



Volodymyr S. Blintsov
Блінцов
Володимир
Степанович

УДК 005.8:65.012
Б69

SPECIAL FEATURES OF MANAGEMENT OF THE JOINT PROJECTS OF WATER ZONE CLEARING BY SUBDIVISIONS OF THE STATE EMERGENCY SERVICE OF UKRAINE AND ORGANIZATIONS DEVELOPING MARINE ROBOTIC VEHICLES

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ СПІЛЬНИМИ ПРОЕКТАМИ ОЧИЩЕННЯ АКВАТОРІЙ ПІДРОЗДІЛАМИ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ УКРАЇНИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯМИ-РОЗРОБНИКАМИ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

DOI 10.15589/SMI20170120

Volodymyr S. Blintsov

В. С. Блінцов, д-р. техн. наук, проф. 1
volodymyr.blintsov@nuos.edu.ua
ORC ID: 0000-0002-3912-2174

Maksym H. Hrytsaienko

М. Г. Грицаєнко, полковник с. ц. з. 2
post@firedept.mk.ua
ORC ID: 0000-0002-4436-9382



Maksym H. Hrytsaienko
Грицаєнко
Максим
Георгійович

¹*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv*

²*The State Emergency Service of Ukraine of Mykolaiv Region*

¹*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

²*ГУ ДСНС України у Миколаївській області*

Abstract. The expediency of the works on clearing water zones from underwater potentially dangerous objects with the use of underwater robotic vehicles has been demonstrated. The generalized model of the joint project formation is devised for the subdivision of the State Emergency Service of Ukraine and the organization developing marine robotic vehicles. The suggested model can serve as a theoretical basis for the organization of such works in a temporary lack of the marine robotic vehicles of serial production.

Keywords: marine robotics; water zone clearing; underwater potentially dangerous object; process model.

Анотація. Показано доцільність виконання робіт з очищення акваторій від підводних потенційно небезпечних об'єктів за допомогою підводних апаратів-роботів. Розроблено узагальнену модель формування спільного проекту для підрозділу Державної служби з надзвичайних ситуацій України та організації-розробника засобів морської робототехніки. Запропонована модель може слугувати теоретичною основою для організації таких робіт в умовах тимчасової відсутності коштів морської робототехніки серійного виробництва.

Ключові слова: морська робототехніка; очищення акваторії; підводний потенційно небезпечний предмет; процесна модель.

Аннотация. Показана целесообразность выполнения работ по очистке акваторий от подводных потенциально опасных объектов с помощью подводных аппаратов-роботов. Разработана обобщенная модель формирования совместного проекта для подразделения Государственной службы по чрезвычайным ситуациям Украины и организации-разработчика средств морской робототехники. Предложенная модель может служить теоретической основой для организации таких работ в условиях временного отсутствия средств морской робототехники серийного производства.

Ключевые слова: морская робототехника; очистка акватории; подводный потенциально опасный предмет; процессная модель.

References

- [1] Blintsov V. S., Hrytsaienko M. H. *Aktualni zadachi upravlinnia proektamy ochyshchenia akvatorii vid vybukhonebezpechnykh ob'ektiv* [Current tasks of project management for water area clearing from explosive objects]. *Innovatsii v sudnobuduvanni ta okeanotekhnitsi: Materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii* [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Innovations in Shipbuilding and Ocean Engineering"]. Mykolaiv, NUK Publ., 2013, pp. 504–506.

- [2] Blintsov V. S., Hrytsaienko M. H. *Osoblyvosti orhanizatsii ta provedennia pidvodno-tekhnichnykh robit pidroz-dilamy MNS Ukrainy ta naukovymy ustanovamy-rozrobnykamy pidvodnykh aparativ* [Special features of the organization and performance of underwater engineering works by the subdivisions of the Ministry of Emergencies of Ukraine and scientific institutions developing of underwater vehicles]. *Pidvodna tekhnika i tekhnolohiia: Materialy vseukrain-skoï naukovo-tekhnichnoi konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu* [Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Technical Conference with International Participation “Underwater Engineering and Technology”]. Mykolaiv, NUK Publ., 2011, pp. 147–151.
- [3] Blintsov V. S., Hrytsaienko M. H. *Telekerovani pidvodni aparaty na sluzhbi morehospodarskoï diialnosti Myko-laiivshchyny* [Remotely operated underwater vehicles servicing maritime economic activities in the Mykolaiv region]. *Sudnobuduvannia i morska infrastruktura* [Shipbuilding and Marine Infrastructure]. 2014, no 1, pp. 28–33.
- [4] *Zakon Ukrainy «Pro Zahalnodержavnu tsilovu prohramu zakhystu naseleння i terytorii vid nadzvychainnykh sytuatsii tekhnohennoho ta pryrodnoho kharakteru na 2013–2017 roky»* [The Law of Ukraine “On the National Program of Protection of Population and Territories against Man-made and Natural Emergencies for 2013–2017”]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 2013, no. 19–20, 173 p.
- [5] Illarionov G. Yu., Sidenko K. S., Sidorenkov V. V. *Podvodnye roboty v minnoy voyne: Monografiya* [Underwater robots in mine warfare: monograph]. Kaliningrad, OAO «Yantarnyy skaz» Publ., 2008. 116 p.
- [6] Siciliano B., Khatib O. *Handbook of Robotics*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2016. 2197 p.
- [7] Hallond Ch. *Combat Robot Weapons*. TAB Books Inc., 2003. 207 p.
- [8] Murphy R. R. *Disaster Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series)*. The MIT Press, Cambridge, 2014. 240 p.

Problem statement. The principal tasks of the State Emergency Service of Ukraine (SESU) include detection and neutralization of sunken explosive objects that endanger sea navigation and human life. The large number of weapons and ammunition which sank in the territorial waters of Ukraine during the World War II and their frequent washing ashore and onto shallow water highlight the relevancy of operations aimed at urgent inspection of the bottom of sea and inland waterways and water areas where the maritime economic activities are conducted.

Despite the fact that diver inspections is the most reliable option for underwater works in shallow waters, they are hardly productive and considerably dependent on hydrometeorological conditions, which suggests engagement of marine robotic vehicles (MRV) in such inspections and introduction of robotic underwater technologies for the search and inspection of underwater potentially hazardous objects (UPHO). Equally important is the task of introducing unmanned technologies of lifting and neutralizing detected explosive objects.

