

Zygmunt Kitowski

kadm. w st. spocz. prof. dr hab. inż. Zygmunt Kitowski

Akademia Marynarki Wojennej
Im. Bohaterów Westerplatte
Wydział Mechaniczno-Elektryczny
Instytut Elektrotechniki i Automatyki Okrętowej
81 – 103 Gdynia 3, ul. Śmidowicza 69
tel.: +58 626 25 55
e-mail: z.kitowski@amw.gdynia.pl

AUTONOMICZNY BEZZAŁOGOWY POJAZD NAWODNY „EDREDON”

W latach 2009 – 2011 w ramach projektu rozwojowego pt.: „Bezzałogowa wielowariantowa platforma pływająca dla zabezpieczenia działań morskich służb państwowych” zbudowany został pierwszy w Polsce bezzałogowy pojazd nawodny (ang. USV - Unmanned Surface Vehicle). Jego konstrukcję oparto o kadłub sztywny łodzi hybrydowej (RIB – Rigid Inflatable Boat) wykonany z tkaniny gumowej ORCA. Liderem projektu była Akademia Marynarki Wojennej a konsorcjantami firma SPORTIS S.A. oraz Politechnika Gdańska. Kolejnym projektem rozwojowym bazującym na pracach wspomnianego wyżej projektu jest realizowany w latach 2010 – 2012 projekt rozwojowy pt.: „Zintegrowany system planowania perymetrycznej ochrony i monitoringu morskich portów i obiektów krytycznych oparty o autonomiczne bezzałogowe jednostki pływające”. Liderem tego projektu jest Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych, a konsorcjantami Akademia Marynarki Wojennej i przedsiębiorstwo Sprint S.A. Zadaniem projektu jest zapewnienie pełnej autonomiczności pojazdu oraz rozszerzenie obszaru realizowanych zadań.

Słowa kluczowe: pojazdy bezzałogowe, systemy sterowania, pojazdy autonomiczne.

AUTONOMOUS UNMANNED SURFACE VEHICLE “EDEDRON”

In the years 2009-2011 a research project entitled: “Unmanned swimming platforms for the protection of national sea services” resulted in the construction of the first Polish Unmanned Surface Vehicle (USV). Its structure is based on the rigid hull of a hybrid boat (RIB - Rigid Inflatable Boat) made from fibreglass and rubberized fabric – ORCA. The project leader was the Naval Academy from Gdynia in cooperation with Gdansk University of Technology and the enterprise SPORTIS S.A. Another research project based on the works of the above undertaking is a development project realized in the years 2010 – 2012, entitled: “Integrated system of planning the parametric protection and the monitoring of sea harbours and critical objects, based on autonomous unmanned maritime vehicles”. The leader of this project is the Polish-Japanese Institute of Information Technology and its co-executors are the Polish Naval Academy and the enterprise SPRINT S.A. The task of this project is to ensure full autonomy of the vehicle and extend the area of on-going tasks.

Key words: unmanned vehicles, control systems, autonomous vehicles.

WSTĘP

Z analizy istniejącej sytuacji na świecie (wojna asymetryczna) [1,4,5] wynika, że do efektywnej ochrony interesów państwa na morzu niezbędne jest wyposażenie MW RP oraz innych służb państwowych (Straż Graniczna, Policja, Urzędy Morskie itp.) w jednostki pływające kilku klas, w tym małe bezzałogowe jednostki nawodne, które we współpracy z okrętami obrony wybrzeża zapewniałyby ochronę przybrzeżnych obszarów morskich. Jednostki tego typu doskonale nadają się również do realizacji takich zadań jak: dozоровanie akwenów portowych, red kotwicowisk, torów podejściowych do portów i innych rejonów wzmożonego ruchu statków [3]. Mogą prowadzić ciągłą obserwację ochraniających akwenów i przebywających tam jednostek. Innym, bardzo istotnym rodzajem zadań małych bezzałogowych jednostek nawodnych jest ich udział w wykrywaniu zanieczyszczeń środowiska na morzu i ustalaniu ich sprawców, a także uczestnictwo w akcjach ratowania życia itp..

