

РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ БЕЗЭКИПАЖНОГО КАТЕРА

Г.Ю. Илларионов, Р.В. Викторов, Д.Н. Михайлов, Г.Д. Елисеенко

В статье дается описание нового метода обучения курсантов военно-морских учебных заведений и других силовых ведомств управлению безэкипажными катерами и их полезными нагрузками. Рассмотрены конструкция и устройство безэкипажного катера «Макаровец» и его полезные нагрузки, созданные совместными усилиями группы ученых Института проблем морских технологий имени академика М.Д. Агеева ДВО РАН и Тихоокеанского высшего военно-морского училища имени С.О. Макарова.

Ключевые слова: безэкипажный катер, береговой пост управления, дистанционно управляемые модули полезных нагрузок, военно-морские учебные заведения, метод обучения, система управления, беспилотный летательный аппарат, автономный необитаемый подводный аппарат, управляемый по кабелю необитаемый подводный аппарат, дистанционно управляемый модуль-имитатор стрелкового оружия

1. Введение

Безэкипажные катера (БЭК) прочно закрепились в составе военно-морских сил развитых стран как эффективное средство вооруженной борьбы на море. В настоящее время в России и за рубежом созданы многие разновидности БЭК, которые способны решать возложенные на них задачи. Одним из перспективных направлений мирового развития БЭК является их оснащение разнообразными дистанционно управляемыми модулями (ДУМ), определяющими их тактическое назначение [1]:

- ДУМ стрелкового оружия (рис. 1, а);
- ДУМ ударного малогабаритного ракетного оружия (рис. 1, б);
- ДУМ малогабаритного зенитно-ракетного оружия (рис. 1, в);
- ДУМ малогабаритного торпедного оружия (рис. 1, г);
- ДУМ радиоэлектронной борьбы (рис. 1, д);
- ДУМ с беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) (рис. 1, е);
- ДУМ спускоподъемного устройства (СПУ) с автономными необитаемыми подводными аппаратами (АНПА) для поиска мин (рис. 1, ж, з);

– ДУМ СПУ с одноразовым телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом (ТНПА) для уничтожения мин (рис. 1, и).

Однако среди этого множества проектов катеров нет ни одного специального проекта БЭК, предназначенного для решения не тривиальной проблемы обучения специалистов разного уровня управлению БЭК и его ДУМ, т.е. полезными нагрузками.

2. Назначение, состав и устройство учебно-тренировочного роботизированного комплекса на базе БЭК «Макаровец»

Учитывая современные тенденции мирового развития безэкипажного кораблевождения, Институт проблем морских технологий имени академика М.Д. Агеева Дальневосточного отделения РАН (ИПМТ ДВО РАН) совместно с командованием ТОВВМУ имени С.О. Макарова в 2020 г. приняли решение о создании БЭК, получившего название «Макаровец», со сменной модульной полезной нагрузкой, имитирующей некоторые типы ДУМ. В дальнейшем проект получил название «Учебно-тренировочный роботизированный комплекс (УТРК) на базе БЭК «Макаровец», который предназначен для [2]:

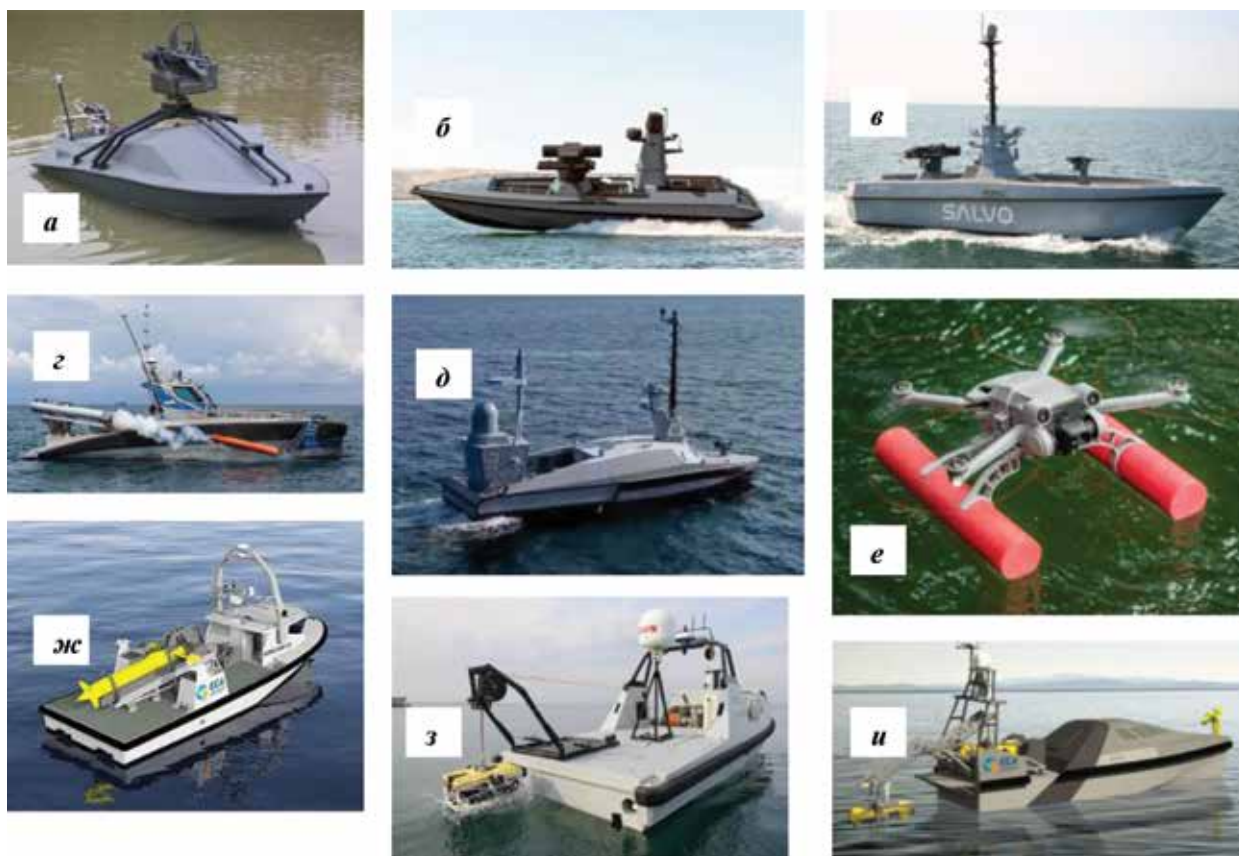


Рис. 1. Безэкипажные катера с дистанционно управляемыми модулями:

а – ДУМ стрелкового оружия; б – ДУМ ударного малогабаритного ракетного оружия; в – ДУМ малогабаритного зенитно-ракетного оружия; г – ДУМ малогабаритного торпедного оружия; д – ДУМ радиоэлектронной борьбы; е – ДУМ с БПЛА; ж – ДУМ с СПУ и АНПА для поиска мин; з – ДУМ с СПУ и ТНПА для поиска мин; и – ДУМ с СПУ и одноразовым ТНПА – уничтожителем мин

