

16-17 ФЕВРАЛЯ 2023 ГОДА



АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ



МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ФГКУ "АСУНЦ "Вытегра"

ДОКЛАДЫ

УДК 629.127.4-52:62.501.55-531.501

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОДВОДНЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Турсенев Сергей Александрович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.

✉ stursenev@yandex.ru

Маевский Андрей Михайлович.

**Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
Санкт-Петербург, Россия.**

✉ maevskiy_andrey@mail.ru

Занин Владислав Юрьевич.

АО «НПП ПТ «Океанос», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Одним из перспективных направлений совместных исследований ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» (СПб УГПС МЧС России), АО НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ) сегодня является развитие технологий применения групп морских робототехнических комплексов (МРТК) в области мониторинга и патрулирования подводных потенциально опасных объектов (ППОО) для предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: морская робототехника, подводные потенциально опасные объекты, подводный глайдер, волновой глайдер

FEATURES OF THE USE OF MARINE ROBOTIC SYSTEMS FOR SOLVING PROBLEMS OF EMERGENCY SITUATIONS PREVENTION AT UNDERWATER POTENTIALLY HAZARDOUS FACILITIES IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Tursenev Sergei A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.

✉ stursenev@yandex.ru

Maevskiy Andrey M.

Saint-Petersburg state marine technical university, Saint-Petersburg, Russia.

✉ maevskiy_andrey@mail.ru

Zanin Vladislav Yu.

JSC «Oceanos», Saint-Petersburg, Russia

Abstract. One of the promising areas of joint research of the Saint-Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia (SPbU of the Ministry of Emergency Situations of Russia), JSC NPP PT «Oceanos» and the Saint-Petersburg State Maritime Technical University (SPbGMTU) today is the development of technologies for the use of groups of marine robotic complexes (MRTC) in areas of monitoring and patrolling of underwater potentially dangerous objects to prevent possible emergencies.

Keywords: marine robotics, underwater potential dangerous objects, underwater glider, wave glider

Введение

В докладе рассматривается зарубежный опыт применения робототехнических комплексов различного базирования для решения задач МЧС (или задач «поиска и спасения»). На рис. 1 представлены различные робототехнические комплексы, которые успешно интегрированы в структуры, отвечающие за «поиск и спасение» пострадавших после возникновения ЧС [1–3].



Рис. 1. Робототехнические комплексы различного базирования, используемые для мониторинга и патрулирования территорий в случае возникновения ЧС

Как видно, сегодня разработчики интегрируют робототехнические комплексы воздушного наземного надводного и подводного типа в решения задач, связанных с поиском потерпевших, доставкой необходимого оборудования для спасения людей, выполняются задачи по мониторингу уже произошедших ЧС. Беспилотные надводные суда и воздушные БПЛА ведущие разведку и имеющие на борту полезную нагрузку, к примеру, в виде спасательного круга. Также такие системы могут работать в совместной кооперации, то есть обеспечить групповое применение.

Имеющееся разнообразие РТК приводит к разработке единых концепций, порождающих разработку комплексных систем, которые бы объединяли различные РТК в единую сетевую систему. Как, к примеру, это представлено на рис. 2, где приводится пример работы сетевой системы поиска и спасения под названием Icarus [4].

Данная система сейчас активно прорабатывается, в настоящее время ведется отдельная модульная отработка каждого отдельного элемента РТК входящего в состав такой системы.

Известно, что в некоторых областях робототехнические комплексы в МЧС применяются, но на данный момент можно говорить не о полном внедрении систем РТК, а лишь об их частном использовании. В области морской робототехники все еще более сложно. На данный момент известно, что на дальнем востоке для некоторых миссий мониторинга и обследования различных объектов, в том числе и подводных потенциально опасных были разработаны АНПА среднего класса. К примеру, Пилотный образец аппарата, получивший название «Пилигрим», был поставлен для МЧС РФ. Также для обследования сегодня зачастую используются ТНПА различного класса. Как и АНПА, так и ТНПА обладают определенными недостатками, которые приводят к определенным сложностям с их эксплуатацией в реальных условиях. АНПА обладает ограниченной автономностью, в случае с пилигримом это порядка 20 часов. Примеры данных аппаратов представлены на рис. 3.



Рис. 2. Сетевая система поиска и спасения пострадавших (Icarus)



Рис. 3. АНПА МТ-2010 и ТНПА «Фалкон 1000»

Низкая энергоэффективность приводит к невозможности применения АНПА в долгосрочных миссиях, а это в свою очередь ведет к увеличению экономических издержек на проведение миссии. ТНПА имея кабель-трос который является и питанием для аппарата, также имеет ряд недостатков. Кабель-трос может запутаться, оборваться, человеческий фактор постоянной работы оператора, экономические издержки на проведение операции.

