

Подводные и волновые глайдеры для поиска углеводородов на континентальном шельфе

ENG

А.М. Маевский, maevskiy_andrey@mail.ru
/АО «НПП ПТ «Океанос», г. Санкт-Петербург,
Тел. +7(812) 292-37-16/

Поднята проблема рентабельности и трудозатратности морской геологоразведки. Предложено групповое использование морских робототехнических комплексов (МРТК) в составе подводного и волнового глайдеров для обнаружения углеводородных шлейфов в толще воды для определения местоположения перспективных месторождений нефти и газа на континентальном шельфе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подводная робототехника, подводный глайдер, волновой глайдер, поиск углеводородов на шельфе, морская геологоразведка, морские робототехнические комплексы (МРТК), групповой алгоритм применения подводного глайдера в паре с волновым глайдером

Deep-water and Wave Gliders for Hydrocarbon Search at Continental Off-shore Regions

A.M. Mayevskiy
/"NPP PT "Okeanos" JSC, St.-Petersburg/

The paper contains the consideration of profitability and labor costs problems in marine geological exploration. The paper also proposes application of group marine robotic complexes (GMRC) as a part of deep-water and wave gliders in the search of hydrocarbon deposits in water column so as to locate the promising oil and gas fields at continental off-shore regions.

KEY WORDS: deep-water robotics, deep-water glider, wave glider, search for hydrocarbons at off-shore, marine geological exploration, marine robotic complexes (MRC), group algorithm for the application of deep-water glider in combination with wave glider

Автомонные подводные аппараты планерного типа по праву входят в число приоритетных направлений морской робототехники. Это подтверждают положительные результаты их применения в исследовательских миссиях и проектах.

Не менее интересно совместное использование таких аппаратов с волновыми глайдерами. Единая группа подводных и волновых глайдеров может в десятки раз сократить время на получение гидрологических и океанологических данных.

Подводный глайдер – автономный необитаемый подводный аппарат, который движется под водой без традиционного движителя, только под воздействием гидродинамических сил за счет изменения собственной плавучести. Таким образом, его перемещение происходит по специфической пилообразной траектории. При относительно малой скорости (не выше 0,5 узла) автономность подводного глайдера достигает 4–6 месяцев, что позволяет выполнять большие площадные исследования.

Подводный глайдер (**рис. 1**) представляет собой транспортную платформу, на борту которой размещают многочисленную полезную нагрузку: сенсоры и датчики для анализа состояния морской среды и получения оперативной информации о погодных условиях в регионе, океанологической и гидрологической информации, в том числе о наличии примесей в результате таяния ледников и возможном расположении нефтяных и газовых месторождений.

Отдельно выделяют область применения групп подводных глайдеров для морской геологоразведки. Несмотря на то, что углеводороды залегают в глубине твердых пород земной коры, через трещины и разломы существуют естественные выходы нефти и газа в водную среду и в том числе и на водную поверхность, что свидетельствует о высокой вероятности наличия в заданном районе перспективных месторождений.

Традиционно для таких задач применяют технологии космической радиолокации. Поверхностные нефтяные пятна отчетливо видны на радиолокационных изображениях с космических спутников. Однако данный метод не дает возможности «увидеть» нефтяное пятно, находящееся в водной толще. Применение подводных глайдеров позволит исследовать подводное пространство на глубинах до 1000 м. Как правило, на такие устройства устанавливается следующая исследовательская аппаратура:

- датчик метана с высокой скоростью обработки данных, 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;
- анализаторы нефтепродуктов и т.д.

Эффективность подводных глайдеров для геологоразведки доказана на практике. После тестового погружения на Кипре в 2015 г. французская компания *Aksemar* провела глубоководные демонстрационные

спуски в Анголе в ноябре 2017 г. Глайдер находился под водой 20 дней. Результаты сравнили с проводимой параллельно радиолокационной съемкой. Вертикальные перемещения углеводородных флюидов по направлению к поверхности, обнаруженные глайдерами, идеально соответствовали местоположению естественного выхода нефти, определенного спутником.

Академия наук Китая во время 9-й Китайской арктической экспедиции 28 июля 2018 г. запустила в Беринговом море с борта ледокола «Хуе Лонг» следующее поколение своих аппаратов типа «глайдер» модели *Naïu1*, способных погружаться до глубин в 7000 м. Безусловно, одной из основных целей подобного проекта является набор статистической информации для дальнейшей разведки потенциальных месторождений полезных ископаемых.

В России также ведутся разработки подводных глайдеров. При этом российские разработчики АО «НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ предлагают использовать не одиночные аппараты, а группу из волнового и подводного глайдеров.

Как правило, основная задача, решаемая в ходе экспедиционных исследований, – это проведение комплексных работ, включая получение гидрофизических и гидрохимических данных. В соответствии с техническим заданием определяется район акватории, который может быть разбит на участки. В ходе миссии в пределах выбранных участков была спланирована сеть профилей, на которых были размещены станции.

