. *Metodika provedeniya podvodno-arkheologicheskikh rabot* [Methodology of underwater archaeological works]. Moscow, Voprosy podvodnoy arkheologii Publ., 2010, pp. 45–95.
- [9] Guidance to the Code of knowledge on the project management (Guidance PMBOK): ANSI. PMI 99-001-2004. USA, Project management Institute, 2008, 464 p.
- [10] Bowens A. *Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice, Second Edition*. Nautical Archaeology Society, Blackwell, 2009. pp. 96–102.
- [11] Green Project Management and the BP Deepwater Horizon Spill. *PM World Today*, 2010, vol. 12, issue 9. Available at: <http://www.greenprof.org/wpcontent/uploads/2011/12/Green-Project-Management-BP-Deepwater-Horizon-Spill.pdf>.
- [12] Yin Q. *Improve and optimize the management of Diving Support Vessel (DSV) during design, construction, and operation*. Master Thesis. University of Stavanger, 2014. Available at: <http://www.brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/219206/Final%20MASTER%20THESIS-2014-Yin%20QI>.
- [13] *Management of research projects in the historic environment*. Available at: http://www.persona.uk.com/a21Ton/Core_dox/T/T34.pdf.
- [14] *Manual for activities directed at underwater cultural heritage. Guidelines to the Annex of the UNESCO 2001 Convention*. Available at: <http://www.unesco.org/culture/en/underwater/pdf/UCH-Manual.pdf>.
- [15] Ying-Ying Tung. *Taiwan’s underwater cultural heritage documentation management*. 25th International CIPA Symposium 2015. Available at: <http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5W7/533/2015/isprsarchives-XL-5-W7-533-2015.pdf>.

Problem statement. Underwater archaeological research conducted with the help of robotic complexes and technologies appears to be a promising sphere of modern archeology [1, 2, 5, 8]. Particular historical and archaeological documentary studies and the results of marine archaeological expeditions (MAE) provide evidence that the territorial waters of Ukraine store many unique underwater objects that represent different historical eras and belong to the national historical heritage [3, 4, 6, 7]. At the same time, the Ukrainian deep-water archeology is currently at the initial stage of its development: the National Program of deep-water archaeological studies has not been established, and the tasks of technological support, formation and implementation of relevant projects have not been accomplished yet. These circumstances foreground the search for solutions to a number of scientific and applied problems of deep-water archaeological studies, including the theoretical problems of project management in this subject domain.

Latest research and publication analysis. The analysis of domestic and foreign publications has shown

Постановка проблемы. Подводные археологические исследования, проводимые на основе роботизированных комплексов и технологий, являются одним из перспективных направлений современной археологии [1, 2, 5, 8]. Отдельные историко-археологические документальные исследования и результаты морских археологических экспедиций (МАЭ) свидетельствуют о наличии в территориальных водах Украины большого количества уникальных подводных объектов, которые представляют разные исторические эпохи и относятся к объектам национального исторического наследия [3, 4, 6, 7]. При этом, в настоящее время отечественная глубоководная археология находится на начальной стадии своего развития: не разработана Национальная программа глубоководных археологических исследований, не решены задачи технологического обеспечения работ, формирования и реализации соответствующих проектов и многое другое. Эти обстоятельства актуализируют поиск решений ряда научно-прикладных задач глубоководных археологических исследований, в том числе, задач теории управления проектами в данной предметной области.

Анализ последних исследований и публикаций. Выполненный анализ отечественных и зарубежных

that so far there are virtually no solutions to the problems of the formation and implementation of deep-water archaeological research projects based on various project management standards. The available publications that present the project approach to MAE cover its general aspects and do not provide deep-water archaeological studies with scientifically valid management models and mechanisms [10–15]. Thus, manual [14] gives the basic rules for studying underwater cultural heritage, which constitute the general pattern of organization of underwater archeological works. The document contains ethical guidelines and recommendations for the implementation of research. It outlines the preparation procedure for an archaeological project, the competence and qualifications of the project participants of various categories, and declares individual elements of performing, financing and documenting the project. The so-called “36 Rules” is a major reference document in the field of underwater archeology and an integral part of a more widely known legal instrument, the UNESCO Convention on the Protection of the Underwater Cultural Heritage (2001).