Разработка элементов морской робототехники и ее перспективы ее внедрения в службы МЧС России

АО НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ были разработаны действующие прототипы подводного и волнового глайдера с характеристиками представленными в табл. 1, 2 [5–8]. Нужно отметить, что данные параметры могут быть изменены под конкретно заданные условия, зависящие от требований по автономности, глубинам погружения и многим другим факторам.

Таблица 1

Параметры подводного глайдера

Масса, кг	132
Горизонтальная скорость, м/с	0,38
Масса полезной нагрузки, кг	≤ 14
Тип аккумуляторной батареи	Литий-ионная
Емкость, А·ч	40
Длина корпуса (без антенны), мм	2720
Диаметр корпуса, мм	320

Таблица 2

Параметры волнового глайдера

Масса, кг	350
Горизонтальная скорость, м/с	1
Масса полезной нагрузки, кг	≤ 30
Емкость, А·ч	800
Длина корпуса, мм	3000
Ширина корпуса, мм	600
Длина троса, мм	2500

Подводный и волновой глайдеры изображены на рис. 4.

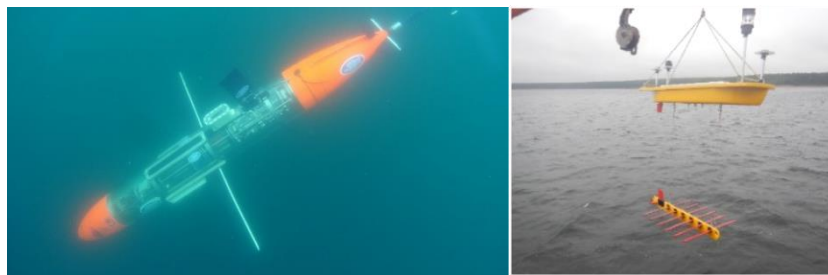


Рис. 4. Подводный и волновой глайдеры разработанные АО НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ

Волновой глайдер при работе в группе с подводным является корректирующим шлюзом, который способен осуществить передачу накопленной на него информации или ретрансляции в режимах близкому к реальному времени на пункт управления комплексом.

Практические отработки АО НПП ПТ «Океанос», СПбГМТУ и СПбГУ ГПС МЧС России

В 2021 г. были проведены совместные с исследовательские учения СПбГУ ГПС МЧС России, АО «НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО СПбГМТУ. На данных учениях были продемонстрированы образцы аппаратов, проведены тестовые миссии. Так АО «НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО СПбГМТУ уже с 2016 г. ведут активные практические работы по исследованию принципов перемещения глайдеров, адаптации их систем управления под различные задачи. Примером тому является один из результатов таких исследований, где подводному глайдеру были заданы 3 различных региона, в которые он должен был самостоятельно выйти из точки старта, провести патрулирующие миссии и затем перейти к последующему региону по окончании вернувшись в регион старта миссии. Результаты, полученные в процессе тестовой миссии, изображены на рис. 5.

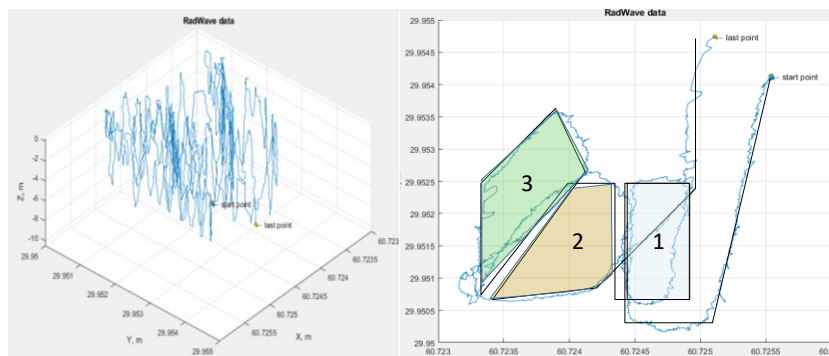


Рис. 5. Тестовая миссия подводного глайдера по патрулированию
3 заданных регионов

Как видно аппарат успешно справился с поставленной задачей. В частном случае, данные наработки как раз могут быть применяемы для проведения миссий по мониторингу и обследованию регионов, в которых находятся ППОО.

Подводный глайдер является носителем полезной нагрузки. Особенность его пилообразного движения позволяет считывать океанологические и гидрохимические параметры на всем срезе необходимых глубин.

