

УДК 681.883.2

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОФИЛИРОВАНИЯ ДНА

© А.И. Гончар, С.И. Донченко, Л.И. Шлычек, 2006

Научно-технический центр панорамных акустических систем НАН Украины, г. Запорожье

Надано огляд сучасних технічних засобів профілювання дна та донних відкладів. Наведено основні технічні характеристики систем профілювання випуску 1993-2005 рр.

Дан обзор современных технических средств профилирования дна и донных осадков. Приведены основные технические характеристики систем профилирования выпуска 1993-2005 гг.

Review of the up-to-date technical means of bottom sediment and subbottom profiling is presented. The main specifications of profiling systems are specified, 1993-2005.

Освоение Мирового океана как источника огромных сырьевых ресурсов, стимулировало развитие геофизических и гидроакустических методов и средств исследования и изучения структуры морского дна.

В настоящее время существует два метода изучения структуры морского дна с применением гидроакустической техники, базирующиеся на использовании акустической неоднородности пород грунта:

1) метод отраженных волн (МОВ) для случая, когда необходимо детально и точно определить структуру дна и измерить толщину осадочных пород;

2) метод преломленных волн (МПВ), позволяющий проникать в глубину залегания каждого слоя [1]. В каждом методе используется своя техника.

По принципу действия и устройства аппаратура МОВ чаще всего представляет собой специализированные эхолоты, называемые профилографами.

В качестве излучателей в профилографах используются электродинамические преобразователи, искровые разрядники, гидравлические, поршневые и другие электромеханические устройства, пневмопушки и преобразователи, основанные на использовании гидравлического удара. Излучающие и приемные антенны устанавливаются непосредственно на корпусе судна или в герметичном корпусе, буксируемом на глубине до 300 м [1].

Аппаратура для сейсмоакустических исследований методом преломленных волн требует приема сигналов в нескольких точках, находящихся на разных удалениях от источника. Для этого излучающую аппаратуру размещают на судне, проводящем исследования, а приемную - на другом судне, на радиогидроакустических буйках или в специальной буксируемой антенне, протяженность которой может достигать нескольких сотен метров. В некоторых случаях для приема сигналов применяют притопленные или донные станции с консервацией поступающей информации в запоминающих устройствах для последующей выдачи на обработку.

В настоящее время в качестве источников излучения и получения большого разрешения используются спаркеры, бумеры и пинджеры, представляющие собой устройства для преобразования электрической энергии в акустическую.

Спаркеры - антенны с искровыми разрядниками и батареями конденсаторов, накапливающими до 100 кДж энергии, генерируют импульсы с интервалом следования в

несколько секунд в результате разряда батареи конденсаторов через систему электродов непосредственно в воду. Электрический разряд ведет к формированию и быстрому росту плазменного пузыря с последующим возникновением акустического импульса. Источники типа спаркера способны работать в широком диапазоне энергий (300 - 30000 Дж), поэтому используются как для наблюдений с небольшой глубиной проникновения (до 100 м) при умеренной разрешающей способности (2 м) до исследований с большой глубиной (больше 1000 м), где достигаемая разрешающая способность не столь важна.

Бумер – это источник, содержащий жесткую алюминиевую плиту, соединенную через пружинное устройство со спиральной катушкой, залитой смолой. Батарея конденсаторов разряжается через эту катушку, и возникающее при этом электромагнитное поле создает в алюминиевой плите вихревые токи, которые генерируют вторичное поле, направленное противоположно первичному, в результате чего плита быстро отводится, порождая в воде волну сжатия. Источники типа бумера работают на частотах 1 – 5 кГц, излучают сигнал с энергией обычно 300 – 500 Дж, обеспечивают глубину проникновения до 100 м в коренные породы с разрешением 0,5 - 1 м.

Пинджеры представляют собой небольшие керамические пьезоэлектрические преобразователи, излучающие короткие высокочастотные акустические импульсы небольшой мощности. Обычно работают в частотном диапазоне 3 – 12 кГц. Их разрешающая способность по вертикали может достигать 10 - 20 см, но глубина проникновения ограничивается несколькими десятками метров в илистых осадках, несколькими метрами в грубозернистых осадках, а в твердые породы сигнал пинджера практически не проникает [2].