Papers [11, 12] concern particular issues of project support for underwater works. They identify major organizational factors influencing investment decisions, risks, cost management, project scheduling, monitoring and control. However, methodological foundations of the effective formation and implementation of deep-water archaeological research projects are not rendered here. Publications [13, 15] consider archiving and project management in the historical environment; even together with the available research results, they do not allow devising the architecture of MAE projects scientifically and solving the problems of their effective management.

The lack of scientifically based solutions for the formation and implementation of MAE projects determines the relevance of the development of models and mechanisms for the phased management of projects of deep-water archaeological studies for various special purposes.

THE ARTICLE AIM is to develop a content management model for a deep-water archaeological research project at the stage of its initiation.

Basic material. Archaeological deep-water studies are associated with a wide range of artefact nomenclature and possible uncertainties in their identification characteristics. With account to these peculiarities, project initiation should be regarded as a defining stage in the construction of the project architecture, as it sets a number of key indicators and characteristics of the

публикаций показал, что к настоящему времени решения вопросов формирования и реализации проектов глубоководных археологических исследований на основе различных стандартов управления проектами практически отсутствуют. Известные автору публикации, посвященные проектному подходу к МАЭ, отражают общие аспекты данной проблематики и не обеспечивают глубоководные археологические исследования научно-обоснованными моделями и механизмами управления [10–15]. Так, в [14] приведены основные правила, касающиеся деятельности, направленной на исследование подводного культурного наследия, которые формируют общую схему организации работ подводной археологии. Документ содержит этические директивы и рекомендации по выполнению исследований, которые, в общих чертах определяют порядок подготовки археологического проекта, компетенции и квалификации различных категорий участников проекта, констатируют отдельные элементы процессов проведения, финансирования и документирования проделанной работы. Данные, так называемых «36 Правил», являются основным справочным документом в области подводной археологии и неотъемлемой частью более широкого известного правового документа — Конвенции ЮНЕСКО об охране подводного культурного наследия (2001 г.).

В [11, 12] рассмотрены отдельные вопросы проектного обеспечения подводных работ: определены основные организационные факторы, влияющие на инвестиционные решения, риски, управление стоимостью, составление графика выполнения работ, процессы мониторинга, контроля и другое, которые, однако, не раскрывают методологической основы решения задач эффективного формирования и реализации проектов глубоководных археологических исследований. Вопросы этапа архивирования и управления проектами в исторической среде посвящены публикации [13, 15], которые в совокупности с известными результатами исследований не позволяют на научной основе определять архитектуру проектов МАЭ и решать задачи эффективного управления ими.

Отсутствие научно обоснованных проектных решений формирования и реализации проектов МАЭ обуславливает актуальность разработки моделей и механизмов поэтапного управления проектами глубоководных археологических исследований различного целевого назначения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ — разработка модели управления содержанием проекта глубоководного археологического исследования на этапе его инициации.

Изложение основного материала. Учитывая особенности археологических глубоководных исследований, связанных с широким спектром номенклатуры артефактных объектов и возможных неопределенностей в их идентификационных характеристиках, одним из определяющих этапов построения архитектуры проекта следует считать этап его ини-

project, as well as the content of management processes.

In accordance with [9], project content management planning is the process of creating a content management plan that documents how the content of the project will be formed, validated and monitored. Obviously, the content management planning processes are based on identification of the project's subject domain (in this case, deep-water archaeological research) and product. From the viewpoint of project management and the results of a number of deep-water research projects carried out by the author, it is reasonable to regard a data array providing new information about the artefact as the product of archaeological underwater research projects. Subsequently, it allows formulating management decisions concerning the artefact.

Preliminary analysis of management processes indicates the possible occurrence of uncertainties in the identification of the characteristics of the research object at the stage of project initiation, which requires both predictive and adaptive types of life cycles to be taken into account when developing the management models.

According to the common definition of the project's product, as well as the conditions for accounting of different types of life cycles, there has been developed a model for managing the content of the project of deep-water archaeological studies at the stage of its initiation (Fig. 1).

Let us consider the basic processes of the model. Within the existing legislative framework, the project may be initiated by the legal entities and persons who appear to be its stakeholders: $CP = \{CP_c\}$ is the set of project initiators, $c = 1 \dots m$. Project initiators select a project team that implements the content management processes. The main conditions for selecting a project team are as follows:

$$S_c = \min \text{ at } E = \max,$$

where S_c is the cost of the project team, and E is the team's effectiveness.