The past experience of the Main Department of the SESU in the Mykolaiv region as for involving the Admiral Makarov National University of Shipbuilding (NUOS), a Ukrainian developer of remotely operated underwater vehicles, in performing the above underwater operations proves the possibility and feasibility of such cooperation [2].

Latest research and publications analysis. Introduction of MRV is a great way to increase productivity and reduce the risks for SESU employees when they are working in the marine or river environment. The large amount of work on water area clearing from UPHOs include the issues of equipping appropriate SESU units with MRV and stimulating the efforts of their immediate

Постановка проблеми. До головних завдань Державної служби з надзвичайних ситуацій України (ДСНС) належить виявлення та нейтралізація затонувлих вибухонебезпечних предметів, що становлять загрозу судноплавству і життю людей. Велика кількість зброї та боєприпасів, затоплених у територіальних водах України на протязі Великої Вітчизняної війни, та часті випадки їх вимивання на мілководдя і берегову лінію роблять актуальною задачу проведення операцій з термінового обстеження донної поверхні морських та внутрішніх водних транспортних шляхів та акваторій, де ведеться морегосподарська діяльність.

Незважаючи на те, що водолазні обстеження є найбільш достовірними при виконанні підводних робіт на мілководді, їх низька продуктивність та суттєва залежність від гідрометеоумов стимулює залучення до обстежень засобів морської робототехніки (ЗМР) та впровадження роботизованих підводних технологій пошуку та обстеження підводних потенційно небезпечних об'єктів (ППНО). Не менш актуальною є задача впровадження безлюдних технологій підйому та нейтралізації виявлених вибухонебезпечних предметів.

Досвід Головного Управління ДСНС України в Миколаївській області по залученню вітчизняного розробника ТПА — Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова (НУК) — до виконання вказаних підводних робіт свідчить про можливість та доцільність такої співпраці [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Впровадження засобів морської робототехніки (ЗМР) є магістральним напрямком підвищення продуктивності та зниження ризиків для співробітників ДСНС України при виконанні ними своєї професійної діяльності на акваторіях морів і річок. Великі обсяги робіт по очищенню акваторій від ППНО ставлять на

implementation to the agenda [4]. Available Ukrainian and foreign publications on the use of MRV against the threats arising in water areas with UPHOs present only the general information and provide for the application of specially designed MRV [5-8]. Preliminary results of the joint expeditions of the SESU and NUOS are described in papers [1, 3].

However, the task of joint organization of robotic clearing of water areas from UPHOs performed by the structural units of the SESU and the organizations developing MRV has not been considered in scientific publications from the viewpoint of project management so far.

THE ARTICLE AIM is to develop a generalized model for the management of a joint project for water area clearing from UPHOs performed by the SESU units and the MRV-developing organizations. It would serve as a theoretical basis for the practical organization of such operations under a temporary lack of specialized MRV.

Basic material. Since one should promptly respond to the threats posed by the detected UPHOs, and the labor intensity of robotization of their disposal is rather high, it appears promising to carry out the most urgent and dangerous operations on the elimination of UPHOs in collaboration with the organizations developing the MRV of a related purpose. Such works are to be performed in accordance with the Code of Civil Protection of Ukraine. The feasibility of organizing such water area clearing projects when specialized units of the SESU are in a temporary short supply of the MRV of serial production is proved by the following facts:

- it saves time for detection, inspection and disposal of UPHOs in the most dangerous areas; cleared water areas can then be submitted for use to local communities, without waiting for specialized MRV and new organizational structures;

- it provides preliminary testing of robotic technologies for the search and disposal of UPHOs and substantiated formulation of the requirements for the tactical and technical characteristics of specialized MRV to be developed for such operations in the future;

- it allows clarifying the requirements for the new organizational structures to be established for the development and implementation of new MRV samples.

Over 2010–2014, the Main Department of the SESU and the NUOS successfully conducted a number of joint marine and river operations, which provides an opportunity to summarize the experience and of managing such projects and formulate their special features for further improvement. Typically, they were performed in the water areas previously explored by the subdivisions of the SESU MD and included aftersearch for UPHOs and their neutralization.

From the viewpoint of project management, the task of water area clearing from UPHOs is an innovative project

порядок денний питання оснащення відповідних підрозділів ДСНС засобами морської робототехніки та стимулюють зусилля щодо негайного їх впровадження у практику [4]. Відомі вітчизняні і зарубіжні публікації щодо застосування ЗМР у боротьбі з загрозами, які виникають на акваторіях з ППНО, подають матеріал узагальнено і передбачають використання спеціально спроектованих ЗМР [5–8]. Деякі попередні результати спільної експедиційної діяльності ДСНС і НУК описано у [1, 3].

Проте, з позицій управління проектами завдання спільної організації робіт з роботизованого очищення акваторій від ППНО структурними підрозділами ДСНС та організацій-розробників ЗМР у науковій літературі не розглядалось.

МЕТА СТАТТІ — розробка узагальненої моделі управління спільним проектом очищення акваторій від підводних потенційно небезпечних об'єктів підрозділом ДСНС України та організацією-розробником ЗМР як теоретичної основи для практичної організації таких робіт в умовах тимчасової відсутності спеціалізованих ЗМР.

Виклад основного матеріалу. Зважаючи на необхідність негайного реагування на загрози, які породжуються виявленими ППНО, та на велику трудомісткість робіт з роботизації їх знищення, перспективним є проведення найбільш невідкладних та небезпечних робіт по знешкодженню ППНО з залученням організацій-розробників ПАР близьких за призначеннями типів. Такі роботи мають виконуватись згідно «Кодексу цивільного захисту України». Доцільність організації таких проектів очищення акваторій в умовах тимчасової відсутності у спеціалізованих підрозділах ДСНС засобів морської робототехніки серійного виробництва полягає у наступному:

- виграш часу на виявлення, обстеження і знешкодження ППНО на найбільш небезпечних акваторіях; це забезпечує передачу очищених акваторій в експлуатацію місцевим громадам, не чекаючи появи спеціалізованих ЗМР та нових організаційних структур;

- попереднє відпрацювання роботизованих технологій пошуку та знешкодження ППНО та обґрунтоване формулювання вимог до тактико-технічних характеристик спеціалізованих ЗМР, які треба створювати у майбутньому для виконання таких робіт;

- уточнення вимог до нових організаційних структур, які необхідно започатковувати для створення та впровадження у практичну діяльність нових зразків ЗМР.