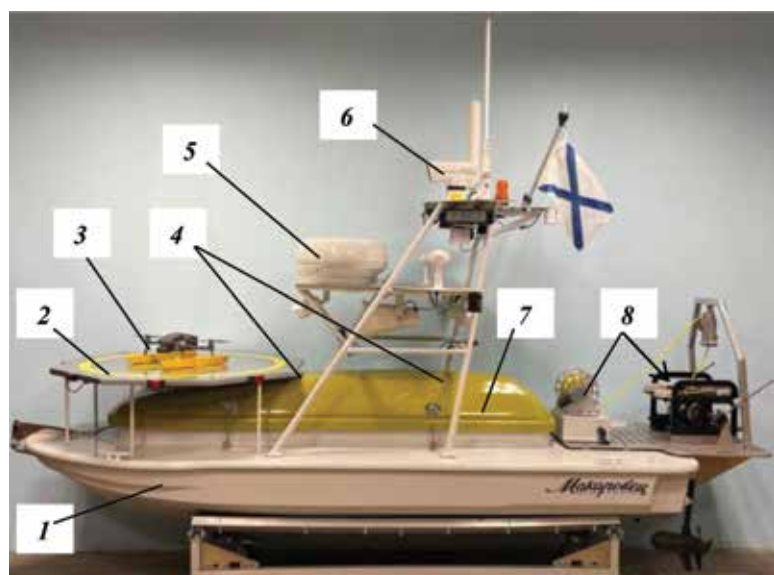


Рис. 2. Безэкипажный катер «Макаровец» с ДУМ посадочной площадки квадрокоптера и СПУ ТНПА:

1 – корпус; 2 – посадочная площадка; 3 – БПЛА; 4 – мачта; 5 – радар; 6 – IP-видеокамера; 7 – надстройка; 8 – спускоподъемное устройство ТНПА

– повышения качества образовательного процесса в военно-морских учебных заведениях (ВМУЗ) и других заинтересованных силовых структурах путем непосредственного участия обучаемых в подготовке катера и его систем к плаванию и выполнению различных практических упражнений по управлению БЭК и его полезными нагрузками;

– повышения качества подготовки научно-педагогических кадров ВМУЗ (докторантов, адъюнктов и соискателей ученой степени).

УТРК состоит из БЭК «Макаровец» (рис. 2), берегового поста управления (БПУ), ряда ДУМ сменных полезных нагрузок, а также береговой инфраструктуры и вспомогательного оборудования. БЭК имеет следующие характеристики: водоизмещение 250 кг; длина 3,3 м; ширина 1,2 м; высота 1,7 м; скорость до 15 уз; автономность 6 ч (на экономичной скорости);

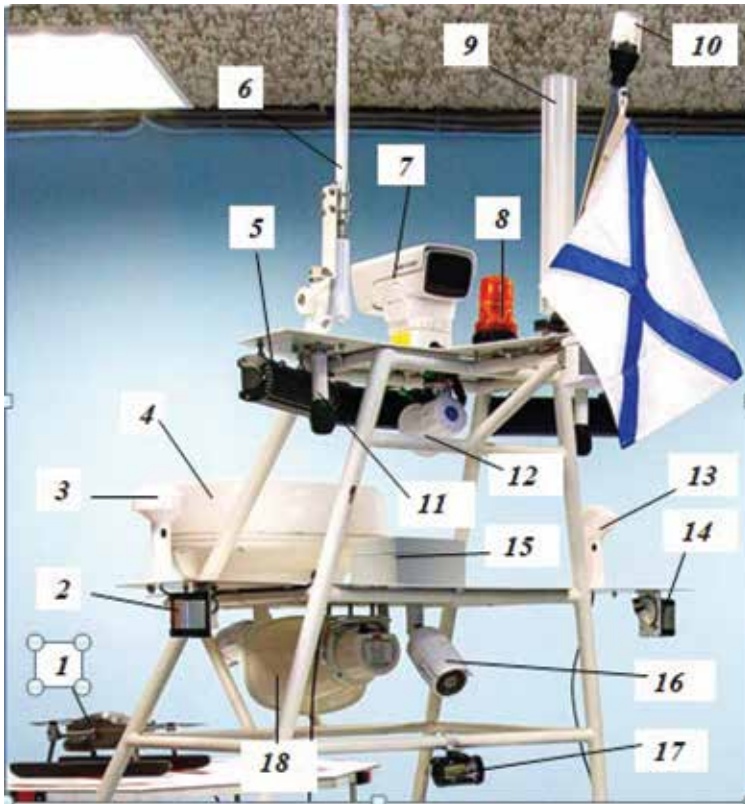


Рис. 3. Расположение приборов на мачте БЭК:
1 – квадрокоптер на посадочной площадке; 2, 14 – ходовые огни; 3, 13 – антенны GPS; 4 – радар; 5 – прожекторы дальнего света; 6 – антенна радиомодема LoRa; 7 – IP-видеокамера PZT; 8 – проблесковый маяк; 9 – антенна Wi-Fi; 10 – топовый огонь; 11 – микрофон; 12 – тифон / сирена; 15 – коммутатор соединений; 16 – IP-видеокамера наблюдения за СПУ; 17 – прожектор освещения СПУ; 18 – рупорный громкоговоритель

грузоподъемность до 120 кг. Катер имеет два гребных винта с погружными электромоторами мощностью по 1,5 кВт каждый.

Управление движением БЭК происходит за счет регулирования частоты вращения движителей. Источником энергии служит свинцово-гелиевая аккумуляторная батарея емкостью 200 А·ч. В состав радиоэлектронных средств (РЭС) БЭК входят: система дистанционного управления движением; компас; лаг; эхолот; 4G радар; приёмники ГЛОНАСС/GPS; системы радиосвязи; система видеонаблюдения и аудиоаппаратура. Аппаратно-программный комплекс позволяет реализовать три режима управления БЭК [3]:

- супервизорное управление;
- автономное управление;
- смешанный режим.