Identification of an artefact resides in forming data arrays containing the historical and archaeological characteristics of the object (M), as well as its location (K) at the moment of the project's initiation, which can be generally presented as follows:

$$realM_i = \begin{pmatrix} I_i^T, & I_{i+1}^T, & \dots, & I_n^T, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ I_i^D, & I_{i+1}^D, & \dots, & I_n^D, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ I_i^H, & I_{i+1}^H, & \dots, & I_n^H, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_i^S, & I_{i+1}^S, & \dots, & I_n^S, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \end{pmatrix},$$

циации, который определяет ряд основных показателей и характеристик проекта, а также содержание процессов управления.

В соответствии с [9] планирование управления содержанием проектов представляет собой процесс создания плана управления содержанием, документирующего, каким образом содержание проекта будет формироваться, подтверждаться и контролироваться. Очевидно, что процессы планирования управления содержанием базируются на определении предметной области проекта, к которой в данном случае относятся глубоководные археологические исследования, а также продукта проекта. С точки зрения проектного менеджмента и результатов, выполненных автором ряда проектов глубоководных исследований, в общем случае, продуктом проектов археологических подводных исследований целесообразно полагать информационный массив, обеспечивающий получение новых знаний об артефактном объекте и позволяющем, в последующем, формировать управленческие решения по отношению к нему.

Предварительный анализ процессов управления указывает на обстоятельство возможного возникновения неопределенностей при идентификации характеристик объекта исследований на стадии инициации проекта, что требует учета в разрабатываемых моделях управления не только предиктивных, но и адаптивных видов жизненных циклов.

В соответствии с принятым определением продукта проекта, а также условий учета различных видов жизненных циклов, была разработана модель управления содержанием проекта глубоководных археологических исследований на этапе его инициации (рис. 1).

Рассмотрим основные процессы модели. В рамках существующего законодательного поля инициаторами проекта могут быть юридические и физические лица, которые, в общем случае, заинтересованы в выполнении проекта: $СП = \{СП_c\}$ — множество инициаторов проекта, $c = 1 \dots m$. Инициаторы проекта выбирают команду проекта, которая осуществляет в рамках данной модели процессы управления содержанием. Основными условиями выбора команды проекта будут считать:

$$S_c = \min \text{ при } E = \max,$$

где S_c — стоимость команды проекта; E — эффективность команды проекта.

Процесс идентификации артефактного объекта заключается в создании информационных массивов, содержащих историко-археологические характеристики объекта (M), а также характеристики его местоположения (K) на момент инициации проекта $\tau = 0$, что в общем виде можно представить как:

$$realM_i = \begin{pmatrix} I_i^T, & I_{i+1}^T, & \dots, & I_n^T, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ I_i^D, & I_{i+1}^D, & \dots, & I_n^D, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ I_i^H, & I_{i+1}^H, & \dots, & I_n^H, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_i^S, & I_{i+1}^S, & \dots, & I_n^S, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \end{pmatrix},$$

