

APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Poprawa bezpieczeństwa eksploatacji uzbrojenia na przykładzie trenażera MMDP – morskiej miny dennej pomiarowej

ARTUR CYWIŃSKI

INSTYTUT UZBROJENIA OKRĘTOWEGO I INFORMATYKI, WYDZIAŁ NAWIGACJI I UZBROJENIA
OKRĘTOWEGO, AKADEMIA MARYNARKI WOJENNEJ

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, trenażer, szkolenie, czujniki, mina

STRESZCZENIE:

W artykule poruszono problem szkolenia operatorów urządzeń i systemów o złożonym trybie obsługi i dużym stopniu złożoności. Przedstawiono charakterystykę, możliwości i ogólny sposób działania morskiej miny dennej pomiarowej MMDP. Mając na uwadze doświadczenie z prowadzonych dotychczas kursów, w dalszej części artykułu zaprezentowano przystosowany do potrzeb operatorów nowy trenażer MMDP. Rozwiązania zastosowane w trenażerze pozwalają efektywniej i szybciej zapoznać operatorów z bezpieczną i pełną obsługą MMDP.

Improving the safety of weapon operation on the example of the MMDP training simulator – a marine measuring bottom mine

Keywords: safety, simulator, training, sensors, mine

SUMMARY:

The article discusses the problem of training operators of devices and systems with a complicated operating mode and a high degree of complexity. The characteristics, capabilities and general mode of operation of the marine measuring bottom mine MMDP are presented. With a view to experience from previous courses, the next part of the article presents a new MMDP simulator adapted to the needs of operators. The solutions used in the trainer allow for more efficient and faster familiarization of operators with safe and full MMDP support.

1. WPROWADZENIE

Prowadzenie wszelakich kursów i szkoleń wymaga w dzisiejszych czasach odpowiedniego zabezpieczenia całego procesu kształcenia, począwszy od wyposażenia szkolonego w wiedzę teoretyczną, aż po ćwiczenia praktyczne w eksploatacji określonego urządzenia. Jest to tym bardziej istotne, gdy w grę wchodzi wszelkie formy kształcenia dotyczące eksploatacji różnego rodzaju sprzętu, który w dzisiejszych czasach może mieć bardzo skomplikowaną budowę i wymagać od operatora posiadania znacznej wiedzy teoretycznej. W takim przypadku nic tak nie czyni szkolenia efektywnym, jak praca na modelach najbardziej zbliżonych do rzeczywistego sprzętu, a w najlepszym wypadku szkolenie na sprzęcie rzeczywistym.

Rozpatrując obecnie przyjęte metody nauczania [1], identyfikujemy:

- metody oparte na słowie: wykład, opowiadanie, opis, dyskusja, praca z książką;
- metody oparte na obserwacji i pomiarze: pokaz, pomiar;
- metody oparte na praktycznej działalności szkolonych: laboratoryjna, zajęć praktycznych;
- metody aktywizujące: burza mózgów, sytuacyjna, inscenizacji, problemowa itp.

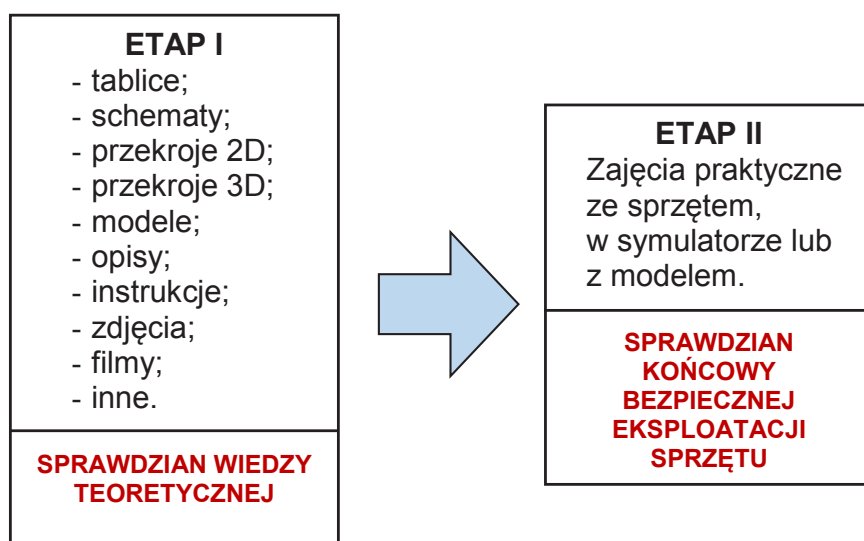
Bez względu na przyjętą metodę w przypadku szkoleń dla operatorów określonych urządzeń zawsze możemy wyróżnić pewne etapy szkolenia. W pierwszym etapie prezentowana jest niezbędna wiedza teoretyczna, która wyjaśnia zasadę działania urządzeń, zachodzące zjawiska, zależności między różnymi procesami itp. Ten etap pozwoli w dalszym procesie kształcenia na bez-