Zaprojektowany i zbudowany w ramach pierwszego projektu pojazd [2,9] jest zdalnie sterowaną, uniwersalną, bezzałogową platformą nawodną, która wyposażona została w urządzenia, czujniki i sensory pozwalające na elastyczną realizację różnego rodzaju zadań. Uniwersalność platformy zapewnia jej modułowa budowa, co pozwala na wszechstronne wykorzystanie i zmianę przeznaczenia. W zastosowaniach militarnych rozbudowę pojazdu można realizować poprzez montaż na nim kolejnych modułów takich np. jak zdalnie sterowany karabin maszynowy, wyrzutnia granatów głębinowych, bezzałogowy pojazd podwodny, pojazd podwodny jednorazowego użytku do zwalczania min, reflektor poszukiwawczy, holowany sonar itp. Pojazd może być także wyposażony w specjalne sensory służące do pomiaru np. radioaktywnych, chemicznych i biologicznych skażeń środowiska morskiego (w tym basenów portowych) itp.

Zbudowany przez Konsorcjum „demonstrator technologii” ma wykazać potencjalne możliwości polskiej myśli technicznej i przemysłu. Przedstawiona wersja pojazdu nie jest więc gotowym produktem, który może być bezpośrednio zastosowany w eksploatacji przez potencjalnego użytkownika. W chwili obecnej zainstalowano na nim szereg rozwiązań technicznych, które mają wykazać jego możliwości w trakcie realizacji różnego rodzaju zadań.

1. PODSTAWOWE PARAMETRY BEZZAŁOGOWEGO POJAZDU NAWODNEGO

Zbudowany przez Konsorcjum bezzałogowy pojazd nawodny (autonomiczna platforma nawodna) charakteryzuje się następującymi parametrami (rys. 1):

- długość kadłuba jednostki – 5,7 m,
- ładowność – 1 tona,
- prędkość – do 30 ÷ 35 kn,
- waga pojazdu bez wyposażenia (z napędem) – około 1 tony,
- autonomiczność – 7 ÷ 30 godzin (w zależności od prędkości, stanu morza i załadowania),
- zdolność pływania – do stanu morza 4,
- zasięg operacyjnego działania - do 20 km,
- możliwość wymiany modułów – w zależności od realizowanych zadań przez potencjalnego użytkownika (średnio kalibrowy karabin maszynowy, wyrzutnia granatów, bezzałogowy pojazd podwodny itp.),
- możliwość wykorzystania w wersji załogowej lub bezzałogowej,
- możliwość przewozu (w wersji załogowej) do 4 osób.

INTRODUCTION

The analysis of the existing situation in the world (asymmetric war) [1, 4 & 5] indicates that effective protection of the state's matters at sea requires supplying the Polish Navy as well as other services (Border Guard, the Police, Maritime Offices, etc.) with several classes of vessels, including small unmanned surface vehicles that in cooperation with defence ships would ensure protection of coastal marine areas. Vessels of this type are also ideal for the implementation of such tasks as supervising port basins, anchor berths, access waterways to ports and other regions of intensified ship movement [3]. They may carry out constant observation of the protected bodies of water and vessels present there. Another significant task for small unmanned surface vehicles would be their involvement in detecting environment contamination at sea and determining its causes, as well as participating in life saving expeditions, etc.

The vehicle [2,9], designed and constructed within the first project is a remotely controlled, universal, unmanned surface platform, equipped with devices and sensors allowing flexible implementation of various tasks. The platform's versatility is ensured by a modular construction allowing vast scope of application and change of purpose of use. In military applications, the vehicle's extension is realized through the installation of additional modules, such as a remotely controlled machine-gun, depth charge launcher, an unmanned underwater vehicle, a disposable underwater vehicle against floating mines, search light, towed sonar, etc. The vehicle may also be equipped with special sensors measuring for example radioactive, chemical and biological contamination of the marine environment (including port basins), etc.

The "technology demonstrator" constructed by the consortium is to demonstrate the potential of Polish technical and industrial thought. Thus, the presented vehicle version is not a final product to be put into operation directly by a potential user. At the moment, a number of technical solutions are being trialed in the vehicle in order to help realise the machine's full capabilities.

