

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ГЛАЙДЕРОВ ДЛЯ ОКЕАНОГРАФИИ И ОСВЕЩЕНИЯ ПОДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ. ОБЗОР ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ПЕЧАТИ

И.А. Селезнев, А.И. Ясников

Повышение мирового интереса к изучению морских глубин и мелководных участков в коммерческих, научных и военных целях вызвало соответствующую потребность в расширении возможностей применения подводных глайдеров. Подводные глайдеры перемещаются в океане посредством управления плавучестью, что делает их движение тихим и требует небольшого количества энергии. Благодаря этим преимуществам многочисленные исследования в области гидроакустики выполняются с помощью глайдеров, для чего были разработаны разные акустические полезные нагрузки. В данной работе приводится анализ использования подводных глайдеров в рамках акустического наблюдения и обнаружения цели под водой посредством сравнения данных по трём моделям с точки зрения их характеристик, полезной нагрузки, выполняемых функций и перспектив применения. Выделены направления развития потенциала глайдеров, показаны ключевые проблемы, решение которых может расширить возможности глайдеров для выполнения задач океанографии и освещения подводной обстановки. Сделаны предположения об использовании подводных глайдеров в качестве пассивного средства обнаружения и сопровождения подводных платформ.

**Ключевые слова:** подводные глайдеры, освещение подводной обстановки, обнаружение подводных объектов, противолодочная оборона, гибкая протяженная буксируемая антенная решётка.

## Введение

За последнее десятилетие произошли революционные изменения в области применения робототехники во всех отраслях промышленности и оборонной технологии. Большой научно-промышленный потенциал морских систем заключается в расширении возможностей применения подводных глайдеров.

Подводные глайдеры – автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА), приводимые в движение гидродинамическими силами за счёт изменения плавучести. Подводный глайдер представляет собой небольшой АНПА с большой дальностью действия, способный получать данные в течение многих месяцев в море при работе в режиме скрытности благодаря его тихому механизму изменения плавучести, который использует силу тяжести для движения аппарата. Глайдер движется вперёд, перемещаясь вверх и вниз в водном пространстве на достаточно большую глубину, что позволяет осуществлять сбор акустических данных.

На протяжении длительного времени получение пространственно распределённых данных для лучшего понимания переменных характеристик океана вызывало трудности. В настоящее время возрастающее число участников научной, оборонной и промышленной сферы способно получить доступ к различным способам сбора данных в океане, в том числе при помощи глайдеров, поскольку эти аппараты повышенной автономности наиболее полно реализуют себя в задачах длительного и скрытого мониторинга, с самостоятельным или с использованием различных носителей прибытием в район выполнения задачи и созданием временной распределённой наблюдательной сети в указанном районе. Выполнение таких задач стало возможно благодаря малой шумности и низкому уровню акустических полей, порождаемых глайдером [1].

## ■ Реализуемые задачи

Глайдер – идеальный инструмент для получения оперативных океанографических данных о конкрет-

ных районах Мирового океана, в силу его возможности двигаться по «пилообразной» траектории, в разном разрезе глубин. Подводный глайдер способен нести на борту достаточное количество полезной нагрузки в виде различного рода датчиков и зондов. А самое главное – он может не только «держаться позицию» или перемещаться по заданной «линейной» траектории, но и оперативно менять программу своего передвижения и местоположения.

На текущий момент основные программы под эгидой Европейского союза объединены в единую программу Ocean Gliders, входящую в состав международного проекта Global Ocean Observing System. Она нацелена на создание глобальной оперативной системы мониторинга, анализа и обмена данными, получаемыми при помощи подводных глайдеров, и позволит обеспечить разработчиков и исследователей оперативной информацией [1].

Освещение подводной обстановки – сложная комплексная задача, решаемая совокупностью технических средств, действующих, в общем случае, в нижней полусфере, верхней полусфере и космосе. Естественно, появление новых элементов, способных дать вклад в решение этой задачи, существенно влияет на эффективность решения задачи в целом (под эффективностью здесь понимаются количественные показатели, характеризующие качество решения задачи, например, время обследования района, вероятность обнаружения объекта в районе и т.д.)

До определённого момента АНПА не играли существенной роли в решении задачи освещения подводной обстановки. Для этого было несколько причин:

- сравнительно малая автономность АНПА;
- сравнительно невысокая дальность действия гидроакустических средств, размещаемых на АНПА, в первую очередь из-за малой апертуры гидроакустической антенны [2];
- невысокая скорость движения АНПА.

Коренной перелом в данной проблеме произошел в начале 2020-х годов, когда в качестве инструмента для обнаружения подводных лодок начали применять глайдеры. Достаточно подробная информация об этих работах была опубликована только в конце 2022 г. [3–5].

В настоящее время зарубежными государствами создано до 10 функционально завершённых проектов подводных глайдеров. Рассмотрим задачи, реализуемые при помощи глайдеров, на примере доступных данных по трём моделям таких аппаратов, как Seaglider, SeaExplorer и Slocum [6].

