

УДК 681.883.22

## ГИДРОЛОКАТОРЫ БОКОВОГО ОБЗОРА

© А.И. Гончар, Л.И. Шлычек, О.С. Голод, 2004

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

Государственный Северо-Западный технический университет, г. Санкт-Петербург

Надано огляд сучасних гідролокаторів бокового огляду. Наведено основні технічні характеристики сучасних закордонних ГБО випуску 1992-2003 рр., а також гідролокатора бокового огляду ГБО-100МП, розробленого в Науково-технічному центрі панорамних акустичних систем НАН України.

Дан обзор современных гидролокаторов бокового обзора. Приведены основные технические характеристики современных зарубежных ГБО выпуска 1992-2003 гг., а также гидролокатора бокового обзора ГБО-100МП, разработанного в Научно-техническом центре панорамных акустических систем НАН Украины.

The review of modern side-scan sonars is given. The principal technical characteristics of up-to-date foreign side-scan sonars 1992-2003 and side scan-sonar ГЭБО-100 МП, developed in Scientific & Engineering Centre for Panoramic Acoustical Systems are shown.

В комплексе технических средств, применяемых при исследовании и освоении ресурсов Мирового океана, существенное значение имеют гидроакустические системы, в частности панорамные гидролокаторы, с помощью которых в 50-х годах прошлого столетия впервые удалось получить изображения больших участков дна, по своей структуре не отличающиеся от обычных фотографий.

Панорамные гидролокаторы стали незаменимым средством при выполнении поисковых, спасательных и ремонтных работ на дне океана, для поиска и разработки полезных ископаемых, причем наиболее эффективными являются гидролокаторы бокового обзора (ГБО).

Они обладают высокой производительностью и разрешающей способностью, позволяющей получить гидролокационное изображение дна с различной степенью детальности, увидеть и оценить особенности рельефа различной пространственной протяженности.

Совмещение синхронно полученных эхограмм ГБО и гидроакустического профилографа позволяет судить о распределении форм рельефа на обследуемой площади, выявить геологические причины их возникновения. Эти данные используются при поиске нефти и газа, а также твердых полезных ископаемых.

Существующая аналогия между оптическим и гидролокационным изображением позволяет использовать зрительный аппарат оператора для расшифровки изображения с целью распознавания объектов, а также изменения форм рельефа и типа грунта.

В зависимости от назначения и полосы обзора гидролокаторы бокового обзора можно условно подразделить на три класса:

- низкочастотные гидролокаторы большой дальности действия для исследования рельефа дна в океане на глубинах до 6 000 м, рабочая частота примерно 6,5 кГц, полоса обзора на каждый борт до 22 000-25 000 м,

- для геологических исследований континентального шельфа (для исследований рельефа дна на глубинах до 500 м), рабочая частота 30-50 кГц, полоса обзора на каждый борт до 2 000-3 000 м,

- для поисковых и спасательных работ и получения детального изображения дна с высокой разрешающей способностью на глубинах до 100 м под акустическими антеннами, рабочая частота 100-200 кГц, полоса обзора 400-800 м на каждый борт,

- гидролокаторы с очень высокой разрешающей способностью, рабочая частота 500-700 кГц, полоса обзора 50-100 м.

В состав гидролокатора входят приемоизлучающие антенны, генераторные и приемо-усилительные устройства, а также устройства обработки, отображения и документирования информации. Гидроакустические антенны гидролокатора могут устанавливаться на забортных устройствах или непосредственно в борт судна, быть буксируемыми. При этом появляется возможность производить буксировку антенн на определенном отстоянии от дна, при котором достигается оптимальное соотношение разрешающей способности и полосы обзора в зависимости от решаемой задачи, а также уйти под слой температурного скачка.

Гидролокационное изображение, получаемое с помощью обычного гидролокационного эхографа бокового обзора (ГЭБО), позволяет достаточно точно измерить лишь расстояние до объекта поиска или интересующего участка дна, а в некоторых случаях по теневой характеристике определить высоту отдельных объектов или неровностей дна. Дополненный фазометрическими каналами он может быть инструментом для измерения глубины в стороне от судна в широкой полосе обзора или определения координат целей, находящихся во взвешенном состоянии (например, якорных мин).

