

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАЯКОРЕННЫЕ МОБИЛЬНЫЕ ПРОФИЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ

Островский А.Г.¹

*¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, г. Москва,
Нахимовский пр., 36, osasha@ocean.ru*

Moored automatic mobile profilers are reviewed, from their conception by [1] through their developments in two platforms including the hydraulic driven profiling float better suited for the acoustic current meter application and the winched type shallow-water profiler capable for multidisciplinary real-time environmental monitoring.

Доклад посвящен современным автономным заякоренным профилографам, которые предназначены для измерений вертикальных профилей течений и характеристик морской среды в целях оперативной океанографии и для климатических исследований. К таким аппаратам относятся зонды, периодически вытравливаемые с помощью заякоренных донных и поверхностных лебедок, а также зонды, перемещающиеся по вертикально натянутому тросу на буйковых станциях.

Работы по созданию автономных океанологических мобильных профилографов начались в 1970-х гг. За последние 30 лет в результате выполнения НИР в разных странах мира были разработаны и испытаны в морских условиях как минимум 22 образца, некоторые из которых стали производиться серийно. Профилографы, передвигающиеся вверх-вниз по тросу самостоятельно или циклирующие водную толщу с помощью лебедки, рассматриваются как важный компонент наблюдательной сети в Мировом океане.

Заякоренные профилографы предназначены для регулярного получения временных рядов вертикальных тонкоструктурных профилей гидрофизических, гидрохимических и биоокеанологических характеристик в фиксированных географических точках в ключевых для мониторинга акваториях. Важно, что с помощью профилографов измерения выполняются одним набором датчиков во всем столбе воды от приповерхностного слоя до дна, что позволяет получить однородные данные с одинаковой точностью.

Для изучения экосистем и их реакции на внешние, в том числе на климатические воздействия, профилирование выполняется с интервалом примерно 1 час с вертикальным разрешением не хуже 1 м.

Все мобильные профилографы, разработанные с начала 1990-х гг., можно классифицировать по четырем главным особенностям: способу постановки, энергетике, способу перемещения и системе связи.

В 2006–2008 гг. в Институте океанологии РАН была осуществлена разработка подводного аппарата Аквазонд, предназначенного для автоматизированного профилирования водной толщи на заякоренной буйковой станции [1]. Нарботки по изделию Аквазонд, легли в основу создания заякоренного мобильного профилирующего аппарата Аквалог [2–4], показанного на рис. 1.



Рис. 1 Заякоренный мобильный профилирующий аппарат Аквалог: слева – общий вид, сверху – при подъеме на борт судна после 2-х недельной постановки в Мертвом море.

Аппарат Аквалог предназначен для долговременной, до 1 года, автономной работы – регулярному перемещению с заданной скоростью с помощью электромеханического привода по буйрепу буйковой станции в рабочем диапазоне глубин 5–1000 м между подповерхностной плавучестью и донным якорем. Аппарат перемещается за счет вращения приводного ролика, взаимодействующего с буйрепом. При работе аппарат поддерживает стабильную ориентацию относительно направления течения, что немаловажно для измерений скорости и направления течений.

На аппарате предусмотрено крепление различных современных измерителей в зависимости от условий мониторинга и поставленной задачи. Профилограф Аквалог может комплектоваться акустическими доплеровскими измерителями течений RDI DVS или Nortek Aquadopp.

На аппарате также интегрированы СТД зонды RBR, SBE, RDI Teledyne. Причем зонды СТД могут доукомплектовываться различными датчиками компаний Wet Labs или Sea Point (оптическими датчиками ксилорода, флуоресценции и мутности) компаний Wet Labs или Sea Point и другими приборами.

В части передачи данных профилограф Аквалог, наряду с подводным индуктивным модемом производства Sea Bird Electronics, может комплектоваться цифровыми акустическими модемами Benthos или Evologic. С профилографом поставляется буй с индуктивным модемом или гидроакустическим модемом и техническими средствами мобильной связи GSM/GPRS, спутниковой связи ARGOS или Iridium, а также УКВ радиосвязи.

В 2010-2016 гг. профилограф Аквалог был использован для научных исследований в Балтийском, Карском, Красном, Мертвом, Средиземном, Черном и Японском морях. Исследования проводились в различных климатических условиях, например в Японском море в акватории, частично покрытой льдом, в зимних условиях в феврале 2010 г., когда температура воды опускалась ниже -1°C . Важнейшими с точки зрения проверки живучести профилографа стали экспериментальные работы в Мертвом море в 2012-2013 гг. при высочайшей солености воды (300-400 практических ед.), которые продемонстрировали лучшие качества прибора по коррозионностойкости и надежности.

Опыт, накопленный при создании профилографа Аквалог, позволил приступить к разработке нового аппарата – подводного лебедочного зонда.



Рис. 2 Подводный лебедочный зонд: слева – общий вид, справа – верхняя часть зонда при всплытии к поверхности моря во время натурных испытаний в Черном море в июне 2017 г.

Подводный лебедочный зонд (рис. 2) представляет собой малогабаритный, надежный и относительно легкий носитель с ресурсом электробатарей для автономной работы в течение как минимум 1 месяца, который позволяет: а) монтировать датчики OEM для измерений вертикальных профилей характеристик водной среды от горизонта 100 м до поверхности моря, б) передавать оперативно данные измерений потребителю. Носитель оснащен лебедкой, причем верхний конец троса намотан на барабан лебедки, а нижний крепится к якорю, установленному на дне, или к притопленной плавучести. Разработка предназначена для исследований и мониторинга водной среды как в акватории морского шельфа, так и внутреннего водоема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Van Leer J., Duing W., Erath R. et. al. The Cyclosonde: An unattended vertical profiler for scalar and vector quantities in the upper ocean // *Deep-Sea Research*. 1974. V. 21. N. 5. P. 385-400.
2. Островский А.Г., Зацепин А.Г., Деревнин В.А. и др. Заякоренная автоматическая измерительная система «Аквазонд» для вертикального профилирования морской среды // *Океанология*. 2008. Т. 48. № 2. С. 1-10.
3. Островский А.Г., Зацепин А.Г., Иванов В.Н. и др. Заякоренная профилирующая океанская обсерватория // *Подводные исследования и робототехника*. 2009. №2/8. С. 50-59.
4. Островский А.Г., Зацепин А.Г., Соловьев В.А., Цибульский А.Л., Швоев Д.А. Автономный мобильный аппаратно-программный комплекс вертикального зондирования морской среды на заякоренной буйковой станции // *Океанология*. 2013. Т. 53, № 2. С. 259–268.
5. Ostrovskii A.G., Zatsepina A.G., Shvov D.A., Soloviev V.A. Underwater anchored profiler Aqualog for ocean environmental monitoring // *Advances in Environmental Research*. 2010. V. 4. P. 201-218.