

551.46.08

СОВРЕМЕННАЯ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Канд. техн. наук Д.Е. Левашов, д-р геогр. наук В.В. Сапожников, д-р техн. наук А.И. Жаворонков,
А.П. Воронков – ВНИРО

Где, как не на международной выставке, можно увидеть весь спектр самой современной аппаратуры. В Брайтоне (Великобритания) каждые два года начиная с 1969 г. проводится выставка океанологического приборостроения "Oceanology International". В выставке "OI'96" приняли участие более 500 фирм, институтов, научных центров, международных учреждений и организаций. Ими были представлены датчики, зондирующая и буксируемая аппаратура, устройства для отбора проб воды, лабораторные анализаторы, акустическая аппаратура, навигационные средства, аппаратура для приема и обработки спутниковой информации, специализированное программное обеспечение и множество других экспонатов, имеющих отношение к исследованиям водной среды.

Так как в состав российского научно-исследовательского флота рыбной промышленности входит 10 НИСов проекта "Атлантик-833", оборудованных CTD-зондами MARK-3B и SMART-CTD фирмы EG&C (США), а также батометрической кассетой фирмы "General Oceanics" (США), то наше внимание было обращено прежде всего на подобную аппаратуру. Большой интерес представило зондирующее оборудование, которое можно использовать в экспедициях на промысловых судах, не приспособленных для проведения научных работ, и позволяю-

щее применять новые технологии рыбопромысловых исследований (в частности, буксируемое).

Зондирующее оборудование

Исходя из специфических особенностей эксплуатации океанологической аппаратуры в рыбохозяйственной отрасли, все CTD-зонды мы разделили на три группы: стационарные (для работы на научно-исследовательских судах), портативные (на промысловых судах) и специальные (для применения, к примеру, в составе буксируемой аппаратуры). Основные характеристики наиболее интересных, с нашей точки зрения, зондов представлены в табл. 1; главным критерием выбора была возможность работы зонда на одножильном кабель-тросе или в режиме запоминания (на обычном тросе). Для сравнения в эту таблицу включены зонды MARK-3B и SMART-CTD. Глубина погружения указана максимальная, хотя для различных комплектаций могут быть выбраны и меньшие значения (соответственно уменьшится и размер корпуса). Почти все зонды имеют встроенные датчики кислорода (преимущественно фирмы "Vestral", США), pH и редокс-потенциала, что очень важно для обнаружения придонных заморов и при работе в анаэробных и субанаэробных акваториях. Кроме того, большинство зондов дополнительно комплектуется измерителями океанологических ха-

рактеристик и другой аппаратурой.

Стационарные зонды отличаются наиболее высокими метрологическими характеристиками. Самый известный зонд этой группы – MARK-3B, разработанный Нейлом Брауном в 70-х годах, справедливо признан океанологами образцом CTD-зонда. На выставке была представлена его модель с улучшенными характеристиками – МКЗС/WOCE (фирма "General Oceanics"). Этот зонд объявлен стандартным для исследований по программе WOCE (World Ocean Circulation Experiment) наряду с двумя другими, представленными на "OI'96" зондами: ICTD американской фирмы "Falmouth Scientific" (иногда его называют TRITON, а в полной комплектации – Bio-ICTD) и 911plus ("Sea-Bird Electronics", США). К данной группе по основным характеристикам относится и зонд 316 PROBE итальянской фирмы "Idronaut". Эти зонды самые дорогие, их стоимость в зависимости от комплектации от 25 до 70 тыс. долл. США.

Зонд 911plus, несмотря на отличную репутацию фирмы-изготовителя, первоначально не привлек нашего внимания. Казалось, что его модульная конструкция с большим числом герморазъемов и наличием насосной системы мало подходит для эксплуатации на российских экспедиционных судах. Однако по отзывам зарубежных океанологов этот зонд достаточно надежен в работе. Большую экспози-