Развитие систем акустического профилирования идет в направлении использования сигналов с линейной частотной модуляцией и получения результатов в цифровом формате. Использование различных методов обработки и анализ данных дают возможности классификации дна.

В настоящее время за рубежом созданием систем профилирования дна занимается большое количество известных фирм. В табл. 1 приведены основные технические характеристики систем акустического профилирования твердого дна таких известных фирм, как Applied Acoustics, Edge Tech, Geo-Resources, GeoAcoustics, INNOMAR Techn.GmbH, SyQwest, Inc и др. Если Applied Acoustics, Geo-Resources, S.I.G специализируются на системах профилирования, использующих бумеры и спаркеры и обеспечивающих общие съемки морского дна и геологические исследования, где, в основном, необходимо глубокое проникновение сигналов в грунт или сочетание проникновения и разрешения, то Edge Tech, GeoAcoustics, SyQwest, Ixsea, Knudsen выпускают системы профилирования с использованием пьезоэлектрических антенн и антенных решеток, сложных сигналов и параметрических режимов (INNOMAR Techn.GmbH).

По данным опроса разработчиков, приведенным в [3,4], наибольшую глубину проникновения в затвердевший осадок обеспечивает система профилирования со спаркером 2 mille фирмы S.I.G: - 1000 м на центральной частоте 1 кГц при максимальной выходной мощности 2 кДж; 500 м в песке с максимальным разрешением 20 см обеспечивает система CSP 2200 фирмы Applied Acoustics при максимальной выходной мощности 2,2 кДж в частотном диапазоне 0,2 - 3,0 кГц.

Максимальное разрешение 5 см обеспечивают параметрические профилографы SES-2000 (стандарт) и SES-2000 (компакт) выпуска 2001 и 2002 года соответственно

компанії INNOMAR Techn.GmbH при максимальній глибині проникнення в глину 50 і 40 м, ширині луча преобразователя 3,6°, максимальній вихідній потужності 20 і 12 кВт; розрешення 6 см при глибині проникнення в ґрунт до 100 м при максимальній вихідній потужності 10 кВт забезпечує профілограф з ЛЧМ сигналом і трьохмерним зображенням компанії GeoAcoustics розробки 2005 года.

В Кировском филиале ФГУП «ЦНИИ «Морфизприбор» (Санкт-Петербург) розробтан для ГНИНГИ МО РФ гидрографический профілограф ПГ-400, предназначенный для решения гидрографических задач в акваториях морей и внутренних водоемов. Он сочетает высокое разрешение по слоям с функцией классификации типа донного грунта. Профілограф ПГ-400 обеспечивает: стратификацию осадочных слоев дна с разрешающей способностью до 15 см при глубине зондирования грунта до 100 м и глубине места до 400 м; послойное определение коэффициента отражения и других акустических характеристик донных осадков; автоматическую классификацию грунта на четыре гранулометрических класса – илы, глины, пески, грубообломочные отложения (скальный грунт); автоматическое измерение текущей глубины места; формирование массивов измеренных глубин слоев с указанием типа грунта и привязкой к текущим координатам, поступающим от приемника GPS, необходимых для составления грунтовых карт и разрезов донного грунта; архивирование и воспроизведение первичной информации рабочих галсов. Точное обнаружение начала донного эхо-сигнала и положения донной границы (0,1 – 0,2 м) с учетом результатов классификации типа грунта позволяет формировать карту грунтов, карту глубин, разрез грунта дна по профилю съемки в реальном масштабе времени.

В состав профілографа ПГ-400 входят: антенная система (Ø 450×300 мм / 90 кг), приемно-излучающее устройство (360×325×400 мм / 25 кг), пульт управления, обработки, отображения и архивирования информации (360×325×250 мм / 15 кг). Максимальная потребляемая мощность 250 ВА.[5]

В Научно-техническом центре панорамных акустических систем НАН Украины в рамках комплексной целевой научной программы «Минеральные ресурсы Украины и их добыча» также создан гидроакустический параметрический профілограф, который обеспечивает стратификацию осадочных слоев дна при глубине зондирования до 100 м, автоматическое измерение глубины места, выделение в разрезе донных отложений отражающих границ, разделяющих слои, непрерывное прослеживание отражающих границ по профилю, архивацию и возможность восстановления первичной информации рабочих галсов на мониторе, создание электронного планшета для отображения траектории движения судна-носителя, в том числе с привязкой к карте местности.

