

УДК 681.883

Д.Ш. Нагучев, О.А. Савицкий, В.Л. Сахаров

ПРЕДПОСЫЛКИ И КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПРОФИЛОГРАФОВ В ОКБ «РИТМ» ЮФУ

Гидроакустические профилографы уже давно перестали быть средством только научных исследований и в настоящее время, объединяя в себе функции обычного эхолота и устройства, визуализирующего придонные и поддонные структуры, являются мощным инструментом для проведения поисковых, контрольных, проектно-изыскательских, осмотровых, промерных работ в акваториях морских портов, в руслах рек, в шельфовой зоне [1,4]. Профилографы могут использоваться как самостоятельно, так и в составе гидрографических комплексов. Часто гидроакустические профилографы становятся единственным средством визуализации структуры донных отложений, поиска и оконтуривания заиленных объектов, включая нефте- и газопроводы, другие потенциально опасные объекты.

С 90-х годов прошлого века по настоящее время в нашей стране проводились ряд прикладных научно-исследовательских работ по разработке методов и средств донного профилирования [1-3], накоплен достаточно большой опыт эксплуатации таких устройств при мониторинге трубопроводов, при производстве проектно-изыскательских работ на шельфе (ОКБ «Ритм» ЮФУ), проведении научно-исследовательских работ на шельфе (каф. ЭГА и МТ ТТИ ЮФУ, ОКБ «Ритм» ЮФУ) и в глубоководных районах Мирового океана (ИО РАН им. П.П. Ширшова, ИРЭ РАН, каф. ЭГА и МТ ТТИ ЮФУ).

Вместе с тем рынок гидроакустических приборов донного профилирования и соответствующих услуг в России до настоящего времени не получил своего развития, находится в зачаточном состоянии. Связано это прежде всего с практическим отсутствием нормативной базы, отраслевых документов, регламентирующих применение техники донного профилирования и с отсутствием предложений со стороны потенциальных разработчиков и производителей устройств, конкурентноспособных с импортной техникой образцов гидроакустических профилографов, имеющих доступную для потребителей цену. Качественная импортная аппаратура не получила распространения на внутреннем рынке РФ вследствие ее высокой стоимости. Так, например, за всю историю выпуска фирмой «KONGSBERG» параметрических профилографов марок PS40 и PS18, стоимость которых в зависимости от комплектации может доходить до 1 млн долларов США, из 43 проданных с 1991 г. приборов на первичном рынке в России не было закуплено ни одного такого устройства.

Большинство организаций, обслуживающих морские и речные порты ЮФО (отделения «Росморпорта»), занимающихся дноуглубительными работами (ФГУП «Азовморпуть», ООО «Касптрансформ» и др.), не имеют в своем распоряжении гидроакустических систем донного профилирования.

Отсутствие на внутреннем рынке заметной конкуренции с западными производителями и имеющийся солидный научный задел в области создания гидроакустических профилографов позволяет утверждать, что имеются все предпосылки для развития в области разработки и производства современной отечественной техники донного профилирования.

В последнее время актуальность создания техники донного профилирования возрастает в связи с дальнейшим освоением шельфовых территорий мирового

океана, в том числе и в ЮФО. Разработка месторождений углеводородного сырья в Азовском море, транспортировка углеводородного сырья, в том числе газа по существующим и вновь создаваемым газопроводам («Голубой поток», «Южный поток»), потребует дополнительного привлечения технических средств донного профилирования. В первую очередь это гидролокаторы-профилографы, дающие возможность с высоким пространственным разрешением получать профиль донной поверхности, обнаруживать и оконтуривать придонные и заиленные объекты, в том числе и малых размеров. Все большую актуальность приобретает задача дистанционной классификации типа грунта, особенно при производстве геолого-разведочных и гидротехнических работ.

Ухудшение экологической обстановки, связанное с дальнейшим развитием технологий и производств, добычей, транспортировкой и сжиганием углеводородного сырья, в том числе и на шельфовых территориях мирового океана, требует создания техники мониторинга подводных трубопроводов и других размещаемых на шельфе инженерно-технических сооружений.