## Seaglider

Seaglider – это АНПА, разработанный в Школе океанографии и Лаборатории прикладной физики Университета штата Вашингтон при финансовой поддержке Управления военно-морских исследований и Национального научного фонда. Вместо того чтобы использовать гребной винт для движения по воде, Seaglider использует фиксированные крылья и изменения плавучести для достижения как вертикального, так и поступательного движения. Он может погружаться на глубину до 1000 м, а затем

Таблица 1. Характеристики глайдера Seaglider

Параметр	Со стандартной кормой	С кормой оживальной формы
Длина корпуса, м	1.8	2.0
Длина съёмной антенны, м	0.43 или 1.0	
Наибольший диаметр корпуса, м	0.3	
Размах крыла, м	1.0	
Средняя хорда крыла, м	0.16	
Размах вертикального стабилизатора, м	0.4	
Средняя хорда вертикального стабилизатора, м	0.07	
Вес в воздухе, кг	49.9	52
Рабочая глубина погружения, м	1000	
Минимальная глубина акватории для использования аппарата, м	20 (по другим данным – 40, 50 и 70)	
Автономность, сутки	120–240 (в зависимости от полезной нагрузки и условий проведения миссии)	
Дальность плавания, км	до 6000, в большинстве случаев = 4600 (650 циклов погружения на глубину 1000 м)	
Типовая горизонтальная скорость, м/с	~0.25	
Минимальная горизонтальная скорость, м/с	0.1	
Максимальная горизонтальная скорость, м/с	0.45 (по другим данным 0.35 м/с, или 0,68 уз)	
Минимальная средняя вертикальная скорость, м/с	0.05	
Типовой радиус циркуляции, м	~30	
Вес полезной нагрузки, кг	2.0	~4.0



Рис. 1. Глайдер Seaglider со стандартной кормой



Рис. 2. Глайдер Seaglider с кормой оживальной формы

подниматься на поверхность для передачи данных о свойствах воды, таких как температура, солёность и концентрация кислорода, пользователям через спутник. После проверки положения и получения новых инструкций он вновь ныряет, повторяя цикл снова и снова. Использование плавучего движителя очень энергоэффективно и позволяет выполнять миссии продолжительностью более 9 месяцев и протяженностью в тысячи километров.

Основные характеристики приведены в табл. 1.

Аппарат производится в двух модификациях – со стандартной кормой и с кормой «оживальной» формы. «Оживальная» форма – обтекаемая двух- или трёхмерная форма, промежуточная между конусом и эллипсоидом [7].

В первом случае (рис. 1) аппарат используется для решения общих океанологических задач. Второй вид корпуса (рис. 2) предусматривает установку увеличенного объёма полезной нагрузки в зависимости от целей миссии.

На аппаратах типа Seaglider устанавливаются следующие датчики:

- измеритель концентрации растворенного в воде кислорода (DO) производства компаний Seabird (модель SBE-43F) и Aanderaa (модели 4330/4330F);
- флюорометр;
- измеритель оптического рассеивания компании WetLabs;
- измеритель непрозрачности воды;
- доплеровский измеритель течения (ADCP);
- измеритель светового потока, обеспечивающего активный фотосинтез, производства компании Biospherical Instruments (модель QSP-2150);

- измеритель концентрации растворенного в воде органического вещества;
- измеритель микротурбулентности морской воды;
- измеритель парциального давления растворенного в воде углекислого газа ( $p\text{CO}_2$ );
- измеритель нитратов;
- измеритель скорости звука (температуры, солёности, электропроводности).

Следует отметить, что в перечне датчиков, устанавливаемых на аппаратах типа Seaglider, отсутствуют гидроакустические датчики или антенны, что, казалось бы, не позволяет делать выводы о возможности обнаружения подводной платформы с использованием глайдера этого типа. Тем не менее сделаем следующее предположение.

Наличие на аппарате датчика скорости звука при условии «пилообразного» движения глайдера позволяет получать вертикальный профиль скорости звука, вернее, некий разрез поля скорости звука на глубинах перемещения аппарата (от 0 до 1000 м). Наличие в районе действия аппарата явно выраженной стратификации поля скорости звука (а такая стратификация имеется во многих районах Мирового океана, например, в восточной части Японского и Охотского морей, где имеется явно выраженный приповерхностный звуковой канал со значительным градиентом на глубинах 50–70 м [8]) позволяет с использованием глайдера зафиксировать картину поля скорости звука в трёхмерном пространстве.

Если движение подводного объекта больших размеров нарушает естественную картину стратификации, то следует ожидать, что такое нарушение может быть зафиксировано за счёт регистрации поля скорости звука в воде при движении глайдера.

Нарушение стратификации может иметь и естественное происхождение, что обусловлено прохождением атмосферных фронтов (сопровождающихся перемешиванием верхних слоёв в водной среде), течениями, вбросом пресных вод в прибрежной зоне и массой иных причин, но такое нарушение стратификации, зарегистрированное аппаратом и переданное в пункт наблюдения при очередном сеансе связи (которое, вообще говоря, может происходить при каждом приближении глайдера к поверхности воды), может служить признаком при решении задач обнаружения подводных объектов.

Дополнительная информация о наличии подводной платформы может появиться за счёт:

- регистрации изменения естественного фона,
- концентрации растворенного в воде кислорода,
- оптического рассеивания,
- парциального давления
- растворенного в воде углекислого газа,
- иных параметров, характеризующих наличие в водной среде пузырькового слоя, порождаемого объектом, особенно если это изменение естественного фона носит локальный характер и выраженную по одной координате протяжённость.

