

УДК 623.958.2
Р 60

СТАН ТА НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ПІДВОДНИХ АПАРАТІВ-МІНОШУКАЧІВ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ПРОВІДНИХ КРАЇН СВІТУ

І. О. Родін, канд. техн. наук;
Є. Е. Померанцев, старш. наук. співроб.

Науково-дослідний центр Збройних сил України «Державний океанаріум», м. Севастополь

Анотація. Наведено огляд стану та напрямків розвитку підводних апаратів-міношукачів провідних країн світу. Описано їх основні технічні характеристики та особливості використання. Показано перспективи створення таких апаратів в інтересах України.

Ключові слова: підводний апарат-міношукач, дистанційно керований підводний апарат, автономний підводний апарат.

Аннотация. Представлен обзор состояния и направлений развития подводных аппаратов-миноискателей ведущих стран мира. Описаны их основные технические характеристики и особенности использования. Показаны перспективы создания таких аппаратов в интересах Украины.

Ключевые слова: подводный аппарат-миноискатель, дистанционно управляемый подводный аппарат, автономный подводный аппарат.

Abstract. The overview of the development state and concepts of underwater mine detecting vehicles in the leading countries of the world is given. Their basic specifications and usage features are described. The prospect of such underwater vehicles creating in interests of Ukraine is shown.

Keywords: underwater mine detector, remotely operated underwater vehicle, autonomous underwater vehicle.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У зв'язку з тим, що після Другої світової війни та збройних конфліктів повоєнного періоду залишилась велика кількість морської мінної зброї, актуальною є задача вдосконалення засобів пошуку і нейтралізації цієї зброї. Тому протимінна діяльність належить до головних видів діяльності флотів морських держав. На цей час з метою підвищення ефективності боротьби з мінами створюються і широко застосовуються спеціальні телекеровані й автономні протимінні підводні апарати (ТПА і АПА), які призначені для пошуку, ідентифікації та знищення мін [6].

Світовий досвід застосування підводних апаратів показує, що протимінні підводні апарати є сьогодні і залишаться в майбутньому найважливішою складовою частиною устаткування не тільки мінно-тралових кораблів, а й будь-якого корабля або судна, що дозволяє достатньо ефективно вести боротьбу з морськими мінами. Отже, актуальною є задача вивчення сучасних протимінних підводних апаратів з метою обґрунтованого формулювання завдань на створення вітчизняних систем пошуку і знешкодження залишків мінної зброї, яка знаходиться у територіальних водах України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

У зарубіжній науково-технічній літературі є значна кількість публікацій щодо створення і застосування підводних апаратів-міношукачів [1–8]. Їх аналіз свідчить, що на цей час існує цілий ряд протимінних підводних апаратів, які відрізняються між собою принципами побудови і застосування [3]. Для кожного типу підводних апаратів на флотах провідних морських країн світу розроблено відповідні технології їх ефективного застосування, наведено узагальнені технічні характеристики та описано архітектурно-конструктивні особливості апаратів як морських рухомих об'єктів. Проте в зарубіжній і вітчизняній літературі відсутні узагальнюючі технічні характеристики, які дали б змогу визначити напрямки створення такого виду морської техніки в інтересах України.

МЕТОЮ РОБОТИ є огляд та аналіз сучасного парку підводних апаратів-міношукачів провідних морських країн світу і визначення їх головних типів як підґрунтя для розробки такого виду морської техніки в інтересах України.

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Пошуки нових технічних рішень у галузі протимінної зброї привели до виникнення в країнах Євроатлантичної інтеграції концепції «Полювання на міни», яка увібрала в себе виявлення, класифікацію, ідентифікацію та нейтралізацію (знищення) мін. Згідно з даною концепцією виявлення мін здійснює гідроакустична станція (Гас) мінного пошуку, що знаходиться на протимінному кораблі або на борту АПА-міношукача. Об'єкт, що класифікується ГАС як міноподібний, підлягає ідентифікації (розпізнанню) з подальшою нейтралізацією. Виконання даної операції покладається на протимінні тпа, керовані по кабелю або повністю автоматичні [8].