Гидроакустическая система фазометрического канала представляет собой две приемные гидроакустические антенны, разнесенные между собой в вертикальной плоскости на расстояние  $d$ , называемое базой. В зависимости от величины этой базы различают фазовые гидролокаторы с большой и малой базой.

К фазовым гидролокаторам с малой базой относятся системы, у которых расстояние между приемными антеннами  $d$  составляет величину  $(0,5-2,0)\lambda$ , где  $\lambda$  - длина волны, в результате чего измерение разности фаз сигналов, принятых каждой из антенн, осуществляется однозначно в секторе рабочих углов визирования.

Системы с малой базой позволяют производить измерение глубины и плановых координат разрешаемых элементов морского дна при обработке сигналов по простейшим алгоритмам в реальном масштабе времени с использованием микро-ЭВМ.

Для узкополосных сигналов временная задержка между сигналами, одновременно пришедшими на две приемные антенны, измеряется сдвигом фаз  $\Delta\varphi$ , определяемым соотношением

$$\Delta\varphi = kd \sin \alpha, \quad (1)$$

где  $k$  – волновое число, равное отношению  $2\pi/\lambda$ ,

$d$  – расстояние между антеннами (база),  
отсюда

$$\alpha = \arcsin \frac{\Delta\varphi}{kd} \quad (2)$$

и для малых углов  $\alpha = \Delta\varphi/[2\pi(d/\lambda)]$ .

Отношение  $d/\lambda$  определяет полезный сектор, в котором могут быть сделаны однозначные измерения пеленга.

При базе  $1,9\lambda$  полезный вертикальный сектор относительно оси антенной системы составляет  $\pm 15^\circ$ .

Примером фазового гидролокатора с малой базой являются гидролокаторы бокового обзора ТРО-SSS (Норвегия), и Sea MARC-II (США, International Submarine Technology Ltd and Hawaii Institute of Geophysics) [2, 3].

Фазовые гидролокаторы с малой базой в целом не намного сложнее обычных ГБО, но имеют более широкие функциональные возможности. Это связано с тем, что они позволяют не только измерять глубины в полосе обзора, но обеспечивают получение и яркостной эхограммы, несущей важную в геологическом отношении информацию. При этом задача дешифрирования яркостной эхограммы существенно облегчается за счет наличия информации о глубине.

Использование большой базы  $d = (20-30)\lambda$  в общем предполагает большую точность измерений, однако появляется необходимость решения проблемы разрешения неоднозначности фазовых измерений.

Акустическая система такого ГБО (приемная), состоящая из двух вертикально разнесенных на расстояние  $d$  антенн, имеет характеристику направленности в угломестной плоскости вида

$$R(\theta') = \cos\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta'\right) R_1(\theta'), \quad (3)$$

имеющую ряд максимумов и минимумов, в результате чего создается эффект интерференции сигналов.

Направление максимумов определяется формулой

$$\sin \theta_n = \frac{\lambda}{d} n, \quad (4)$$

где  $n = 0, 1, 2, \dots, N-1$ ,  $N$  – целая часть отношения  $d/\lambda$ .

При соответствующем выборе отношения  $d/\lambda$  можно получить несколько интерференционных полос, соответствующих разности фаз сигналов  $\varphi = 2\pi n$ . Каждая интерференционная полоса соответствует углу скольжения акустического луча, определяемому формулой (4). Наклонная дальность до интерференционной полосы определяется временем прихода эхо-сигналов  $T$ , глубина

$$X(t) = z_n = r_n \sin \theta_n = r_n \frac{\lambda}{d} n, \quad (5)$$

горизонтальное отстояние

$$Y(t) = r_n \cos \theta_n = r_n \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{d} n\right)^2}, \quad (6)$$

и определение координат  $(x, y)$  сводится к измерению наклонных расстояний

$$r_n = cT/2, \quad (7)$$

где  $c$  – скорость распространения звука в воде, и определению номера полосы [4,5].