Следует предположить, что основной задачей аппаратов типа Seaglider является получение оперативных данных о солёности, скорости звука и температуре в оперативно важном районе, поскольку данные многолетних наблюдений, в том числе и собранные в рамках работы проекта «Argo», перестают быть актуальными в силу изменения климата.

### *SeaExplorer*

Подводный глайдер SeaExplorer французской компании ALSEAMAR – мощная автономная плат-



Рис. 3. Глайдер SeaExplorer

форма, разработанная для сбора профилей данных толщи воды с очень широким пространственно-временным покрытием (тысячи километров и недели-месяцы непрерывной работы).

Глайдер SeaExplorer способен получать данные в течение многих месяцев в море при работе в режиме скрытности. Рабочая глубина глайдера составляет 1000 м, что позволяет осуществлять сбор данных в четырёхмерном пространстве. Кроме того, поскольку глайдер движется не с помощью подруливающего устройства, это чрезвычайно тихая платформа, и она очень хорошо подходит не только для сбора физических, химических, биологических и/или акустических данных в зависимости от установленных датчиков, но и для акустического обнаружения.

Данный глайдер является отличным решением для сбора данных с точки зрения «цена-качество»; для контроля его работы не требуется надводное судно. Он легко управляется и может быть запущен и поднят силами нескольких операторов.

Некоторые характеристики глайдера «SeaExplorer» приведены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристики глайдера SeaExplorer

Параметр	Технические характеристики
Длина корпуса, м	2
Длина съёмной антенны, м	1.0
Наибольший диаметр корпуса, м	0.56
Вес в воздухе, кг	59
Рабочая глубина погружения, м	40-150 / 40-1000
Автономность	64 суток / 160 суток,
Дальность плавания, км	1300 / 3200
Средняя горизонтальная скорость, м/с	0.5
Максимальная горизонтальная скорость, м/с	1
Минимальная средняя вертикальная скорость, м/с	0.05
Вес полезной нагрузки, кг	8

### *Slocum*

Первая модель такого глайдера построена в 1991 г. частной фирмой Webb Research. Принципиальным отличием от Seaglider здесь является наличие электромотора, что позволяет обеспечить работу глайдера на малых глубинах (от 4 до 200 м).

Известны две модификации такого аппарата (рис. 4). Первая (прибрежная) работает до глубин 200 м. Глайдер Slocum имеет длину 1,5 м, диаметр корпуса 21,5 см, размах крыльев 120 см. Масса полезной нагрузки – до 4 кг.



Рис. 4. Глайдер Slocum

Некоторые характеристики глайдера Slocum представлены в табл. 3.

На глайдере Slocum могут быть установлены:

- антенна GPS,
- радиомодем,
- альтиметр,
- передатчик системы ARGOS,
- акустический модем
- блок датчиков CTD,
- оптические датчики, определяющие обратное рассеяние, содержание хлорофилла и т.п.

Вторая модификация работает до глубины 1000 м. Аппарат ныряет на глубину 950 м каждые 3,5 часа. Набор датчиков, размещаемых на модификации 2, аналогичен модификации 1.

С точки зрения задачи обнаружения принципиальное отличие аппарата Slocum от Seaglider состоит в том, что аппарат, зафиксировав аномалию, спосо-

бен включить движитель и следовать, как АНПА, что позволяет зафиксировать аппарат на необходимой глубине и заставить его двигаться в нужном направлении (например, в направлении развития кильватерного следа).

## ■ Перспективы применения

В связи с возрастающим интересом среди военных заказчиков намечается переход к использованию подводных глайдеров в качестве пассивного средства обнаружения, в частности, при выполнении операций по противолодочной обороне.

К перспективам применения подводных глайдеров относится одновременное и координированное использование группы глайдеров. Примером использования такой многоаппаратной платформы являлось развёртывание группы глайдеров в заливе Монтерей. В результате глайдерами осуществлено более 10 619 циклов погружения и всплытия, пройдено около 3270 км общего пути. Были не только отработаны технологии группового использования подводных глайдеров в разной формации и количестве (от 3 до 12 штук), но и получены данные распределения течений, плотности и солёности в заливе [9].

Новой тенденцией является включение подводных глайдеров в морскую информационно-измерительную сеть [10]. При этом стратегически важно покрытие сегментами сети всех участков Мирового океана, включая удалённые арктические зоны. На создание глобальной морской сети нацелены зарубежные проекты гражданских и военных ведомств. Эти проекты осуществляются в рамках программ кон-

троля окружающей среды и военных объектов, обеспечения безопасности объектов прибрежной морской зоны (PlusNet) и формирования единой системы глобального подводного наблюдения (IUSS). Так, в рамках программы PlusNet использование глайдеров распространится на оперативно важные и припортовые районы, а впоследствии на более обширные океанские акватории, что изменит облик противолодочной борьбы.