В таких условиях актуальным становится создание многофункциональных профилографов для прецизионной стратификации донных осадков, классификации типа грунта и поиска придонных объектов.

Наиболее перспективным направлением в технике зондирования морского дна является создание профилографов, работающих на принципах нелинейной акустики, получивших название параметрических профилографов. Эти приборы сочетают в себе все уникальные свойства параметрических антенн – отсутствие боковых лепестков характеристики направленности, малогабаритность антенны, возможность перестройки частоты и др.

Особое конструкторское бюро «Ритм» Южного Федерального Университета (ЮФУ) уже более 11 лет занимается разработкой, изготовлением и эксплуатацией параметрических эхолокационных приборов, в том числе и профилографов. В ОКБ «Ритм» разработан модельный ряд параметрических профилографов «Искатель», «Трасса», «Трасса-сектор», накоплен большой практический опыт их эксплуатации. С 2004 г. разработаны и изготовлены опытные образцы ряда параметрических гидроакустических приборов, прошедшие межведомственные испытания и рекомендованные к принятию на вооружение (снабжение).

ОКБ «Ритм» располагает необходимым оборудованием, производственной базой и высококвалифицированными кадрами. Кадровый потенциал ОКБ позволяет решать комплексные задачи, связанные с проведением прикладных исследований, разработкой аппаратной части с использованием современной элементной базы и материалов, созданием программного обеспечения для управления работой профилографа и визуализации полученной информации, созданием комплекта конструкторской документации.

Приведенные ниже эхограммы, полученные с помощью параметрического профилографа «Трасса-сектор», демонстрируют возможности подобных устройств при инспектировании подводных частей нефте- и газопроводов (рис. 1), поиске заиленных объектов (рис. 2), при обследовании подходного канала до и после проведения дноуглубительных работ на территории Таганрогского морского порта (рис. 3).

В 2008 г. коллектив ОКБ «Ритм» приступил к разработке нового параметрического многолучевого профилографа «Интросоник». Данная разработка предполагает дальнейшее коммерческое использование, освоение серийного выпуска.

Профилограф «Интросоник» предназначен для поиска и обнаружения придонных и заиленных объектов, стратификации донных отложений, определения

типа грунта и может применяться при производстве геофизических изысканий, инженерно-технических и других видов работ на шельфе как самостоятельно, так и в составе многофункциональных гидроакустических комплексов. Принцип действия профилографа основан на формировании за счет нелинейного самовоздействия поля зондирующих сигналов специальной формы в виде веера из пяти или семи статических характеристик направленности с последующим ненаправленным приемом эхосигналов от неоднородностей, расположенных в озвучиваемой области с оптимальной фильтрацией.

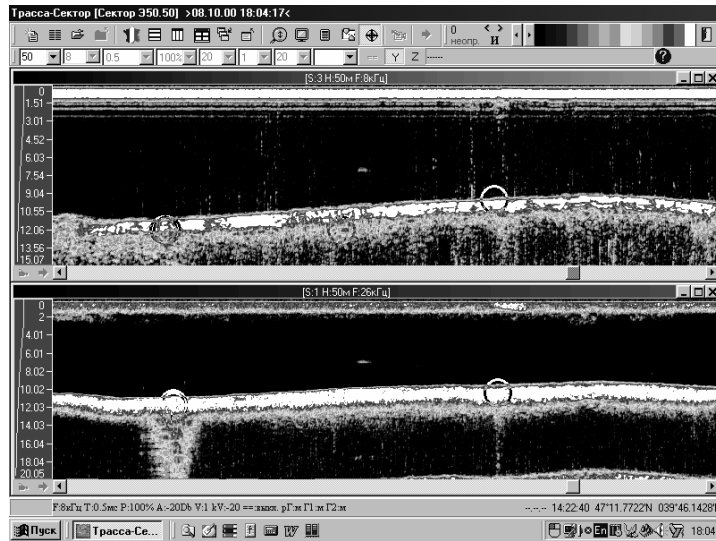


Рис. 1. Профилограмма донной поверхности с обнаруженными на ней двумя ветками трубопровода и заиленными объектами (отмечены указателями)