Уже більше 30 років ТПА застосовуються військово-морськими силами десятків держав для боротьби з мінами. Для ефективного виконання своїх функцій протимінні ТПА

повинні відповідати наступним вимогам: наближатися до об'єкта, класифікованого ГАС корабля як міна, без ініціації її детонатора; мати засоби ідентифікації об'єкта і передачі даних про нього на корабель-носії; мати хорошу маневреність керованість; виконувати знищення мін.

Типова схема застосування ТПА наведена на рис. 1.

Знищення виявлених мін проводиться шляхом скидання дистанційно керованого підривного заряду або підривом самого апарата (у цьому випадку ТПА належить до апаратів разового застосування). Типовими ТПА цього класу є підводні апарати РАР-104 (фірма ЕСА, Франція) та «Pluto» (фірма «Gaumarine», Італія).

Апарати РАР-104 (рис. 2,а) належать до першого покоління і мають три взаємозамінні головні частини: оснащену телевізійною камерою; оснащену ГАС великої дальності; оснащену ГАС високої роздільної здатності для ідентифікації об'єктів.

У разі використання другого і третього варіантів на ТПА додатково встановлюється поворотний блок з двома телевізійними камерами кольорового і чорно-білого зображення з високою роздільною здатністю, а також потужний пристрій підводного освітлення.

Як корисне навантаження апарат здатний нести два вибухові різакі, розміщені по бортах, і стандартний підрильний заряд для знищення донних мін (може замінюватися ви-

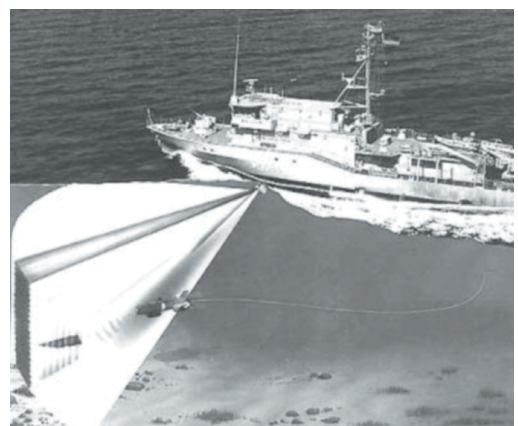


Рис. 1. Протимінний корабель наводить ТПА на міноподібний об'єкт



а



б

Рис. 2. Протимінні телекеровані підводні апарати: а — PAP-104; б — «PLUTO»

буховим різаком великої потужності або маніпулятором з трьома ступенями свободи) [6].

Після спуску на воду рух до міни здійснюється по променю корабельної ГАС. Поблизу цілі швидкість апарата зменшується, проводиться ретельне обстеження цілі власними засобами ТПА. Після ідентифікації об'єкта ТПА може скидати підривний заряд і спливати на поверхню. Для добре підготовленого екіпажу корабля тривалість виконання стандартних дій складає 15 хв. Стільки ж потрібно і для заміни акумуляторної батареї, установки нового гайдропа і підривного заряду.

Апарати серії «Pluto» належать до нового покоління, їх характеризують насамперед менші розміри і вартість. За основу деяких моделей узяті апарати комерційного призначення. Апарат керується по коаксіальному кабелю з нульовою плавучістю довжиною 500 м та діаметром 6 мм. Кабель може бути використаний для підтягування апарата до корабля-носія, а в разі потреби — навіть для підняття його з води.