В недавней сводке компании Alseamar указано, что данная компания и её партнёры в течение последних трёх лет разрабатывали два главных компонента, что позволило использовать глайдер SeaExplorer в военных целях [4]. Этими компонен-

Таблица 3. Характеристики глайдера SeaExplorer

Параметр	Технические характеристики
Длина корпуса, м	1.5
Длина съёмной антенны, м	0.43 / 1.0
Наибольший диаметр корпуса, м	0.22
Размах крыла, м	1.0
Вес в воздухе, кг	50-70
Рабочая глубина погружения, м	40-150 / 40-1000
Автономность	15-50 суток / 1-4 месяца / 4-18 месяцев
Дальность плавания, км	350-1200 / 700-3000 / 3000-13000
Средняя горизонтальная скорость, м/с	0.35
Максимальная горизонтальная скорость, м/с	0.5 (кратковременное ускорение до 1)
Минимальная средняя вертикальная скорость, м/с	0.05
Вес полезной нагрузки, кг	2.0 / ~4.0

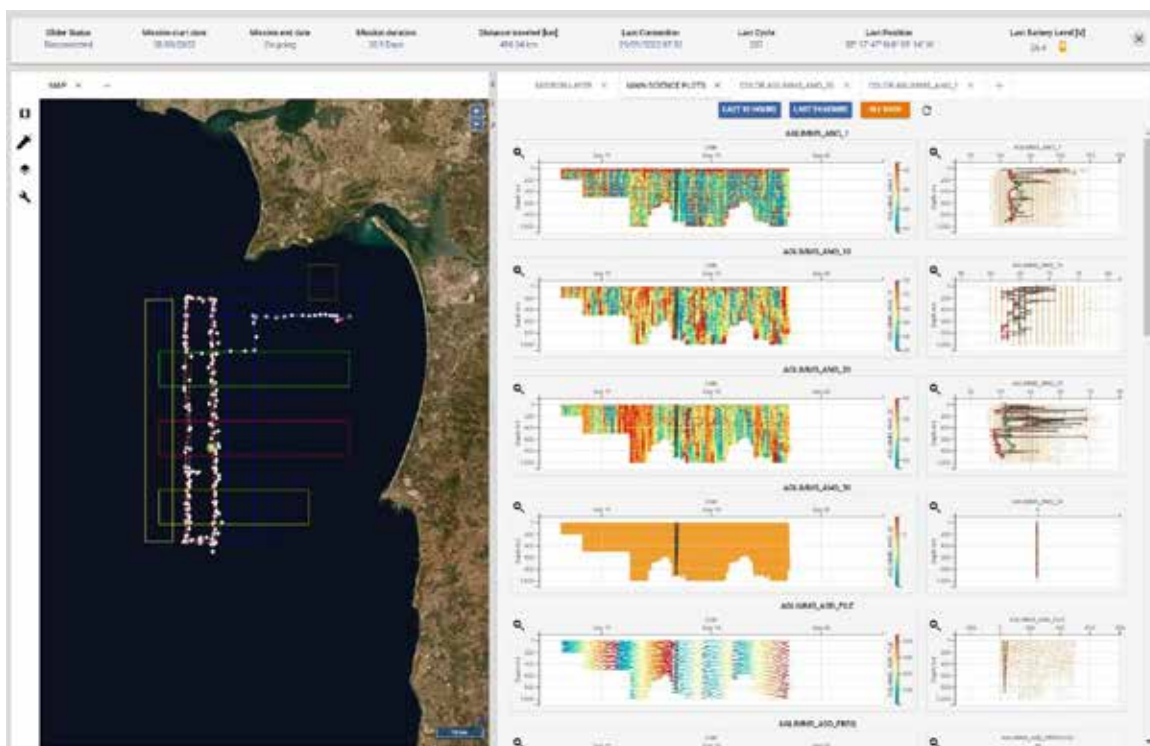


Рис. 5. Уровень шума для низких, средних и высоких частот выводится на экран в режиме реального времени в интерфейсе управления

тами являются защищенная инфраструктура сервера, которая позволяет дистанционно управлять и хранить данные сети глайдеров, сверхнизкая мощность акустической полезной нагрузки, что позволяет осуществить малошумную запись решётками гидрофонов, а также встроенное обнаружение, локализацию и классификацию с помощью методов глубокого обучения.

Испытания по использованию глайдеров SeaExplorer были проведены в рамках учений REPMUS в 2022 году. Данные глайдеры, оборудованные датчиком CTD и акустической решёткой из 8 гидрофонов, в рамках проекта AGLIMMS продемонстрировали возможность применения глайдера SeaExplorer для миссий акустической разведки (ACOUSTINT) и для содействия при выполнении задач ПЛО. Особенностью данных учений, проведенных в 2022 году, стало групповое применение сразу четырех платформ SeaExplorer, при этом каждая из них провела в миссии от 12 до 21 дня, число полученных профилей данных варьировалось от 213 до 521 (при каждом всплытии на поверхность, до одного раза в час).

Бортовое ПО позволяло оценить направленность шумов окружающей среды, определить спектр, передать по спутниковой связи уровни шума для различных частот, вычисляемые каждую минуту навигации (рис. 5).

Представителями компании Blue Ocean Systems (Великобритания) было выявлено, что глайдеры, перемещаемые с помощью модуля изменения плавучести, лучше подходят для использования в военных целях благодаря их небольшому шумовому следу. Также благодаря наличию модуля изменения плавучести они потребляют меньше энергии, что дает возможность непрерывно работать в течение нескольких месяцев. Это позволяет им выполнять задачи по слежению за подводными лодками.