Появление неоднозначности приводит к ошибкам в определении углов прихода эхо-сигналов и является следствием периодичности функции  $\Delta\varphi = k \sin \alpha$ , где  $\Delta\varphi$  – разность фаз принятых сигналов, а  $\alpha$  – угол визирования разрешаемого элемента морского дна.

Простейший способ устранения неоднозначности – в подсчете числа совпадений по фазе ( $\Delta\varphi = 0$  или  $\Delta\varphi = \pm\pi$ ) сигналов, принятых каждой из антенн.

Существует несколько способов разрешения неоднозначности в нумерации полос, одним из них является способ использования двух пеленгационных баз [6,7], при котором число  $n$  определяется из соотношения

$$\frac{z_n}{r_n} d = n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2 \quad (8)$$

Этот метод предполагает визуальное дешифрирование предвычисленных совпадений полос при использовании двух разных, но близких по величине антенных баз.

Процесс разрешения неоднозначности ряда измерений времени прихода синфазных сигналов может быть упрощен путем измерения времени запаздывания появления в верхнем

канале сигнала с мгновенной частотой, фиксированной в нижнем канале (при  $d < 50\lambda$ ). Этот способ позволяет обеспечить автоматизацию определения глубин и их относительных координат в реальном масштабе времени без визуализации интерференционных полос и использования вспомогательной антенны. Устройство, реализующее этот метод, описано в [8].

Известными примерами фазовых гидролокаторов с большой базой и устранением неоднозначности являются гидролокатор ISSS, созданный в Ганноверском университете (ФРГ) [4] и ГКБО-500 разработки НИИ «Риф» Минсудпрома СССР [9].

Для обеспечения условий когерентности излучение производится только одним гидроакустическим преобразователем, а прием - двумя, разнесенными по вертикали, при этом обеспечивается формирование 16–17 интерференционных полос.

Такая конфигурация системы обеспечивает возможность синхронной обработки как обычных данных гидролокатора, так и интерференционных.

Одним из последних фазовых гидролокаторов с большой базой является Батиметрический гидролокатор с веерообразным лучом и интерферометрической корреляционной обработкой сигналов ATLAS CFBS30 [10]. В нем соединены функции гидролокатора бокового обзора, монтируемого в корпус корабля, и многолучевого эхолота с 64 лучами (по 32 на каждый борт).

Эхо-сигнал, полученный с вертикального направления преобразователем А через время  $T_0$ , используется для определения глубины в обычных эхолотах.

Сигнал с этого же направления приходит на гидроакустический преобразователь В через время  $T_0 + \Delta t$  с задержкой  $\Delta t$ . Величина этой задержки зависит от расстояния между преобразователями А и В (базы антенной системы). Если сигнал антенного преобразователя А задержать на время  $\Delta t$  и перемножить с сигналом на антенном преобразователе В, будет получен максимум корреляционной функции. Время задержки  $\Delta t$  будет возрастать пропорционально углу прихода акустического сигнала. Использование 64 predeterminedных приращений задержки (по 32 на каждый борт), позволяет получать 64 пары донных измерений.

Рабочая частота этого гидролокатора 50 кГц, длительность зондирующего импульса 0,17 мс. При глубине под антеннами 600 м обеспечивается угол перекрытия  $\pm 45^\circ$  (относительно вертикали), т.е. полоса обзора на каждый борт равна  $\sim 600$  м, при глубине 350 м – угол перекрытия  $\pm 60^\circ$ , т.е. полоса обзора на каждый борт сохраняется равной 600 м, при глубине 150 м – угол перекрытия  $\pm 70^\circ$  и полоса обзора равна  $\sim 400$  м на каждый борт. Для регистрации и отображения информации имеется графический самописец и цветной дисплей. Этот ГБО может представлять "профильную гистограмму", называемую "каскадным изображением", представляющую собой гистограмму с закодированной цветной информацией об интенсивности сигнала.