pieczną eksploatację określonego urządzenia czy systemu. Najczęściej kończy się on podsumowaniem czy też sprawdzianem ze znajomości wiedzy teoretycznej, którego pozytywne zaliczenie jest warunkiem dopuszczenia do dalszego szkolenia – pracy z urządzeniami. W kolejnym etapie szkolony podejmuje szkolenie na określonych urządzeniach i w oparciu o nabytą wiedzę teoretyczną uczy się bezpiecznej eksploatacji dedykowanych urządzeń.

Obecnie przyjmuje się, że warunkiem dopuszczenia operatora (żołnierza) do dalszego szkolenia z użyciem sprzętu bojowego jest odbycie kursu szkoleniowego i zaliczenie wymaganej programem liczby treningów, a w miarę możliwości i posiadanego zaplecza technicznego, ćwiczeń na trenażerach i symulatorach [7]. Sposób ich zastosowania zależy głównie od kreatywności instruktora prowadzącego szkolenie. To on w dużej mierze decyduje, jakiego typu urządzenie, w jaki sposób i na jakim etapie użyć, aby osiągnąć zakładane cele szkoleniowe.

Wieloletnie doświadczenia w prowadzeniu różnych kursów i szkoleń z eksploatacji sprzętu, zwłaszcza uzbrojenia, pokazują, że powyższy model dwuetapowego szkolenia nie zawsze jest efektywny. W pierwszym etapie szkolenia ćwiczący nabywa wiedzę teoretyczną i przygotowany jest do szkolenia w kolejnym etapie, czyli do szkolenia praktycznego.

Bardzo często etap II (zajęć praktycznych) w początkowej fazie ćwiczenia jest mało efektywny, a czasami wręcz niemożliwy. Dzisiejsze urządzenia i systemy uzbrojenia to zespoły bardzo skomplikowane, o różnych stopniach złożoności, wymagające obsługi manualnej i dużej wiedzy



Rysunek 1 Schemat procesu szkolenia operatorów do bezpiecznej eksploatacji sprzętu

teoretycznej. W wielu przypadkach bezpieczna eksploatacja urządzenia wymaga wykonywania pewnych czynności w ściśle określonej kolejności oraz bieżącej analizy parametrów, co gwarantuje poprawność działania urządzenia.

Niejednokrotnie nawet najbardziej zaawansowane symulatory nie oddają realiów pracy z rzeczywistymi urządzeniami, które symulowały. Czasem podczas szkolenia potrzebne jest nabycie pewnych nawyków, które zagwarantują właściwe i bezpieczne dalsze eksploataowanie sprzętu. Tak więc niemal zawsze podczas pracy na rzeczywistym sprzęcie zauważalny jest w etapie drugim okres identyfikacji podzespołów, które przedstawiane były w pierwszym etapie szkolenia. Ćwiczący potrzebują czasu, aby zweryfikować nabytą z instrukcji, modeli itp. wiedzę i „odnaleźć się” w realnym egzemplarzu urządzenia. Proces szkolenia nie jest zakłócony, jeśli przestawienie się i identyfikacja podzespołów następuje szybko, ale niejednokrotnie etap pracy na egzemplarzu urządzenia jest zakłócony właśnie z powodu nadmiernie długiego czasu identyfikacji podzespołów i konieczności konfrontacji nabytej wiedzy teoretycznej z rzeczywistością.