Как раз эта задача и прорабатывается ВМС Великобритании в рамках проекта NECLA и NECLA II. Реализуется запуск глайдеров Slocum в северной части Атлантического океана на несколько месяцев для сбора различных данных, включая солёность, скорость звука и температуру (тактическая гидрография,

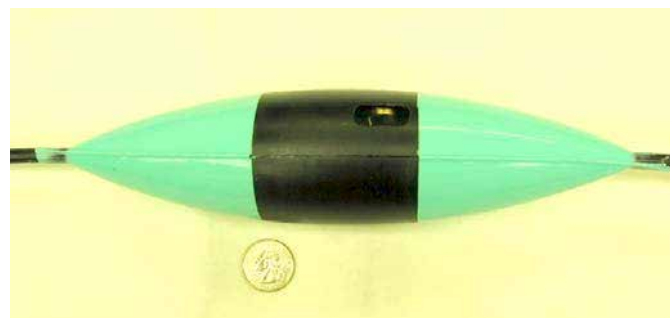


Рис. 6. Внешний вид акустического датчика

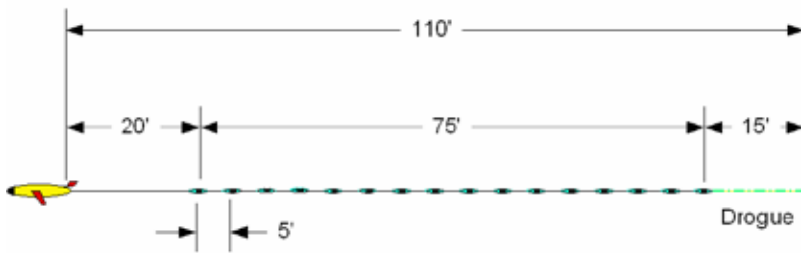


Рис. 7. Конфигурация ГПБА (размеры в дюймах)

метеорология и океанография) – характеристики для поиска подводных лодок. Эти данные передаются в береговой командный центр при всплытии.

Задача по буксировке антенной решётки для обнаружения судов была поставлена для реализации перед отделениями компании Blue Ocean Marine Tech Systems в Австралии и Великобритании. Информация об оснащении глайдеров ГПБА появилась достаточно давно [11]. В указанном материале приведены характеристики и размеры ГПБА, использованной при проведении экспериментальных работ ВМС США в 2005 г. Некоторые данные [9] приведены на рис. 6–8. На рис. 6 приведен внешний вид гидрофона антенны.

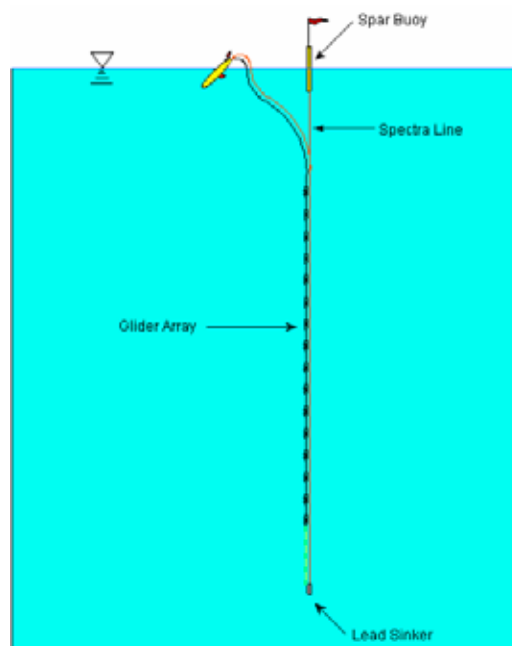
Размер каждого гидрофона составляет примерно 9 дюймов при диаметре 2,5 дюйма. Антенна глайдера состоит из 14 гидрофонов. Рабочий частотный диапазон – [20 – 500]Гц.

Контейнер для хранения антенны представлен на рис. 8.

Регистрация сигналов производилась как в режиме шумопеленгования, так и в бистатическом режиме (с использованием сигналов с линейной частотной



Рис. 8. Контейнер для хранения ГПБА и вертикальное положение ГПБА в эксперименте с глайдером



модуляцией), при этом рассматривались различные положения ГПБА, включая вертикальное (рис. 9).

Для испытаний в рамках проекта NECLA была выбрана цифровая тонколинейная антенная решётка компании Seiche (занимается вопросами пассивного акустического мониторинга) – миниатюрная (20 мм) пассивная буксируемая акустическая антенная решётка неболь-

шой мощности. Эти антенные решётки испытывались на АНПА или безэкипажных надводных катерах (БЭК), на которых было установлено 8 цифровых гидрофонов (конфигурация позволяет устанавливать до 32 гидрофонов) [6].

Целью ВМС Великобритании является непрерывное развёртывание глайдеров в зонах повышенной опасности для предоставления чёткой картины театра военных действий. Для увеличения срока службы аккумуляторной батареи предпринимаются попытки уменьшить потребляемую мощность бортовых датчиков глайдера. Поскольку параметры солёности, скорости звука и температуры океана меняются, то посредством непрерывного сбора информации глайдером необходимо иметь точные значения данных параметров для оценки их влияния на работу корабельных датчиков и датчиков подводных лодок. Как указывают авторы [5], «во время операций по обнаружению подводных лодок эти параметры могут влиять на эффективность гидролокаторов и датчиков, используемых на фрегатах класса Type 23, вертолетах Merlin и Wildcat, а также на многоцелевом патрульном самолете P-8A «Poseidon».