Примером тому являются результаты исследований наших зарубежных коллег. В открытых источниках публикуются работы по применению глайдеров для формирования моделей разливов нефти, исследований подледных частей акваторий и айсбергов, применения различных зондов, гидрофонов, сцинтилляционных детекторов и многих других устройств, дающих представление о состоянии окружающей среды информации о степени ее загрязнения. Связка подводного и волнового глайдера позволяет осуществить не только

своевременную передачу информации на пункт контроля оператора, но и увеличить время и автономность проведения работ по обследованию зон расположения ППОО. На рис. 6. показано применение модулей полезной нагрузки в подводных глайдерах.

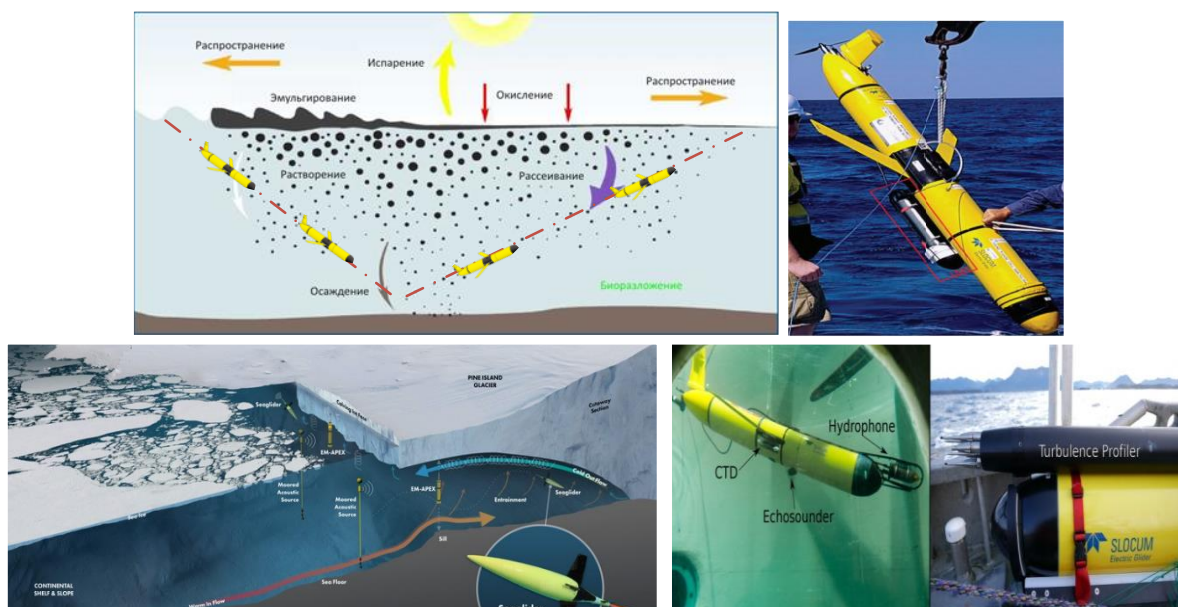


Рис. 6. Применение модулей полезной нагрузки в подводных глайдерах

Перспективы дальнейших исследований

На данный момент АО «НПП ПТ «Океанос» занимается детальной проработкой систем группового планирования и адаптивных алгоритмов, изображенных на рис. 7, которые бы позволили увеличить функциональные возможности и живучесть всей системы.