1. BASIC PARAMETERS UNMANNED SURFACE VEHICLE

The unmanned surface vehicle constructed by the consortium (an autonomous surface platform) is characterised by the following parameters (fig. 1):

- hull length - 5.7 m,
- load capacity - 1 tonne,
- speed - up to 30 - 35 kn,
- vehicle's weight without the equipment (with the drive) - ca. 1 tonne,
- autonomy - 7- 30 hours (depending on the speed, sea state and load),
- operating capacity - up to sea state 4,
- operational range - up to 20 km,
- possibility of module replacement - depending on the tasks realized by a potential user (medium calibre machine-gun, depth charge launcher, unmanned underwater vehicle, etc.),
- possibility of use in a manned or unmanned version,
- possibility of carrying up to 4 people (in a manned version).



Rys.1. Widok bezzałogowego pojazdu nawodnego „Edredon”.

Pojazd wyposażony został w (rys.2):

- system nawigacyjny: GPS, kompas elektroniczny, radar (z ARPA), AIS, autopilot, sonda, ploter, mapa elektroniczna, log;
- system śledzenia i zobrazowania pozycji platformy na akwenuie wodnym;
- system zdalnego sterowania pracą silnika i steru;
- system sterowania urządzeniami nawigacyjnymi, obserwacji technicznej oraz sensorami i czujnikami zainstalowanymi na platformie;
- system zobrazowania parametrów pracy urządzeń;
- system zasilania w energię (z możliwością zasilania urządzeń na innej jednostce np. holowanej platformie);
- system obserwacji: kamera (dzień/noc) sprzężona z laserowym miernikiem odległości, kamera panoramiczna do obserwacji okrężnej, sonar;
- system sensorów chemicznych i meteorologicznych;
- system łączności:
 - transmisji obrazów (z kamer dziennych, kamer optoelektronicznych, radaru, kamery umieszczonej na bezzałogowym pojeździe podwodnym),
 - transmisji sygnałów sterujących,
 - transmisji danych z sensorów umieszczonych na pojeździe lub np. ROV,
 - łączności głosowej.

Sterowanie pojazdem może być realizowane poprzez (rys. 3):

- przesyłanie sygnałów sterujących w paśmie transmisji obrazów (wraz z systemem sterowania awaryjnego);
- sterowanie za pomocą manipulatora ręcznego np. z burty okrętu.



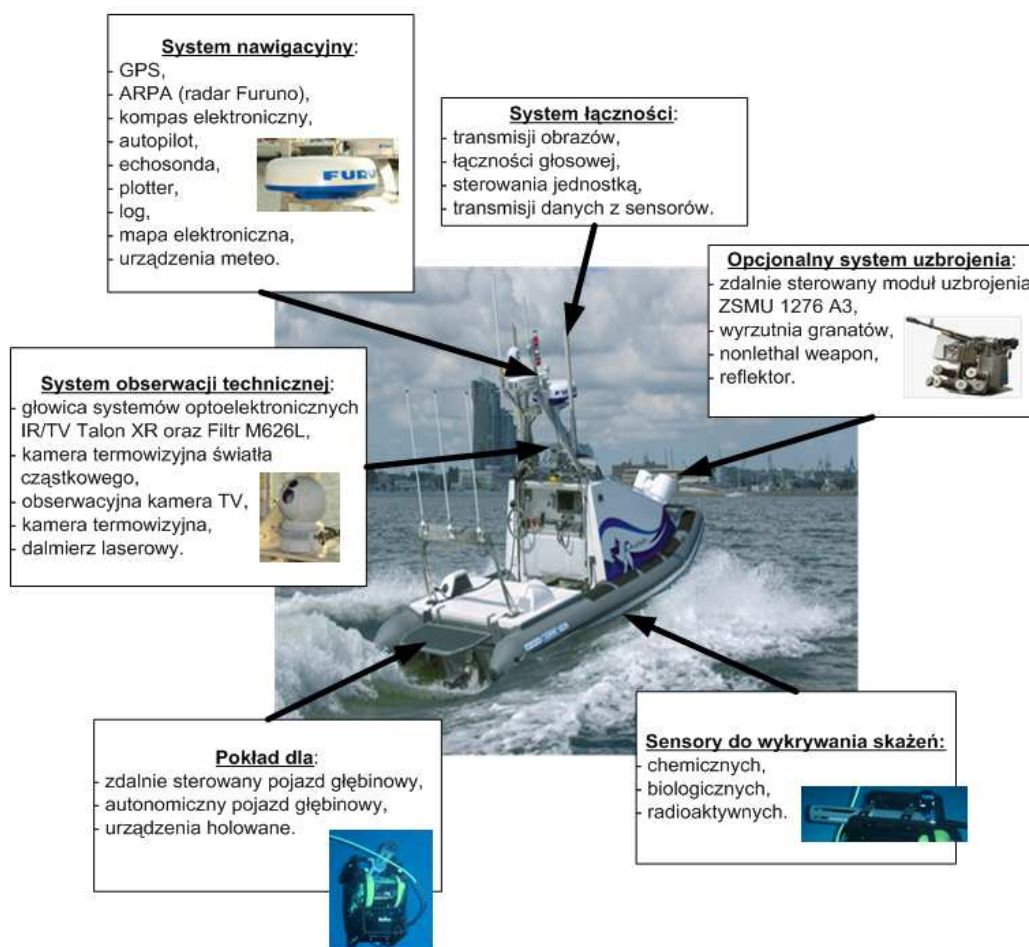
Fig.1. A view of 'Edredon' – an unmanned surface vehicle.