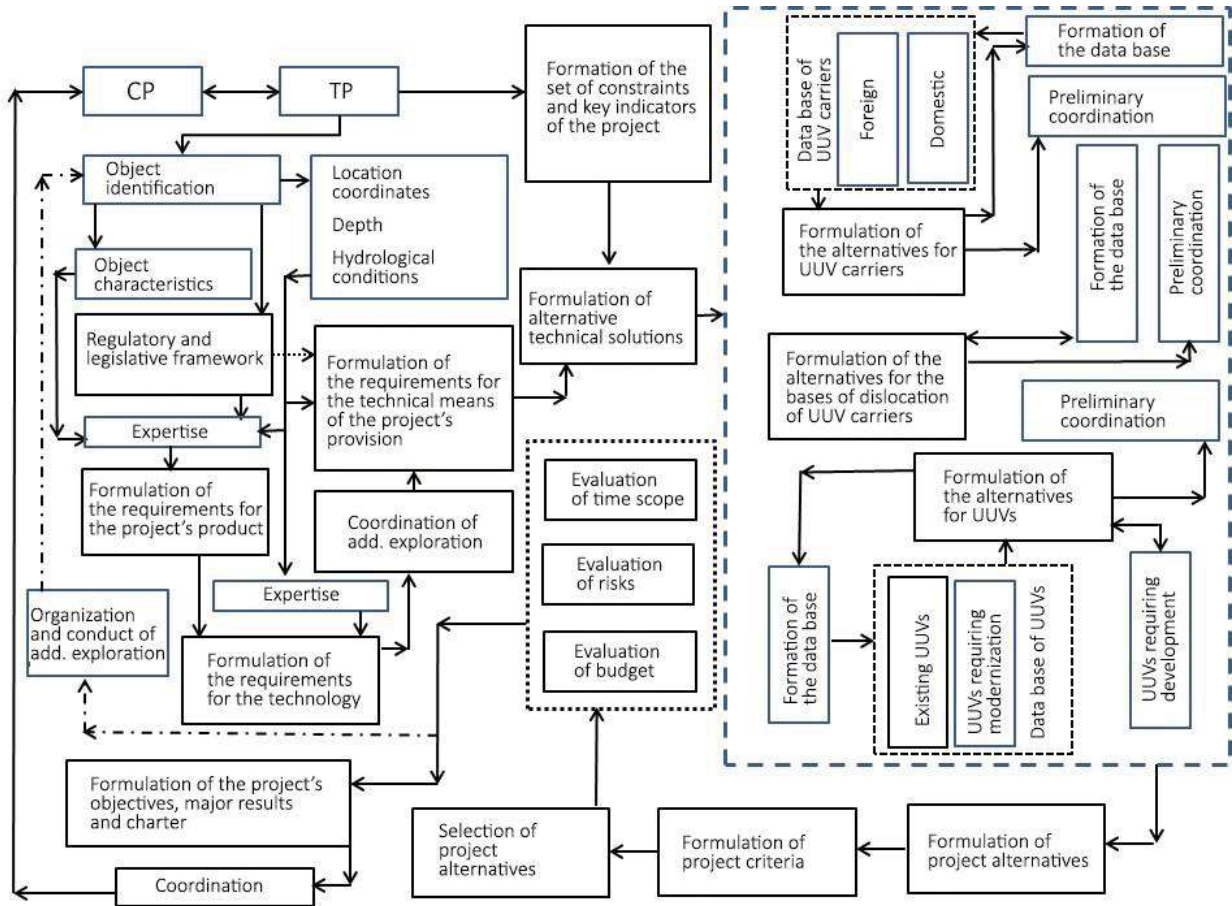


Fig. 1. Process model of content management for a project of deep-water archaeological studies

Рис.1. Процессная модель управления содержанием проекта глубоководного археологического исследования

$$real K_i = \begin{matrix} \left[\begin{array}{ccc} B_i^T, & B_{i+1}^T, & \dots, & B_n^T, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ B_i^3, & B_{i+1}^3, & \dots, & B_{An}^3, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ B_i^H, & B_{i+1}^H, & \dots, & B_n^H, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ \dots & \dots & & \dots \\ B_i^S, & B_{i+1}^S, & \dots, & B_n^S, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \end{array} \right], \end{matrix}$$

$$real K_i = \begin{matrix} \left[\begin{array}{ccc} B_i^T, & B_{i+1}^T, & \dots, & B_n^T, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ B_i^3, & B_{i+1}^3, & \dots, & B_{An}^3, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ B_i^H, & B_{i+1}^H, & \dots, & B_n^H, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \\ \dots & \dots & & \dots \\ B_i^S, & B_{i+1}^S, & \dots, & B_n^S, \\ \tau=0 & \tau=0 & & \tau=0 \end{array} \right], \end{matrix}$$

where M_i is the data array of the historical and archaeological characteristics of the i -th artefact; K_i is the data array of the location of the i -th artefact; $I_i^T, P_i^T, I_i^H, P_i^H$ are the historical and archaeological characteristics of the elements of the artefact; $B_i^T, B_i^3, B_i^H, B_i^S$ are the characteristics of the location of the i -th artefact.