Низка спільних морських та річкових операцій, успішно проведених ГУ ДСНС та НУК на протязі 2010–2014 рр. дають змогу узагальнити досвід та сформулювати особливості управління такими проектами для подальшого її вдосконалення. Зазвичай, такі операції виконувались на акваторіях, попередньо розвіданих підрозділами ГУ ДСНС і включали допошук ППНО та їх нейтралізацію.

that is not intended for profit. Its organization includes the common phases of initialization, development, execution and closure of the project. The specificity of the projects under study resides in the fact that they are initialized by state authorities (regional administration, state anti-terrorist centers, etc.) if any UPHOs are detected in the water areas under their jurisdiction. The main document of this phase is the authority's policy statement (decree, order, etc.), which sets up the task of clearing a particular water area from UPHOs for the SESU MD and specifies the collaborating organizations that undertake the project's implementation starting from its development.

The phase of development of the joint project on robotic clearing of a water area from UPHOs includes creation of a joint group of project managers, their developing of its concept and schedule, project risk analysis, etc.

This phase suggests a detailed elaboration of all organizational, technical and legal components of the project and preparation for its implementation. In particular, the project managers analyze the existing MRV, its staffing and technological support, and devise a plan for the joint works on deployment of the technical means of neutralization of the detected UPHOs, which may involve their on-site disposal, conservation on the seafloor, or lifting to the surface for the purpose of transportation and neutralization on land. Furthermore, measures are being developed to notify the local community about the upcoming operations.

Development of the joint project comprises the following procedures:

- obtaining permits for the planned operations (issued by the state authority controlling the water area, the State Border Guard Service, the Department of Underwater Cultural Heritage of the National Academy of Sciences of Ukraine, etc.), developing plans for the interaction with supervisory and regulatory authorities (the police, the Security Service of Ukraine, the environmental inspection, etc.), formulating the main task (aim) of the water area clearing project and the constraints on the project resources;

- devising a list of problems to be solved in order to achieve the aim of the project, assigning them to the project's partner organizations;

- forming a list of input and output documents, including sea maps with marked water areas to be cleared and underwater targets to be aftersought;

- devising a plan for the preparation of technical means (including MRV) and operational materials to be involved in the project operations;

- devising plans for informational and methodological support of the authorities and population of the adjacent territories;

- developing a schedule for the implementation of joint works and reporting to the SESU on the project's readiness.

З позицій управління проектами завдання очищення акваторій від ППНО є інноваційним проектом, який не розрахований на отримання прибутку, а його організація має відомі фази ініціалізації, розроблення, виконання та закриття проекту. Специфікою досліджуваних проектів є те, що фаза ініціалізації проекту реалізується органами державної влади (обласною державною адміністрацією, державними антитерористичними центрами тощо) у разі виявлення ППНО на підконтрольних акваторіях. Основним документом цієї фази є директивний документ органу влади (постанова, розпорядження тощо), у якому перед ГУ ДСНС поставлено завдання на очищення конкретної акваторії від ППНО та визначено організації-співвиконавці, які приступають до його виконання, починаючи з фази розробки проекту.

Фаза розробки спільного проекту роботизованого очищення акваторій від ППНО містить роботи зі створення об'єднаної групи менеджерів проекту, розробки ними концепції та календарних планів робіт, аналізу ризиків проекту тощо.

Тут передбачається детальна розробка всіх організаційних, технічних та правових складових проекту і підготовка до його реалізації. Зокрема, аналізуються наявні ЗМР та їх кадрове й технологічне забезпечення, розробляється план спільних робіт з розгортання технічних засобів для нейтралізації знайдених ППНО з застосуванням технологій знищення на місці, консервації на морському дні чи підйому на поверхню з метою транспортування й нейтралізації на суші, розробляються заходи щодо оповіщення населення про заплановані роботи тощо.

Значена фаза містить наступні основні складові робіт:

- отримання дозвільних документів на проведення запланованих робіт (рішення державного органу за підпорядкуванням акваторії, Державної прикордонної служби, Департаменту підводної культурної спадщини НАН України та ін.), розробка планів взаємодії з наглядовими та контролюючими органами влади (поліція, СБУ України, екологічно інспекція та ін.), формулювання основного завдання (мети) проекту очищення акваторії та рамкових обмежень по ресурсах проекту;

- розробку переліку задач, які необхідно розв'язати для досягнення мети проекту, та їх розподіл між організаціями-партнерами проекту;

- формування переліку вхідних та вихідних документів, у тому числі — морських карт району робіт з позначеними акваторіями роботи та нанесеними підводними цілями для допощуку;

- розробку плану підготовки технічних засобів (у т.ч. ЗМР) та експлуатаційних матеріалів, які необхідно залучити для виконання робіт по проекту;

- розробку планів інформаційно-методичного забезпечення органів влади та населення прилягаючих територій;

- розробку плану-графіку виконання спільних робіт та доповідь в ДСНС України про готовність робіт за проектом.

The above procedures are to be performed by the group of project managers K_{PJW} ; each of them should be provided with a responsibility assignment matrix m_K . The group's work must result in the project's concept N_{JP} , documentation D_{JP} , and schedule G_{JP} , the latter being jointly developed and approved by the parties.

Thus, the product of the phase of development and coordination of the project of joint works is the following set of documents:

$$C_{PJW} = \{K_{PJW}; m_K; N_{JP}; D_{JP}; G_{JP}\}. \quad (1)$$

The phase of realization (implementation) of the project of water area clearing from UPHOs implies conducting of all the activities planned during the previous phase of the project's life cycle (LC). It includes underwater aftersearch, identification and documentation of UPHOs and their neutralization (disposal) with the use of robotic underwater technologies.

The special feature of this phase is the need for preliminary organization and management of training for the joint project team, since it comprises representatives of two organizations of different professional orientation and ministerial subordination.