Профілограф имеет три рабочие (разностные) частоты по выбору 3; 5 или 10 кГц, при рабочих частотах накачки 108,5 и 111,5 кГц, 107,5 и 112,5 кГц, 105,5 и 115,5 кГц соответственно, длительность зондирующих импульсов 0,1; 0,3; 0,5; 1,0 мс, электрическую мощность в нагрузке не менее 1 кВт при мощности потребления не более 150 Вт.

В состав профілографа входят: излучающая и приемная антенны, электронный блок и ПЭВМ (ноутбук). Габаритные размеры антенн: излучающей Ø 460×140 мм, приемной - Ø 180×70 мм, масса 70 и 2,5 кг соответственно, электронного блока 580×490×250 мм, масса 20 кг.

Таким образом, наряду с традиционными системами сейсмопрофилирования за последние 10 – 15 лет получили развитие гидроакустические параметрические

профилографы с использованием сложных зондирующих сигналов, имеющие более высокую разрешающую способность и обеспечивающие выполнение практических работ на море при разведке сырьевых ресурсов, прокладке трубопроводов и кабелей связи, выполнении изыскательских работ при строительстве гидротехнических сооружений, поиске затонувших объектов.

Литература

1. Справочник по гидроакустике / А.П.Евтютов, А.Е.Колесников, Е.А.Корепин и др.-2-е изд., перераб. И доп. – Л.: Судостроение, 1988. - 552 с.: ил.
2. Кири П., Брукс М. Введение в геофизическую разведку: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. - 382 с., ил.
3. Hydro international, 2006, vol. 10 N3 (Перевод Гудько А.О., НТЦ ПАС НАН Украины, 2006)
4. Hydro international, 2006, vol. 10 N6 (Перевод Гудько А.О., НТЦ ПАС НАН Украины, 2006)
5. Войтов А.А., Остриянский Е.А., Свечников А.И. Гидрографический профилограф – новое техническое средство съемки грунта и рельефа морского дна. // Труды конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». - Санкт-Петербург. – 2004. - С. 44-47

Таблица 1. Основные технические характеристики современных зарубежных систем профилирования