Радиоэлектронное оборудование мачты БЭК (рис. 3) адаптировано для решения за-

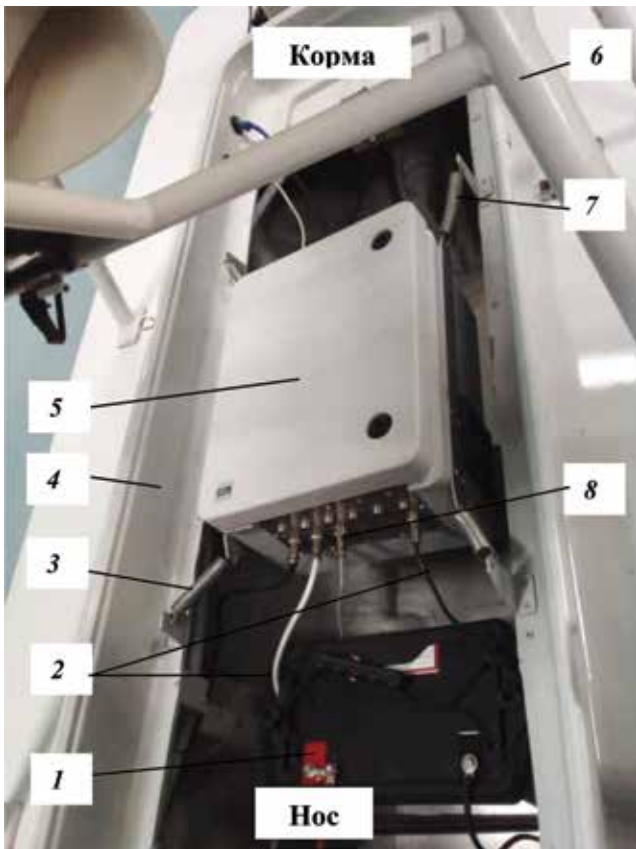


Рис. 4. Блок РЭА и аккумуляторная батарея внутри кокпита БЭК:

1 – аккумуляторная батарея; 2 – кабели; 3, 7 – пружины; 4 – комингс кокпита; 5 – блок РЭА; 6 – стойка («нога») мачты; 8 – разъемы

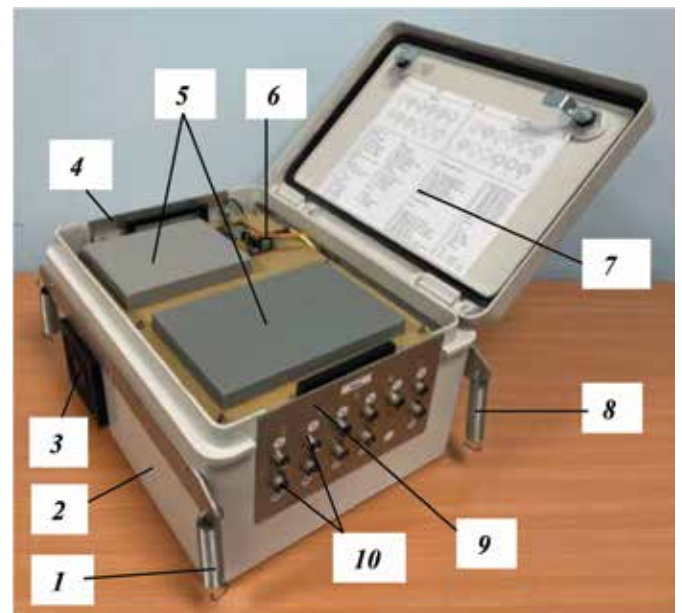


Рис. 5. Блок РЭА с открытой крышкой:

1, 8 – пружинные амортизаторы; 2 – корпус; 3 – кулер; 4 – носовая панель электрических разъемов; 5 – резервные площадки РЭС; 6 – верхняя монтажная плата; 7 – крышка; 9 – кормовая панель электрических разъемов; 10 – гнезда электрических разъемов

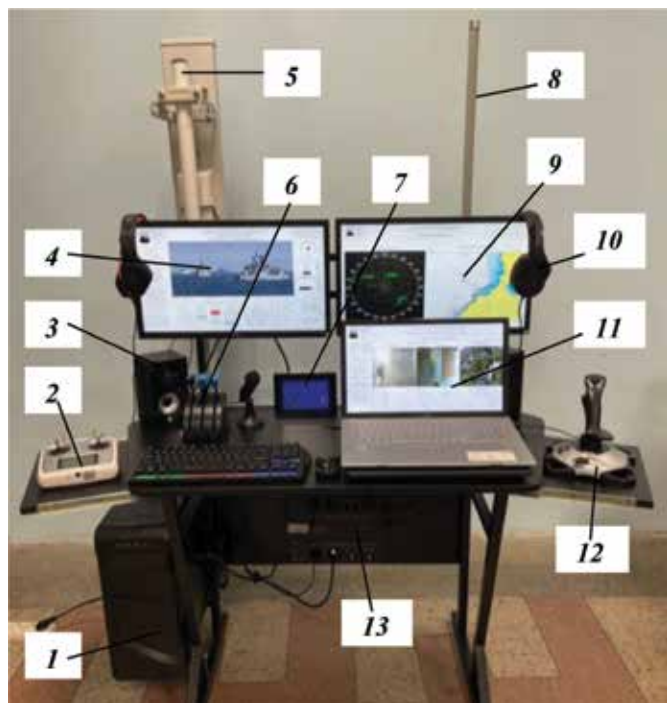


Рис. 6. Береговой пост управления БЭК:

1 – компьютер; 2 – пульт квадрокоптера; 3 – звуковая колонка; 4 – главный монитор; 5 – антенна Wi-Fi; 6 – сектор управления движением; 7 – метеопост; 8 – антенна радиомодема; 9 – монитор навигатора; 10 – гарнитура; 11 – монитор полезных нагрузок; 12 – джойстик управления ТНПА; 13 – источник бесперебойного питания

дач обучения управлению БЭК и включает: ходовые огни; антенну ГЛОНАСС / GPS; 4G радар Garmin; микрофоны; прожекторы дальнего света; антенну радиомодема LoRa; главный оптоэлектронный модуль (IP-видеокамера обзорная PZT); антенну Wi-Fi; топовый огонь; проблесковый маяк; тифон и сирену; IP-видеокамеру наблюдения за спускоподъемным устройством; прожектор освещения спускоподъемного устройства; рупорный громкоговоритель.

Блок радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) БЭК (рис. 4) предназначен для компактного размещения радиоэлектронных средств (РЭС) катера в едином съемном модуле, который можно легко демонтировать и работать с ним отдельно в лабораторных условиях.

Блок РЭА подвешен внутри корпуса БЭК на пружинных амортизаторах, предохраняющих РЭС от ударов корпуса катера о воду на большой скорости и от ходовой вибрации. Кабели проходят внутри четырех «ног» мачты и соединяют приборы, находящиеся на мачте с блоком РЭА при помощи многотырьковых разъемов. Блок РЭА (рис. 5) состоит из пластикового корпуса с крышкой, где установлены кулер и две балки, предназначенные для крепления пружинных амортизаторов. В торцевых частях блока

РЭА расположены две панели, где находятся гнезда многотырьковых электрических разъемов [3]. Внутри корпуса блока РЭА (рис. 5) находится блок монтажных плат, который свободно входит в корпус, так что панели разъемов оказываются снаружи корпуса, что существенно упрощает его обслуживание и настройку для новых задач. Блок состоит из трех плат (верхней, средней и нижней), на которых располагаются все РЭС и их электрорадиоэлементы (ЭРЭ), а именно: программного управления; навигации; связи; освещения обстановки (радар и телевидение) и др. На верхней плате находятся резервные площади для РЭС сменных модулей полезных нагрузок, закрытые крышками [3].

Общая архитектура берегового поста управления (БПУ) БЭК «Макаровец» показана на рис. 6. Компьютеры, мониторы и другие приборы БПУ смонтированы на столе, который рассчитан на посадку четырех операторов (с учетом выполнения поставленных учебных задач): оператора управления катером; оператора навигационного комплекса, оператора управления полезными нагрузками и оператора управления БПЛА.