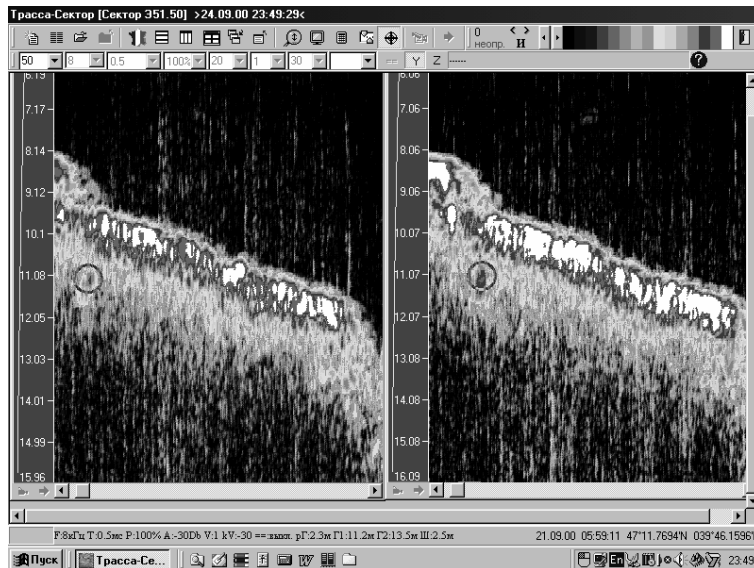


Рис. 2. Протяженный заиленный объект на глубине около 1 м от поверхности дна

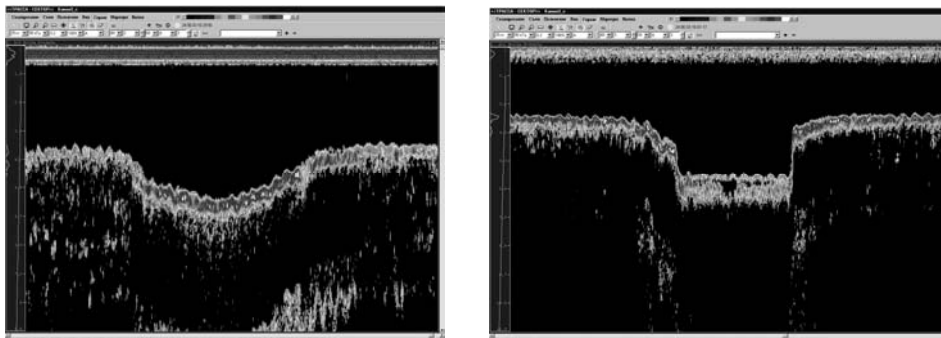


Рис. 3. Проведение дноуглубительных работ

Функциональные возможности профилографа:

- ◆ визуализация акустических неоднородностей, находящихся под грунтом или вблизи донной поверхности, с высокой разрешающей способностью (за счет использования сложных сигналов и оптимальной обработки);
- ◆ определение типа дна (илистое, каменистое, покрытое газовыми пузырьками и т. д.) по фазе комплексного коэффициента отражения;
- ◆ запись рельефа дна и поддонных структур с высокой производительностью при скорости судна 2-4 узла (благодаря расширенной диаграмме направленности в поперечном направлении и одновременному зондированию в секторе);
- ◆ возможность поперечного разрешения зондируемых объектов (за счет формирования веера ХН в режиме излучения, рис. 4);
- ◆ возможность работы с DGPS (привязка к географическим координатам).