Таким образом, проблемный вопрос устранения неоднозначности ряда измерений времени прихода синфазных сигналов решен нетрадиционным путем.

В последние 10-12 лет за рубежом появилось новое поколение гидролокаторов бокового обзора. В них используются гидроакустические преобразователи из новых материалов, способные выдерживать большие гидростатические давления на больших глубинах. Большинство из них использует общеупотребительные цифровые форматы и интерфейсы для сбора, обработки и анализа данных, дальнейшей интеграции и визуализации в аппаратуре ГИС (геоинформационных систем).

Для повышения разрешающей способности стали широко использоваться сложные зондирующие сигналы (в основном линейно-частотно-модулированные).

Благодаря своим уникальным свойствам тракты ГБО введены во многие зарубежные станции миноискания, а в настоящее время вследствие внедрения новых технологий они становятся обязательным элементом таких систем.

Основные технические характеристики современных зарубежных ГБО, приведены в табл. 1. Они портативны, широко используются при гидрографической съемке дна для картографирования, контроля судоходных каналов и фарватеров, обнаружения навигационных опасностей, дистанционного осмотра трубопроводов, оснований мостов, при поисковых операциях и миноискании, общих исследованиях дна океанов и морей [16].

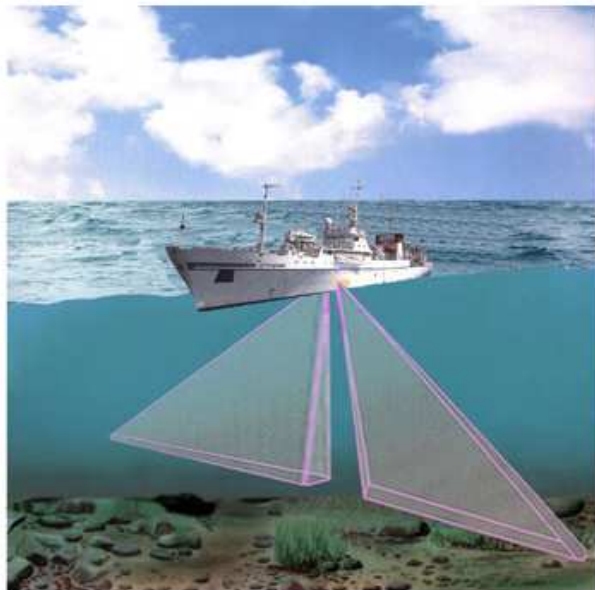
В настоящее время в НТЦ ПАС НАН Украины на базе гидролокатора бокового обзора ГЭБО-100 разработан современный мобильный гидролокатор ГЭБО-100МП, в котором отображение текущей информации (эхограммы), сопровождаемое служебной информацией (время, текущие координаты места, получаемые от приемника GPS) осуществляется на мониторе персональной вычислительной машины. Регистрируется и может быть отображена на экране монитора схема рабочих галсов, благодаря чему может осуществляться мониторинг отдельных, наиболее ответственных участков дна. Регистрация информации осуществляется на жесткий диск компьютера, информация может сниматься с помощью дискет и CD-дисков. Программное обеспечение реального времени работает под управлением MS DOS, а постобработки и просмотра заархивированной информации – под Windows. Для уменьшения массогабаритных характеристик электронной аппаратуры исключены из состава электромеханические регистраторы, переработаны источники питания и приемо-передатчики. Акустические антенны этого гидролокатора врезные или навесные (могут устанавливаться на заборных устройствах). Основные технические характеристики и общий вид ГЭБО-100 МП приведены на рис. 1.

При благоприятных гидрологических условиях гидролокатор может работать и на диапазоне 0-800 м, соответственно полоса обзора на каждый борт может достигать почти 800 м.