У порівнянні з апаратами важкого класу (PAP-104, AN/SLQ-48, «Пінгвін В3»), у «Pluto» майже в 5 разів менше магнітне поле, що дає йому змогу наблизитися до міни на відстань 1...2 м. Після ідентифікації цілі за допомогою телекамери або секторної ГАС, що має дальність дії до 60 м, ТПА зависає над нею та опускає на тросі підривний заряд вагою 15 кг, укладаючи його поряд з донною міною. Для боротьби з якірними мінами замість підривного заряду встанов-

люється вибуховий різак з 200 г вибухової речовини. Різак захоплює мінреп і вибухає після відходу ТПА на безпечну відстань. Без зміни батарей апарат здатний знищити до чотирьох мін, при цьому тривалість циклу пошуку і знищення кожної складає до 30 хв.

Апарат «Pluto Plus» (див. рис. 2,б) є подальшим розвитком апаратів «Pluto», обладнаний носовою ГАС з електронним скануванням і дальністю дії 200 м (для оснащення кораблів, що не мають ГАС міношукування) та високочастотною ГАС з дальністю дії близько 8 м (частота 1,2 МГц). Пошукова станція має електронне сканування діаграми направленості, а високочастотна — механічне в секторі біля 90°. Апарат забезпечений також стандартним підривним зарядом масою 128 кг і має посилений сталевим сердечником волоконно-оптичний кабель (ВОК) телекерування (діаметр 2,5 мм, розривне зусилля 300 кгс). Апарат має режим дистанційного керування за допомогою радіозв'язку (через буй, що буксирує апарат).

Вимоги щодо подальшого скорочення часу проведення протимінних операцій і зниження вартості апаратів привели до створення протимінних апаратів разового застосування (ПАРЗ), які ліквідовуються при підриві міни. Типовими апаратами цього класу є ПАРЗ «Sea Fox» (фірма «Atlas Elektronik», Німеччина) та «K-Ster» (фірма ECA, Франція). Їх грубе наведення на міну здійснюється за даними корабельної ГАС, по ВОК або автоматично з уведенням в їх систему керування даних про місцезнаходження міни,

а точне — з допомогою ГАС і відеокамер самого апарата. Дані ГАС і відеозображення з телекамер передаються по ВОК операторові підводного апарата.

Апарат «Sea Fox» (рис. 3,а) є першим і найбільш розповсюдженим апаратом такого типу, його прийняття на флот відбулося в 1999 р. Апарат випускається в двох варіантах: головному варіанті — «Sea Fox-C» (разового і багаторазового застосування), корисним навантаженням якого є 1,5-кілограмовий підрильний кумулятивний заряд, та навчально-тренувальному — «Sea Fox-1» (для розпізнавання мін і тренування операторів). Запуск ПАРЗ здійснюється по заздалегідь запрограмованій траєкторії на виявлений ГАС об'єкт. З наближенням до об'єкта включається високочастотна ГАС кругового огляду апарата, яка підводить його до цілі. За допомогою телекамери об'єкт розпізнається й апарат прямує до нього для підриву заряду [2]. Час на проведення операції зі знищення міни за допомогою ПАРЗ «Sea Fox-C» складає близько 15 хв. Корабель-міношукач може нести декілька апаратів такого типу.

Апарат «K-Ster» (див. рис. 3,б) використовується для знищення всіх типів мін на глибинах до 300 м на віддаленні від корабля-носія до 1000 м. Особливістю його конструкції є поворотний у вертикальній площині носовий відсік, де знаходиться підрильний заряд масою 6 кг. Поворот носового відсіку забезпечує оптимальний кут ураження міни кумулятивним струменем і дає змогу апарату зберігати стабільне положення в умовах сильних течій доти, поки не здійсниться підрив.

Разом з достоїнствами, протимінні ТПА (у тому числі і разового застосування) мають і недоліки: повну залежність функціонування апарата від корабля; обмежений довжиною кабелю радіус дії апарата; складність керування апаратом в умовах сильних течій, завалів і вузькостей.