Компания Название продукции	Applied Acoustics			Edge Tech		
	CSP300P	CSP-L	CSP2200	Модульная гидролокаторная система 2200-M -	Система профилирования твердого дна	
Год разработки	1996	2004	2000	1997	Портативная 3100P	3200-XS, 3 модификации 1993;
Тип системы	Бумер Производ. стандартный		Спаркер	Профилограф твердого дна		
Масса бортового оборудования в воздухе (исключая лебедку), кг	35	16	54		14	
Габариты (Высота x Ширина x Длина), мм	170x480x500	170x480x300	310x480x600		180x380x500	
Электропитание, В	≈115/230	≈100-250	≈115/230			Не применяет.
Подводная часть				39/16/8	Стандартный буксируемый морской геофизический датчик SB-216S SB-05 12i	
Масса подвод. части в воздухе, кг	35	32	40	48	76	190
Габариты (ВысхШирхДлин), мм	45x90x125	50x73x93	50x90x125	60000	400x670x1050	470x1240x1600
Источник питания, В	Подача питания с борта		Тип =3000-4000	DW-106/DW-216/DW-424		≈110/220
Заглубление – стандарт/по выбору, м	Буксировка с поверхности			Да	300	300
С чем совмещается				По выбору		
Автономная	Автономная система				X	Стандартная
Гидролокатор бокового обзора				По отдельному заказу		
Однолучевой эхолот				-«-		
Датчик глубины				-«-		По отд. заказу
Многолучевой эхолот				Интерфейс к любому серийному датчику		
Смонтированный на корпусе						По выбору
Установленный за бортом					По отд. заказу	По выбору
Буксировка с поверхности	Катамаран			X		
Установка на геофит. датчике					Стандартный	
Установка на автоном. подвод. / дистанц. управляемом аппарате				Да		
Вид применяемого буксирного троса	Встроенный кабель питания				Утолщенный многослойный кевлар	
Макс. длина буксирного троса, м	100				300	500
Система ЛЧМ	нет				Да	
Частота, кГц	0,6 – 6	0,8 – 10,0	0,2 – 3,0	15	2-16	0,5-12,0
шаг регулировки частоты				1-6/2-16/4-24		0,1
Макс. частота повторения импульсов, имп/с.	6	10	6			15
Макс./мин. длит. импульса, мс	0,25 до 0,15	0,15 до 0,12	0,3 до 3,0с			100/5
Макс. выходная мощность, кДж	0,35	0,1	2,2	4	20	200
Электромагнит. преобразователь				Поршневой преобразователь		
Спаркер				80		
другое				30/20/15		
Ширина луча преобразователя		Приемник+/-30°			20	25
Количество преобразователей					1	2
Излучатель	Многоэлементный стример	Одноэлементный гидрофон	Многоэлементный стример	министример 15/6/4		
Гидрофон					2	4
Максимальное разрешение, см	15	9	20	200/80/40		
Макс. проникновение, м	30 обычно	12	500		6/80	20/200
Вид грунта	Песок			Глина	Крупн. известковый песок/глина	
Хранение данных и выходные данные	Принтер с распечаткой EPC/ULTRA, Цифровые записывающие устройства CODA+ другие			Все термографические печатающие устройства		
Форматы цифровых данных	Зависит от цифрового устройства записи			SEC-Y, JSF		
обычное применение	Производств. стандартный бумер; применяется для общих съемок морского дна, где необходимо сочетание проникновения и разрешения	Береговые съемки высокого разрешения с проникновением близким к стандарт. бумеру. Обычное применение – речные съемки, переходы трубопровода и мор. археология. Особенно полезна для применения на небольшом судне	Обычно применяется для морских геологических съемок, где необходимо глубокое проникновение	Исследования и добыча, археологическое, маршрутный, проложенный в грунте трубопровод, геологические безопасные геосъемки		

Продолжение таблицы 1.