Identification of the artefact stipulates formation of the requirements for the project's product, the research technology, and the regulatory and legislative framework for the development of the project's content. It should be noted that the adequacy of the data arrays M_i and K_i in the proposed model at the moment of the project's initiation ($t = 0$) is determined through carrying out possible cycles of expert evaluation with obligatory

где M_i — информационный массив историко-археологических характеристик i -го артефактного объекта; K_i — информационный массив характеристик местоположения i -го артефактного объекта; $I_i^T, P_i^T, I_i^H, P_i^H$ — историко-археологические характеристики элементов артефактного объекта; $B_i^T, B_i^3, B_i^H, B_i^S$ — характеристики местоположения i -го артефактного объекта.

Реализация процесса идентификации артефактного объекта обуславливает содержание процессов формирования требований на продукт проекта, технологии проведения исследований, а также нормативно-законодательное поле, в рамках которого будет разрабатываться содержание проекта. Следует отметить, что достаточность сформированных информационных массивов M_i, K_i в предложенной модели на момент инициации проекта ($t = 0$) опре-

participation of the experts specializing in archeology and underwater engineering. Expert conclusions may reveal the need for coordination and additional exploration aimed at clarifying or supplementing the data arrays M and K . At that, the additional exploration requires the implementation of content management processes in the sequence established by the developed model.

A major part of project content management is the formation of a set of requirements T_T for the technical means of performing deep-water archaeological studies, as well as a set of the project's restrictions and key indicators P_p . Their sufficiency is to be determined from the following conditions:

$$T_T = \{T_i^n\} + \{T_i^d\}, P_p = \{P_i^n\} + \{P_i^d\},$$

where $\{T_i^n\}, \{T_i^d\}$ are the sets of normative and additional requirements for the technical means of archaeological studies, respectively; $\{P_i^n\}, \{P_i^d\}$, are the sets of the project's constraints and key indicators, respectively.

In order to improve the management efficiency when formulating the requirements, constraints and indicators of the project, the process of content management suggests dividing these sets into two groups: the unregulated requirements, constraints and indicators of the project, which cannot be changed, and the regulated ones, which can be changed:

$$\max M_n^{norm} = \begin{bmatrix} \max^{norm} T_i^n, \max^{norm} T_{i+1}^n, \dots, \max^{norm} T_n^n \\ \max^{norm} T_i^d, \max^{norm} T_{i+1}^d, \dots, \max^{norm} T_n^d \\ \max^{norm} P_i^n, \max^{norm} P_{i+1}^n, \dots, \max^{norm} P_n^n \\ \max^{norm} P_i^d, \max^{norm} P_{i+1}^d, \dots, \max^{norm} P_n^d \end{bmatrix},$$

$$\max M_n^{risk} = \begin{bmatrix} \max^{risk} T_i^n, \max^{risk} T_{i+1}^n, \dots, \max^{risk} T_n^n \\ \max^{risk} T_i^d, \max^{risk} T_{i+1}^d, \dots, \max^{risk} T_n^d \\ \max^{risk} P_i^n, \max^{risk} P_{i+1}^n, \dots, \max^{risk} P_n^n \\ \max^{risk} P_i^d, \max^{risk} P_{i+1}^d, \dots, \max^{risk} P_n^d \end{bmatrix},$$

where, $\max M_n^{norm}, \max M_n^{risk}$ are the sets of regulated and unregulated requirements, constraints and indicators of the project, respectively; $\max^{norm} T_i^n, \max^{norm} T_i^d, \max^{norm} P_i^n, \max^{norm} P_i^d$ are the unregulated requirements, constraints and indicators of the project; $\max^{risk} T_i^n, \max^{risk} T_i^d, \max^{risk} P_i^n, \max^{risk} P_i^d$ are the regulated requirements, constraints and indicators of the project.

деляется путем проведения возможных циклов экспертных оценок с обязательным участием экспертов в области археологии и подводно-технических работ. Экспертные заключения могут выявить необходимость проведения процессов согласования и соответствующих работ по дополнительной разведке с целью уточнения или дополнения информационных массивов M, K . При этом, выполнение работ по дополнительной разведке требует реализации процессов управления содержанием в последовательности, установленной разработанной моделью.