W sytuacji takiej najlepiej byłoby szkolić na rzeczywistym egzemplarzu sprzętu, ale:

- eksploatacja rzeczywistego sprzętu (bojowego) do celów szkoleniowych nie jest dopuszczalna, gdyż jest to wyłączenie sprzętu z właściwego użytkowania;
- istnieje możliwość uszkodzeń;
- istnieje możliwość wystąpienia stanów nieustalonych;
- angażowane są dodatkowe osoby odpowiedzialne za sprzęt;
- szkolić można jednocześnie małą liczbę osób;
- konieczny jest ciągły nadzór nad szkolonymi;
- wzrastają koszty itp.

Alternatywą dla takiego stanu jest posiadanie trenerów, gdyż w procesie kształcenia i szkolenia praca na nich przynosi wiele korzyści, m.in.:

- podnosi poziom bezpieczeństwa dzięki powtarzalności ćwiczeń, co wpływa na utrwalanie nawyków oraz pozwala na realizację procedur awaryjnych bez narażania na niebezpieczeństwo;
- stopniowo eliminuje obciążenie psychiczne, wynikające z sytuacji stresowych podczas szkolenia (przejścia pomiędzy etapami szkolenia);
- pozwala na zapoznanie się z wyposażeniem oraz prawidłową eksploatacją – specyfiką pracy urządzenia;

– w procesie długofalowym obniża koszty szkolenia personelu;

– jest tańsze od szkolenia na rzeczywistym sprzęcie.

Mając na uwadze doświadczenia z poprzednich lat, wprowadzono zmianę w procesie przygotowania kursu eksploatacji MMDP (morskiej miny dennej pomiarowej). Zmiana polegała na wprowadzeniu do dotychczasowego pierwszego etapu szkolenia (Rys. 1) rzeczywistego, w pełni działającego urządzenia, wykonanego w formie przekroju.

2. CHARAKTERYSTYKA URZĄDZENIA

Morska Mina Denna Pomiarowa (MMDP) jest stosunkowo nowym rodzajem uzbrojenia MW (obiekty antropogeniczne [6]) **przeznaczonym**, obok pomiaru i rejestracji pól fizycznych okrętów [2], również do oceny efektywności szkolenia załóg okrętowych. Zasady eksploatacji i działań związanych z wojną minową określone zostały wyczerpująco w literaturze [3, 4].

Znajomość jej budowy, metod przygotowania do użycia i programowania oraz umiejętność analizy zarejestrowanych informacji o polach fizycznych jednostek pływających są niezbędnymi elementami umożliwiającymi ocenę skuteczności sposobu użycia stacji hydrolokacyjnych holowanych systemów trałowych w działaniach przeciwminowych. **Ogólna zasada działania** miny MMDP polega na rejestracji przebiegów analogowych pól fizycznych okrętu przewidzianych w konstrukcji miny oraz przebiegów działania poszczególnych kanałów i zapisaniu tych informacji w pamięci miny. MMDP jest więc sensorem wielokanałowym, wyposażonym w takie same układy, jak zapalniki w prawdziwej minie. Dodatkowo pozwala na rejestrację parametrów od wszystkich czujników i akwizycję tych danych w dowolnym momencie. Praca poszczególnych podzespołów MMDP oraz kolejność wykonywanych czynności sterowane są przez komputer centralny.

Po postawieniu MMDP w morzu, z chwilą zrównania się daty i czasu astronomicznego z nastawioną datą i czasem rozpoczęcia pierwszego cyklu pomiarowego, następuje włączenie zasilania do układu elektronicznego miny.

Z chwilą, gdy wartość ciśnienia akustycznego przekroczy poziom rejestracji, następuje uruchomienie podprogramu rejestracji przebiegów analogowych. Uruchomiony zostaje również podprogram zapewniający działanie MMDP jako „bojowej”,

w której kanałem dyżurnym jest kanał akustyczny, a kanałami bojowymi kanały: hydrodynamiczny, magnetyczny i elektryczny. W momencie zadziałania wybranego kanału bojowego (w zależności od nastawionego trybu pracy MMDP) następuje uruchomienie sygnalizatora, który wypływając na powierzchnię morza, sygnalizuje wytrałowanie prawdziwej miny. W momencie zrównania się czasu astronomicznego z czasem końca cyklu pomiarowego następuje wyłączenie zasilania aż do następnego cyklu pomiarowego.

