

# **Применение групп подводных и волновых глайдеров как систем подводного поиска и обнаружения углеводородов на континентальном шельфе**

*А.М.Маевский В.Ю. Занин*

СПбГМТУ, АО «НПП ПТ «Океанос»

Автономные подводные аппараты планерного типа сегодня являются одним из самых перспективных направлений в области морской робототехники. Их постоянное применение и положительные результаты в различных исследовательских миссиях и проектах являются тому подтверждением. В совокупности с не менее инновационной разработкой волновых глайдеров, единая группа подобных робототехнических объектов может существенно сократить время на получение океанологических данных. Подводный глайдер может являться носителем многочисленной полезной нагрузки. Принцип перемещения глайдера, высокая степень автономности, возможности интеллектуального анализа и планирования миссии в зависимости от сложившихся условий, групповые алгоритмы применения в паре с волновым глайдером и многие другие особенности данных морских робототехнических комплексов (МРТК) способны существенно увеличить скорость получения океанологических данных и позволяет формировать большие базы данных, необходимые для прогнозирования климатических изменений, а также сократить экономические затраты на проведение исследований.

Подводные глайдеры применяют для исследования и мониторинга больших акваторий [1,2]. Полезная нагрузка, установленная на данных аппаратах, позволяет проводить анализ состояния морской среды и получать оперативную информацию о погодных условиях в регионе [3,4], океанологическую и гидрологическую информацию [5], в том числе о наличии примесей в результате таяния ледников и возможном расположении нефтяных и газовых месторождений [6].

Отдельно можно выделить область применения групп подводных глайдеров. Существует ряд успешных работ, в которых были использованы группы из подводных, что существенно увеличивает скорость получения океанологических данных.

Как правило на такие устройства устанавливается следующая исследовательская аппаратура:

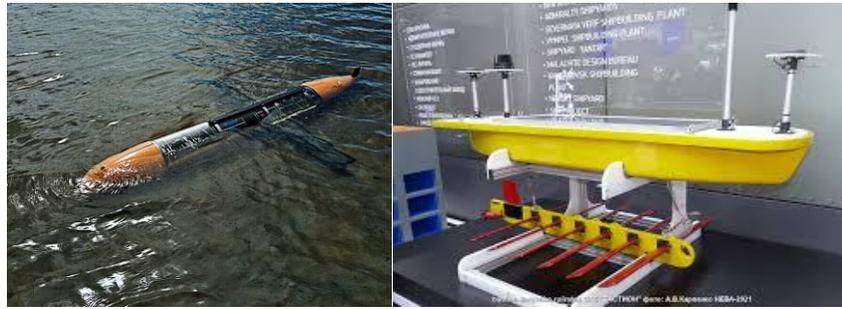
- датчик метана, имеющий высокую скорость и работающий на малых растворениях: до 20 нмоль/л в течение нескольких секунд.
- высокоточный флуоресцентный сенсор создания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) - до 0,1 мкг/л для фенантрена;
- различные анализаторы нефтепродуктов и т.д.

Проведенный анализ указывает на актуальность использования подводных глайдеров как носителей исследовательской аппаратуры, которые могут в течение нескольких месяцев выполнять поставленную задачу.

## **Цели и задачи**

Целью работы является развитие теории применения группы МРТК, состоящей из подводных и волновых глайдеров, способных обеспечить получение полезной физико-химической информации о состоянии акватории в режимах близких к реальному времени.

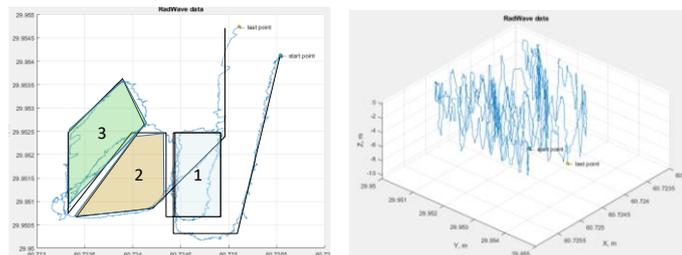
В основе работы лежит рассмотрение экспериментальных образцов подводного глайдера “Shadow” и волнового глайдера разработанных АО «НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ соответственно и возможности их использования в комплексе [7,8].