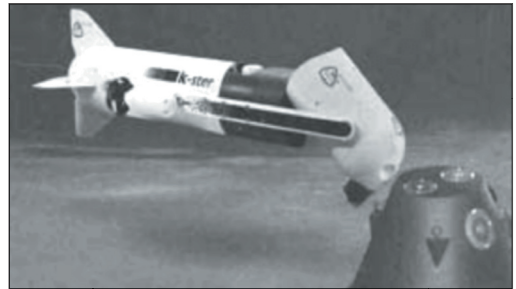
Зазначені недоліки, а також досягнення в галузі енергетики, електроніки та інформаційних технологій стимулювали розробку підводних апаратів автономного класу. За останні 5–10 років кількість розробок апа зросла більш ніж у 2 рази. На початок 2006 р. У світі налічувалося більше 140 проєктів автономних апаратів різного цільового призначення, у тому числі і протимінних [3].

Велику експлуатаційну ефективність мають АПА з двигуном внутрішнього згоряння й забором атмосферного повітря через пристрій роботи дизеля під водою (РДП). Прикладом системи даного типу є протимінна система з напівзанурюваним АПА AN/WLD-1, призначена для виявлення, класифікації, визначення місця та ідентифікації мін у прибережних акваторіях (рис. 4).

Апарат має пристрій РДП та оснащений дизельним двигуном потужністю 370 к.с., що забезпечує максимальну швидкість ходу 16 вузлів на переході морем і 10...12 вузлів при виконанні завдання протягом 24...40 годин. Автономність АПА складає 3 доби, дальність ходу — 600 миль. Буксирований апарат AN/AQS-20 має масу 445 кг, довжину 3,2 м і ширину 0,39 м (без рулів). На щоглі носія розміщено антени і відеокамеру, що забезпечує огляд надводної поверхні, а в носовій частині встановлена ГАС пе-



а



б

Рис. 3. Протимінні апарати разового застосування: а — «Sea Fox»; б — «K-Ster»

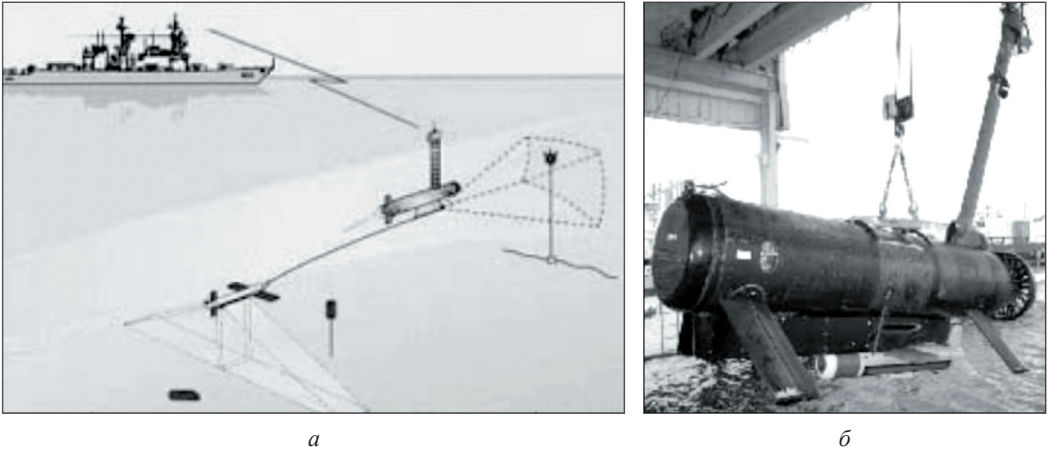


Рис. 4. Напівзанурюваний протимінний АПА AN/WLD-1 ВМС США: *а* — схема застосування; *б* — зовнішній вигляд