Исходя из представленного примера можно сформировать типовую миссию для проведения схожих работ по использованию подводного и волнового глайдеров (**рис. 2**).

Благодаря особенности перемещения глайдер может в автономном режиме двигаться по пилообразной траектории вдоль заданных маршрутов, таким образом автоматизируя процесс сбора информации о состоянии среды с учетом прохождения глайдером необходимого разреза глубин.



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



Рис. 2. Пример типовой групповой миссии для МРТК, состоящего из волнового и подводного глайдеров

Волновой глайдер как связующее звено группы выполняет корректировку и анализ сложившейся в группе ситуации. Имея большой пополняемый энергозапас на борту за счет солнечных элементов, его бортовая вычислительная система производит дополнительные расчеты внутригрупповой ситуации в режиме реального времени. Это позволяет оперативно вносить коррективы в систему планирования действий каждого аппарата и группы в целом.

Волновой глайдер как шлюз-ретранслятор между поверхностным пунктом управления и подводным глайдером повышает автономность работы подводного глайдера, упрощает процессы передачи океаноло-

гической и гидрологической информации, а также сокращает расходы на проведение исследований.

Эксперимент показал, что аппарат прошел заданные области с небольшим отклонением от целевой траектории. Максимальная глубина погружения составила порядка 18 м, время выполнения миссии – 1,5 часа, пройденная дистанция во время эксперимента – 2 км (**рис. 3**).

Примеры полученных характеристик распределения солености и электрической проводимости представлены на **рис. 4**.

Проведенные натурные эксперименты с использованием подводного глайдера демонстрируют возможность получения необходимых океанологических и гидрологических параметров в заданных разрезах глубин.

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 морских робототехнических комплексов (МРТК) способны существенно увеличить скорость получения океанологических данных и позволяют формировать большие базы данных, необходимые для прогнозирования климатических изменений, а также сократить экономические затраты на проведение исследований.

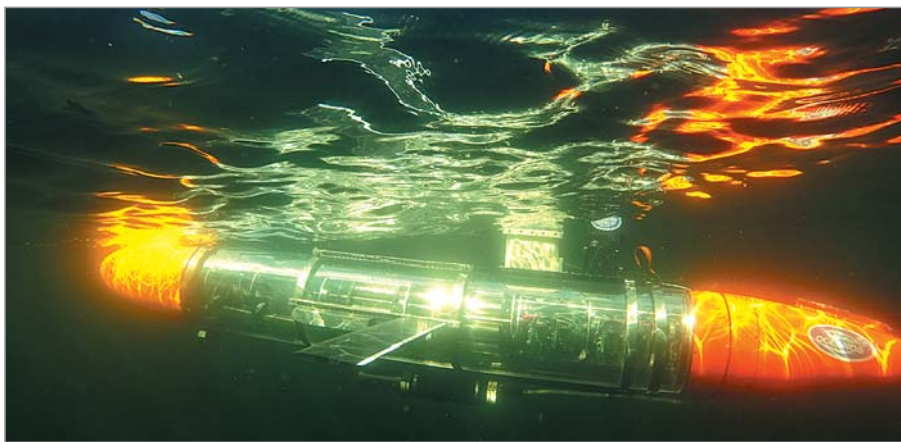


Рис. 3. Подводный глайдер в ходе выполнения миссии

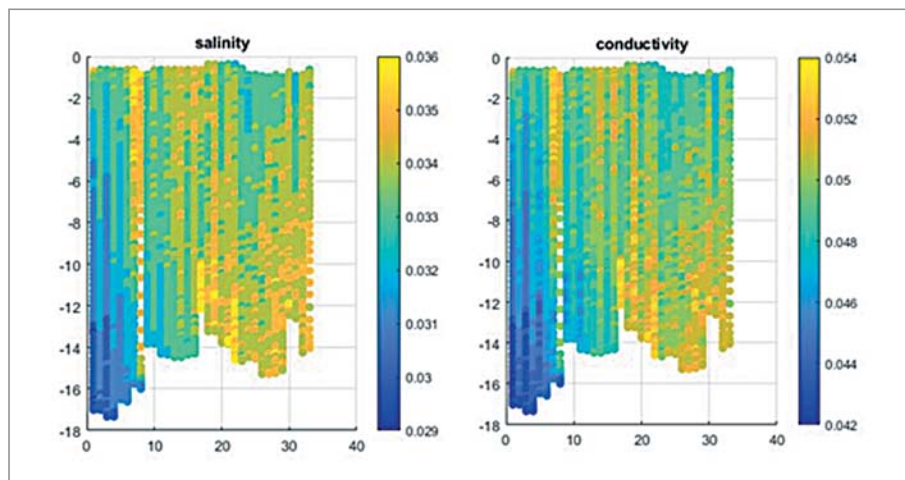


Рис. 4. Пример типовой групповой миссии для МРТК, состоящего из волновых и подводного глайдеров