## Литература

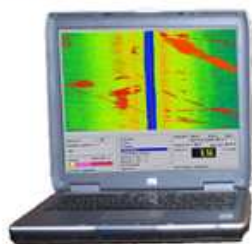
1. А.И. Гончар, О.С. Голод, Ю.А. Клочан, Л.И. Шлычек Теоретические основы создания панорамных гидроакустических систем. – НАН Украины. Научно-технический центр панорамных акустических систем. – Запорожье, 1998.
2. Klepsvik I.O., Klov K. TOPO-SSS, a side scan sonar for wide swath depth measurements.- 14 th. Annu Offshore Technol. Conf. Houston, 1982, V. 3, p. 477–484.
3. Blackington I.C., Hussong D.M., Kosalos I.G. First results from a combination side-scan sonar and seafloor mapping system (Sea MARC-II) - 15 th Annual Offshore Technology Conf., May 2-5, 1983, Houston, Tex, Proceedings, Dallas, Tech, 1983, V. 1, p.307–314.
4. Slayman K.E. Telesounding – multiple depth measurement with a side-scan sonar. Office of Naval Research, London, England. JASA, 1973, V. 54, №2, p. 554.
5. Гончар А.И. и др. Устройство для определения глубины в стороне от судна. А.с. СССР, МКИ<sup>4</sup>, кл. GO1s, 7/52, № 105352, 1977.
6. Гончар А.И. и др. Исследование возможности создания эхографа бокового обзора - интерферометра на базе эхографа ГЭБО-100 (Отчет по натурным испытаниям), 1978.
7. Гончар А.И. и др. О некоторых особенностях обработки интерференционных эхограмм. «Записки по гидрографии», 1979, № 203.
8. Гидролокационное устройство. А.с. СССР, МКИ<sup>4</sup>, л. GOIs, 7/52, № 250124, 1987.
9. Гидроакустический комплекс бокового обзора ГКБО-500 БП.030.078 ТУ1.
10. Батиметрический гидролокатор с веерообразным пучком ATLAS CFBS30. Проспект фирмы ATLAS Electronic, ФРГ.
11. Справочник по гидроакустике/ А.П. Евтюхов, А.Е. Колесников, Е.А. Корепин и др.–2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1988. – 552 с.: ил. – (Библиотека инженера-гидроакустика)
12. Гончар А.И. Проблема создания высокоэффективных многоцелевых гидролокаторов бокового обзора. - НАН Украины. Научно-технический центр панорамных акустических систем. – Запорожье.1997

## Гидролокатор бокового обзора ГЭБО-100 МП



Новые функциональные возможности:

- оперативное управление режимами работы ГЭБО с клавиатуры ПЭВМ, диалоговая или автономная обработка, а также дисплейное отображение гидролокационной и служебной информации;
- интерфейс для приема навигационной информации (курс, скорость, время, координаты);
- контроль траектории судна через вывод на дисплей схемы галсов;
- регистрация информации на магнитные носители;
- повышение вероятности обнаружения малоразмерных объектов за счет:
  - расширения динамического диапазона регистрации эхо-сигналов;
  - повышения помехозащищенности;
  - введения режимов масштабирования и стоп-кадра.



ПЭВМ



АНТЕННА GPS



ПРИБОР 2



АКУСТИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ

### ОСНОВНЫЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обзор дна в диапазоне глубин, м 5-100

Разрешающая способность:

по дальности, м	
на диапазоне 0-100 м	0,25
0-200 м	0,70
0-400 м	2,0
по направлению, град	1,25 ± 0,15

Ширина полосы обзора (на каждый борт), м:	
при глубине 10 м	не менее 30
при глубине 100 м	не менее 400

Обнаружение с вероятностью  $P > 0,9$  затонувших объектов и элементов донного рельефа с минимальным эквивалентным радиусом (в зависимости от глубины, типа грунта, характера рельефа), м 0,3-3,0

Среднеквадратическая инструментальная ошибка измерения дальности, м, не более 0,5

Производительность, км<sup>2</sup>/ч 4,3

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ:

Прибор 2, мм	583x475x240
Акустическая антенна, мм	1112x135x90
Антенна GPS, мм	47x40x13
ПЭВМ (ноутбук), мм	350x280x25

МАССА:

Прибор 2, кг	29
Акустическая антенна, кг	46
Антенна GPS, кг	0,08
ПЭВМ (ноутбук), кг	3,5

Рис. 1. Гидролокатор бокового обзора ГЭБО-100МП.