Одними из основных процессов управления содержанием проекта являются процессы формирования множества требований T_T на технические средства обеспечения глубоководных археологических исследований, а также множества ограничений и основных показателей проекта P_p , достаточность которых определится условиями:

$$T_T = \{T_i^n\} + \{T_i^d\}, P_p = \{P_i^n\} + \{P_i^d\},$$

где $\{T_i^n\}, \{T_i^d\}$ — множества нормативных и дополнительных требований к техническим средствам археологических исследований, соответственно; $\{P_i^n\}, \{P_i^d\}$ — множество ограничений на проект, множество основных показателей проекта, соответственно.

С целью повышения эффективности управления на этапе формирования требований, ограничений и показателей проекта процесс управления содержанием предусматривает разделение указанных множеств на две составляющие: нерегулируемые требования, ограничения и показатели проекта, которые не могут быть изменены, и регулируемые, которые могут быть изменены:

$$\max M_n^{norm} = \begin{bmatrix} \max^{norm} T_i^n, \max^{norm} T_{i+1}^n, \dots, \max^{norm} T_n^n \\ \max^{norm} T_i^d, \max^{norm} T_{i+1}^d, \dots, \max^{norm} T_n^d \\ \max^{norm} P_i^n, \max^{norm} P_{i+1}^n, \dots, \max^{norm} P_n^n \\ \max^{norm} P_i^d, \max^{norm} P_{i+1}^d, \dots, \max^{norm} P_n^d \end{bmatrix},$$

$$\max M_n^{risk} = \begin{bmatrix} \max^{risk} T_i^n, \max^{risk} T_{i+1}^n, \dots, \max^{risk} T_n^n \\ \max^{risk} T_i^d, \max^{risk} T_{i+1}^d, \dots, \max^{risk} T_n^d \\ \max^{risk} P_i^n, \max^{risk} P_{i+1}^n, \dots, \max^{risk} P_n^n \\ \max^{risk} P_i^d, \max^{risk} P_{i+1}^d, \dots, \max^{risk} P_n^d \end{bmatrix},$$

где $\max M_n^{norm}, \max M_n^{risk}$ — множества регулируемых и нерегулируемых требований, ограничений и показателей проекта, соответственно; $\max^{norm} T_i^n, \max^{norm} T_i^d, \max^{norm} P_i^n, \max^{norm} P_i^d$ — нерегулиру-

Such a distinction ensures the efficiency of content management processes at the project's initiation by extending the project's architecture alternatives. In other words, it helps identify a wider range of possible technical solutions, streamline the works performed within the project, adjust the time and monetary scope of the project, and so on.

The sets of requirements T_T and P_p serve as the initial data for the formation of alternative technical solutions, namely, the set A_T of possible options for technical and organizational solutions. The latter is based on combinations of the main characteristics of the following elements: alternative carriers A_C of robotic unmanned underwater vehicles (UUV), bases A_B for disposition of the UUV carriers, and the UUVs themselves.

The basic configuration of the structure of the product resulted from the process of forming alternative technical solutions (K_0) is determined by the following finite set:

$$A_T = \{a_p, a_{i+1}, a_n\}, A_C = \{n_p, n_{i+1}, n_n\},$$

$$A_B = \{b_p, b_{i+1}, b_n\}, A_{UUV} = \{np_p, np_{i+1}, np_n\};$$

$$K_0 \Leftrightarrow (A_T, A_C, A_B, A_{UUV}),$$

where $a_p, a_{i+1}, a_n \in A_T, i = 1 \dots n$ are the options for technical and organizational solutions; $n_p, n_{i+1}, n_n \in A_C, i = 1 \dots n$ are the characteristics of alternative UUV carriers; $b_p, b_{i+1}, b_n \in A_B, i = 1 \dots n$ are the characteristics of the bases of their disposition; $np_p, np_{i+1}, \dots, np_n, np_i \in A_{UUV}, i = 1 \dots n$ are the characteristics of the UUV.

The process of preliminary coordination involves an ordered change in the configuration of the structure of the product resulted from the A_T formation:

$$K_0 \rightarrow K_1 \rightarrow K_2 \rightarrow \dots K_p,$$

where K_i is the final configuration of the i -th project's product structure; K_1, K_2 are the intermediate configuration of the product structure.

The databases created at this stage and the established configuration of the structure of the product resulted from the process of forming alternative technical solutions make it possible to use the coordination results to form a preliminary set of technologically and organizationally possible alternative projects A_p .