W chwili zrównania się czasu astronomicznego z czasem zakończenia pracy miny następuje włączenie zaworu specjalnego, poprzez który do wnętrza kadłuba miny podawane jest powietrze z butli. Następuje szasowanie wody z kadłuba miny i mina wypływa na powierzchnię morza. Jeżeli po około 10 minutach od chwili upłynięcia czasu zakończenia pracy mina nie wypływie, zostaje uruchomiony awaryjny zespół ratowniczy. Sygnalizuje to pojawiający się na powierzchni morza pływak, do którego podczepiona jest lina łącząca go z wózkiem miny. Przy wykorzystaniu tej liny można ręcznie lub za pomocą kabestanu wydobyć MMDP na pokład okrętu.

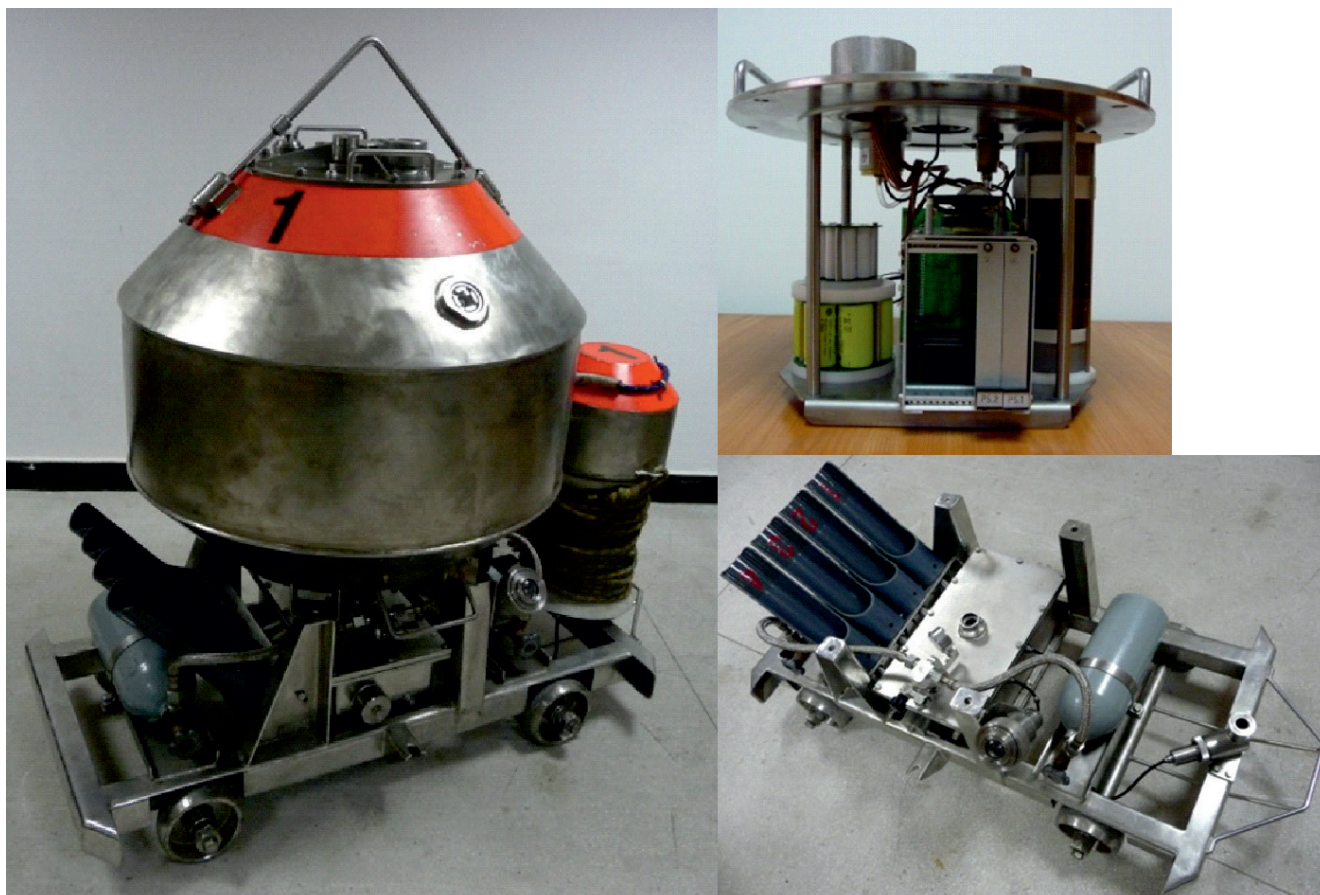
W rejestratorze zapisywane są również przebiegi

cyfrowe przedstawiające sygnały zadziałania poszczególnych kanałów. Zarejestrowane przebiegi stanowią informację pozwalającą na ocenę przebiegu trałowania. MMDP może być również wykorzystywana do pomiaru pól fizycznych różnych klas okrętów i statków. Przystosowana jest do użycia na akwenach o głębokości od 10 m do 50 m i właściwie może zbierać wszelkie informacje generowane przez obiekty pływające we wspomnianych czterech zakresach.