Компания	GeoAcoustics			Geo-Resources		
	Название продукции	Геоимпульсный профилограф	Геоплинейная частотная модуляция 2	Геоплинейная частотная модуляция 3-мерная	Geo-Spark 1/1.5/2 кДж	Geo-Spark 6 & 16 кДж
Год разработки	1980	2000	2005	система наблюдений		
Вид системы	Гидролокатор	Профилограф с ЛЧМ	Профилограф с ЛЧМ, 3-мерного изображения	тип 200	Тип 800 /1600	Тип 200
Масса надводного оборудования в воздухе (исключая лебедку), кг	30	12	24	Спаркер +источник питания		
Габариты, мм	310x430x500		430x490x280	Спаркер 75, источник питания 75, кабель 75	Спаркер 150/300, источник питан. 300/500 кг, кабель 125/250	Спаркер 75, источник питания 75, кабель 150
Источники питания ,В	≈100—240			≈220	≈220 & 380В	≈220В
Подводная часть	Буксируемый морской геофизический датчик		Закреплен. антенная решетка гидрофонов			буксируемый
Масса подводн.оборуд.в возд.,кг	125	150	176			75
Габариты, мм	500x500x1560		500x2500x2000			1000x750x500
Электропитание, В	Не применяется					
Заглубление,станд./по выбору,м	600/2000/3000	600/2000/3000	поверхностный			30
С чем совмещается	По выбору					
Автономная	Да					
ГБО	Да					
Магнитометр		Да				
другие				запись геотрассы / система обработки		
Смонтированный на корпусе	Да					
Установленный за бортом	Да			Буксируемый спаркер		
Буксировка с поверхности	Да					
Установка на геофиз. датчике	Да		Стандартный			
Установка на автоном. подвод. /дистанц. управляемом аппарате	Да					Буксируемый спаркер
Вид буксирного троса		Усиленный	Коаксиальный	Буксирный трос/ кабель питания высокого напряжения		
Макс. длина буксирного троса, м		1000	100	50/100		
Система ЛЧМ	Нет			Нет		
Шаг регулировки частоты, кГц			0,001			
Частота,кГц	12	Переменная между 2-12кГц, дополнит. 14кГц	2,0-7,0			
Частота.кГц			1,3-11,5		1х/ 2сек @ 6 кДж – 1х/ 4 сек @ 16 кДж	2х/сек @ 1кДж
Частота.кГц			По указанию заказчика		Средняя частота 0,75-1,50	
Макс.частота следован.импульс.,имп/с	20	10	8	2х/сек. в 1 кДж		
Макс./мин. длительность импульса , мс	0,1- 1,0		32 , програм-мируемая	0,5-1,5		0,4
Электромагн. преобразователь			Да			
Спаркер			Да	Спаркер		Буксир. спаркер
Другое	пьезоэлектрич.			Источник питания импульсный твердотельный		
Макс. выходная мощность, кВт	5	10	5/10	1/1,5/2	6 и16	1
Ширина луча преобразователя	10°	Переменная в диапазоне частот				
Количество преобразователей	1	1/2/4/9/16/ или более				
Передающий преобразователь	Да	Да	Да/по выбору			
Гидрофон			Да/по выбору			
Министример			Да/по выбору	Министример геофизического зондирования (8-48 элементов) и двухканальная система записи геотрассировки		
Максимальное разрешение,см	0,1	10	6	25	< 20	
Макс. проникновение , м	10	50	100	500	750	300
Вид грунта	Песок	Разный			Слабый осадок	
Поддерживаемый принтер с распечаткой	Принтер Windows	Все				
Цифровые записывающие устройства		Все			Аналоговый сигнал от министримера геофизического зондирования может быть записан всеми запис. устройствами	
Форматы цифровых данных	xyz; SEG-Y	Аналоговый сигнал				
применение системы	Поддонное исследование высокого разрешения , съемка малых глубин до 1,5м, обнаружение объектов, прокладка маршрута трубопровода, мониторинг дно углубительных работ, археология, определение объема, рекультивация песка	Стандарт. устройство общего назначения для профилирования при съемке, обследовании конструкций, археологических и научных проектах. Доступна конфиг. New Pipeliner.	Высокоточное профилирование сверхвысокого разрешения на малых глубинах. С включением в систему DT2000 - на глубоководных участках.	Съемки маршрутные, геологические, морской инжиниринг, разведка полезных ископаемых, океанографические исследования		

Продолжение таблицы 1.