The choice of project criteria is functionally dependent on the compromise achieved by the project initiators. In general, they can specify and approve the criteria, or offer them to project team for approval. Depending on the criteria adopted on the basis of evaluation of the project's preliminary resources, its time scope and risks, a number of project alternatives can be obtained. They

еые требования, ограничения и показатели проекта; $\max^{risk} T_i^n, \max^{risk} T_i^d, \max^{risk} P_i^n, \max^{risk} P_i^d$ — регулируемые требования, ограничения и показатели проекта.

Такое разделение обеспечивает эффективность процессов управления содержанием на этапе инициации путем расширения альтернатив архитектуры проекта, т. е. выявление более широкого круга возможных технических решений, рационализации работ по проекту, смещения временных и стоимостных рамок проекта и многое другое.

Множества требований T_T и P_p являются исходными данными для формирования альтернативных технических решений, что представляет собой множество A_T возможных вариантов технических и организационных решений, базирующихся на сочетаниях основных характеристик элементов: альтернативных носителей A_n роботизированных необитаемых подводных аппаратов (НПА), баз дислоцирования носителей НПА — A_{σ} , а также непосредственно самих НПА — $A_{\text{нна}}$.

Базовая конфигурация структуры продукта процесса формирования альтернативных технических решений (K_0) определяется конечным множеством

$$A_T = \{a_p, a_{i+1}, a_n\}, A_n = \{n_p, n_{i+1}, n_n\},$$

$$A_{\sigma} = \{b_p, b_{i+1}, b_n\}, A_{\text{нна}} = \{np_p, np_{i+1}, np_n\};$$

$$K_0 \Leftrightarrow (A_T, A_n, A_{\sigma}, A_{\text{нна}}),$$

где $a_p, a_{i+1}, a_n, a_i \in A_T, i = 1 \dots n$ — варианты технического и организационного решений; $n_p, n_{i+1}, n_n, n_i \in A_n, i = 1 \dots n$ — характеристики альтернативных носителей НПА; $b_p, b_{i+1}, b_n, b_i \in A_{\sigma}, i = 1 \dots n$ — характеристики баз дислоцирования; $np_p, np_{i+1}, np_n, np_i \in A_{\text{нна}}, i = 1 \dots n$ — характеристики НПА.

В процессе предварительного согласования происходит упорядоченное изменение конфигурации структуры продукта процесса формирования A_p :

$$K_0 \rightarrow K_1 \rightarrow K_2 \rightarrow \dots K_p,$$

где K_i — конечная для i -го проекта конфигурация структуры продукта; K_1, K_2 — промежуточные конфигурации структуры продукта.

Созданные на данном этапе базы данных и установленная конфигурация структуры продукта процесса формирования альтернативных технических решений позволяют на основании результатов процессов согласования предварительно сформировать множество технологически и организационно возможных альтернативных проектов A_p .

Выбор критериев проекта функционально зависит от компромисса, достигнутого между инициаторами проекта. В общем случае, критерии могут быть заданы и утверждены инициаторами проекта или предложены ими для утверждения командой проекта. В зависимости от принятых критериев на основе

may serve as the basis for formalizing output documents for content management processes [15]: charters, major project results, etc. In the end, the project alternatives proposed and hierarchically distributed by the project team are subject to agreement and approval by the governing body of the project participants.

The developed management model allows determining, approving and controlling the content of deep-water archaeological research projects at the stage of their initiation, which proves the feasibility of its application.

CONCLUSION. The current urgency of development of the models and mechanisms for managing deep-water archaeological research projects based on robotic complexes and technologies is explained by the absence of scientifically substantiated project solutions for their formation and implementation.

The array that provides new information about an artefact and allows formulating management decisions with regard to the artefact should be considered the product of the projects of archaeological underwater studies conducted with the help of robotic complexes and technologies.

The proposed process model of content management is based on the established interrelationships of the processes of identification of an artefact, formation of alternative technical solutions, and selection of alternative projects. It provides for determination, approval and control of the content of projects of deep-water archaeological studies.

оценок предварительных ресурсов проектов, возможных сроков их реализации, рисков и пр., может быть сформировано множество альтернативных проектов, которые служат основой для формализации выходных документов процессов управления содержания [15]: Уставов, основных результатов проектов и других. В конечном итоге предложенные командой проекта иерархически распределенные альтернативы проектов предоставляются на согласование и утверждение руководящему органу участников проекта.