Таблица 1. Основные технические характеристики современных гидролокаторов бокового обзора

Название фирмы	Swedish Sonar Services AB	Marine Sonic Technology, Ltd	GeoAcoustics		L3 Communications/ Klein Associates	
Название продукции	SH200/60/25, SH500/60/25,	Sea Scan PC	SS981	GeoSwath	Systems 5500 00 Side Scan Sonar	Systems 3000 Side Scan Sonar
Год выпуска	1992	1993	1994	1999	1995	2002
<b>Общие характеристики</b>						
Масса бортовой аппаратуры, кг	8	5,45	16	22	25	12,7
Габариты (высота x ширина x длина), мм	200x400x600	155x345x300	187x457x432	266x430x457	132x546x190	80x540x190
Электропитание	=12В 1,6А	1.=12 В, 2. ~20В	~95/265В; 40-60Гц		~110/220	
Потребляемая мощность, Вт	20	2-5	50	400	120	120
Диапазон рабочих температур, °С	0+ +40	-	-5 ÷ +50°С		-	-
Частоты модуляции, кГц	-	-	135 и 65 кГц	-	-	-
Полоса частот, кГц	-	150кГц - 25, 300кГц - 50, 600кГц - 100, 900кГц - 150, 1200кГц - 200	20кГц	-	-	-
Масса подводного аппарата, кг	8,5	150кГц - 16,8, 300кГц - 15,9, остальных - 15	от 16,3 до 38,6 кг в зависимости от балласта	ВЧ- 24,5; НЧ- 39	70	29
Диаметр подводного аппарата, мм	70	102	114	ВЧ- 320; НЧ- 410	152	89
Длина, м	0,95	1,05	1,285	ВЧ- 0,53; НЧ-0,7	1,940	1,220
Электропитание подводного аппарата, В	750	=28	от приемо-передатчика 150 В	от приемо-передат- чика	~110/220	
Максимальная глубина буксировки, м	200	300	1000/2000	Не сообщается	200 стандарт, длиннее по заказу	1500 стандарт, 3000-6000 по заказу
Система комплексная ?	Нет	Да	По заказу	Да	-	-
Какие датчики входят в систему		GPS	GeoPro, датчика пози- ционирования, магне- тометра	GeoSwath, датчик позиционирования, Гировертикали, миниSVS, эхолот, GPS, GeoTexture		
<b>Подводная часть</b>						
Приповерхностная буксировка	Независимо от размеров судна	Да	Да	Нет	Да	
Установка на заборных устройствах	Да	Да	Да	Да	Да	
Установка на дистанционно управляемых/ автономных подводных аппаратах	По заказу	Да	Да	Нет	Да	
Установка в буксируемом устройстве	Стандарт	Да	Да	Нет	Да	
Установка в корпусе судна	По заказу	Да	Нет	Да	Да	
Тип буксировочного кабеля	АМО Kevlar PUR	Коаксиал	Коаксиал	-	армированный	длинный легкий с армировкой