На БПУ установлены антенны связи и управления БЭК и его полезными нагрузками: системный блок главного компьютера; пульт управления квадрокоптером; сектор управления движением БЭК; звуковые колонки; главный монитор; антенна Wi-Fi; монитор навигатора; антенна радиомодема; монитор полезных нагрузок; ноутбук оператора полезных нагрузок; источник бесперебойного питания; клавиатура главного компьютера; метеопост; джойстик управления ТНПА; микрофон командира; гарнитуры операторов; звуковые колонки [4].

3. Полезные нагрузки БЭК «Макаровец»

Носовая часть БЭК «Макаровец» – носителя БПЛА (квадрокоптера) показана на рис. 7. Посадоч-

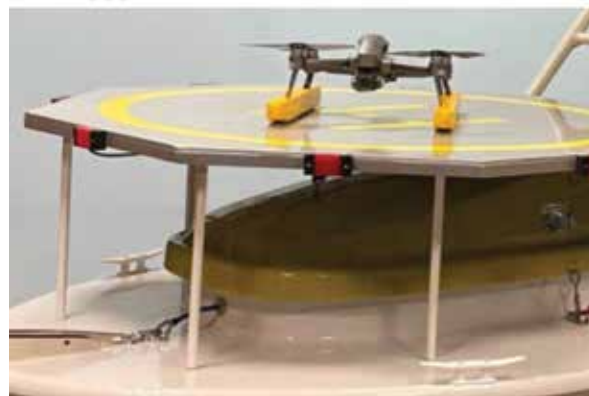


Рис. 7. Посадочная площадка БЭК с квадрокоптером

ная площадка способна фиксировать БПЛА в момент его посадки на БЭК при наличии сильного ветра, качки, а также при наличии больших статических кренов и дифферентов. Это свойство достигается за счет создания сил удержания БПЛА с помощью включенных электромагнитов, равномерно распределенных с тыльной стороны посадочной площадки.

Электромагниты посадочной площадки взаимодействуют с тонкими стальными рейками, наклеенными снизу на поплавок БПЛА. Перед взлетом БПЛА электромагниты посадочной площадки отключаются, и сила, удерживающая БПЛА, исчезает. ДУМ предназначен для выработки навыков управления БЭК и БПЛА при его взлёте и посадке, а также использования для обнаружения надводных целей и подводных объектов в мелководных акваториях [5, 6].

Кормовая часть БЭК «Макаровец» является местом расположения малогабаритного СПУ и АНПА (рис. 8). В состав СПУ входят дистанционно управляемая каретка и лебёдка с кабелем. Каретка приводится в движение при помощи шагового электродвигателя с ходовым винтом. СПУ данного типа обеспечивает также работу с буксируемыми подводными аппаратами и опускаемыми гидроакустическими антеннами [7]. СПУ АНПА работает следующим образом. АНПА всплывает в надводное положение и при помощи команд радиоуправления приводится оператором БЭК в ловитель. Далее АНПА входит в ловитель, при помощи своих движителей и фиксируется при помощи электромагнита в ловителе. Электромагнит, установленный на платформе, отключается, и кабель своим усилием поворачивает подвижную балку на

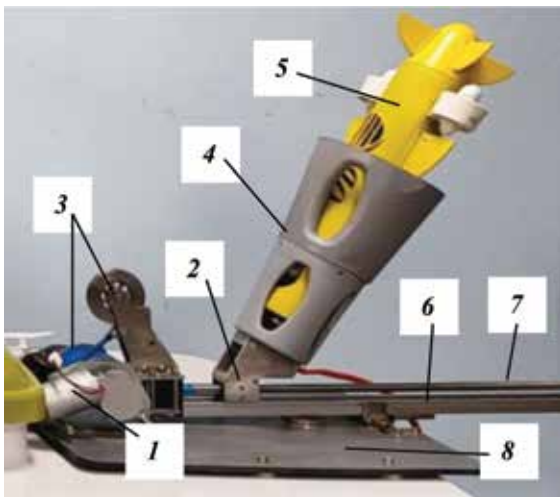


Рис. 8. СПУ АНПА «Юнга»:

1 – электродвигатель; 2 – каретка; 3 – лебедка со шкивами; 4 – ловитель; 5 – АНПА «Юнга»; 6 – балка; 7 – ходовой винт; 8 – платформа

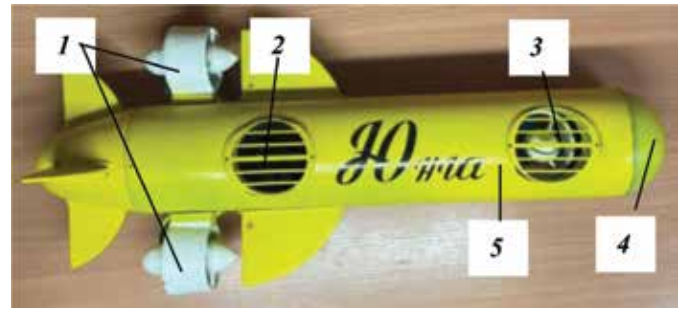


Рис. 9. АНПА «Юнга»:

1 – маршевые движители; 2 – кормовой вертикальный движитель; 3 – носовой вертикальный движитель; 4 – носовой обтекатель с телекамерой; 5 – корпус

шарнире по часовой стрелке. При этом подвижная балка занимает горизонтальное положение и фиксируется при помощи электромагнита. Далее запускается электродвигатель, и при помощи ходового винта каретка с ловителем и АНПА перемещается в положение «по-походному». Спуск АНПА производится в обратном порядке [4].

Учебный АНПА «Юнга» (рис. 9) имеет следующие характеристики: масса 2,5 кг; габариты (Д×Ш×В) 660×252×110 мм; скорость 0,9 м/с; автономность 1,2 ч; глубина погружения 20 м. Аппарат имеет два маршевых и два вертикальных движителя, плата системы управления находится внутри герметичного контейнера, где также расположена аккумуляторная батарея. В модуль управления АНПА входят: контроллер Arduino Nano CH 340; плата управления моторами Custom Shield High ROV; GPS приемник; радиоприемник 42 МГц для реализации режима радиоуправления; 9-осевой датчик положения АНПА MPU9-255; питание осуществляется от LiPol аккумуляторной батареи емкостью 4500 мА·ч. Заряд аккумуляторной батареи АНПА и информационный обмен с БЭК происходят в бесконтактном режиме. ДУМ предназначен для выработки навыков управления БЭК, СПУ и АНПА при их комплексном использовании для обнаружения донных объектов в мелководных акваториях.