Разработанная модель управления позволяет определять, подтверждать и контролировать содержание проектов глубоководных археологических исследований на стадии их инициации, что может служить основанием для ее использования.

ВЫВОДЫ. Актуальность разработки моделей и механизмов управления проектами глубоководных археологических исследований на основе роботизированных комплексов и технологий объясняется отсутствием в настоящее время научно обоснованных проектных решений их формирования и реализации.

Продуктом проектов археологических подводных исследований, проводимых на основе роботизированных комплексов и технологий, следует считать информационный массив, обеспечивающий получение новых знаний об артефактном объекте и позволяющей в последующем формировать управленческие решения по отношению к нему.

Предложенная процессная модель управления содержанием на основе установленных взаимосвязей процессов идентификации артефактного объекта, формирования альтернативных технических решений и выбора альтернативных проектов обеспечивает определение, подтверждение и контроль содержания проектов глубоководных археологических исследований.

Список литературы

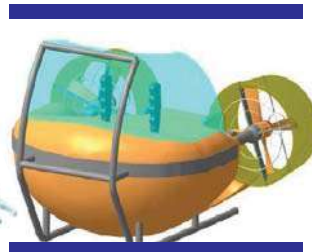
- [1] **Блінцов, В. С.** Актуальні завдання роботизації підводних археологічних досліджень [Текст] / В. С. Блінцов, С. О. Воронов // Проблеми автоматизації та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : НУК, 2010. — С. 69–70.
- [2] **Блінцов, 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.
- [3] **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.
- [4] **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) [Текст] / С. О. Воронов. — К. : Богдана, 2008. — 848 с.
- [5] **Воронов, С. О.** Исследования затонувшего византийского корабля [Текст] / С. О. Воронов // Научно-популярный археологический альманах «Мир древности» ИА НАНУ. — К. : ВАТ «Поліграфічний центр «Нова Ера», 2007.
- [6] **Воронов, С. О.** Сокровища Черного моря. Подводная археология Украины [Текст] / С. О. Воронов. — К. : Изд-во «ЧП «Медоборы-2006», 2010. — 100 с.
- [7] Назаров, В. В. Гидроархеологическая карта Черноморской акватории Украины (памятники античной и средневековой эпох) [Текст] / В. В. Назаров. — К. : Сталос, 2003. — 160 с.
- [8] **Таскаев, В. Н.** Методика проведения подводно-археологических работ [Текст] / В. Н. Таскаев. — М. : «Вопросы подводной археологии», 2010. — С. 45–95.

- [9] Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK). Пятое издание, Project Management Institute, 2013.
- [10] **Bowens, A.** (ed.). Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice, Second Edition [Text] / Nautical Archaeology Society, 2009. Blackwell, pp. 96–102

© А. В. Надточий

Статью рекомендует в печать
д-р техн. наук, проф. В. С. Блинецов

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПОДВОДНОЙ ТЕХНИКИ****ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:****Обследование дна
и затонувших объектов
привязными необита-
емыми подводными
аппаратами****Разработка и создание
необитаемых
подводных аппаратов
для гражданских
и военных целей****Разработка и создание
подводных
буксировщиков
«мокрого» типа****Подготовка
технических и научных
специалистов в области
океанотехники****СОБСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ФЛОТ:****НИС «Альфа»**

Технические характеристики судна: длина 13,6 м; ширина 3,25 м; высота надводного борта 1,05 м; осадка 1 м; водотоннажность 13,1 т; скорость 14 уз.; дальность плавания 1200 км; автономность 6 сут.; количество пассажиров – 10 чел.; экипаж – 2 чел.

**НИС «Дельта»**

Технические характеристики судна: длина 25 м; ширина 5,6 м; высота надводного борта 5,6 м; осадка 2,6 м; водотоннажность 127 т; скорость 9 уз.; автономность 6 сут.; количество пассажиров – 7 чел.; экипаж – 8 чел.

АДРЕС 54025 Украина, г. Николаев, просп. Героев Украины 9, к. 458**E-MAIL** volodymyr.blintsov@nuos.edu.ua**ТЕЛЕФОН** +38 (0512) 70-91-03nuos.edu.ua/science/