Компания	INNOMAR Techn. GmbH			S.I.G			
Название продукции	SES-2000 компакт	SES-2000 стандарт	SES-2000 глубина	Mille	2 mille	Energos 200	Energos 300
Год разработки	2002	2001	2006	2000	2002	2001	2000
Тип системы	Параметрический профилограф дна			Спаркер			Бумер
Масса наземного оборуд. в возд. (искл. лебедку), кг	23	49	115	70	74	48	
Габариты, мм	300x350x400	520x440x400	(520x440x400) x 2 шт	600x500x380	700x500x450	500x400x300	
Источник питания, В	≈115-230В +5%/-10%, 50-60Гц			≈230В			
Масса подводного оборудования в воздухе, кг	25 (включая 20 м кабеля)	30 (включая 30 м кабеля)	204				
Габариты, мм	70x.260x300		150x800x750				
Источник питания, В	Не применяется						
Заглубление – стандарт/по выбору, м	1 – 400	1 – 500	5 – 6000				
Автономная	X	X	X				
ГБО	Вариант по выбору						
Однолучевой эхолот	X	X	X				
Датчик глубины				X			
Другие					Стример		
Смонтирован. на корпусе	X	X	X (или шахта)				
Установленный за бортом	X	X					
Буксировка с поверхности							
Установленный на автоном. подвод./дистанц. управляемом аппарате	Опция	Опция					
Другие		Буровая шахта судна или платформы					
Вид применяемого буксирного троса	Многопроводный кабель			Кабель высокого напряжения			
Макс.длина буксир.троса,м	20	40		100		75	
Частота, кГц		5...15	2...7	Центральная 1		Центральная 1,2	0,3
Система ЛЧМ	Нет	Опция: режим ЛЧМ		нет			
Шаг регулировки частоты, кГц	5,6,8,10,12,15	4,5,6,8,10,12,15	2,3,4,5,6,7				
Макс. частота следования импульсов, имп/с	30	50	30	1	2 с	4	2
Макс./мин. длительность импульса, мс	0,067 / 0,5	0,067 / 0,8	0,25/ 3,7	0,7	0,8		0,25
Тип источника энергии				спаркер			
Максимальная выходная мощность, кВт	12	20	80	1	2	0,25	0,3
Ширина луча преобразоват.	3,6°		3,0°				
Количество преобразователей	1		1 антенная решетка из 3 секций				
Передающий преобразоват.	X	X	X				
Макс. разрешение, см	5		15	150		90	20
Макс. проникновение, м	40	50	150	400	1000	120	50
Вид грунта	Глина			Затвердевший осадок		Осадок + вулкан	Осадок
Поддерживаемый принтер с распечаткой	EPC, Ultra, HP			все			
Цифровые записывающие устройства	Аналоговый и запускающий выходной сигнал для независимого записывающего устройства			все			
Форматы цифровых данных	SEG-Y, CODA, XTF и другие						
Обычное применение	Геологические и геофизические исследования, съемки на малых глубинах, исследования окружающей среды, мин. ресурсов (песок, гравий). Используется на небольших лодках			Исследование проложенных в земле труб и объектов, окружающей среды, мин. ресурсов, строительных площадок, мостов, туннелей, парков.		на глубоководном участке, исследование окружающей среды, изучение климата, мин. ресурсов, строительных площадок, маршрутные съемки.	
				Океанографические исследования, разведка полезных ископаемых, инжиниринг		Прибрежные исследования	

Продолжение таблицы 1.