It is proposed to carry out the activities of this phase in the following sequence:

- management of the organizational (U_{EJW}) and technical (U_{FJW}) preparation of the joint works on application of MRV;
- management of the project team formation E_{JW} (organization of a joint expeditionary unit including both the SESU MD and the MRV-developing organization);
- management of the development of training programs on the robotic inspection, documentation and disposal of detected UPHOs (PJW);
- management of the project team training (T_{JW}) by performing joint training operations with the use of MRV in the experimental tank and/or the sea or river range of the SESU MD;
- management of the joint project team training (W_{JW}) on compilation of effective reports on water area clearing with specific works being assigned to partner organizations;
- management of identification (I_{JW}), documentation (D_{JW}) and neutralization (N_{JW}) of UPHOs.

The phase of control over implementation of the joint project for water area clearing from UPHOs implies strict control over the organization of offshore and onland conventional and robotic technologies, both over the processes of UPHO neutralization themselves (Z_{JW}) and over completeness of their implementation (Q_{JW} , water area clearing quality control).

The phase of completion of the joint project suggests concluding the project and evaluating its effectiveness, which basically means compilation of the documents on the works done. Their list should include the following:

Наведений перелік робіт повинна виконувати група менеджерів проекту K_{PJW} , для якої необхідно розробити матрицю m_K відповідальності її членів. Обов'язковими результатами роботи команди менеджерів має бути концепція проекту N_{JP} , документація проекту D_{JP} та спільно розроблений та затверджений сторонами план-графік виконання спільних робіт G_{JP} .

Таким чином, продуктом фази розробки та узгодження проекту спільних робіт має бути множина документів:

$$C_{PJW} = \{K_{PJW}; m_K; N_{JP}; D_{JP}; G_{JP}\}. \quad (1)$$

Фаза реалізації (виконання) проекту очищення акваторій від ППНО передбачає реалізацію всіх запланованих на попередній фазі життєвого циклу (ЖЦ) заходів по проекту. Тут виконується підводний допшук, ідентифікація й документування ППНО та їх нейтралізація з застосуванням роботизованих підводних технологій.

Особливістю цієї фази ЖЦ проекту очищення акваторій є необхідність попередньої організації та управління тренувальними заходами для спільної команди проекту, оскільки вона сформована з представників двох організацій різного професійного спрямування і міністерської підпорядкованості.

Зміст цієї фази проекту пропонується реалізувати у наступній послідовності:

- управління організаційною U_{EJW} та технічною U_{FJW} підготовкою спільних робіт по застосуванню ЗМР;
- управління завданнями E_{JW} формування команди проекту (організації спільного експедиційного загону ГУ ДСНС та організації-розробника ЗМР);
- управління завданнями розробки програм тренінгів P_{JW} для процесів роботизованого обстеження, документування та знешкодження виявлених ППНО;
- управління процесом навчання команди проекту T_{JW} шляхом виконання спільних тренувальних операцій з використанням ЗМР у дослідному басейні та/або на морському чи річковому полігоні ГУ ДСНС;
- управління завданнями W_{JW} тренінгу зведеної команди проекту для складання якісної звітної документації про очищення акваторії з розподілом конкретних робіт між виконавцями організацій-партнерів;
- управління процесами обстеження I_{JW} , документування D_{JW} та знешкодження N_{JW} ППНО;

Фаза контролю за виконанням спільного проекту очищення акваторій від ППНО передбачає жорсткий контроль за організацією морських та сухопутних традиційних та роботизованих технологій; тут контролюються як власне процеси знешкодження ППНО Z_{JW} , так і повнота їх виконання Q_{JW} (контроль якості очищення акваторій).

Фаза завершення спільного проекту очищення акваторій від ППНО передбачає підведення підсумків проекту та оцінювання його ефективності. Осно-

documents DSESU MD on putting the cleared water area to its intended operation; documents DMRV CO analyzing the effectiveness of the MRV developed by the collaborating organization and used within the project and making proposals as for the improvement of their specifications and application technologies.

Therefore, a generalized model for the management of the joint project on water area clearing CJP performed by a subdivision of the SESU in cooperation with the MRV-developing organization may be presented as part of the following models of managed processes:

$$C_{JP} = \{C_{PJW}, C_{TJW}, C_{SJW}, C_{OJW}, C_{CJW}, C_{WJW}\}, \quad (2)$$

where C_{PJW} is the model for managing the development and coordination of the joint works project;

C_{TJW} is the model for managing the organizational and technical preparation of the joint works, which describes the measures on creation of temporary organizational structures performing the joint works, development of robotic technologies for their implementation on the basis of the MRV manufactured by the developer organization, staff training and development of training activities for improving the interaction of (sea expedition) project participants, etc.;

C_{SJW} is the model for managing the project's joint team training aimed at refining safe and effective robotic technologies for the aftersearch, inspection, documentation and disposal of UPHOs;

C_{OJW} is the model for managing the organization of joint works on water area clearing from UPHOs which describes the interaction of project participants in standard and extraordinary situations that arise during the marine expedition;

C_{CJW} is the model for controlling implementation of the joint project;

C_{WJW} is the model for managing preparation of the reports on the works done which formalizes the distribution of responsibilities among project participants as for the preparation of text, photo, video and hydroacoustic evidence provided with appropriate geographical and metrological data.

Therefore, Fig. 1 shows the generalized model for the formation of the joint project on water area clearing by subdivisions of the SESU and the MLR-developing organization.

Let us consider the content and special features of modeling of each of the managed processes.

Organizational preparation of the works (submodel U_{EJW} of the management model C_{TJW}) proceeds as follows:

- identification of authorities, forces and equipment to be involved in the joint underwater technical works, as well as third parties (if necessary);
- identification and marking of operational zones in the water areas where it is planned to carry out the

вий зміст цієї фази — оформлення документів по виконаній роботі, перелік яких має містити: документи про передачу очищеної акваторії до експлуатації за її призначенням $D_{ГУ ДСНС}$; документи щодо аналізу ефективності залучення до виконання проекту ЗМР організації-співвиконавця і пропозиції щодо удосконалення їх технічних характеристик та технологій застосування $D_{ОР ЗМР}$.