Vehicle's equipment (fig. 2):

- navigation system: GPS, electronic compass, radar (with ARPA), AIS, autopilot, sounder, plotter, electronic chart, log;
- a system of tracking and displaying the platform's position in a body of water;
- remote control system for the engine and helm;
- control system for navigational devices, technical observance and sensors installed in the platform;
- system to display the parameters of device operation;
- power supply system (with the possibility of having a power supply on a different vessel, e.g. on a towed platform);
- observation system: (day/night) camera coupled with a laser distance measurement, panoramic camera for circuitous observation, sonar;
- chemical and meteorological sensor system;
- communication system:
 - image transmission (from day cameras, optoelectronic cameras, radar, camera mounted on an unmanned surface vehicle),
 - control signal transmission,
 - data transmission from sensors installed on the vehicle or e.g. ROV,
 - voice communication.

Vehicle control may be realized through (fig. 3):

- sending control signals with picture transmission (together with the emergency control system);
- control via the use of a helm, e.g. from on board the vessel.



Rys. 2. Sensory Bezzałogowego Pojazdu Nawodnego "Edredon".



Rys. 3. Rozmieszczenie urządzeń nawigacyjnych i anten systemu łączności na maszcie.

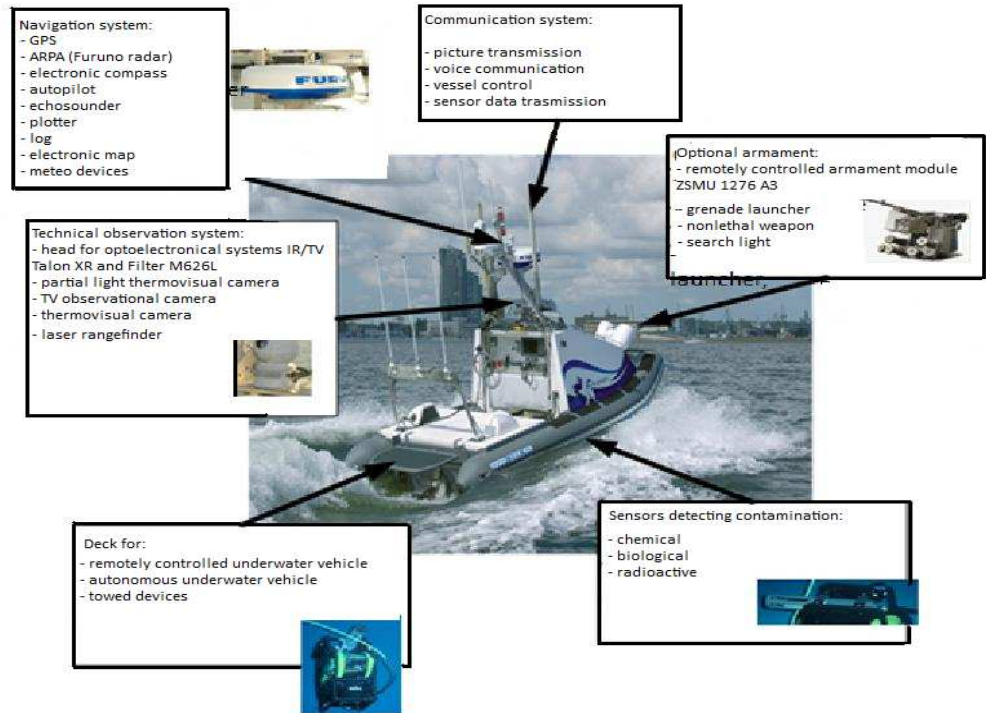


Fig. 2. Sensors in 'Edredon' – Unmanned Surface Vehicle.



Fig. 3. Placement of navigational devices and communication system aerials on the mast.

2. STANOWISKA DOWODZENIA

Sterowanie pojazdem odbywa się z mobilnego stanowiska dowodzenia umieszczonego w specjalnym kontenerze, co pozwala na rozwinięcie systemu w dowolnym miejscu polskiego wybrzeża lub na akwenach śródlądowych (rys. 4, rys. 5). W skład stanowiska kierowania bezzałogową platformą pływającą wchodzi:

- stanowisko do prowadzenia przez operatora nawigacji i kierowania platformą bezzałogową oraz kontroli ruchu innych jednostek w jej otoczeniu,
- stanowisko sterowania urządzeniami nawigacyjnymi i innymi urządzeniami technicznymi umieszczonymi na platformie takimi jak: kamery FLIR, pojazd podwodny, szperacz, rozgłośnia radiowa itp.,