реднього огляду для виявлення підводних об'єктів і можливих перешкод. До складу устаткування також входять навігаційний комплекс і система керування рухом. Буксирований апарат несе гідролокатор бічного огляду (ГБО), гідролокатор переднього огляду, високочастотний гідролокатор для визначення розмірів підводних об'єктів, оптоелектронну апаратуру (відеосистему і систему лазерного сканування для ідентифікації об'єктів). Дані ГАС мінного пошуку AN/AQS-20 і ГАС переднього огляду безперервно передаються по широкосмуговому цифровому радіоканалу на пост керування (корабель-носіє, гелікоптер або береговий пост), а з-за лінії горизонту — по низькочастотному широкосмуговому радіоканалу. У перспективі можливе залучення для цієї

мети каналів КВ- і супутникового зв'язку. Керування здійснюється по цифровій лінії зв'язку, але апарат може застосовуватися й автономно (як АПА), маневруючи за заздалегідь установленною програмою. Передача зображення, яке отримано від бортової ГАС, і команд керування виконується в реальному масштабі часу [4].

Система AN/BLQ-11 (США) призначена для розвідки мінних полів. До її складу входять два АПА, які запускаються і приймаються на підводний човен (ПЧ) через 533-міліметрові торпедні апарати (рис. 5).

Кожен з апа здатний вести пошук протягом 40...50 годин на дальності до 75 миль від ПЧ-носія. Протягом доби АПА забезпечує протимінне обстеження району площею до 35 кв. миль, а за один цикл використання системи (шість виходів апарата) — району площею до 400 кв. миль. Пошук мін здійснюється на швидкості 4 вуз. Установлена на апараті ГАС переднього огляду веде пошук у смугі шириною 500 м, а також забезпечує виявлення підводних перешкод та ухилення від них. При цьому ГБО з дальністю дії до 100 м дає змогу класифікувати виявлені об'єкти шляхом формування їх зображення, яке порівнюється оператором на ПЧ з конфігурацією відомих типів мін, закладених у банк даних ЕОМ. Система забезпечує класифікацію мін з точністю не менше 0,9, і вірогідність помилки при цьому складає 0,01. При веденні пошуку в заданому районі АПА



Рис. 5. Протимінний АПА системи AN/BLQ-11

через кожні 9...12 год спливає на поверхню для визначення свого місцеположення з використанням GPS і передачі на ПЧ-носії по радіолінії даних про виявлені об'єкти.

Переносний протимінний комплекс АПА REMUS, розроблений фірмами «Oceanographic Systems Laboratory» і «Woods Hole Oceanographic Institute», призначений для вирішення завдань висвітлення підводної обстановки, проведення протимінної розвідки і підводно-інспекційних робіт в умовах мілкого моря. Апарат випускається в декількох модифікаціях (рис. 6).

Апарат REMUS-100 має наступні дані: масу до 37 кг; довжину до 1,6 м; діаметр 0,191 м; операційну глибину 100 м; максимальну швидкість підводного ходу 5 вуз; автономність 22 год при швидкості ходу 3 вуз; мінімальну робочу відстань від донної поверхні (визначається можливостями доплерівського лага) — 5 м.

До складу бортової апаратури АПА входять ГБО та інші датчики. Для вирішення навігаційних завдань використовуються ГАС з довгою базою і/або гас з ультракороткою базою, доплерівський лаг, датчики курсу і кутових швидкостей. До складу надводної частини комплексу входять навігаційна ГАС з ультракороткою базою і комп'ютер для введення в бортову систему керування апарата програмного завдання і збо-ру, обробки та відображення інформації від вимірювальної апаратури.

Подальшою модифікацією апарата REMUS-100 став глибоководний АПА REMUS-600 (див. рис. 6, б). Він створений як платформа для відпрацювання завдань з пошуку й ідентифікації мін, має діаметр 0,32 і довжину до 3,25 м. Засобом пошуку мін є гідролокатор з малою синтетичною апертурою Small Synthetic Aperture Minehunter (SSAM). Апарат здатний (при глибині занурення 600 м) нести велике корисне навантаження при підвищеній автономності.