Виходячи з такого представлення робіт узагальнена модель управління спільним проектом C_{JP} очищення акваторій підрозділом ДСНС України у співпраці з організацією-розробником ЗМР може бути представлена у складі наступних моделей керованих процесів:

$$C_{JP} = \{C_{PJW}, C_{TJW}, C_{SJW}, C_{OJW}, C_{CJW}, C_{WJW}\}, \quad (2)$$

де C_{PJW} — модель управління процесом розробки та узгодження проекту спільних робіт; C_{TJW} — модель управління організаційно-технічною підготовкою спільних робіт, яка описує заходи зі створення тимчасових організаційних структур для виконання спільних робіт, розробки роботизованих технологій їх виконання на базі ЗМР виробництва організації-розробника, підготовки кадрів та розробки тренувальних заходів для відпрацювання взаємодії учасників проекту (морської експедиції) тощо; C_{SJW} — модель управління процесом навчання об'єднаної команди проекту, яке проводиться з метою відпрацювання безпечних для людей та ефективних за продуктивністю роботизованих технологій допощуку, обстеження, документування та знешкодження ППНО; C_{OJW} — модель управління організацією спільного виконання роботи по очищенню акваторій від ППНО, яка описує взаємодію учасників проекту у планових та нестандартних ситуаціях, що виникають в умовах морської експедиції; C_{CJW} — модель управління процесами контролю за виконанням спільного проекту; C_{WJW} — модель управління процесом оформлення звітних документів по виконаній роботі, яка формалізує розподіл відповідальності між учасниками проекту щодо підготовки текстових, фото-, відео- та гідроакустичних матеріалів, їх геоінформаційному та метрологічному забезпеченню.

Узагальнена модель формування спільного проекту очищення акваторії підрозділами ГУ ДСНС України та організації-розробника ЗМР показана на рис. 1.

Розглянемо зміст та особливості моделювання кожного із зазначених керованих процесів.

Організаційна підготовка роботи (підмодель U_{EJW} моделі управління C_{TJW}) полягає у наступному:

- визначення органів управління, сил та засобів, які необхідно залучити до виконання спільних підводно-технічних робіт, а також третіх організацій (за необхідністю);
- визначення та очеплення робочих зон на акваторіях, де планується виконання підводно-технічних робіт та забезпечення робочого режиму їх використання;

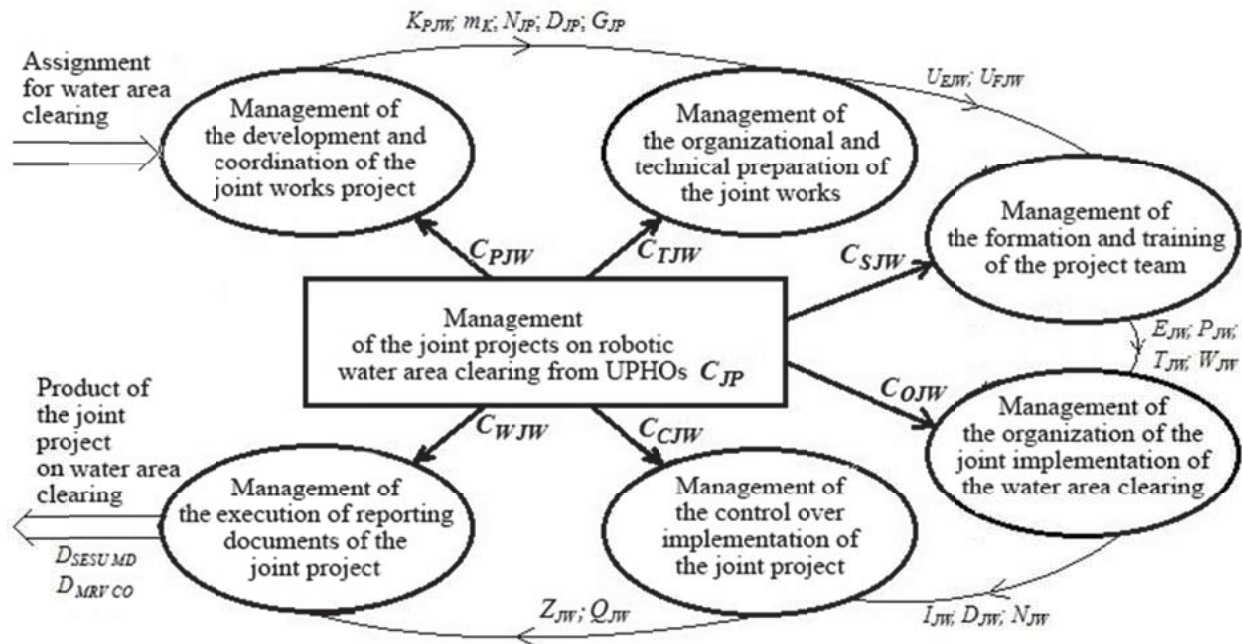


Fig. 1. Generalized model for the formation of the joint project on water area clearing by subdivisions of the SESU and the MLR-developing organization

Рис.1. Узагальнена модель формування спільного проекту очищення акваторії підрозділами ГУ ДСНС України та організації-розробника ЗМР

underwater technical works, as well as maintenance of operational conditions;

- formation of joint expeditionary groups, in particular, MRV crews, demining and special diving groups;
- selection of appropriate water crafts, including MRV carriers and additional small-scale vessels for the operational movement of the divers across the water area.

Fig. 2 demonstrates the typical technical means of joint marine expeditions of the Main Department of the SESU in the Mykolaiv region and the NUOS over 2010–2011.

Technical preparation of the works (submodel UFJW of the management model CTJW) proceeds as follows:

- development and maintenance of safe technologies for the joint works which exclude the threat to the life or health of the project participants;
- selection and training of the MRV crews according to the list of developed safe technologies;
- preparation of water crafts to operate in the expedition mode;
- preparation of MRV and diving equipment for use from designated vehicles and water crafts;
- provision of the expedition with auxiliary equipment and other material supplies (means of mobile hydroacoustics and GPS navigation, cellular and other means of communication);
- development of a plan of the training activities for refining the interaction of project (marine expedition) participants.

Thus, the product of the project manager group’s work K_{PJW} on managing the process of organizational and

- створення зведених експедиційних груп — екіпажів ЗМР, груп підривних та спеціальних водолазних робіт;
- вибір плавзасобів для виконання морських робіт — судна-носія для ЗМР та додаткових малорозмірних суден для оперативного переміщення водолазів на акваторії.

На рис. 2 показано типові технічні засоби, які використовувались у спільних морських експедиціях Головного управління ДСНС України в Миколаївській області та НУК у 2010–2011 р.р.