Компания	SyQwest, Inc.			Meridata Finland Ltd.	SEABED BV	General Acoustics GmbH
Название продукции	Stratabox - геофизический прибор	Bathy 2010	Bathy 2010P	MD DSS	3010 Многофункц. приемо-передатчик	DSPR Профилограф твердого дна
Год разработки	2003	2005	2006	1999	1994	2005
Вид системы	Профилограф твердого дна и батиметрия с ЛЧМ			профилограф дна		Профилограф твердого дна
			портативный			
Масса надводной части в воздухе (искл. лебедку), кг	9	77	30	20	15	41
Габариты, мм	62x252,7x217,6	Станд. полка 19'1244,6x762	248x482x750	440x530x710	240x550x480	630x530x290
Питание, В	=12-30	110/220В 50/60 Гц 600Вт	110/220В 50/60 Гц 300Вт	≈230	≈110-220	≈110В/230
Масса подводного оборудования в воздухе, кг	16,78	100 в зависимости от характеристик преобразователя и установленной частоты		20	60	35
Габариты, мм	250 x480			320x300x700	800x600x 600	∅ 370, выс. 170
Источник питания, В	Не применяется			С поверхности	Не примен.	
Заглубление – стандарт/по заказу, м	Стандарт. преоб. 25 (опция 6500м)			100/600	50/1000	500
С чем интегрируется	Не интегрируется					
Автономная система	Да			Да	Стандартная	да
ГБО				По отдельному заказу		
Однолучевой эхолот				По отдельному заказу		да
Датчик глубины				По отдельному заказу		
Многолучевой эхолот				нет	нет	
Магнитометр				По заказу	нет	
Смонтированный на корпусе	Да, по заказу	Да		Стандартный	3060 S	Да
Установленный за бортом				Вспомогательн.	3050 S/P	Да
Буксировка	Нет, по заказу	Да		Вспомогательн.	Не примен.	
Установка на геофизич. датчике	Нет, по заказу	Да		Вспомогательн.	3040 S/P	
Установка на автоном. подвод. / дистанц. управляемом аппарате	Да, вспомогат.	Нет		Вспомогательн.	Не примен.	
Вид буксирного троса	Не применяется			Зависит от количества и вида датчиков	Буксир. трос с оплеткой	
Макс.длина буксирного троса,м					3 000	
Система ЛЧМ	Нет	Да		Да		Нет
Шаг регулировки частоты, кГц	10или 3,5 по заказу	Полоса пропускания 1,2 и 4		0,001	Не применяется	
Частота, кГц		3,5 (качение от 2 до 7 кГц)		0, 5-40 зависит от вида преобраз	3-3,5-4-5-7	12
Частота, кГц		12 (качение от 10 до 14 кГц)			10-12-14	
Макс.част. следования имп.,имп/с	10	4		10	32	20
Макс./мин. длительн. имп., мс	0,1 до 0,8	0,1 до 0,5		0-500	0,1-2	0,1- 1
Вид источника энергии	Затопленное кольцо и конусный преобраз. (вспомогат. антенная решетка TR-109 для функц.. при 3,5кГц).	Антенная решетка TR-109 9-16 @ 3.5 кГц или I TC/12/34 или TC-12NB @ 12 кГц.		Пьезоэлектрич. измерит. преобразователь	Предварит. напряжен. поршневой элемент	Пьезоэлектрический
Макс. выходная мощность, кВт	0,3; 1	5 или 10	2 (по заказу 5 или 10)		Действ.знач. в имп. 10кВт, макс. коэффиц заполнения 1% при макс. нагрузке 500м. Пост. регулир. 0-10кВт.	5
Ширина луча преобразователя, град	40	от 18 до 50, в зависимости от антенной решетки преобраз.		Зависит от вида преобразователя	15-120 в завис. от конфигур. комп.	10
Количество преобразователей	1, 2 или 4	1,2,4,9,12,16		28	16-9-8-4-2 (3, 5-7 кГц) I (10-14 кГц)	1
Передающий преобразователь	Да			По выбору	х	да
Максимальное разрешение, см	6	8		3 (диапазон), 6 (слой)	3,5 кГц - 20, 4 кГц - 5	0,1
Макс. проникновение, м	10 в песке, 40 в иле	до 200		20-60	15-20	10
Вид грунта	Ил, песок	Слоистые илистые отложения и песок		Морской осадок	Ил - глина	Песок
Поддерживаемый принтер с распечаткой	Термографические печатающие устройства SyQwest, Inc.'s TDU-850, TDU-1200/F и TDU-2000F			EPC	с аналоговым входом	Принтер Windows
Цифр. записывающ. устройства					-«-	
Форматы цифровых данных	SEG-Y и ODC	SEG-Y Raw и форматы обрабатываемых данных		SEG-Y	Не применяется	xyz; SEG-Y
Применение	для прибрежной геофизической съемки с глубиной воды до 150 м (по заказу доступен для использования на дистанционно управляемом или обитаемом подвод. аппарате)	для абиссальных глубин. С использованием усилителя 10KVA зондирование до 11000 м	для применения на реке, в портах и прибрежных водах, функционирует на глубине 5000 м. С вспомогател. усилителем зондирование до 11000 м.	Геологическая и геофизическая съемка	Геотехническая съемка и расположение трубы	Поддонное исследов. высокого разрешен., съемка малых глубин до 1,5м, обнаружение объектов, прокладка маршрута трубопров., мониторинг дна углебительных работ, археология, опр. объема, рекультивация песка

Окончание таблицы 1.