Группа и модель зонда	Глубина погружения, м	Электропроводность, мСм/см		Температура, °C		Давление, %**		Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Дополнительные устройства***
		точность	разрешение	точность	разрешение	точность	разрешение			
Стационарные										
MARK-3B	3000	0,005	0,001	0,005	0,0005	0,1	0,0015	Ø175(510")x686	43,7	1, 12, 19, 20
MK3C/WOCE	7000	0,002	0,001	0,002	0,0005	0,14	0,0015	Ø175(510")x686	43,7	1, 2, 11–14, 16, 20
ICTD	7000	0,003	0,0001	0,002	0,0001	0,025	0,0004	Ø113(510") x 533		1, 2, 11–14, 17, 20, 21
911plus	10500	0,003	0,0004	0,002	0,0002	0,015	0,001	305x330x952*	29,4	1, 2, 11–13, 15, 20, 21, 23, 24
316PROBE	7000	0,003	0,001	0,003	0,0005	0,2	0,03	Ø100x990	14	1–6, 9, 12–15, 20, 21
Портативные										
SMART-CTD	1000	0,01	0,001	0,01	0,001	0,5	0,1 дбар	Ø125(406")x700	18	1, 2, 21
MICRO CTD2	7000	0,005	0,0001	0,005	0,0001	0,1	0,01	Ø51x350		–
MICRO CTD3	7000	0,005	0,0001	0,005	0,0001	0,1	0,01	Ø83x400		1, 2, 12, 13, 15, 21
AQUALINK	6000	0,005	0,001	0,003	0,0005	0,1	0,0015	Ø89(210")x360	4,5	21
Chemitracka	600	0,01	0,001	0,003	0,0005	0,2 м	0,01 м	Ø100x550	6,5	1–3, 21
SBE19	10500	0,01	0,001	0,01	0,001	0,25	0,015	Ø279x782*	10,9	1, 2, 11–14, 16, 17, 21, 23, 24
301PROBE	1500	0,02	0,004	0,01	0,004	0,25	0,1 дбар	Ø75x685	4	1–6, 12, 13, 15, 20
302PROBE	1500	0,02	0,004	0,02	0,004	0,25	0,1 дбар	Ø50x600	2,2	1–6, 21
600MK3	1500	0,05	0,003	0,02	0,002	0,5	0,1	Ø76x1080	15	9, 12–16, 21, 24
CTD/S4	1000	0,02	0,005	0,02	0,003	0,15	0,04 дбар	Ø250 (сфера)	11	1–3, 10, 13, 21
SMP-PROBE	500	0,03	0,001	0,025	0,001	0,25	0,01 дбар	Ø90x500	4	1–3, 7, 10, 12, 13, 15, 21
RCM9	2000	0,1 %**	0,2 %**	0,05	0,1 %**	0,1	0,2	Ø128x513	17	9, 14, 21, 22
EMP-2000	300	0,1	0,003	0,05	0,001	1,0 м	0,1 м	Ø165x965	12,5	1–3, 9, 13, 15, 21, 24
AQUA-16	200	0,04	0,002	0,02	0,01	0,25	0,02 дбар	Ø123(180")x707	9	1–3, 9, 10, 12, 13, 15, 19, 21, 24
DataSonde 3	200	1 %**	0,01	0,15	0,01	0,5 м	0,1 м	Ø89x622	4,2	1–3, 8, 13, 21
Специальные										
OS200APV	1000	0,02	0,001	0,01	0,001	0,5	0,005	Ø100x1000	6	1, 2, 10, 12–14, 21, 23, 25
CTD-fin	500	0,01	0,001	0,01	0,001	0,1	0,02	90x30x170	0,6	26, 27
AQUAPACK	200	0,01	0,001	0,005	0,001	0,2 м	0,1 м	Ø170 x 310	11	1–3, 12, 13, 15, 16, 18, 21, 23, 26
*Размер по внешнему ограждению. **В процентах от полной шкалы выбранного диапазона. ***Подключаемые датчики, измерители, специальные устройства и другие особенности:										
1. Датчик содержания кислорода				10. Измеритель скорости звука				19. Индикатор дна		
2. Датчик pH				11. Альтиметр				20. Кассета батометров		
3. Датчик редокс-потенциала				12. Флюориметр				21. Внутренняя память		
4. Датчик содержания ионов меди				13. Прозрачномер				22. Акустический канал связи		
5. Датчик содержания ионов кальция				14. Измеритель обратного рассеяния света				23. Подключение системы GPS		
6. Датчик содержания CO ₂				15. Измеритель освещенности				24. Портативная лебедка		
7. Датчик содержания сероводорода				16. Измеритель ФАР				25. Дрейфующая самовсплывающая система		
8. Датчик содержания аммония				17. Измеритель поглощения хлорофилла				26. Входит в состав буксируемой системы		
9. Измеритель параметров течения				18. Спектральный измеритель поглощения				27. Индуктивный съем информации.		

*Размер по внешнему ограждению. **В процентах от полной шкалы выбранного диапазона. ***Подключаемые датчики, измерители, специальные устройства и другие особенности:

- | | | |
|--------------------------------------|--|---|
| 1. Датчик содержания кислорода | 10. Измеритель скорости звука | 19. Индикатор дна |
| 2. Датчик pH | 11. Альтиметр | 20. Кассета батометров |
| 3. Датчик редокс-потенциала | 12. Флюориметр | 21. Внутренняя память |
| 4. Датчик содержания ионов меди | 13. Прозрачнометр | 22. Акустический канал связи |
| 5. Датчик содержания ионов кальция | 14. Измеритель обратного рассеяния света | 23. Подключение системы GPS |
| 6. Датчик содержания CO ₂ | 15. Измеритель освещенности | 24. Портативная лебедка |
| 7. Датчик содержания сероводорода | 16. Измеритель ФАР | 25. Дрейфующая самовсплывающая система |
| 8. Датчик содержания аммония | 17. Измеритель поглощения хлорофилла | 26. Входит в состав буксируемой системы |
| 9. Измеритель параметров течения | 18. Спектральный измеритель поглощения | 27. Индуктивный съем информации. |

цию зондов представила известная американская фирма "InterOcean Systems", но по различным техническим причинам (малая точность, применение многожильного кабеля, аппаратная и программная несовместимость с имеющейся на российских судах аппаратурой и т. п.) они не подходят для замены зондов MARK-3B.