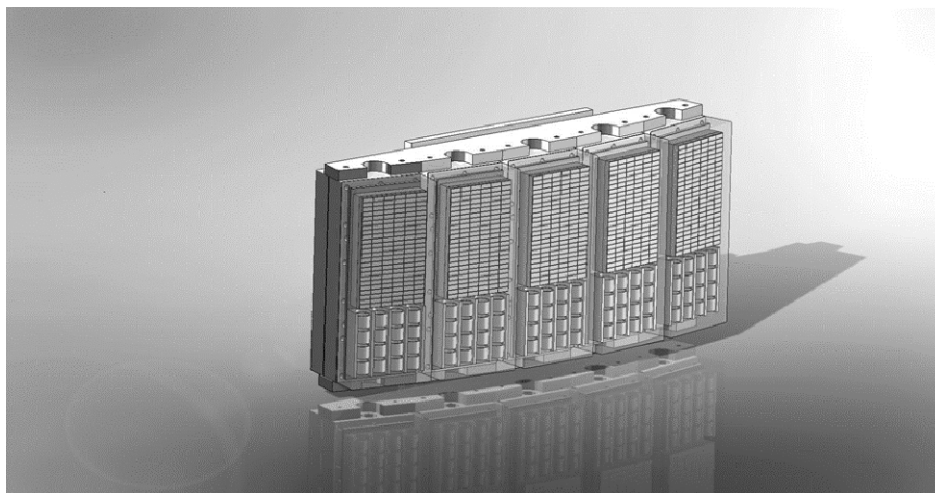


Рис. 4. Внешний вид приемоизлучающей антенны профилографа

Проектируемый прибор будет иметь следующие технические характеристики:

- ◆ питание от сети 220 В, 50 Гц;
- ◆ потребляемая мощность 300 Вт;
- ◆ диапазон рабочих глубин 0,5-300 м;
- ◆ заглубление антенн 1-8 м;

- ◆ компенсация качки roll $\pm 6^\circ$, pitch $\pm 4^\circ$;
- ◆ компенсация вертикальных перемещений антенн < 2 м;
- ◆ глубина проникновения в грунт 5-30 м (в зависимости от типа грунта);
- ◆ ширина парциальной характеристики направленности $6^\circ \times 4^\circ$;
- ◆ количество лучей 5;
- ◆ частота волны накачки 250 кГц;
- ◆ типы зондирующих сигналов:
 - тональный, с частотой 3-10 кГц, длительность импульса 0,1-2 мс;
 - фазоманипулированный, длительность посылки 5-10 мс;
- ◆ звуковое давление на частоте накачки 400 кПа \times м;
- ◆ звуковое давление на разностной частоте 6 кПа \times м;
- ◆ разрешающая способность по дальности $\geq 0,1$ м.