На рис. 10 показано СПУ учебного ТНПА. На палубе в кормовой части корпуса БЭК установлена съемная платформа, на которой смонтированы все механические и электрические составные части СПУ в виде единого модуля. На платформе установлены электромагниты, предназначенные для фиксации ТНПА в положении «по-походному» [8]. На платформе на шарнирах установлена П-рама, которая может занимать два крайних положения: «рабочее» и «по-походному». П-рама приводится в движение электродвигателями со встроенными понижающи-

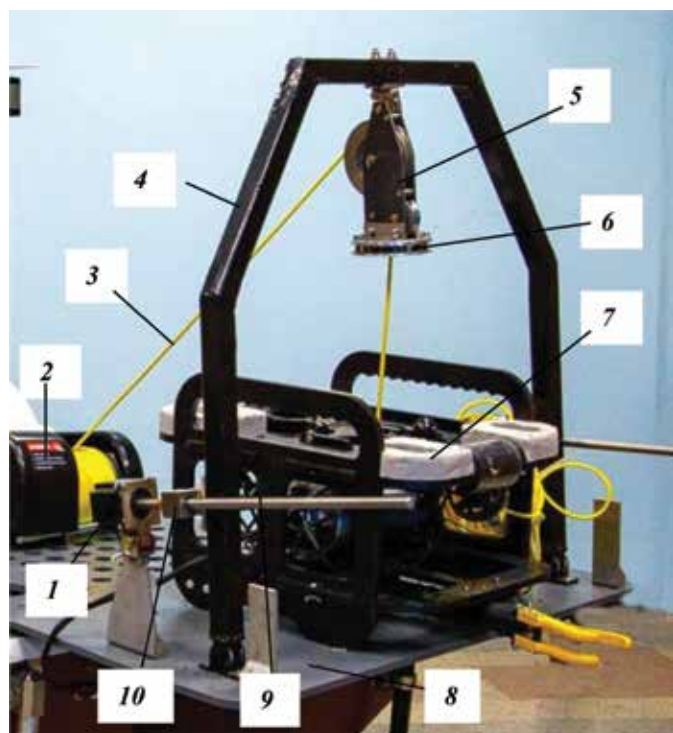


Рис. 10. Спускоподъемное устройство ТНПА:

1 – электродвигатель; 2 – лебедка с электроприводом; 3 – кабель-трос; 4 – П-рама; 5 – качающийся блок со шкивами; 6 – электромагнитный замок; 7 – ТНПА; 8 – монтажная платформа; 9 – шкивы; 10 – ходовые винты; 10 – ползун

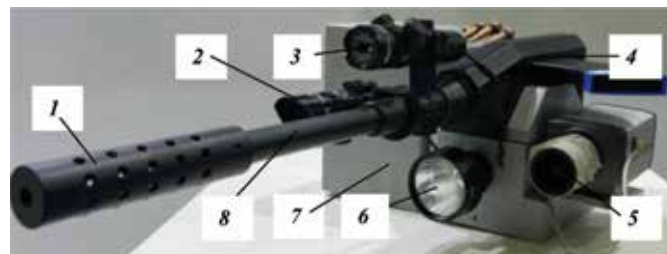


Рис. 11. ДУМ-имитатор стрелкового оружия:

1 – пламегаситель; 2 – лазерный целеуказатель; 3 – лазерный имитатор выстрелов; 4 – ствольная коробка и муляжи 7,62-мм патронов; 5 – видеокамера узконаправленная; 6 – прожектор узконаправленный; 7 – платформа; 8 – ствол



Рис. 12. Эпизод проведения пробных учебных занятий:

а – БЭК «Макаровец» в акватории Амурского залива; б – курсант управляет «катером-нарушителем»; в – курсант управляет БЭК и ДУМ

на открытом воздухе при хорошей погоде. Компьютеры и приборы БПУ монтируются на разборном столе. Стол рассчитан на посадку двух обучаемых – операторов в раскладных креслах [9, 10]: оператора БЭК и навигатора БЭК. Возможна посадка еще двух обучаемых – операторов управления полезными нагрузками со своими малогабаритными пультами (например, оператора управления ТНПА и оператора управления квадрокоптером). Они находятся рядом с остальными операторами на приставных сиденьях. Рядом со столом устанавливаются антенны для связи и управления БЭК и его полезными нагрузками. Оператор БЭК контролирует главный монитор. Навигатор БЭК контролирует монитор навигатора и монитор радара.

На БПУ обучаемые находятся на своих штатных местах, при этом часть обучаемых в группе, выполняющих операторские функции, расположена в креслах сидя, другая часть обучаемых – наблюдателей стоит за спиной операторов. Обучаемые выполняют следующие функции [9, 10]:

- первый – командир БЭК – управляет катером;
- второй – выполняет функции навигатора (штурмана);
- третий – оператор полезных нагрузок – управляет СПУ и ТНПА;

– четвертый – оператор квадрокоптера.

Преподаватель имеет возможность наблюдать за фактической обстановкой на акватории через окно в бинокль, обучаемые же могут оценивать окружающую обстановку на акватории только по приборам на БПУ. Оператор (командир БЭК) на своем посту видит показания телекамеры кругового обзора БЭК (рис. 14), что дает ему визуальное представление об окружающей обстановке на ближней и средней дистанции от катера. Получаемая им параллельно аудиоинформация дает дополнительное представление об окружающей обстановке и позволяет общаться verbally с экипажем «катера-нарушителя».

Показания радара БЭК на посту навигатора дают обучаемому визуальное представление об окружающей обстановке на дальних дистанциях от катера, а данные электронной карты показывают ему координаты БЭК, координаты «катера-нарушителя», а также координаты ТНПА и квадрокоптера, что позволяет ему понимать, где географически находится БЭК и какова окружающая его тактическая обстановка. Показания телекамеры квадрокоптера на посту управления полезными нагрузками дают обучаемым визуальное представление о фактической окружающей обстановке на акватории в целом с высоты «птичьего полета». Показания телекамеры ТНПА дают обуча-