- stanowisko planowania trasy pojazdu w zależności od postawionego zadania, panujących warunków hydrometeorologicznych, aktualnej lub przewidywanej sytuacji nawigacyjnej, itp.

Przyrządy i elementy sterowania umieszczone na stanowisku kierowania bezzałogową platformą pływającą, przeznaczone do nawigacji, obserwacji technicznej, manewrowania oraz kontroli ruchu innych jednostek, umożliwiają operatorowi:

- określanie, nanoszenie i śledzenie zmian pozycji bezzałogowej platformy, jej kursu i prędkości,
- analizowanie natężenia ruchu jednostek w celu uniknięcia kolizji,
- decydowanie o manewrach mających na celu uniknięcie kolizji,
- zmianę kursu,
- zmianę prędkości,
- nadawanie ostrzegawczych sygnałów dźwiękowych,
- kontrolę kursu i prędkości, przebytej drogi, prędkości obrotowej, kąta wychYLENIA pędnika oraz głębokości wody pod dnem platformy,
- rejestrację danych nawigacyjnych i meteorologicznych.

Zespół urządzeń wizualizacyjnych stanowią monitory oraz zobrazowanie systemowe i ploter. Zespół ten pozwala na zobrazowanie sytuacji wokół pojazdu otrzymywanej z:

- kamery (dzień/noc)
- kamery panoramicznej do obserwacji okrężnej;
- kamery sprzężonej z laserowym miernikiem odległości;
- 3 kamer dziennych;
- radaru;
- sonaru;
- sensora magnetycznego;
- sensorów chemicznych do wykrywania skażeń;
- stacji pogodowej: ciśnienie, temperatura, siła i kierunek wiatru itp.

2. CONTROL ROOM

Vehicle control is realized from a mobile control room located in a special container, which allows system development at any location on the Polish coast or within inland bodies of water (fig. 4, fig. 5).

The control room of the unmanned surface vessel includes:

- operator's control room for navigational purposes and controlling the unmanned surface vessel, as well as monitoring the movement of other vessels in its surroundings,
- a station controlling navigational devices and other technical devices located on the platform, such as: FLIR cameras, underwater vehicle, searchlight, radio station, etc.,
- a station for planning the vehicle's route depending on the task, current hydro meteorological conditions, present or anticipated navigational situations, etc.