**Рисунок 1.** Подводный и волновой глайдеры разработки и производства АО «НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ

Использование волнового глайдера как межсредного шлюза-ретранслятора между пунктом управления МРТК и подводным глайдером, позволяет существенно повысить автономность работы подводного глайдера, упростить процессы передачи океанологической и гидрологической информации, а также сократить расходы на проведение исследований.

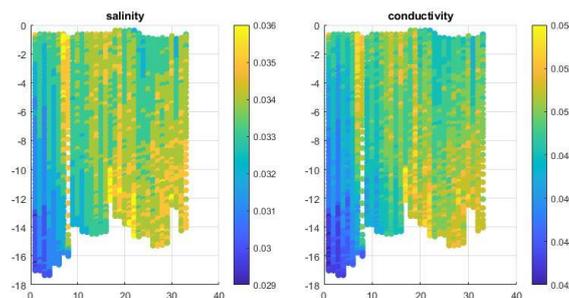
Пример перемещения подводного глайдера по заданным регионам представлен на рисунке



**Рисунок 2.** Траектория перемещения подводного глайдера в ходе выполнения миссии

В результате эксперимента видно, что аппарат прошёл заданные области с небольшим отклонением от целевой траектории. Максимальная глубина погружения составила до 18 м., время выполнения миссии – 1,5 часа, пройденная дистанция во время эксперимента – 2 км.

Примеры полученных характеристик распределения солёности и электрической проводимости представлены на рисунке.



**Рисунок 3.** Градиенты распределений параметров солёности и электрической проводимости в ходе выполнения миссии.

## Выводы

В работе представлены возможные варианты группового применения необитаемых аппаратов в МРТК состоящем из подводного и волнового глайдеров. Рассмотрены особенности взаимодействия подводного и волнового глайдера. Описан типовой сценарий использования МРТК для решения практических задач в ходе проведения морских экспедиций. Проведенные натурные эксперименты с использованием подводного глайдера демонстрируют возможность получения необходимых океанологических и гидрологических параметров в заданных разрезах глубин.

## Библиография / References

1. Wagawa, T.; Igeta, Y.; Honda, N.; Abe, S.; Ito, M.; Okunishi, T.; Hasegawa, D.; Kakehi, S.; Setou, T.; Shimizu, Y. Hydrographic 337 observations in the Japan Sea with an underwater glider. In Proceedings of the 2016 Techno-Ocean (Techno-Ocean), 2016, pp. 595–598. <https://doi.org/10.1109/Techno-Ocean.2016.7890725>.
2. Gajkovich, B.; Zanin, V.; Kozhemyakin, I. Issues of development of marine robotic platforms on the example of the creation of the underwater vehicle "Glider". Proceedings of XI All-Russian Scientific and Practical Conference "Advanced systems and control problems" 350 2016, pp. 151–163.
3. Chang, D.; Zhang, F.; Edwards, C. Real-Time Guidance of Underwater Gliders Assisted by Predictive Ocean Models. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 2015, 32, 562–578. <https://doi.org/10.1175/JTECH-D-14-00098.1>. 353
4. Testor, P.; Mortier, L.; Lheveder, B.; Taillandier, V.; Send, U.; Smeed, D.; Merckelbach, L.; Alvarez, A.; Tintore, J.; Casas, B.; et al. Regional in-situ observatory: glider observations in the northwestern Mediterranean Sea in winter 2008 (EGO). GODAE final symposium 2008. 356
5. McMillan, J. Autonomous Underwater Vehicle Operations in the Arctic. 2015. <https://doi.org/10.4043/25543-MS>.
6. Maevskij, A.; Gajkovich, B. Development of hybrid autonomous uninhabited vehicles for the exploration of hydrocarbon deposits. *News of gas science* 2019, 2 (39), 29–40. 367
7. Gajkovich, B.; Zanin, V. Issues of creating a family of marine gliders as elements of a global maritime security system. Proceedings of IX All-Russian Scientific and Practical Conference "Advanced systems and control problems" 2014, pp. 211–218. 348
8. Zanin V.YU.; Kozhemyakin I.V.; Maevskij A.M. The use of marine robotics in the tasks of operational oceanography. Domestic and foreign experience. "Marine information and control systems", 2020, 1(17), pp.39-49.