По выходу ГПБА был реализован статический веер из трёх лучей – носового, кормового и траверсного. Судя по опубликованным данным, помехоустойчивость системы позволяла принимать шумы сторонних объектов на фоне собственных шумов носителя. В ходе эксперимента было обнаружено грузовое судно, проходящее в 2,45 морских мили от антенной решетки, что подтверждает возможность использования ГПБА на глайдере для решения задачи обнаружения в режиме шумопеленгования.

В [3] приведены также результаты биологического ска-

нирования водной среды с применением глайдера, в том числе результаты использования профилометра UVP6 (датчика изображения со стробирующим световым сигналом для получения изображений зоопланктона).

Аналогичные результаты работы ГПБА, установленной на глайдере, приведены в [12]. На рис. 9, 10 показана структура использованных в эксперименте гидрофонов.

На рис. 11 приведён внешний вид аппарата в сборе в испытательной камере.

Важным фактором при использовании глайдеров для задач освещения подводной обстановки является необходимость предусматривать все возможные виды связи. В дополнение к уже имеющейся на аппарате станции цифровой радиосвязи, узлу Wi-Fi ближнего радиуса действия, 3G станции связи (используемой в отладочном режиме), в настоящее время зарубежными производителями глайдеров добавляются модули гидроакустической связи (гидроакустический модем, с возможностью подводной навигации), спутниковой связи. Большой интерес вызывают ведущиеся в США разработки лазерных и оптических подводных каналов связи.

Что касается навигации глайдеров, то она осуществляется с помощью периодической фиксации положения по GPS, когда аппарат всплывает на поверхность – по датчикам давления, угла наклона и магнитному компасу. Новым средством для навигации подводных глайдеров является система OceanGNS (Ocean Glider Navigation System), которая использует оптимальный метод планирования маршрута. Пользователи могут выбрать данные прогнозирования и параметры ранее собранной базы данных, а также сведения о батиметрии и по ограничениям по времени.

Особое внимание следует уделить перспективным источникам питания. Для длительного мониторинга планируется использовать термальные моторы, радиоизотопные источники питания и генераторы на фазовом переходе. Каждый из предложенных вариантов имеет свои аргументы против (климато-метеорологические особенности районов применения, повышенные требования к безопасности), однако все они позволяют значительно увеличить длительность работы подводных глайдеров [13].