Технічна підготовка роботи (підмодель U_{FJW} моделі управління C_{TJW}) полягає у наступному:

- розробка і забезпечення безпечних технологій виконання спільних робіт, які виключають загрозу життю чи здоров’ю учасників роботи;
- підбір та навчання екіпажів ЗМР за переліком розроблених безпечних технологій;
- підготовка плавзасобів до роботи в експедиційному режимі;
- підготовка ЗМР та водолазного спорядження до застосування з визначених суден-носіїв та інших плавзасобів;
- комплектування експедиції допоміжним приладовим та матеріально-технічним забезпеченням (засобами мобільної гідроакустики та GPS-навігації, стільникового зв’язку та іншими засобами комунікацій);
- розробки плану тренувальних заходів для відпрацювання взаємодії учасників проекту (морської експедиції).

Таким чином, продуктом роботи групи менеджерів проекту K_{PJW} по управлінню процесом

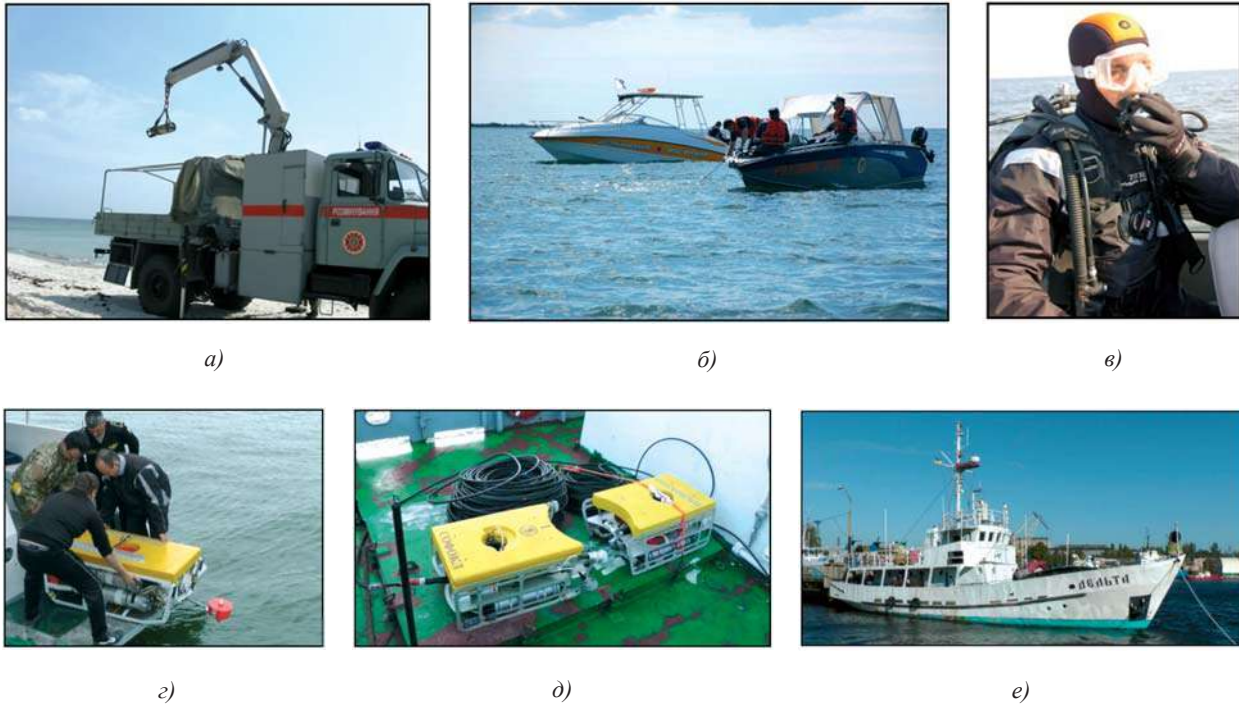


Fig. 2. Technical means of joint marine operations on water area clearing from UPHOs. The means of the SESU MD in the Mykolaiv region.

Рис. 2. Технічні засоби спільних морських операцій по очищенню акваторій від ППНО. Технічні засоби ГУ ДСНС України в Миколаївській області:

a–a) demining vehicle with a manipulator — автомобиль розмінування з манипулятором; b–б) boats serving as carriers of diver groups — катери як носії водолазних груп; c–в) diving equipment — водолазне спорядження.

The means of the NUOS — Технічні засоби Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова: d–з), e–д) manned underwater vehicles “Inspector” and “Hydrograph” with a manipulator, respectively — відповідно, ППА проєктів «Інспектор» та «Гідрограф» з манипулятором; f–e) motor yacht “Delta” as an MRV carrier — моторна яхта «Дельта» як судноносії ЗМР

technical preparation of the joint works is to comprise the following set of documents on the organizational and technical preparation of the works:

$$C_{TJW} = \{U_{EJW}; U_{FJW}\}. \quad (3)$$

The process of the project team training (the management model $C_{S/W}$) is aimed at practising operation of safe and high-productive technologies using MRV for aftersearch, inspection, documentation, and disposal of UPHOs. Management of this process should include planning and realization of virtually all the tasks of MRV implementation.

When planning the content of such tasks, it is necessary to make provisions for the development of a number of methods for robotic performance of the joint works with the allocation of responsibilities among partner organizations.

The result of the preparatory works carried out by the project manager group $K_{P/JW}$ is a set of guidance documents regulating the management of the following key processes of the project team training:

TJW, management of the development of training robotic technologies for disposal (neutralization) of UPHOs, which should involve joint operations of partner organizations with the use of resources of both parties;

організаційно-технічної підготовки спільних робіт має бути множина документів з організаційної та технічної підготовки робіт:

$$C_{TJW} = \{U_{EJW}; U_{FJW}\}. \quad (3)$$

Процес навчання команди проєкту (модель управління $C_{S/W}$) має на меті відпрацювання безпечних та високопродуктивних технологій використання ЗМР в завданнях допошуку, обстеження, документування та знешкодження ППНО. Управління цим процесом має включати планування та реалізацію практично всіх завдань застосування ЗМР.

При плануванні змістовної частини таких завдань необхідно передбачити розробку низки методик роботизованого виконання спільних робіт з розподілом відповідальності між організаціями-партнерами.