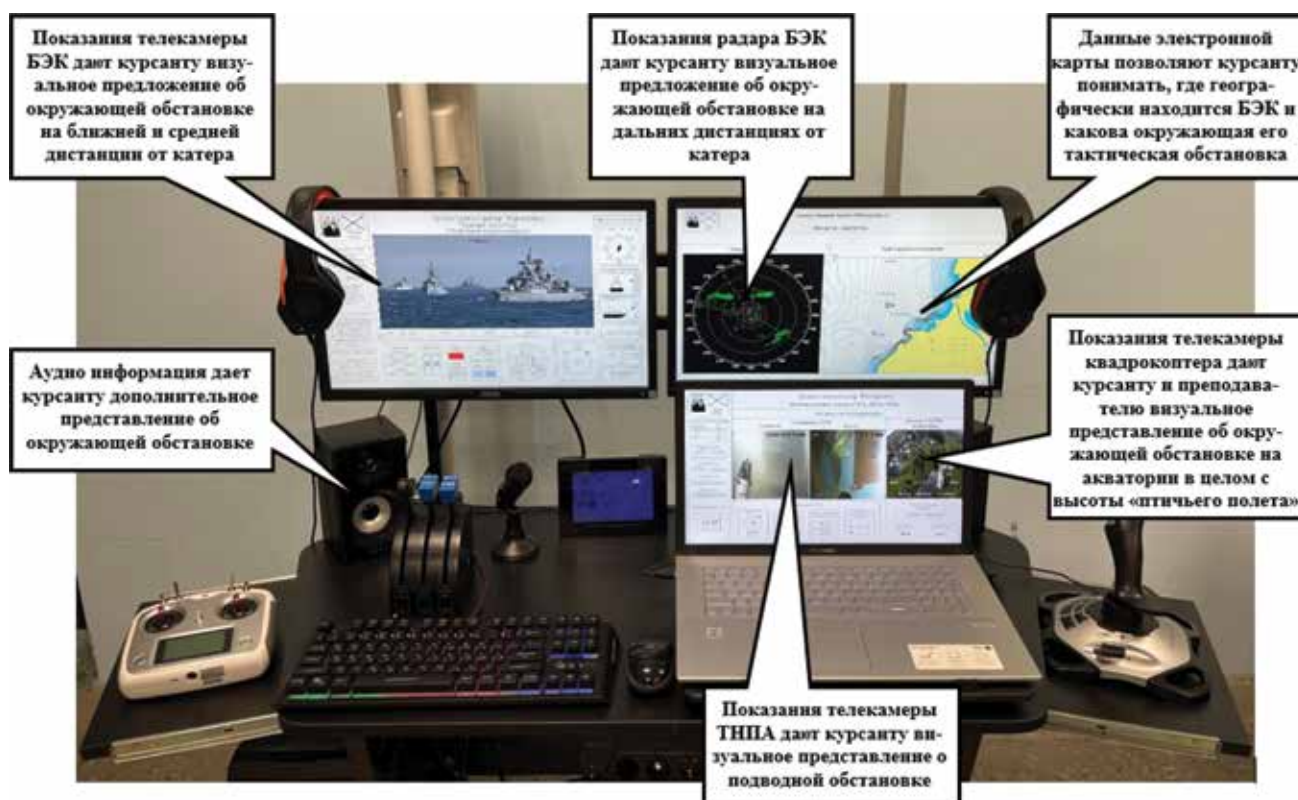


Рис. 14. Мониторы берегового поста управления УТРК

емым представлением о подводной обстановке при выполнении учебной задачи поиска и обследования «опасных» подводных объектов [11, 12, 17].

Состав и конструкция УТРК тесно связаны со способом обучения. Суть данного способа обучения состоит в следующем [9–11]:

1. Перед началом практических занятий (ПЗ) на море обучаемые проходят теоретический курс, изучая учебный материал традиционным методом (лекции, практические занятия в аудитории, самоподготовка, зачеты), разбитый на учебные модули: изучение материальной части УТРК; изучение РЭС УТРК, изучение программного обеспечения, подготовка БЭК и его полезных нагрузок и БПУ к плаванию; теоретические основы безэкипажного кораблевождения и т. д.

2. Перед началом ПЗ на море преподаватель разрабатывает сценарий будущего занятия в виде элементов организационно-деятельностной игры по методу П.Г. Щедровицкого и доводит до обучаемых роль каждого из них. Сам процесс управления БЭК создает для обучаемых ряд проблемных ситуаций и предполагает способы их разрешения за счет организации коллективного мыследеятельностного поиска для повышения уровня усвоения учебного материала.

3. Далее согласно плану ПЗ обучаемые приступают к управлению БЭК, выполняя ряд упражнений:

- дают малый ход и отводят катер от пирса;
- дают последовательно малый, средний и полный хода (вперед и назад);
- поддерживают заданный курс или меняют курс, выполняя циркуляцию;
- выполняют различные маневры и эволюции в дневное и ночное время: отход от пирса; подход к пирсу; расхождение с целями согласно МППСС; подход к опасному плавающему предмету, постановка на якорь – снятие с якоря и т.п.);
- выполняют различные комплексные упражнения, например, подход БЭК к «катеру-нарушителю» и переговоры с его экипажем через мегафон и микрофоны (т.е. осуществляют дистанционную вербальную коммуникацию с экипажем надводного плавсредства).

4. После уверенной отработки навыков управления БЭК в различной обстановке и различных режимах движения обучаемые приступают к отработке навыков управления полезными нагрузками БЭК с учетом заданной учебной тактической обстановки:

- спуск на воду и дистанционное управление АНПА и ТНПА с целью поиска «опасных» подводных объектов;
- подъем квадрокоптера и управление им в воздухе, посадка квадрокоптера на воду и старт с поверх-

ности воды с последующим возвращением его на посадочную площадку БЭК;

– атака «катера-нарушителя» с использованием ДУМ-имитатора стрелкового оружия по принципу игры лазертаг.

5. Выводы

1. В итоге можно отметить, что УТРК на базе БЭК «Макаровец» представляет собой инициативную разработку, выполненную ИПМТ ДВО РАН и ТОВВМУ им. С.О. Макарова, которая завершилась созданием действующего образца учебно-тренировочного роботизированного комплекса, соответствующего 7-му уровню (из 9) по международной шкале уровней технической готовности (УТГ), т.е. демонстрация опытного образца или прототипа в условиях эксплуатации. УТРК на базе БЭК «Макаровец» предназначена для решения проблем современного высшего образования ВМУЗ и других заинтересованных силовых структур управлению БЭК и его полезными нагрузками. При создании УТРК получено 10 патентов на изобретения и полезные модели. БЭК «Макаровец» и его полезные нагрузки демонстрировались на Международных форумах «Армия-2022» и «Армия-2023» в павильоне «Военное образование», где получили высокую оценку специалистов [12, 13]. БЭК «Макаровец» занял первое место на VII Всероссийских соревнованиях по морской робототехнике «Восточный бриз-2024», которые проводились во Владивостоке в августе 2024 г. [14].

2. Президент РФ Владимир Владимирович Путин поддержал идею российских компаний внедрить в школах курсы по конструированию, сбору и управлению дронами. Об этом он сказал на совещании по развитию беспилотных авиационных систем. «Уверен, это, во-первых, ребят займет полезным и интересным делом; во-вторых, эта так называемая ранняя профориентация пойдет на пользу в конечном итоге и стране» [15]. В этой связи можно утверждать, что в высших военно-морских училищах необходимо развивать разностороннее мышление обучаемых, связанное с управлением боевыми роботами и их полезными нагрузками, в том числе – на базе учебных безэкипажных катеров.