3. BUDOWA URZĄDZENIA

Do najważniejszych elementów wchodzących w skład kompletu MMDP (Rys. 2) zaliczyć można: kadłub MMDP, wózek MMDP, rozdzielacz, zawór specjalny, awaryjny zespół ratowniczy, zegar systemu awaryjnego ze zestawem zasilającym, dwie butle powietrzne, komorę przyrządów, czujniki pól fizycznych okrętu (czujnik akustyczny, hydrodynamiczny, magnetyczny, czujniki elektryczne), kasetę z układem elektronicznym, układ sterowania zaworami, zestaw zasilający, zaczepy torowe i wyrzutnie sygnalizatorów.

Kadłub MMDP stanowi zbiornik służący do realizacji funkcji samoczynnego tonięcia oraz wypły-



Rysunek 2 MMDP z wózkiem i komorą przyrządów

wania urządzenia na powierzchnię morza. Komora przyrządów stanowi pojemnik przeznaczony do umieszczenia w nim czujników i układu elektronicznego. W dolnej części korpusu umieszczone jest gniazdo służące do przekazywania sygnałów do rozdzielacza oraz przepusty na przewody połączeniowe z dwoma czujnikami elektrycznymi oraz z zaworem specjalnym.

Czujniki (akustyczny, hydrodynamiczny, magnetyczny, elektryczny) przeznaczone są do przetwarzania odpowiednio: szumów podwodnych wytwarzanych przez jednostki pływające i przez trały akustyczne, zmian ciśnienia wywołanego przez poruszającą się jednostkę pływającą lub falowanie morza oraz odbioru i przetwarzania szybkości zmian pola magnetycznego i elektrycznego na napięcia małej częstotliwości.

Układ elektroniczny miny, który umieszczony jest w kasecie komory przyrządów, zawiera oprócz układu zapalnika również układ symulatorów pól fizycznych przeznaczonych do przeprowadzenia diagnostyki miny bez użycia zewnętrznych urządzeń diagnostycznych. Dodatkowo w rozdzielaczu umieszczony jest układ do sterowania zaworami elektropneumatycznymi i elektrycznymi.

Układ elektroniczny modułu przeznaczony jest do realizacji następujących zadań: przetwarzania przebiegów wolnozmiennych z poszczególnych kanałów pomiarowych MMDP na wielkość cyfrową, zapisywania przebiegów z poszczególnych kanałów pomiarowych oraz przebiegów działania miny w rejestratorze cyfrowym zawierającym pamięć flash, sterowania zaworem specjalnym do tonięcia i wypływania MMDP, sterowania zaworem do wypływania pływaka awaryjnego wydobycia MMDP, sterowania „wystrzeliwaniem” sygnalizatorów informujących o wytrasowaniu miny oraz sterowania wypłynięciem MMDP lub pływaka awaryjnego po przekazaniu takiego polecenia przez system zdalnego sterowania.

Układ zegara czasu rzeczywistego realizuje zadania związane z wyznaczaniem następujących przedziałów czasowych: początek pracy MMDP, początek i koniec czterech cykli pomiarowych, zakończenie pracy miny.

Zawór specjalny wykorzystywany jest podczas stawiania i wypływania MMDP. Podczas jej stawiania zawór specjalny jest otwarty. Woda napływająca do kadłuba miny przez otwór w jego dolnej części, powoduje wypychanie powietrza na zewnątrz przez zawór specjalny. Mina powoli tonie aż do posadowienia się na dnie morza. Natomiast przy

zamkniętym zaworze sprężone powietrze podawane jest do wnętrza kadłuba miny, co powoduje wypływanie wody z kadłuba miny przez otwór w jego dolnej części i w rezultacie wypłynięcie miny na powierzchnię morza.