Результатом такої підготовчої роботи групи менеджерів проєкту $K_{P/JW}$ має бути пакет керівних документів, що регулюють управління наступними основними процесами навчання команд проєкту:

T_{JW} — управління завданнями розробки тренувальних роботизованих технологій знешкодження (нейтралізації) ППНО; вказані навчальні технології мають включати спільні операції організацій-партнерів з залученням ресурсів обох сторін;

P_{JW} , management of the development of training programs on neutralization of various types of UPHOs, which are to include common techniques of MRV application;

E_{JW} , management of the organization a joint expeditionary unit of the SESU and NUOS with the appropriate marine vehicles provided by partner organizations, as well as management of the organization of its effective operation;

W_{JW} , management of the joint project team training on compilation of effective reports considering water area clearing with the assignment of specific tasks to partner organizations.

Thus, the product of management of the project team training is the following set of documents:

$$C_{SJW} = \{T_{JW}; P_{JW}; E_{JW}; W_{JW}\}, \quad (4)$$

The managed performance of the joint works (the management model C_{OJW}) may consist of several components:

- searching for sunken objects with the help of hydroacoustic, magnetometric and optical means;
- drawing a digital map of the operational zone and marking the detected objects on it;
- inspecting the detected objects with the help of MRV under the control and with the participation of the specialists of the SESU who ensure their safety;
- lifting the detected objects to the surface or accompanying the diver lift with a photo or video documenting of the process and its results.

Management of the joint works on water area clearing from UPHOs can be performed according to the dependence (5), which takes into account the peculiarities of application of robotic marine technologies.

Thereat, the product of management of the process of joint implementation of the works on water area clearing from UPHOs is a set of documents regulating the management of the following basic elements:

$$C_{OJW} = \{I_{JW}; D_{JW}; N_{JW}\}, \quad (5)$$

where I_{JW} is management of the joint operations on aftersearch of UPHOs with the help of the technical means of the SESU and the MRV of the NUOS;

D_{JW} is management of the joint operations on inspection and documentation of the aftersearch results with the SESU specialists monitoring safety of the MRV application technologies;

N_{JW} is management of the joint operations on neutralization of UPHOs with the allocation of responsibilities to partner organizations for the effective and safe MRV application.

The latter is the most important element of the project, since it poses the highest risks to the lives of the operation participants. Therefore, the problem of

P_{JW} — управління завданнями розробки програм тренінгів для процесів знешкодження різних типів ППНО, які б включали типові методики застосування ЗМР;

E_{JW} — управління завданнями організації спільного експедиційного загону ГУ ДСНС та НУК з відповідними засобами морської техніки організацій-партнерів та управління завданнями організації його ефективного застосування;

W_{JW} — управління завданнями тренінгу зведеної команди проекту для складання якісної звітної документації про очищення акваторії з розподілом конкретних робіт між виконавцями організацій-партнерів.

Таким чином, продуктом процесу управління навчанням команди проекту має бути множина документів:

$$C_{SJW} = \{T_{JW}; P_{JW}; E_{JW}; W_{JW}\}. \quad (4)$$

Керований процес спільного виконання роботи (модель управління C_{OJW}) може складатись з декількох складових:

- пошук затонулих об'єктів гідроакустичними, магнітометричними та оптичними засобами;
- складання цифрової карти району робіт з нанесенням на неї виявлених об'єктів;
- обстеження виявлених об'єктів за допомогою ЗМР під контролем і за участю фахівців ГУ ДСНС, які забезпечують їх безпеку;
- підйом виявлених об'єктів на поверхню або супровід цієї роботи у водолазному варіанті з фото- чи відеодокументуванням процесу і результатів роботи.

Управління процесом спільного виконання роботи по очищенню акваторій від ППНО може виконуватись згідно залежності (5.3), яка враховує особливості застосування роботизованих морських технологій.

При цьому, продуктом управління процесом спільного виконання роботи по очищенню акваторій від ППНО має бути множина документів, що регулюють управління наступними основними його складовими:

$$C_{OJW} = \{I_{JW}; D_{JW}; N_{JW}\}, \quad (5)$$

де I_{JW} — управління спільними діями по допошуку ППНО з використанням технічних засобів ГУ ДСНС та засобів морської робототехніки НУК; D_{JW} — управління спільними діями по обстеженню й документуванню результатів допошуку ППНО з контролем за безпечними технологіями застосування ЗМР з боку фахівців ГУ ДСНС; N_{JW} — управління спільними діями з нейтралізації ППНО з розподілом відповідальності між організаціями-партнерами за ефективне та безпечне застосування ЗМР.

При цьому, управління спільними діями з нейтралізації ППНО N_{JW} є найбільш відповідальною складовою проекту, оскільки містить максимальні ризики для життя учасників морської операції. Тому завдання підйому затоплених і затонулих ППНО комплексно вирішується послідовним виконанням наступних основних стадій:

lifting the flooded and sunken UPHOs is solved through successive implementation of the following integral steps:

- analysis of the UPHO inspection data and substantiation of the technology for its neutralization;
- preparation of technical means and technological equipment for UPHO neutralization;
- delivery and deployment of the technical means (including MRV) to the operational zone;
- preparation of the UPHO for lifting and its stopping;
- creation of the lifting efforts and lifting of the UPHO to the surface;
- transportation of the UPHO with the help of special means (water and land routes) to the disposal site;
- disposal of the UPHO through blasting or reburial in a designated seafloor area or destruction on an overland range.

Execution of the reporting documents on the work performed (the management model C_{WJW}) suggests that the parties produce paper and electronic documents on the progress and results of the operation. An essential part of these documents is the videos of underwater objects and photographic plates. The latter are obtained by fitting the seafloor photographs made through continuous photographing along the MRV route at a constant elevation above the ground. The documents should be provided with a reliable geographic reference, which imposes additional requirements for the underwater robotic technologies.

Management of the execution of the reporting documents must be performed with consideration to the current requirements of the SESU and peculiarities of the use of robotic marine technologies.

Thus, the product of management of the execution of the reporting documents is a set of text, photo, video and hydroacoustic evidence provided with appropriate geographical and metrological data:

$$C_{WJW} = \{D_{SESU MD}; D_{NUOS}\}, \quad (6)$$

where $D_{SESU MD}$ is the resulting documentation on water area clearing performed by the SESU MD, with its legal status having to comply with the requirements of the current legislation of Ukraine and serving as a basis for putting the cleared water areas to their intended use; D_{NUOS} is the additional documentation resulting from application of the MRV provided by the NUOS.