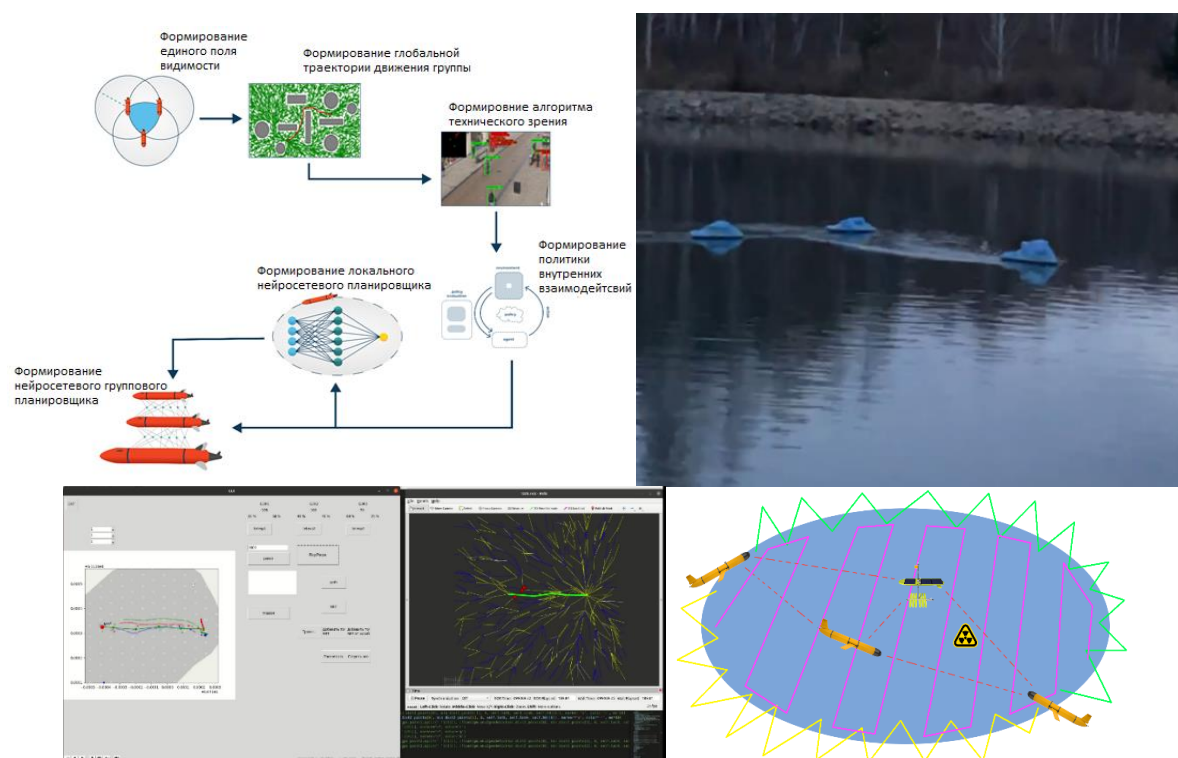


Рис. 7. Разрабатываемые алгоритмы и сценарии применения групп МРТК

Были реализованы макетные образцы мини катеров, на которых проводятся натурные отработки алгоритмов, также ведется работа в области использования искусственных нейронных сетей, которые смогли бы расширить структуру системы планирования, за счет применения имеющихся различных параметров телеметрии и полезной нагрузки, а также системы технического зрения.

Заключение

Возможность применения МРТК в составе группы из подводного и подводного глайдера, планируется апробировать в ходе проведения межведомственного опытно-исследовательского учения сил и средств единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации («Безопасная Арктика 2023») в апреле 2023 г. для решения опытно - исследовательской задачи по мониторингу радиационной обстановки в зоне условной аварии на атомном ледоколе в г. Мурманск.

Разработанный программно-имитационный комплекс на основе систем ROS, Rviz, Gazebo и библиотек машинного обучения, позволяет моделировать сценарии применения МРТК в решении задач обнаружения, патрулирования и мониторинга ППО, с учетом возможности программно-аппаратной отработки и верификации на имеющихся макетах мини-катеров, автономных необитаемых подводных аппаратах и других образцов РТК.

Системы интеллектуальной идентификации и кластеризации, способны предоставлять необходимую информацию о месторасположении точек возникновения ЧС или ППО, характере ЧС, наличии в зоне ЧС пострадавших и многое другое.

Список источников

1. URL: <https://arynews.tv/drone-saves-two-teenagers-australia/> (дата обращения: 27.03.2023).
2. URL: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/hydrionalix/> (дата обращения: 27.03.2023).
3. URL: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/search-and-rescue-robots-current-applications/> (дата обращения: 27.03.2023).
4. URL: https://www.researchgate.net/publication/270286053_ICARUS_Control_Systems_for_Search_and_Rescue_Robots (дата обращения: 27.03.2023).
5. Гуренко Б.В., Маевский А.М., Суров К.А., Назаркин А.С. Разработка и исследование позиционно-траекторного регулятора для управления движением подводного глайдера // Инженерный вестник Дона. 2019. № 6 (57). pp. 20.
6. Maevskij A., Gorelyi A., Morozov R. Development of a Hybrid Method for Planning the Movement of a Group of Marine Robotic Complexes in a Priori Unknown Environment with Obstacles. In Proceedings of the 2021 IEEE 22nd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). 2021. pp. 461–466. <https://doi.org/10.1109/EDM52169.2021.9507660>.
7. Маевский А.М., Печайко И.А., Турсенев С.А. Применение морских робототехнических комплексов для мониторинга и анализа потенциально опасных подводных объектов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 2 (58). С. 32–39.
8. Маевский А.М., Назаркин А.С. Реализация автономного необитаемого подводного аппарата типа глайдер // Технические науки – от теории к практике. 2016. № 9 (57). С. 119–124.