Do zasilania wszystkich podzespołów MMDP wykorzystywane są dwa zespoły zasilania składające się z ogniw akumulatorowych typu NMIH. Zastosowane akumulatory mają pojemności zapewniające wymagany czas pracy miny.

Wózek służy do przetaczania MMDP po torach minowych okrętu. Spełnia też rolę balastu, zapewniającego pionowe ustawianie się miny tak na powierzchni, jak i na dnie morza. Na wózku zainstalowane są następujące podzespoły: rozdzielacz, zestaw wyrzutni sygnalizatorów, dwie czterolitrowe butle na sprężone powietrze, zegar systemu awaryjnego, awaryjny zespół ratowniczy. Awaryjny zespół ratowniczy umożliwia wydobycie miny pomiarowej w przypadku, gdy nie nastąpiło jej samodzielne wypłynięcie. Jego podstawowe elementy to pływak z liną, zakończony trzpieniem ze specjalnym podtoczeniem, oraz zawór sterowany silnikiem elektrycznym.

Zegar systemu awaryjnego jest urządzeniem włączonym do awaryjnego zespołu ratowniczego, stanowiącym dodatkowe zabezpieczenie MMDP przed jej zaginięciem.

4. CHARAKTERYSTYKA TRENAŻERA MMDP

Przedstawiona powyżej krótka charakterystyka miny wskazuje, jak skomplikowanym urządzeniem jest MMDP. Proces szkolenia operatorów na tego typu urządzeniu wymaga dość skomplikowanego i wielopoziomowego procesu szkolenia, które może zapewnić jego bezpieczną eksploatację. Aby zoptymalizować proces szkolenia operatorów, w dotychczasowym szkoleniu wprowadzono szereg zmian.

Poziom efektywności kształcenia i szkolenia z użyciem symulatorów i тренаżerów pozwala stwierdzić, że jest to najbardziej efektywna aparatura dydaktyczna, a jej eksploatacja w różnych wersjach przynosi najlepsze rezultaty szkoleniowe [5].

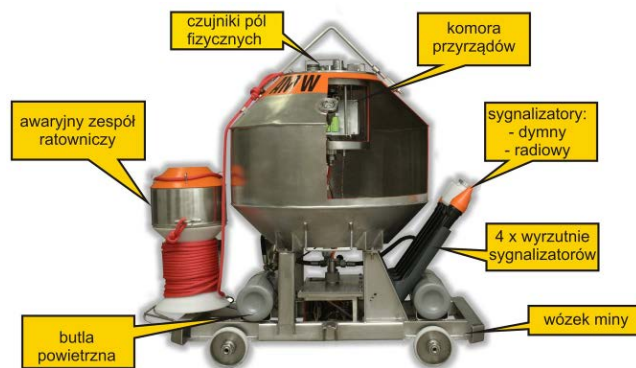
Do szkolenia MMDP zaprojektowano i skonstruowano nowe stanowisko szkoleniowe – тренаżer MMDP. W całym systemie szkolenia operatorów na MMDP założono, że od samego początku operator będzie się kształcił i doskonalił na działającym przekroju miny. Cały proces przyswajania wiedzy teoretycznej jest oparty o rzeczywisty

egzemplarz MMDP, wykonany w przekroju tak, aby kursant mógł poznać budowę i zasadę działania MMDP bezpośrednio na żywym egzemplarzu. W całym procesie bezpiecznej eksploatacji MMDP istotna jest kolejność procesów (procedur) następujących po sobie. Wiąże się to ze znajomością i ścisłym uruchamianiem kolejnych sekwencji następujących po sobie. Wykonany przekrój z dodatkowo zainstalowanymi elementami diód sygnalizujących uruchomienie podzespołu pozwala na szybsze zrozumienie zasady działania tego urządzenia i ułatwia zapamiętanie kolejności uruchamiania podzespołów. Przy okazji można bardzo dokładnie zobrazować, jakie elementy MMDP są uruchamiane i gdzie są one rozmieszczone w korpusie miny.