Equations (1–6) constitute the generalized model of management of the joint project C_{JP} on water area clearing performed by a subdivision of the SESU with the involvement of the domestic MRV-developing organization.

CONCLUSIONS. 1. There has been developed a generalized model for the formation of a joint project on robotic water area clearing from UPHOs carried out by a subdivision of the SESU and an organization developing marine robotic vehicles. It contains submodels for the formation and training of the project team, joint implementation and completion of the project.

- аналіз даних обстеження ППНО та обґрунтування технології його нейтралізації;
- підготовка технічних засобів і технологічного оснащення для нейтралізації ППНО;
- доставка і розгортання технічних засобів (у тому числі й ЗМР) у район робіт;
- підготовка ППНО до підйому та його остропка;
- створення піднімальних зусиль і підйом ППНО на поверхню;
- транспортування ППНО спеціальними засобами (водними та сухопутними шляхами) до місця знешкодження;
- знешкодження ППНО шляхом підриву чи перепоховання на виділеній ділянці морського дна або знищення на сухопутному полігоні.

Оформлення звітних документів про виконану роботу (модель управління C_{WJW}) виконується сторонами з продукуванням паперових та електронних документів про хід і результати роботи. Важливою складовою цих документів є відеозаписи підводних об'єктів та фотопланшети, які отримують методом «припасовування» фотокадрів донної поверхні, отриманих суцільним фотографуванням по маршруту руху ЗМР на незмінній висоті над ґрунтом. Такі документи мають надаватись з достовірною географічною прив'язкою, що накладає додаткові вимоги до підводних роботизованих технологій.

Управління процесом оформлення звітних документів по виконаній роботі з очищення акваторій від ППНО має виконуватись з урахуванням діючих вимог ДСНС України та особливостей застосування роботизованих морських технологій.

Таким чином, продуктом управління процесом оформлення звітних документів має бути множина текстових, фото-, відео- та гідроакустичних матеріалів з відповідним їх геоінформаційним та метрологічним забезпеченням:

$$C_{WJW} = \{D_{ГУ ДСНС}; D_{НУК}\}, \quad (6)$$

де $D_{ГУ ДСНС}$ — результуюча документація про очищення акваторії, виконана ГУ ДСНС; її правовий статус має відповідати вимогам чинного законодавства України і слугувати підґрунтям для передачі очищених акваторій до експлуатації за призначенням; $D_{НУК}$ — додаткова документація, отримана у результаті застосування ЗМР НУК.

Залежності (1)–(6) утворюють узагальнену модель управління спільним проектом C_{JP} очищення акваторій підрозділом ДСНС України з залученням вітчизняної організації-розробника ЗМР.

ВИСНОВКИ. 1. Розроблено узагальнену модель формування спільного проекту роботизованого очищення акваторій від ППНО підрозділом ДСНС України та організацією-розробником засобів морської робототехніки, яка містить підмоделі формування команди проекту та її тренінгу, а також підмоделі спільного виконання і завершення проекту.

2. The proposed model can serve as a theoretical basis for the practical organization of such works when specialized units of the SESU are in a temporary short supply of the MRV of serial production.

2. Запропонована модель може слугувати теоретичною основою для практичної організації таких робіт в умовах тимчасової відсутності спеціалізованих підрозділах ДСНС засобів морської робототехніки серійного виробництва.

Список литературы

- [1] **Блінцов, В. С.** Актуальні задачі управління проектами очищення акваторій від вибухонебезпечних об'єктів. [Текст] / В. С. Блінцов, М. Г. Грицаєнко // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв : НУК, 2013. — С. 504–506.
- [2] **Блінцов, В. С.** Особливості організації та проведення підводно-технічних робіт підрозділами МНС України та науковими установами-розробниками підводних апаратів [Текст] / В. С. Блінцов, М. Г. Грицаєнко // Підводна техніка і технологія : Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. — Миколаїв : НУК, 2011. — С. 147–151.
- [3] **Блінцов, В. С.** Телекеровані підводні апарати на службі морегосподарської діяльності Миколаївщини [Текст] / В. С. Блінцов, М. Г. Грицаєнко // Суднобудування і морська інфраструктура. — 2014. — № 1. — С. 28–33.
- [4] Закон України «Про Загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013-2017 роки». / Відомості Верховної Ради України, 2013, № 19–20, ст.173.
- [5] **Илларионов, Г. Ю.** Подводные работы в минной войне: Монография [Текст] / Г. Ю. Илларионов, К. С. Сиденко, В. В. Сидоренков // Калининград : ОАО «Янтарный сказ», 2008. — 116 с.
- [6] **Bruno Siciliano, Oussama Khatib.** Handbook of Robotics. — Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2016. — 2197 p.
- [7] **Chris Hallond.** Combat Robot Weapons. — TAB Books Inc., 2003. — 207 p.
- [8] **Robin R. Murphy.** Disaster Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents series). — The MIT Press. — Cambridge, 2014. — 240 p.

© В. С. Блинцов, М. Г. Грицаєнко

Статью рекомендует в печать
д-р техн. наук, проф. *К. В. Кошкин*

ПРОФИЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В УКРАИНЕ

Международная научно-техническая конференция

ИННОВАЦИИ В СУДОСТРОЕНИИ И ОКЕАНОТЕХНИКЕ

Направления работы НТК:

Иновации в судостроении и судоремонте; Методы исследований в конструировании и проектировании судов; Технологии и материалы в судовом машиностроении; Иновационные средства усовершенствования СЭУ; Холод в энергетике; Эко- и техногенная безопасность в судостроении; Безопасность мореплавания; Иновации в судовых электротехнических системах и автоматике; Управление программами и проектами в судостроении; Экономические вопросы судостроения; Иновации в подготовке кадров для отрасли; Морское транспортное право

Организаторы:



По вопросам участия в конференции обращайтесь в оргкомитет:

каб. 456, просп. Героев Украины, 9, г. Николаев, Украина, 54025
 +(380512)70-91-04; 70-91-00; fax: +(380512)43-07-95;
 e-mail: conference@nuos.edu.ua <http://conference.nuos.edu.ua/>