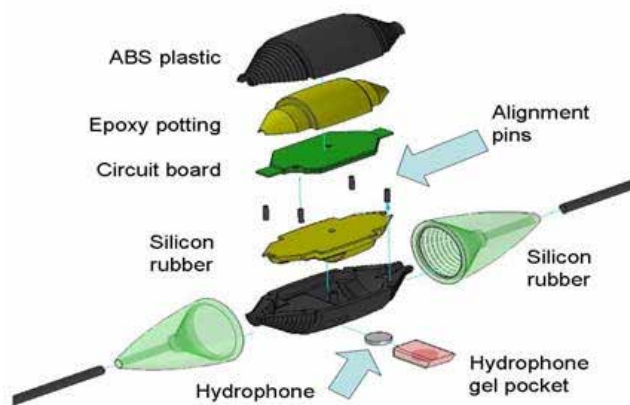


Рис. 9. Структура гидрофона ГПБА

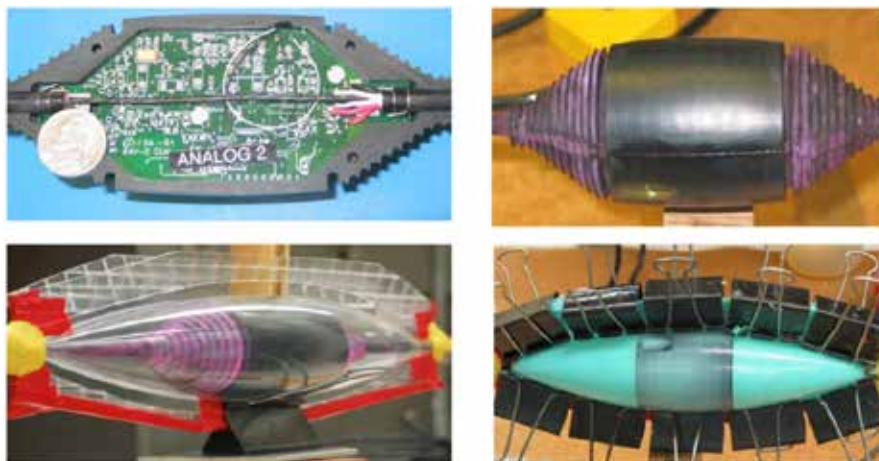


Рис. 10. Конструкция приёмных элементов

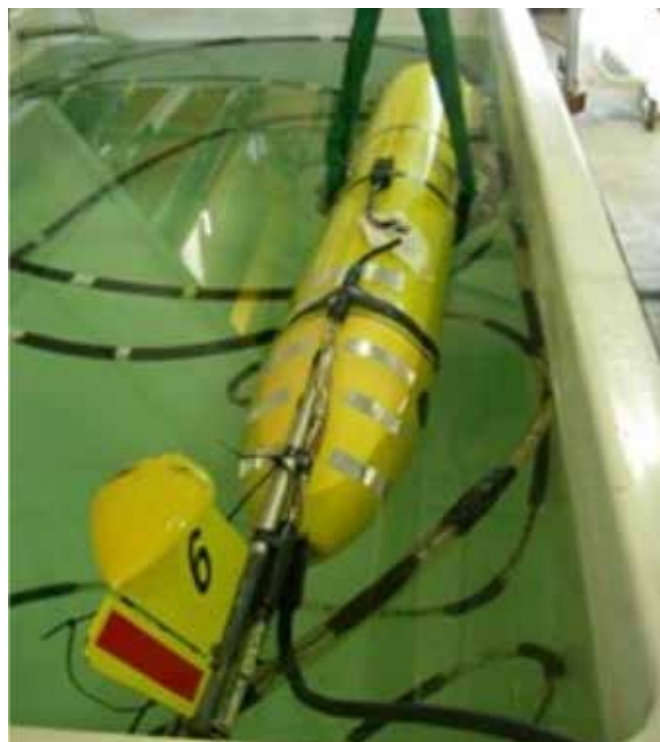


Рис. 11. Аппарат с ГПБА в сборе



Согласно прогнозу корпорации RAND от 2019 г. ожидается, что в период до 2025 года подводные глайдеры аппараты будут широко использоваться для решения различных военных задач [14].

### Заключение

Можно констатировать, что подводные глайдеры являются на сегодняшний день одним из перспективных направлений развития морской робототехники. Увеличение внимания к глайдерам со стороны военных заказчиков позволит расширить сферу их применения, увеличить число вариантов используемых полезных нагрузок и сделать данный тип подводных автономных аппаратов эффективным элементом комплексной системы освещения подводной обстановки.

В настоящее время имеется достаточное количество апробированных технических решений, обеспечивающих возможность использования глайдера (в том числе с двигателем, позволяющим ему переходить в режим АНПА) с ГПБА в качестве элемента системы освещения подводной обстановки, обеспечивающего регистрацию шумов подводной платформы, способного работать в группе, а также позволяющего решать задачи обнаружения в режимах бистатики и мультистатики. Аппараты способны работать в группе, передавать полученную информацию при каждом всплытии, полученная информация может быть интегрирована и использована при решении задач обнаружения подводных объектов.

По совокупности вышеизложенных материалов следует сделать следующее заключение.

АНПА, действующие по принципу глайдера, как следует из анализа зарубежных источников, могут выполнять функции элементов систем освещения подводной обстановки, обнаруживая надводные и подводные объекты на дистанциях в несколько километров. Для этой цели используется гибкая буксируемая антенна, и аппараты являются, таким образом, потенциально опасными объектами, способными обнаруживать подводные платформы и сопровождать их, находясь при этом за пределами зоны видимости гидроакустических средств самой платформы.

Недостаточная информация по первичным и вторичным полям зарубежных АНПА, в том числе глайдеров, не позволяет в настоящее время выполнять корректные оценки дальности их обнаружения существующими гидроакустическими средствами, что требует организации работ по исследованию характеристик АНПА (в том числе глайдеров), а также выполнения работ по прогнозу их первичных и вторичных полей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Занин В. Ю. Морская робототехника // Нефтегаз. 2017. № 8.
2. Иванов А.М., Селезнев И.А. Решение задачи обнаружения целей с использованием системы шумопеленгования, размещенной на АНПА // Гидроакустика. 2010. № 12(2). С. 5–14.
3. Maslin E. New tech frontiers for ocean gliders // Marine Technology Reporter. 2022. P. 28–31.
4. URL: <http://www.navalnews.com> (дата обращения: 08.12.2022).
5. URL: <http://www.roaylnavy.mod.uk> (дата обращения: 13.12.2022).
6. Тарасенко А.А., Краснов В.В., Смирнов К.А., Кирьянов А.В., Хан Р.Е. Зарубежные самоходные необитаемые морские аппараты // СПМБМ «Малахит», 2016. 302 с.
7. URL: <http://www.studopedia.ru> (дата обращения: 23.01.2023).
8. Вадов Р.А. Распространение звука в подводном звуковом канале Охотского моря // Акуст. журн. 1999. Т. 45, № 2. С. 174–182.
9. Гайкович Б.А., Занин В.Ю., Кожемякин И.В. Вопросы разработки морских робототехнических платформ на примере создания подводного аппарата типа «глайдер» // Материалы XI науч.-практ. конф. «Перспективные системы и задачи управления». Т. 1. 2016. С.151–154.
10. Camus L. Autonomous Surface and Underwater Vehicles as Effective Ecosystem Monitoring and Research Platforms in the Arctic – The Glider Project // Sensors. 2021. Vol. 21 (6752).
11. Jenkins S. A. Underwater glider system study // Scripps Institution of Oceanography. 2003.
12. Wang C, Yuan M. Research on the Ambient Noise Observation Technology Based on the Underwater Glider // Acoustics Australia. 2021.
13. Carey W. M. The applicability of a small autonomous vehicle towed array system to ocean acoustic measurements and signal processing // Proceedings of Meetings on Acoustics. 2009. Vol. 4.
14. Martin B. An Analysis of Current and Future Technology for Unmanned Maritime Vehicles.// RAND Corporation, 2019.