Control devices and components installed within the control room of the unmanned surface vessel used for navigational purposes, technical observation, manoeuvring and observation of other vessels enable the operator to:

- define, introduce and track changes in the location of the unmanned platform, its course and speed,
- analyse traffic intensity in order to avoid a collision,
- decide on manoeuvres with the purpose of avoiding a collision,
- change the course,
- change the speed,
- emit warning sound signals,
- control the course and speed, distance covered, rotational speed of the propeller, propeller angle and water depth under the platform,
- register navigational and meteorological data.

The unit containing the visualization devices consists of monitors, system display screens and a plotter. The unit allows display of the situation around the vehicle from:

- a day/night camera
- a panoramic camera for circuitous observation;
- a camera coupled with a laser distance measuring device;
- 3 day cameras;
- a radar;
- a sonar;
- a magnetic sensor;
- chemical sensors for contamination detection;
- weather station: pressure, temperature, wind strength and direction, etc.



Rys. 4. Stanowisko sterowania USV „Edredon”.



Rys. 5. Kontenerowe stanowisko sterowania USV.

W oparciu o przedstawioną wyżej bezzałogową platformę nawodną, aktualnie realizowany jest kolejny projekt rozwojowy p.n. „Zintegrowany system planowania perymetrycznej ochrony i monitoringu morskich portów i obiektów krytycznych oparty o autonomiczne bezzałogowe jednostki pływające”. Liderem projektu jest PJWSTK, a konsorcjantami: AMW i SPRINT S.A., natomiast termin realizacji projektu to lata 2010 – 2012.

Podstawowymi składnikami systemu (rozszerzenie w stosunku do poprzedniego projektu) będą:

- zdalnie sterowany (ze stanowiska dowodzenia) system wodowania i sterowania bezzałogowego pojazdu podwodnego typu ROV wyposażonego w zaawansowane systemy monitoringu;
- stanowisko planowania tras, walidacji oraz weryfikacji działań USV zapewniające autonomiczne (programowane) działanie pojazdu w zmieniającym się środowisku i zmiennej sytuacji nawigacyjnej i hydrometeorologicznej;
- stanowisko dowodzenia i kontroli działań USV;
- system łączności – integrujący systemy nawigacyjne, monitorujące i komunikacyjne oraz uwzględniający szyfrowanie sygnałów sterujących;



Fig. 4. USV 'Ededron' control room.



Fig. 5. USV container control room.

At present, another development project is being implemented based on the presented unmanned surface vessel, entitled "Integrated system of planning parametric protection and monitoring of sea harbours and critical objects, based on autonomous unmanned maritime vehicles". The leader of this project is the Polish-Japanese Institute of Information Technology and its co-executors are the Polish Naval Academy and the enterprise SPRINT S.A. The period of project realization is the years 2010 – 2012.

The basic system components (extension in relation to the previous project) will include:

- a remotely controlled (from the control room) launching system and a control system for the unmanned underwater vehicle type ROV equipped in advanced monitoring systems;
- a route planning, validation and verification station of USV operations ensuring the vehicle's autonomous (programmed) functioning in a changing environment and a changing navigational and hydro-meteorological situation;
- a station for commanding and controlling the USV's activity;
- a communication system – integrating navigational, monitoring and communication systems. This system will be compliant with the system of encoding control signals;

W ramach prowadzonych prac rozwiązane będą między innymi takie zagadnienia jak:

- opracowanie systemu monitoringu sytuacji podwodnej akwenów portowych, red, kotwiczowisk i rejonów przybrzeżnych;
- opracowanie i wykonanie konstrukcji systemu wodowania i odzyskiwania pojazdu podwodnego umieszczonego na bezzałogowym pojeździe nawodnym oraz przesyłu informacji z czujników umieszczonych na pojeździe podwodnym;
- projekt wykrywania i identyfikacji materiałów wybuchowych oraz chemicznych, biologicznych i radiacyjnych (w zależności od potrzeb) skażeń środowiska morskiego;
- opracowanie algorytmów wspomagania planowania misji połączonych z wykorzystaniem metod sztucznej inteligencji;
- opracowanie technologii zarządzania: mapą elektroniczną, danymi geograficznymi, warstwami AML i bazami danych;
- projekt architektury systemu planowania misji;
- integracja systemów nawigacyjnych, monitorujących i komunikacyjnych (włącznie z systemem szyfrowania sygnałów sterujących);
- budowa zintegrowanego stanowiska generowania planów operacyjnych (misji) w różnych warunkach hydrometeorologicznych i nawigacyjnych z uwzględnieniem międzynarodowych przepisów o zapobieganiu zderzeniom na morzu, opartego o symulator środowiska, w którym wykonywane będą planowane operacje (misje);
- system autonomicznego sterowania pojazdem nawodnym umożliwiający automatyczną korektę zaplanowanej misji w przypadku pojawienia się nieprzewidzianej przeszkody nawigacyjnej lub zmiany decyzji charakteru misji przez operatora np. polecenia śledzenia podejrzanego obiektu.

WNIOSKI

Zgromadzone doświadczenia oraz realia współczesnego pola walki dowiodły, że jednostki bezzałogowe na stałe weszły do arsenałów wszystkich rodzajów sił zbrojnych. Wydaje się, że w nieodległej perspektywie czasowej wymusi to modyfikację koncepcji użycia sił morskich. Morskie pojazdy bezzałogowe wykorzystywane są zarówno do działań o charakterze militarnym (rozpoznanie, wykrywanie niszczenie i stawianie min, atakowanie celów nawodnych, podwodnych i powietrznych, transport uzbrojenia, rozpoznanie skażeń oraz ich neutralizacja) oraz nie militarnym (monitoring ekologiczny, gromadzenie danych hydrograficznych i meteorologicznych, zadania patrolowe i dozorowe itp.).

Zwiększające się możliwości systemów bezzałogowych sprawiają, że w niedalekiej przyszłości zaczną one odgrywać decydującą rolę w przyszłych działaniach zbrojnych. Możliwości monitorowania środowiska morskiego oraz wymiany danych z innymi systemami bezzałogowymi, centrami dowodzenia i systemami uzbrojenia czyni pojazdy bezzałogowe bronią niezwykle skuteczną i groźną.

The works realized within the project will touch upon the following issues:

- preparation of a system monitoring the underwater situation of port basins, roadsteads, anchor grounds and coastal regions;
- preparation and construction of a launch and recovery system for an underwater vehicle and information transfer from sensors located on the underwater vehicle to be installed on the unmanned surface vehicle;
- technology for detection and identification of explosive materials as well as chemical, biological and radiation contamination of the marine environment (depending on the needs);
- working out algorithms supporting mission planning, combined with the use of artificial intelligence methods;
- working out a technology management system: electronic chart, geographic data, AML layers and databases;
- architectural project of a mission planning system;
- integration of navigational, monitoring and communication system (including the system of encoding control signals);
- construction of an integrated station for generating operational plans (missions) in various hydro-meteorological and navigational conditions in accordance to international regulations on preventing collisions at sea, based on an environment simulator, which will be used in operation (mission) planning;
- autonomous control system of the surface vehicle enabling automatic mission correction in the case of an unanticipated navigational obstacle or a change of mission nature by an operator, e.g. an order for following a suspicious object.

CONCLUSIONS

The gathered experiences and the reality of a contemporary battlefield proved that unmanned units should become a permanent component of arsenals of all kinds of armed forces. It seems that in the near future this will impose a need to modify the concept of use of naval forces. Naval unmanned vehicles are used both in military operations (mine reconnaissance, detection, destruction and planting and the carrying out of attacks on targets on and under the water as well as airborne objects. The system can also be used to transport weapons and to detect and neutralize battlefield contamination) and non-military ones (ecological monitoring, collecting hydrographical and meteorological data, patrolling and supervision tasks, etc.).

The increasing possibilities inherent to the unmanned systems demonstrate the potential for these devices to play a major role in future military operations. The possibility of monitoring the marine environment and exchanging data with other unmanned control rooms and armament systems will make unmanned vehicles an incredibly effective weapon.