Макс. длина кабеля, м	200	800	6000	40 м легкого кабеля	900 легкий или длиннее оптоволо.	7000 с армировкой 0,68
Макс. скорость буксировки, узл	8	5,6	12		15	10
<b>Система регистрации и обработки информации</b>						
Аналоговая	Да	-	система сбора данных	нет	нет	
Цифровая	Нет	-	память и сопряжение с GeoPro	да	да	
со сложным (ЛЧМ) сигналом	Нет	-	Нет		нет	
Комбинированная система	Нет	Да	Да	нет	нет	
Выбор рабочей частоты, кГц	100-800	-	114 и 410	125 и 250	455	130 и 455
Частота посылок, имп/с	20	33	50	10	12,5	25
Макс. Полоса обора на каждый борт, м	200	150кГц: 400 -500, 300кГц: 200 -300, 600кГц: 100, 900кГц: 50, 1200кГц: 20	1000	600	150	НЧ- 600 и более ВЧ-150 и более
Минимальная длительность зондирующего импульса, мс	Конфиденц.	150кГц: 33,0 300кГц: 20,0 600кГц: 10,0 900кГц: 6,7 1200кГц: 5,0	0,088	0,008	0,050	0,025
Максим. длительность импульса, мс	Конфиденц.	-	0,167	1	0,200	0,400
Макс. достижимая разрешающая способность, см	Конфиденц.	150кГц: 58,0 300кГц: 29,0 600кГц: 9,7 900кГц: 7,8 1200кГц: 3,9	5	1,5	10	100 кГц- 7,5x40 500 кГц -1,88x40
Максимальная акустическая мощность каждого канала	Конфиденц.	-	3	-	-	-
Ширина луча в горизонтальной плоскости, град	1	150 кГц: 0,75 все остальн. 0,5	1/0,5	0,9/0,5	фокусируемый	100 кГц - 1, 500 кГц - 0,2
Ширина луча в вертикальной плоскости, град	60	23	50/40	180	40	
Возможность регулировки луча	Нет	нет	Да	да	нет	да
Переключение внешнее/внутреннее	внешнее/ внутр.	-	Внешнее	внутреннее	внутреннее	
Тип регулировки усиления		TVG	TVG AGG	Переменный контр- оль усиления	автомат/ручн	
Способ ослабления помех	-	-	Цифровая фильтрация		-	
Возможность корректировки наклонной дальности	Нет	нет	Да	Нет	да	
Выход на монитор		DVI-аналог	Все	Только PC	стандарт PC	
Выход на принтеры		Под Windows	На все офисные под Windows	Только PC	EPC 1086 NT	
Интерфейс навигационных данных	NMEA 0183	GPS, DGPS, WASS, NMEA 0183 Data Stream	Стандарт NMEA	NMEA 0183	NMEA 0183	
Возможность цифровой регистрации		-	Geoprinter, EPC, Ultra, 120&200	Не сообщается	-	
Формат цифровых данных	XLF	Формат MST	XY амплитуда	.81S и .XTF	-	