Stanowisko do szkolenia bezpiecznej eksploatacji MMDP składa się z następujących podzespołów:

- stanowisko treningowe nr 1 – model szkolny miny MMDP przeznaczony do wykonywania treningów z użyciem aparatury stanowiska kontrolno-pomiarowego w warunkach laboratoryjnych (bez faktycznego użycia miny w warunkach rzeczywistych);
- stanowisko treningowe nr 2 – model funkcjonalny miny MMDP;
- stanowisko kontrolno-pomiarowe – przeznaczone do realizacji procesu przygotowania miny do postawienia (w tym programowania) oraz odzyskiwania i analizy zarejestrowanych danych pomiarowych;
- stanowisko prezentacyjne – przeznaczone do zobrazowania procedur i czynności wykonywanych na stanowisku treningowym nr 1 i nr 2 oraz na stanowisku kontrolno-pomiarowym;
- stanowisko multimedialne – przeznaczone do symulowanej realizacji procedur i czynności związanych z procesem przygotowania miny MMDP do użycia przy wykorzystaniu posiadanego symulatora bojowego użycia okrętowych systemów broni podwodnej.

Stanowisko treningowe nr 1 – to przekrój miny MMDP z działającymi podzespołami, umożliwiającą dokładne poznanie budowy i zasady działania urządzenia (Rys. 3). Stanowisko to symuluje działanie miny MMDP w zakresie przygotowania do użycia.



Rysunek 3 Stanowisko nr 1 – MMDP z wózkiem i komorą przyrządów

Stanowisko treningowe nr 2 – model funkcjonalny miny MMDP, przeznaczony do wykonywania treningów i ćwiczeń z użyciem aparatury stanowiska kontrolno-pomiarowego w warunkach laboratoryjnych i rzeczywistych oraz przeznaczony do wykonywania treningów i ćwiczeń związanych z faktycznym użyciem w warunkach rzeczywistych (Rys. 4).

W skład stanowiska wchodzi:

- specjalnie oznakowany kadłub miny MMDP, wyposażony we wskaźniki zadziałania (dymne i radiowe), urządzenie rejestrujące pracę miny oraz w urządzenie umożliwiające jej wydobycie;
- komora przyrządów zawierająca układy elektroniczne miny;
- wózek-kotwica wraz z rozdzielaczem oraz układami elektronicznymi i pneumatycznymi.



Rysunek 4 Stanowisko nr 2 – MMDP z wózkiem i komorą przyrządów

Stanowisko kontrolno-pomiarowe – wyposażenie sprzętowo-programowe stanowiska (Rys. 5), odpowiada rzeczywistym urządzeniom wykorzystywanym do obsługi miny MMDP i składa się z:

- komputera PC przenośnego (typu notebook) wraz z systemem operacyjnym MS Windows oraz oprogramowaniem do obsługi miny MMDP;
- kolorowej drukarki atramentowej A4;
- urządzenia komunikacyjnego (interfejs) i urządzenia ładowania akumulatorów;
- przenośnego generatora prądowłórczego 2,4 kW;
- przewodów połączeniowych.



Rysunek 5 Stanowisko kontrolno-pomiarowe

Stanowisko kontrolno-pomiarowe przeznaczone jest do realizacji procesu przygotowania miny do postawienia (w tym programowania) oraz odzyskiwania i analizy zarejestrowanych danych pomiarowych.

Stanowisko prezentacyjne (Rys. 6) – przeznaczone do zobrazowania procedur i czynności wykonywanych na stanowisku treningowym nr 1 i nr 2 oraz na stanowisku kontrolno-pomiarowym, składa się z:

- wielkoformatowego monitora LCD/LED o przekątnej 50”;
- bezprzewodowego wizualizera (kamery prezentacyjnej);
- przewodów połączeniowych.

W połączeniu z komputerem przenośnym ze stanowiska kontrolno-pomiarowego system zobrazowania ma służyć do wizualizacji procedur przygotowania i prezentacji działania podzespołów miny. Pozwala on na jednoczesne omawianie zasady działania miny i prezentację zadziałania poszczególnych podzespołów (przekroju) na dużym monitorze. Rozwiązanie to jest bardzo użyteczne, kiedy w prezentacji bierze udział więcej niż pięciu kursantów i nie każdy z nich może bezpośrednio, w tym samym momencie obserwować, co dzieje

się wewnątrz miny. Wszystko obrazuje instruktor na monitorze dzięki kamerze, którą kieruje do wnętrza przekroju i może swobodnie omawiać działanie podzespołów.



Rysunek 6 Stanowisko prezentacyjne MMDP

Stanowisko multimedialne – jest dodatkowym elementem trenażera przeznaczonym do symulowanej realizacji procedur i czynności związanych z procesem przygotowania miny MMDP do użycia przy wykorzystaniu innego posiadanego symulatora bojowego użycia okrętowych systemów broni podwodnej.