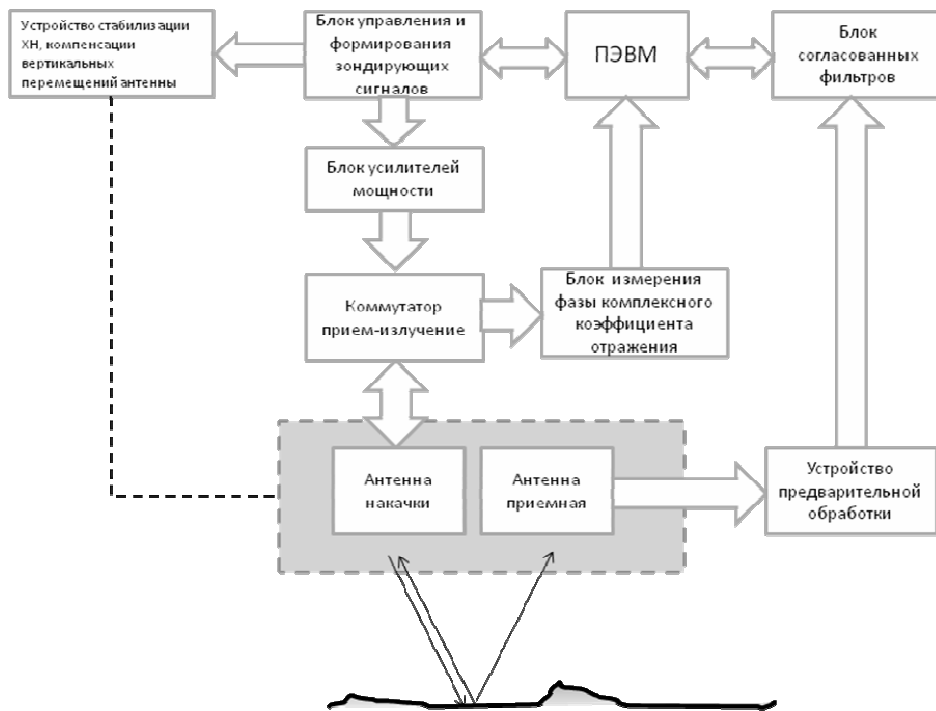


Рис. 5. Структурная схема

Обобщенная структурная схема профилографа, поясняющая принцип его работы, приведена на рис. 5. Функции управления работой аппаратной частью профилографа, формирование зондирующих импульсов и обработка информации будут реализованы на сигнальных процессорах семейства BlackFin фирмы Analog Device.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новиков Б.К., Тимошенко В.И. Параметрические антенны в гидролокации. – Л.: Судостроение, 1989. – 256 с.
2. Савицкий О.А., Германенко О.Н., Нагучев Д.Ш. Применение численного моделирования при разработке учебно-тренировочного режима в параметрическом профилографе «Трасса-сектор» // Материалы X Международной научно-технической конференции

- «Современные методы и средства океанологических исследований». Ч. 3. – М.: ИО РАН, 2007. – С. 22-25.
3. *Савицкий О.А., Максимов И.И., Сахаров В.Л.* Параметрический гидролокатор ближнего действия для охраны мелководных акваторий и узких каналов // Труды IX Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб.: Наука, 2008. – С. 76-79.
 4. *Кичев В.С.* Гидроакустические средства морского дна и основные направления их использования // Труды IX Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб.: Наука, 2008. – С. 274-276.

УДК 621.396.96

И.Т. Лобач

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ГИДРОАВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАДИОНАВИГАЦИИ
И УПРАВЛЕНИЯ**

Среди задач разработки проектных технологии в авиационной навигации важнейшее место занимают технологии навигации летательных аппаратов над водными поверхностями. Кроме того, интересы России как морской державы диктуют необходимость развития отечественного аэрокосмического мониторинга океана и омывающих ее территорию морей. Оперативная информация глобального и регионального уровней о поверхностном слое океана востребована при решении научных и практических задач океанографии, разработке достоверных прогнозов погоды, определении оптимальных путей плавания судов, оценке, контроле и прогнозировании рыбных ресурсов морей и океанов.

В настоящее время сеть наблюдений за поверхностью океана недостаточна. Как правило, проводятся эпизодические, океанографические наблюдения с помощью приборов, размещенных непосредственно на водной поверхности и на бортах специальных судов и кораблей погоды. Возможности использования этих методов ограничиваются метеорологическими условиями, временем суток, а также техническими и организационными трудностями глобальных и региональных исследований Мирового океана. Это позволяет утверждать, что контактные измерения с помощью различного рода гидрологических, метеорологических и иных инструментов не удовлетворяют потребностям экологического мониторинга ни по объему, ни по оперативности получаемой информации.

Для дистанционного зондирования ВП используются электромагнитные волны широкого диапазона частот от оптических до радиоволн. Возможность получения информации о параметрах поверхностного слоя океана определяется тем, что механизмы отражения и собственного излучения радиоволн определяются электрофизическими параметрами и геометрией водной поверхности.

Общим требованием для приведенных выше задач является необходимость аналитического решения задачи рассеяния электромагнитных волн на статистически неровных поверхностях, исследования статистической структуры полей рассеяния и их связи с пространственно-временной структурой полей неровностей отражающей поверхности.

Несмотря на то, что вопросам исследования особенностей рассеяния электромагнитных волн взволнованной водной поверхности, анализа статистической