Продолжение таблицы 1

Название фирмы	Imagenex Technology Corp	C-MAX Ltd	Innomar Technologie GmbH	Benthos, Inc		Edge Tech
Название продукции	SportScan 881-000-150	CM2	SES SideScanOption	C3D	SIS-1624	MP-X
Год выпуска	1999	2001	2002	2003	2003	2002
<b>Общие характеристики</b>						
Масса бортовой аппаратуры, кг	Типичный персональный компьютер PC	13	23 (SES-2000 компактный)	17,4	7	Стандарт PC 19 блок
Габариты (высота x ширина x длина), мм		300x500x600	350x300x400	490x390x190	44x483x444	-
Электропитание		~230В, =24В	~115-230 В, 50-60Гц	110/240 Автотрег..	110/220	110/220 автопер.
Потребляемая мощность, Вт		100	<600	600	900	250
Диапазон рабочих температур, °С	-5 ÷ +40	0-45	0-40	-	-	0-45
Частоты модуляции, кГц	-	100/325 или 325/760		200 стандарт, 100-по заказу	110-130 (370-390 ЛЧМ или 123(380) тон	410 (270 по заказу)
Полоса частот, кГц	15	-		-	20 ЛЧМ	60
Масса подводного аппарата, кг	4,5	18	18 без кабеля	112глуб, 41 припов.	34	60
Диаметр подводного аппарата, мм	114	100	120	244	114	190
Длина, м	0,833	1,25	0,490	0,965	1,8	1,73
Электропитание подводного аппарата, В	=10-16	-		300	144, 32 Вт.	110/220
Максимальная глубина буксировки, м	30	2500	10	2000	1750	300
Система комплексная ?	Нет	Да	Да	Да		Да
Какие датчики входят в систему	-	-	-	Датчики курса, бортовой и килевой качки, глубины	Датчики курса, бортовой и килевой качки, глубины, температуры, давления и др.по заказу	Discover 562 Topside
<b>Подводная часть</b>						
Приповерхностная буксировка	Да	Да		Нет		Нет
Установка на заборных устройствах	Да	Да	Да	да	Нет	Да
Установка на дистанционно управляемых/автономных подводных аппаратах	Да	Да	Нет	Да		Да
Установка в буксируемом устройстве	Да	Да	Нет	Да		Да
Установка в корпусе судна	Нет	Да	Да	Да	Нет	Да
Тип буксировочного кабеля	Полиамидный 4 – жильный прочный грузонесущий	Коаксиал	-	Многожильный или одножильный коаксиальный	Одножильный коаксиальный	Одножильный коаксиальный
Макс. длина кабеля, м	60	6000	30	Многожильный -100, Коаксиальный -3000	4500	6000
Макс. скорость буксировки, узл	3-5 с коррекцией скорости	12	-	4-6	4-6 при обзоре, 12 максимальная	16
<b>Система регистрации и обработки информации</b>						
Аналоговая	Нет	Нет	Нет	нет		Нет
Цифровая	RS232/RS485 (115,2 kbps)	Да	Да	Да		Да
со сложным (ЛЧМ) сигналом	Нет	Нет	Нет	нет	да	Да
Комбинированная система	Нет	Нет	Нет	нет	да	Нет
Выбор рабочей частоты, кГц	330 и 800	100/325 или 325/760	100	200, 100 по заказу	110-130(370-390) ЛЧМ или 123 (380) тон	350-470
Частота посылок, имп/с	14	20	30	30 макс.		28
Макс. полоса обора на каждый борт, м	120	500	200	200кГц -300 на борт, 100кГц -600 на борт	100кГц -500, 400кГц -300	125
Минимальная длительность зондирующего импульса, мс	0,05	0,025	0,05	0,025	-	2
Максим. длительность импульса, мс	0,1	1,0	0,5	1	-	10
Макс. достижимая разрешающая способность, см	3		По выборке 2 см, по цели -15 см	4,5 для ГБО, 5,5 для батиметрии	4,5	35
Максимальная акустическая мощность каждого канала	0,01кВт	-	4 кВт	224 дБ		-
Ширина луча в горизонтальной плоскости, град	1,8 и 0,7	0,2 M+N	+/-0,9	1(особенности)		0,5 м
Ширина луча в вертикальной плоскости, град	60 и 30	70	+/-35	100	50	50
Возможность регулировки луча	Нет	Да	Нет	нет	Да	Нет
Переключение внешнее/внутреннее	Внутреннее	Внутреннее	Внешнее/внутреннее	Внутренне/внешнее		Внутреннее
Тип регулировки усиления	ВАРУ	Авт. или ручн.	РРУ, АРУ, ВАРУ	ВАРУ		Нет
Способ ослабления помех	Цифровая фильтрация	-	Накопление, сглаживание, порог обнаруж. медиан. фильтрации.	-	Обработка сложных сигналов	-
Возможность корректировки наклонной дальности	Нет	Да	Да	Да		Да
Выход на монитор	Как PC	VGA	Аналог., TFT	-	Множество	SVGA
Выход на принтеры		Дискет, все термозапис.	EPC, ULTRA, PCL-3, PCL-5	В зависимости от ПО	Множество	Centronics
Интерфейс навигационных данных	NMEA 0183	NMEA 0183/RS232	NMEA, ASC 11	Да		NMEA 0183/RS232
Возможность цифровой регистрации	-		-	Hard drive, dub drive	HD, DVD, CD и т.д.	HD, DVD, CD
Формат цифровых данных	.81S и .XTF	Q-MIPS, XTF	XTF, SESWIN	XTF		XTF, JSF