The “Edredon” vehicle is not yet a fully prepared system, but merely a technology demonstrator. Currently, besides constant tests conducted on the vehicle, the works are also focused on: a station for mission planning, validation and verification of the USV’s operations ensuring its autonomous (programmed) functioning in a changing environmental, navigational and hydro-meteorological situation; a communication system – integrating navigational, monitoring and communication systems that are compliant with the system of encoding control signals; as well as construction of a simulator for training within the operation of the system under development.

Scientific work financed from educational funds in the years 2010 – 2012 as a development project No. O R 00 0106 12.

Pojazd „Edredon” nie jest jeszcze w pełni gotowym systemem a jedynie demonstratorem technologii. Aktualnie, poza ciągłymi testami pojazdu, opracowywane są również: stanowisko planowania misji, walidacji oraz weryfikacji działań USV zapewniające autonomiczne (programowane) działanie pojazdu w zmieniającym się środowisku i zmiennej sytuacji nawigacyjnej i hydrometeorologicznej, stanowisko dowodzenia i kontroli działań USV, system łączności - integrujący systemy nawigacyjne, monitorujące i komunikacyjne oraz uwzględniający szyfrowanie sygnałów sterujących a także budowa symulatora do szkolenia obsługi powstającego systemu.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010 – 2012 jako projekt rozwojowy Nr O R 00 0106 12.

LITERATURA/BIBLIOGRAPHY

1. Kitowski Z.; „Pojazdy bezzałogowe w morskich działaniach antyterrorystycznych”. Ekonomiczne, Społeczne i Prawne Wyzwania Państwa Morskiego w Unii Europejskiej, Wyd. Środkowopomorska Rada Naczelnej Organizacji Technicznej, str131-143, Koszalin-Kołobrzeg, 2009,
2. Kitowski Z.: “Polish Unmanned Surface Vehicle” - Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 19, No 4A, pp. 60 -64, 2010,
3. Kitowski Z.; „Architecture of Control System of Unmanned Surface Vehicle in Harbours Protection”. Solid State Phenomena , Mechatronic Systems, Mechanics and Materials, Vol. 180, pp. 20 -26, 2011,
4. Kubiak K.: „Wojna asymetryczna”, Przegląd Morski, nr 1, 2002,
5. Kubiak K., Makowski A., Mickiewicz P.: Polska wobec zagrożenia terroryzmem morskim. Wydawnictwo Trio, Warszawa, 2005,
6. Int. Conf. Computer and IT Application in the Maritime Industries (COMPIT), Leiden (2006), pp.345-355,
7. Szubrycht T.: „Unmanned Surface Vehicles – Main Tasks”, Perspectives for the Development of Rescue, Safety and Defence Systems in the 21th Century, AMW Gdynia, 2005,
8. Veers. J.; Bertram.V.: “Development of the USV Multi-Mission Surface Vehicle III”, 5th Int. Conf. Computer and IT Application in the Maritime Industries (COMPIT), pp.345-355, Leiden (2006),
9. The Navy unmanned surface vehicle (USV) master plan, Washington, 2007.

АВТОНОМНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ НАДВОДНЫЙ АППАРАТ "ЕДРЕДОН"

В 2009 - 2011 гг. в рамках проекта развития : "Беспилотная многомерная плавучая платформа для обеспечения безопасности морской деятельности государственных служб" был построен первый в Польше беспилотный надводный аппарат (ang. USV - Unmanned Surface Vehicle). Его конструкция основана на жестком гибридном корпусе лодки (RIB - Жесткая надувная лодка) сделанного из резины ORCA. Руководителем проекта была Военно-морская Академия, а членом консорциума фирма Sportis S.A и Гданьский Технологический Университет.

Еще одна разработка проекта основанная на работах вышеупомянутого проекта осуществлялась в годы 2010 - 2012, разработка проекта под названием: «Комплексные системы защиты периметра планирования и мониторинга морских портов и важных объектов на базе автономных беспилотных плавающих устройств». Лидером данного проекта является Польско-Японский Институт информационных технологий, а членами консорциума Военно-морская Академия и компания Sprint SA. Целью проекта является предоставление полной автономии транспортного средства и расширение области реализованных задач.

Ключевые слова: беспилотные аппараты, системы управления, автономные транспортные средства.