Авторы выражают глубокую благодарность адъютантам и преподавателям ТОВВМУ имени С.О. Макарова, внесшим свой вклад в создание БЭК «Макаровец» и его полезных нагрузок: к.т.н. Корнилову Н.А., к.т.н. Кнурову М.В., Березовскому М.И., Ендовицкому А.В., Марусову Н.А. и др.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент № 2760797 Российская Федерация, МПК B63G 1/00 (2006.01), B63B 25/00 (2006.01), G05D 1/02 (2006.01). Безэкипажный катер – носитель сменной полезной нагрузки: № 2021114347: заявл. 21.05.2021: опубл. 30.11.2021 / Илларионов Г. Ю., Викторов Р. В., Кнуров М. В., Корнилов Н. А.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 14 с. : 11 ил.
2. Патент № 2760798 Российская Федерация, МПК B63G 7/02 (2006.01). Учебно-тренажерный безэкипажный катер: № 2021119268: заявл. 29.06.2021: опубл. 21.04.2022 / Илларионов Г. Ю., Шмаков А. С., Викторов Р. В., Кнуров М. В., Корнилов Н. А.; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова" Министерства обороны Российской Федерации. – 17 с.: 6 ил.
3. Илларионов Г.Ю., Березовский М.И., Елисеенко Г.Д. Система управления учебно-тренировочным роботизированным комплексом на базе безэкипажного катера // Наукоемкие технологии. 2024. № 1 С. 47–56.
4. Патент №2828729 Российская Федерация, МПК G09B 9/06 (2006.01), G05D 1/222 (2024.01). Автоматизированный береговой пост управления безэкипажным катером : № 2024108544: заявл. 29.03.2024: опубл. 17.10.2024 / Илларионов Г.Ю., Викторов Р.В., Березовский М.И., Елисеенко Г.Д.; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова" Министерства обороны Российской Федерации. – 9 с.: ил.
5. Патент РФ № 2751735 Российская Федерация, МПК B64F 1/00(2006.01), B64F 1/12(2006.01). Устройство для автоматического фиксации беспилотного летательного аппарата вертолетного типа: № 2020141659: заявл. 17.12.2020: опубл. 16.07.2021 / Илларионов Г.Ю., Герасимов В.А., Шмаков А.С., Викторов Р.В., Дмитриев С.С.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 12 с.: 4 ил.
6. Патент № 2765726 Российская Федерация, МПК B64F 1/00(2006.01), H02J 7/00(2006.01). Устройство для автоматической фиксации беспилотного необитаемого подводного аппарата вертолетного типа на посадочной площадке безэкипажного судна с бесконтактной передачей электроэнергии для заряда аккумуляторных батарей: № 2021108664: заявл. 31.03.2021: опубл. 02.02.2022 / Илларионов Г.Ю., Герасимов В.А., Филоженко А.Ю., Комлев А.В., Дмитриев С.С.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 14 с. : 5 ил.
7. Патент №2757036 Российская Федерация, МПК B63B 21/66(2006.01). Спускоподъемное устройство безэкипажного катера для необитаемого подводного аппарата: № 2020136035: заявл. 03.11.2020: опубл. 11.10.2021 / Шмаков А.С., Викторов Р.В., Корнилов Н.А., Кнуров М.В., Илларионов Г.Ю. – 11 с. : 4 ил.
8. Патент № 2760798 Российская Федерация, МПК B63B 27/16 (2006.01), B63B 27/36 (2006.01). Спускоподъемное устройство для малогабаритных необитаемых подводных аппаратов и опускаемых гидроакустических антенн с судна-носителя: № 2021115944: заявл. 03.06.2021: опубл. 30.11.2021 / Илларионов Г.Ю., Викторов Р.В., Кнуров М.В., Корнилов Н.А.; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 10 с.: ил.
9. Патент № 2797512 Российская Федерация, МПК G09B 9/06 (2006.01), G09B 5/14 (2006.01). Способ обучения операторов по управлению безэкипажным катером : № 2023114784: заявл. 05.06.2023: опубл. 19.12.2023 / Илларионов Г. Ю., Викторов Р.В., Березовский М. И., Ендовицкий А.В.; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова" Министерства обороны Российской Федерации – 12 с. : 7 ил.
10. Патент №232923 РФ. Учебно-тренажерный безэкипажный катер с дистанционно-управляемым модулем-имитатором стрелкового оружия : опубл. 27.03.2025 / Илларионов Г. Ю., Березовский М. И., Ендовицкий. – 10 с. : 5 ил. – Текст : непосредственный.
11. Илларионов Г.Ю., Березовский М.И. Учебно-тренировочный роботизированный комплекс на базе безэкипажного катера // Стратегическая стабильность. 2023. № 4. С. 42–46.
12. Илларионов Г.Ю., Березовский М.И. Обучение курсантов военно-морских учебных заведений управлению безэкипажными катерами и их полезными нагрузками // Вестн. военного образования. 2024. № 3(48). С. 2–8.
13. Разработанный во Владивостоке комплекс на базе безэкипажного катера-лаборатории отметили на всероссийском уровне. URL: <https://russia24.pro/vla-divostok/308154009/>
14. Вузы Минобороны РФ представили разработки в сфере искусственного интеллекта на форуме «Армия-2022». URL: <https://yandex.ru/turbo/tvzvezda.Ru/s/news/20228151855-kJmEg.html>
15. Во Владивостоке завершились VII Всероссийские соревнования по морской робототехнике «Восточный бриз-2024». URL: <https://fpi.gov.ru/press/news/vo-vladivostoke-zaver-shilis-vii-vserossiyskie-sorevnovaniya-po-morskoy-robototekh-nike-vostochny-briz/>
16. Путин поддержал обучение школьников управлению беспилотниками. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/28/04/2023/644ae8089a79473e703ff51e
17. Патент № 2839564 Российская Федерация, МПК F41G3/26, G09B9/06. Способ лазерной имитации стрельбы при обучении стрельбе: № 2024118417: заявл. 01.07.2024: опубл. 06.05.2025 / Илларионов Г.Ю., Березовский М.И., Ендовицкий А.В.; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова" Министерства обороны Российской Федерации. – 10 с. : 7 ил.

Сведения об авторах

ИЛЛАРИОНОВ Геннадий Юрьевич, капитан 1 ранга в отставке, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник 41 лаборатории

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий им. академика М.Д. Агеева ДВО РАН

Адрес: 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 5а.

Область научных интересов: исследовательское проектирование морских робототехнических комплексов

Тел.: (423) 243-24-16

E-mail: imtp@marine.febras.ru

ВИКТОРОВ Руслан Викторович, капитан 1 ранга, д.т.н., доцент, начальник кафедры радиоэлектронного вооружения ТОВВМУ имени С.О. Макарова

Адрес: 690062, г. Владивосток, Камский переулок, 7

Область научных интересов: радиоэлектронное вооружение сил ВМФ, робототехнические средства ВМФ

Тел.: 8(423) 236-09-46

МИХАЙЛОВ Денис Николаевич, заместитель директора

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий им. академика М.Д. Агеева ДВО РАН

Адрес: 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 5а

Область научных интересов: разработка морских робототехнических комплексов

E-mail: imtp@marine.febras.ru

ЕЛИСЕЕНКО Григорий Дмитриевич, научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий им. академика М.Д. Агеева ДВО РАН

Адрес: 690091, г. Владивосток, ул. Суханова, д. 5а

Область научных интересов: разработка морских робототехнических комплексов

E-mail: imtp@marine.febras.ru

DEVELOPMENT OF A TRAINING AND EXERCISE ROBOTIC COMPLEX BASED ON AN UNMANNED BOAT

G.Yu. Illarionov, R.V. Viktorov, D.N. Mikhailov, G.D. Eliseenko

The article describes a new method of training cadets of naval educational institutions and other power agencies, the control of unmanned boats and their payloads. The design and device of the unmanned boat "Makarovets" and its payloads, created by the joint efforts of a group of scientists of the Institute of Marine Technology Problems named after Academician M.D. Ageev of the FEB RAS and the Pacific Higher Naval School named after S.O. Makarov.