Наступною протимінною задачею є пошук і нейтралізація мін на гранично малих глибинах, для чого розробляються малогабаритні АПА, здатні знаходити і нейтралізувати міни на мілководді (глибини менше 12 м), в зоні прибою та густої морської рос-



а



б

Рис. 6. Апарати серії REMUS: а — технічні засоби АПА REMUS-100; б — глибоководний АПА REMUS-600

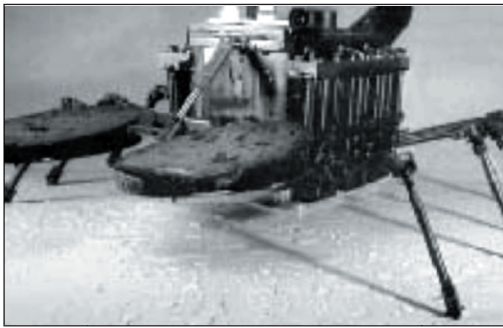
линності [1, 3]. Для роботи в таких умовах на цей час розробляється широкий спектр підводних роботів оригінальної конструкції (рис. 7). Так, фірмою «Jrobot» (США) розроблено проект «повзаючого крабоподібного» АПА. Такі апарати отримали назву ALUV (Autonomous Legged Underwater Vehicle — автономні крокуючі підводні апарати). Найбільш відомим з них став апарат «Arie1-II» (див. рис. 7, а). Попередні випробування підтвердили хорошу стійкість цього АПА на підводних прибережних схилах і здатність локалізувати сталеві об'єкти. Проте згідно з повідомленням фірми-розробника «...потрібний ще великий обсяг робіт із забезпечення динамічного керування моделлю».

Наступним базовим проектом є АПА «Sea Talon» (див. рис. 7, б), розроблений компанією «Foster Miller Inc». (США). Він є повзаючим апаратом, створеним на базі наземного робота «Talon» [1], здатний переміщатися на глибинах до 30,5 м, а для вирішення завдань нейтралізації мін може оснащуватися спеціальним маніпулятором — контактним тралом.

У таблиці наведені основні тактико-технічні дані найбільш розповсюджених протимінних підводних апаратів, що знаходяться на озброєнні ВМС зарубіжних країн.

Основні технічні дані протимінних підводних апаратів

Тип апарата, країна-виробник	Маса апарата, кг	Розміри: довжина×шири- на×висота, м	Швидкість ходу максимальна/ро- боча, вуз	Автономність, год	Довжина кабелю, м Дальність дії	Глибина зану- рення, м	Маса підривно- го заряду, кг	Перебуває на озброєнні
Дистанційно керовані підводні апарати								
PAR-104 Mk5, Франція	750	2,7×1,2×1,3	5,3	4–5	1000 –	300	128	Великобри- танія, ФРН, Франція, Нідерланди, Бельгія, ОАЕ та ін.
«Пінгвін-В3», ФРН	1350	3,5×1,6×1,4	8/3	60–120	1000 –	100–200	2×128	ФРН, Тайвань
AN/SQL-48, США	1130, 1247	3,67×1,2×1,2	6	необ- межена	1000 –	більш 200	128	США
«Pluto», Італія	160	1,68×0,6×0,65	5	4×0,5	500 –	300	15	Італія, Іспанія
«Pluto Gigas», Італія	600	3,4×–×–	7,5	12	2000 –	1000	128	Італія
«Sea Fox», ФРН	42	1,31×0,39×0,2	6	–	1300 –	300	1,5	ФРН, США, Бельгія, Швеція, Нідерланди, Великобри- танія та ін.
«K-Steer», Франція	50	1,4×0,23×0,23	6/3	1	1100 –	300	6	Франція
AN/WLD-1, США	7300	7,3×1,0×1,2	16/12	72	– 600 миль	200	–	США, Франція, Канада
Автономні підводні апарати								
«Hugin 1000», Норвегія	650	4,0–5,0×0,75×0,75	5/4	24	– 96 миль	1000	–	Норвегія, Фінляндія
«REMUS-100», США	37	1,6×0,19×0,19	5/3	22	– 66 миль	100	–	США, Нідерланди, Сінгапур
«REMUS-600», США	250	3,25×0,34×0,34	5	70	– 250 миль	600	–	США
«Bluefin-12», США	140–230	2,15–3,8× ×0,324×0,324	5	10–23	– 50–150 миль	200	–	США
«BRAUV» CIF	220	3,05×0,533×0,533	3	15	– 50 миль	270	–	США
«GAVIA», Ісландія	від 48	від 1,7×0,2×0,2	6/2	–	60 км	200– 2000	–	Ісландія
«Ariel-II», США	13	–	–	–	–	600	–	США
«Ranger», США	4,5	0,91×0,09×0,09	4/2	4	– 10 миль	до 100	–	США
«Sea Talon» США	До 20	0,6×0,51×0,17	3/1	–	– 10 миль	0,5...10	–	США