Stanowisko to jest zaimplementowane programowo w istniejącym oprogramowaniu wspomnianego symulatora i umożliwia wizualizację programową rzeczywistych urządzeń oraz ich elementów wykorzystywanych w procesie przygotowania miny MMDP do użycia przy wykorzystaniu istniejącej konsoli operatora uzbrojenia symulatora. Konsola operatora uzbrojenia umożliwia wprowadzanie nastaw (parametrów) charakterystycznych dla miny MMDP, zapewniających jej prawidłowe użycie. Wprowadzone nastawy pracy są faktycznie odpracowywane podczas symulowanego użycia miny MMDP w symulatorze. Działanie symulowanego modelu miny MMDP odpowiada algorytmowi rzeczywistej jej pracy.

5. PODSUMOWANIE

Szkolenie operatorów do obsługi różnego rodzaju urządzeń jest procesem długotrwałym i wymagającym zaangażowania dodatkowych środków. W dobie informatyzacji klasyczne instrukcje, plansze i modele prezentowane na plakatach odchodzą do lamusa. Współczesne trenażery, wyposażone dodatkowo w okulary 3D, są systemami, które doskonale wpisują się w proces kształcenia i obsługi operatorów urządzeń, zwłaszcza uzbrojenia.

Zaprezentowana MMDP jest przykładem myśli technicznej, która jako bardzo nowoczesne urządzenie wymaga bardzo długotrwałego, skomplikowanego i wielostopniowego przygotowania do jej obsługi. Zaimplementowanie do nauki trenażera opartego na dwóch rzeczywistych urządzeniach dało bardzo dobre wyniki w szkoleniu operatorów. Zalet takiego rozwiązania jest wiele – główna to bezpośrednie obcowanie z urządzeniem od początku procesu szkolenia, co skraca znacząco czas poświęcony na identyfikację ele-

mentów po etapie teoretycznym. W zależności od stopnia percepcji szkolonych w dowolnym momencie szkolenia można skrócić lub wydłużyć etapy kształcenia. Pewne czynności można powtórzyć i przećwiczyć więcej razy, a te, które przyswajane są szybko, skrócić.

Nie bez znaczenia jest koszt trenażera, który w przypadku posiadania przekroju i urządzenia przemawia na niekorzyść takiego rozwiązania, ale posiada zalety. Przedstawiony trenażer jest wyjątkowym urządzeniem, a w dobie drukarek 3D i mniej skomplikowanych urządzeń taki model kształcenia na pewno się opłaca. W przypadku szkolenia operatorów MMDP przeprowadzanego w warunkach sal akademickich i z możliwością praktycznego ćwiczenia w basenie portowym jest ono nieporównywalnie tańsze od dotychczasowej metody. Do tej pory do ćwiczenia zaangażowany był okręt i cała jego kilkudziesięcioosobowa załoga, która pracując na rzecz szkolonego operatora, wychodziła na ćwiczenie w morze i tam realizowane były etapy szkolenia operatorów MMDP.

LITERATURA

- [1] Kupisiewicz Cz., Metody programowania dydaktycznego, PWN, Warszawa 1974.
- [2] Litwin W., Okrętowe systemy broni podwodnej, cz. I, Pola fizyczne, Gdynia 1990.
- [3] Królicki J., Okrętowe systemy broni podwodnej, cz. II, Opis i eksploatacja min morskich, Gdynia 1989.
- [4] Jankiewicz M., Kulis J., Kurpiel S., Szady J., Podstawy wojny minowej na morzu, cz. II, Działania przeciwminowe, Gdynia 2008.
- [5] Chmieliński M., Haberek R., Kasprzycki O., Systemy symulatorów i trenażerów ukierunkowane na poprawę bezpieczeństwa oraz obsługi sprzętu wojskowego, Gospodarka Materiałowa i Logistyka 12/2017.
- [6] Baryłka A., Introduction to engineering safety of anthropogenic object, Chłodnictwo 6/2015.
- [7] Baryłka A., O sposobach uwzględniania wymagań obronności i bezpieczeństwa państwa w systemie planowania przestrzennego kraju, Aparatura Badawcza i Dydaktyczna 4/2016.