### Об авторах

**СЕЛЕЗНЕВ Игорь Александрович**, доцент, д.т.н., научный руководитель

АО «Концерн «Океанприбор»

Адрес: 197376, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., д. 46

Область научных интересов: гидроакустика

Тел.: 8 (911) 905-49-37, раб. 8 (812) 499-99-65, +7(812) 320-80-52

E-mail: [mail@oceanpribor.ru](mailto:mail@oceanpribor.ru)

ORCID: 0000-0001-6591-5541

**ЯСНИКОВ Алексей Игоревич**, начальник сектора

АО «Концерн «Океанприбор»

Адрес: 197376, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., д. 46

Область научных интересов: гидроакустика

Тел.: 8 (921) 384-05-36, раб. 8 (812) 499-75-42, +7(812) 320-80-52

E-mail: [mail@oceanpribor.ru](mailto:mail@oceanpribor.ru)



# PROSPECTS OF USING UNDERWATER GLIDER FOR OCEANOGRAPHY AND UNDERWATER ENVIRONMENT SURVEILLANCE. REVIEW OF FOREIGN PRESS

**I.A. Seleznev, A.I. Iasnikov**

With growing worldwide interest in commercial, scientific, and military issues associated with both oceans and shallow waters, there has been a corresponding growth in demand for extending of technical frontiers of underwater gliders. Underwater gliders travel through the ocean by buoyancy control, which makes their motion silent and involves low energy consumption. Due to those advantages, numerous studies on underwater acoustics have been carried out using gliders and different acoustic payloads have been developed. This paper aims to analyze the use of underwater gliders for acoustic monitoring and underwater target detection by comparing its characteristics, payloads, functions and prospects of using. Potential advantages of gliders are specified, key problems whose solution may extend the capabilities of gliders for oceanography and underwater environment surveillance tasks are shown. The suggestions of using underwater gliders as passive system for detection and tracking of underwater platforms are made.

**Keywords:** underwater gliders, underwater environment surveillance, underwater object detection, antisubmarine warfare, towed array.

## References:

1. Zanin V. Yu. Marine robotics. Oil&Gas. Vol. 8, 2017.
2. Ivanov A.M, Seleznev I.A. Target detection using passive listening system on AUV. Hydroacoustics, St-Petersburg, JSC «Concern «Oceanpribor», Vol. 12(2), 2010. P. 5-14.
3. Maslin E. New tech frontiers for ocean gliders. Marine Technology Reporter, 2022. P. 28-31.
4. URL: <http://www.navalnews.com> (Accessed 08.12.2022).
5. URL: <http://www.roaylnavy.mod.uk> (Accessed 13.12.2022).
6. Tarasenko A.A., Krasnov V.V., Smirnov K.A., Kirianov A.V., Chan R.E. Foreign marine autonomous underwater vehicles. JSC «SPMDB «MALACHITE», 2016. P. 302.
7. URL: <http://www.studopedia.ru> (Accessed 23.01.2023).
8. Vadov R.A. Acoustic propagation in underwater sound channel of sea of Okhotsk. Acoustic Journal, 1999, V. 45, P. 174-182.
9. Gaykovich B.A., Zanin V.Yu., Kozhemyakin I.V. Underwater robotic platforms design challenges from the experience of creating an underwater glider. Proceedings of XI science conference «Advanced systems and control tasks». Vol. 1, 2016. P. 151-154.
10. Camus L. Autonomous Surface and Underwater Vehicles as Effective Ecosystem Monitoring and Research Platforms in the Arctic – The Glider Project. Sensors, Vol. 21 (6752). 2021.
11. Jenkins S. A. Underwater glider system study. Scripps Institution of Oceanography, 2003.
12. Wang C, Yuan M. Research on the Ambient Noise Observation Technology Based on the Underwater Glider. Acoustics Australia, 2021.
13. Carey W. M. The applicability of a small autonomous vehicle towed array system to ocean acoustic measurements and signal processing. Proceedings of Meetings on Acoustics, Vol. 4. 2009.
14. Martin B. An Analysis of Current and Future Technology for Unmanned Maritime Vehicles. RAND Corporation, 2019.

## About authors

**SELEZNEV Igor Alexandrovich**, Associate Professor, Doctor of Technical Sciences, Scientific Adviser  
JSC «Concern «Oceanpribor»  
**Address:** 46, Chkalovsky pr., Saint Petersburg 197376, Russia  
**Research interests:** hydroacoustics  
**Phone:** +7 (921) 384-05-36, w. +7 (812) 499-75-42, +7(812) 320-80-52  
**E-mail:** [mail@oceanpribor.ru](mailto:mail@oceanpribor.ru)  
**ORCID:** 0000-0001-6591-5541

**IASNIKOV Alexey Igorevich**, Head of Sector  
JSC «Concern «Oceanpribor»  
**Address:** 46, Chkalovsky pr., Saint Petersburg 197376, Russia  
**Research interests:** hydroacoustics  
**Phone:** 8 (921) 384-05-36, w. 8 (812) 499-75-42, +7(812) 320-80-52  
**E-mail:** [mail@oceanpribor.ru](mailto:mail@oceanpribor.ru)

## Recommended citation:

Seleznev I.A., Iasnikov A.I. PROSPECTS OF USING UNDERWATER GLIDER FOR OCEANOGRAPHY AND UNDERWATER ENVIRONMENT SURVEILLANCE. REVIEW OF FOREIGN PRESS. Underwater investigation and robotics. 2023. No. 1 (43). P. 4–13. DOI: 10.37102/1992-4429\_2023\_43\_01\_01. EDN: HPVCMN.