а



б

Рис. 7. Протимінні АПА для малих глибин: *а* — крабоподібний протимінний АПА; *б* — підводний робот «Sea Talon»

ВИСНОВКИ

1. Аналіз стану та перспектив розвитку підводних апаратів-міношукачів на флотах провідних морських держав показав, що протягом останніх 30 років зроблено велику кількість протимінних підводних апаратів, що свідчить про актуальність задачі боротьби з морськими мінами на морях, де в минулому велися активні воєнні дії. У зв'язку з цим створення такого виду морської техніки є актуальним для розв'язання протимінних задач у територіальних водах України.

2. Головні науково-технічні рішення у напрямку боротьби з морськими мінами поляга-

ють у розробці й застосуванні двох основних типів підводних апаратів — телекерованих по кабелю та автономних самохідних підводних апаратів. Важливим підтипом телекерованих апаратів є одноразові апарати.

3. Відносно новим видом протимінних апаратів, актуальним для використання у територіальних водах України на Азовському та Чорному морях, є малогабаритні автономні підводні апарати «повзаючого» типу для роботи на мілководді, оскільки в останні роки на морському узбережжі України мають місце випадки вимивання старих боєпасів та їх виносу на прибережну зону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Бочаров, В. Ю. Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом [Текст] / А. Ю. Бочаров // Подводные исследования и робототехника. — 2006. — № 2. — С. 36–44.
- [2] Жуков, С. Современные средства противоминной борьбы [Текст] / С. Жуков // Зарубежное военное обозрение. — 1997. — № 5. — С. 26–32.
- [3] Илларионов, Г. Ю. Автономные необитаемые подводные аппараты для поиска и уничтожения мин [Текст] / Г. Ю. Илларионов, В. В. Сидоренко, С. В. Смирнов // Подводные исследования и робототехника. — 2006. — № 1. — С. 31–39.
- [4] Колпаков, А. Оружие минное и противоминное [Текст] / А. Колпаков // Морской сборник. — 1999. — № 2. — С. 57–61.
- [5] Мосалев, В. Дистанционно управляемые и автономные подводные аппараты ВМС зарубежных стран [Текст] / В. Мосалев // Зарубежное военное обозрение. — 2006. — № 6. — С. 56–66.
- [6] Противоминные подводные аппараты [Текст] // Зарубежное военное обозрение. — 1990. — № 4. — С. 34–40.
- [7] Смирнов, Б. Противоминные подводные аппараты ВМС западных стран [Текст] / Б. Смирнов // Морской сборник. — 1993. — № 7. — С. 69–74.
- [8] Hooton, E. R. Security to 100 atmospheres: fools rush in where angels fear to tread-but in modern naval warfare it is the robots or Unmanned Underwater Vehicles (UUV) which are now being sent to discover and destroy the hidden secrets, traps and dangers that lurk deep in Poseidon's realm [Text] / E. R. Hooton. — Armada International, 2005.