Компания	Ixsea			Knudsen		ATLAS Hydrographic GmbH	
Название продукции	Echoes 1500	Echoes 10000	Echoes 3500	320BR	Chirp 3200	ATLAS PARASOUND P70	ATLAS PARASOUND P35
Год разработки	2004	2005	2004	1995	2005	2003	2003
Вид системы	Профилограф твердого дна			16бит-с ЛЧМ 32бит-с ЛЧМ глубоководный эхолот		Параметрический профилограф твердого дна	
Масса наземного оборуд. в возд. (искл. лебедку), кг	Не применяется			25		AEU - 155, DEU -60, ICU - 70	
Габариты, мм	Не применяется			Монтаж на стойке 5U		AEU 766x600x578 DEU 366x600x578 ICU 1366x50x1,55	
Источник питания, В	Не применяется			≈95-240		≈230	
Масса подвод. оборуд. в воздухе, кг	84	30	150			4x115, вкл. кабели	2x175, вкл. кабели
Габариты (Высота x Ø), мм	800 x Ø500	200 x Ø320	400 x Ø1200			1200 x 950	1200 x 1200
Источник питания, В	220					≈230	
Заглубление – стандарт/по выбору, м	2000	20	смонтирован на корпусе			50	
Автономный	X					Да	
ГБО				Вспомогательный			
Однолучевой эхолот				Вспомогательный		Да	
Датчик глубины						Да	
Многолучевой эхолот						Да	
Другие						Да	
Смонтированный на корпусе			X			Да	
Установленный за бортом		X		Вспомогательный			
Буксировка с поверхности	X						
Вид буксирного троса	Кевлар/коаксиал	Не применяется					
Макс.длина буксир. троса, м	120	Не применяется					
Система ЛЧМ	Да					Да	
Шаг регулировки частоты, кГц	Гц			Запрограммирован изгот.	Непрерывный, изменяемый	переменный	
Частоты [для системы ЛЧМ –диапазон частоты], кГц	0,3-3	5-15	1,8-5,2	1: 2–7 кГц 2: 10–14 кГц	изменяемая, 1: 2-40 кГц 2: 2-40 кГц 3: 24-210кГц		
Частота, кГц						Первичная высокая 18-39	Первичная высокая 18-27
Частота, кГц						Вторичная низкая: 0,5-6,0 Вторичная высокая: 36,5-40	
Частота, кГц						Изначально низкая: 5-10	Изначально низкая: 5-7
Макс.частота следован. имп., имп/с	150	100	150	15		> 20	
Макс/мин. длительн. имп, мс	50-200	5-30	30-100	0,75-24	1/16-32 мс	0,17 25	
Вид источника энергии	Янус Гельмгольца	Тонпилз		Антенная решетка пьезоэлектрич. преобраз.			
Электромагн. преобразоват						Пьезоэлектрический	
Паркер						Не применяется	
Другое						Параметрический эффект	
Максимальная выходная мощность	215дБ (1 мкПа на расстоянии 1 м)	212 дБ	216 дБ	До 10кВт		70 кВт, 245 дБ	35 кВт, 242 дБ
Ширина луча преобразователя				Зависит от частоты и преобразователя		4,5°x 5,0° и 2,5°x 2,8°	4,5°x 4,5° и 2,3°x 2,3°
Количество преобразовател	1	7	7	1-16		Не применяется	
Передающий преобразоват				x		Да	
Гидрофон	x			x	x		
Макс. разрешение, см	27	7	22	Зависит от полосы пропускания		Разреш. способн. по дальности 6,1см. Погрешность измерения мощности донных осадков менее ±Макс. [0,2 м, 0.2% уровня воды]	
Макс. проникновение, м				Зависит от частоты		> 200 м	> 150 м
Поддерживаемый принтер с распечаткой	EPC, Геопринтер, др.			EPC, Геопринтер, др., ISYS, Knudsen, принтер Windows		Ультра, другие по заказу	
Цифровые записывающие устройства	Triton Elics, Ixsea Delph Seismic			Вкл.		Интерфейс ATLAS PARASOUND доступен для любого зарубежного поставщика	
Форматы цифровых данных	SEG-Y, XTF			SEG-Y, XTF, Knudsen		SEG-Y, PS3, ASD (общественный формат данных зондирования ATLAS)	
обычное применение	Проведение съемки глубин океана: оборона, геотехническое, гидрографическое,...			Профилирование твердого дна		Морские геонауки (геология, геофизика, геоматика)	
	на мелководье: трасс кабелей и трубопроводов, контроль дноуглубительных работ, обнаружение заиленных объектов, разработка морских месторождений			высокого разрешения			