Keywords: Unmanned boat, coastal control post, remotely controlled payload modules, Naval educational institutions, training method, control system, unmanned aerial vehicle, autonomous unmanned underwater vehicle, cable-controlled unmanned underwater vehicle, remotely controlled module-simulator of small arms

References

1. Patent No. 2760797 of the Russian Federation. Unmanned boat – carrier of a replaceable payload : publ. 30.11.2021 / Illarionov G. Yu., Viktorov R. V., Knurov M. V., Kornilov N. A. – 14 p. : 11 ill. – Text : direct.
2. Patent No. 2760798 of the Russian Federation. Unmanned training boat: published on 21.04.2022 / Illarionov G. Yu., Shmakov A. S., Viktorov R. V., Knurov M. V., Kornilov N. A. – 17 p.: 6 ill. – Text: direct.
3. Illarionov G.Yu. Control system for a training robotic complex based on an unmanned boat / Illarionov G.Yu., Berezovsky M.I. Eliseenko G.D. – Text : direct // Science-intensive technologies. – 2024. – No. 1 – Pp. 47–56.
4. Patent No. 2828729 of the Russian Federation. Automated coastal control post for an unmanned boat : published on 17.10.2024 / Illarionov G.Yu., Viktorov R.V., Berezovsky M.I., Eliseenko G.D.
5. Patent RF No. 2751735 RF. Device for automatic fixation of a helicopter-type unmanned aerial vehicle : publ. 16.07.2021 / Illarionov G.Yu., Gerasimov V. A., Shmakov A.S., Viktorov R.V., Dmitriev S.S. – 12 p.: 4 ill. – Text: direct.
6. Patent No. 2765726 RF. Device for automatic fixation of a helicopter-type unmanned aerial vehicle on the landing platform of an unmanned vessel with contactless transmission of electricity for charging batteries : published on 02.02.2022 / Illarionov G. Yu., Gerasimov V. A., Filozhanko A. Yu., Komlev A. V., Dmitriev S. S. – 14 p. : 5 ill. – Text : direct.
7. Patent No. 2757036 of the Russian Federation. Unmanned boat launch and recovery device for an unmanned underwater vehicle : published on 11.10.2021 / Shmakov A. S., Viktorov R. V., Kornilov N. A., Knurov M. V., Illarionov G. Yu. – 11 p. : 4 illus. – Text : direct.
8. Patent No. 2760798 of the Russian Federation. A launch and recovery device for small-sized unmanned underwater vehicles and submerged hydroacoustic antennas from a carrier vessel : published on November 30, 2021 / Illarionov G. Yu., Viktorov R. V., Knurov M. V., and Kornilov N. A.
9. Patent No. 2797512 of the Russian Federation. Method of Training Operators to Operate an Unmanned Boat : Published on December 19, 2023 / Illarionov G. Yu., Viktorov R.V., Berezovsky M. I., Endovitsky A.V. – 12 p. : 7 ill. – Text : direct.
10. Patent No. 232923 of the Russian Federation. Unmanned training boat with a remote-controlled small arms simulator module : published on March 27, 2025 / Illarionov G. Yu., Berezovsky M. I., and Yendovitsky. – 10 p. : 5 illus. – Text : direct.
11. Illarionov, G. Yu. Training and Robotic Complex Based on an Unmanned Boat/ G. Yu. Illarionov, M. I. Berezovsky. – Text : direct // Strategic Stability. – 2023. – No. 4 – Pp. 42–46.
12. Illarionov, G.Yu. Training Cadets of Naval Educational Institutions in the Management of Unmanned Boats and Their Useful Loads / G.Yu. Illarionov, M.I. Berezovsky. Bulletin of Military Education. – 2024. – No. 3 (48). – Pp. 2–8.
13. The complex developed in Vladivostok on the basis of an unmanned laboratory boat was awarded at the all-Russian level – URL: <https://russia24.pro/vla-divostok/308154009/> – Text: electronic.
14. Universities of the Russian Ministry of Defense presented developments in the field of artificial intelligence at the Army-2022 forum – URL: <https://yandex.ru/turbo/tvzvezda.ru/s/news/20228151855-kJmEg.html> – Text: electronic.
15. The 7th All-Russian Competition in Marine Robotics "Eastern Breeze-2024" was held in Vladivostok. URL: <https://fpi.gov.ru/press/news/vo-vladivostoke-zavershilis-vii-vserossiyskie-sorevnovaniya-po-morskoy-robototekhnike-vostochnyy-bri/>
16. Putin supported the training of schoolchildren in drone control – URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/28/04/2023/644ae8089a79473e703ff51e – Text: electronic.
17. Patent No. 2839564 of the Russian Federation. Method of Laser Simulation of Shooting during Shooting Training: Published on June 5, 2025 / Illarionov G.Yu., Berezovsky M.I., Endovitsky A.V. – 10 p. : 7 illus. – Text: direct.

Recommended citation:

Illarionov G.Yu., Viktorov R.V., Mikhailov D.N., Eliseenko G.D. DEVELOPMENT OF A TRAINING AND EXERCISE ROBOTIC COMPLEX BASED ON AN UNMANNED BOAT. Underwater investigations and robotics. 2025. No. 3 (53). P. 69–80. DOI: 10.37102/1992-4429_2025_53_03_07. EDN: VKSGTU.

Information about the authors

ILLARIONOV Gennady Yurievich, retired captain 1 rank, Dr. of Engineering, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the 41 Laboratory Institute of Problems of Marine Technologies named after Academician M.D. Ageev of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Address: 690091, Vladivostok, Sukhanova Street 5a
Research interests: research design of marine robotic systems
Phone: (423) 243-24-16
E-mail: imtp@marine.febras.ru

VIKTOROV Ruslan Viktorovich, Captain 1st Rank, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Radio-Electronic Armaments Pacific Higher Naval School named after S.O. Makarov
Address: 690062, Vladivostok, Kamsky Lane, 7
Research interests: radio-electronic armaments for naval forces, naval robotics
Phone: 8(423) 236-09-46

MIKHAILOV Denis Nikolaevich, Deputy Director Institute of Problems of Marine Technologies named after Academician M.D. Ageev of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Address: 5a Sukhanova St., Vladivostok, 690091
Research interests: development of marine robotic complexes
E-mail: imtp@marine.febras.ru

YELISEENKO Grigory Dmitrievich, Researcher Institute of Problems of Marine Technologies named after Academician M.D. Ageev of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Address: 690091, Vladivostok, Sukhanova Street 5a
Research interests: development of marine robotic systems
E-mail: imtp@marine.febras.ru