Зонд ICTD является развитием концепции Нейла Брауна; он полностью совместим (по способу передачи данных, питанию, программному обеспечению) с MARK-3B и может работать с бортовым устройством последнего. Наличие индуктивного датчика электропроводности, по

нашему мнению, повышает эксплуатационную надежность в сравнении с хрупкой кондуктивной ячейкой. Стоимость зонда ICTD в 1,5 раза ниже, чем MARK-3.

Среди **портативных зондов** MICRO CTD2 ("Falmouth Scientific") – наиболее компактный, но он работает только на кабель-тросе и к нему нельзя подключить дополнительные датчики. В модели MICRO CTD3, имеющей внутреннюю память и немного большие размеры, такой недостаток отсутствует. Названные зонды, а также модели AQUALINK, Chemitracka английской фирмы "Chelsea Instruments Ltd." и SBE19 (SEACAT) фир-

мы "Sea-Bird Electronics" не только представляют собой альтернативу зонду SMART-CTD, но по точности могут быть отнесены к группе стандартных. Стоимость их 15–25 тыс. долл.

Следующие зонды, несмотря на средние метрологические характеристики CTD-параметров, обладают рядом особенностей. Зонды PROBE моделей 301 и 302 фирмы "Idronaut" (как и стационарный зонд 316PROBE) в своей стандартной конфигурации имеют датчики содержания ионов меди, кальция и CO₂. Эти датчики являются собственной разработкой фирмы, их быстродействие – соответственно

10, 3 и 30 с. Зонд 301PROBE – единственный в группе портативных, который может работать с компактным вариантом кассеты фирмы "General Oceanics". Модель 600МКЗ ("Valeport", Великобритания) кроме измерителя направления и скорости течения имеет широкий набор гидрооптических измерителей и фирменную портативную лебедку. Зонд CTD/S4 ("InterOcean Systems"), выполненный в сферическом прочном корпусе из стеклопластика, может использоваться для буйковых постановок. Зонд SMP-PROBE ("ADM-Elektronik GmbH", ФРГ) снабжен датчиком содержания сероводорода, а также специальной мешалкой для всех химических датчиков. Оба зонда комплектуются измерителями скорости звука. Зонд RCM9 норвежской фирмы "Aanderaa Instrumens" имеет акустический канал связи и встроенный доплеровский измеритель параметров течения.

Мелководные зонды EMP-2000 ("Applied Microsystems Ltd.", Канада) и AQUA-16 ("Aquamatic", Дания) также имеют измерители параметров течения и могут комплектоваться портативными лебедками собственного изготовления. Интересно, что в EMP-2000 отсутствует бортовое устройство и он напрямую подключается к последовательному порту любого компьютера, работающего в среде MSDOS. Зонд AQUA-16 имеет очень широкий набор датчиков, в том числе микроэлектродный датчик содержания кислорода с быстродействием порядка 0,1 с. Мелководный зонд DataSonde 3 ("Hydrolab", США) наиболее компактный и дешевый: полный комплект со всеми датчиками, бортовым устройством, ЗИПом весит всего 4,2 кг и размещается в сумке; стоит он около 5 тыс. долл. Бортное устройство DataSonde 3 выполнено в брызгозащищенном исполнении, имеет мембранную клавиатуру, LCD-дисплей и помимо обычного набора измерительных датчик содержания аммония.

В группе **специальных зондов** наиболее интересна модель OS200APV ("Ocean Sensor", США), работающая в автономном режиме при свободном дрейфе, которая погружается и всплывает по заданной программе. При всплытии по радиоканалу передаются измеренные данные и координаты, полученные от встроенного устройства GPS. Предлагаются упрощенные модификации этого зонда как для обычных зондирований, так и для уста-

новки на буксируемых носителях. Зонды CTD-fin ("ADM-Elektronik GmbH") и AQUA-PACK ("Chelsea Instruments") сконструированы для режима буксировки и имеют большой набор дополнительных датчиков и устройств.

Буксируемые системы

Стремление повысить эффективность научно-исследовательских экспедиций с одновременным снижением их стоимости обусловили повсеместное использование буксируемых систем. В зависимости от решаемой задачи в одних случаях это дает возможность полностью заменить традиционную методику выполнения полной сетки океанографических станций, в других – собранные данные могут служить целеуказанием мест проведения отдельных станций для более детальных исследований по расширенному кругу параметров. Таким образом, кроме минимизации влияния временной изменчивости на получаемые данные значительно сокращается продолжительность съемки.

Непрерывные разрезы по температуре и солености на ходу судна в реальном масштабе времени позволяет осуществлять буксируемая гирлянда (коса) CTD-Chair из 25 миниатюрных зондов CTD-fin, выполненных в виде кабель-тросовых обтекателей. Зонды нанизаны на одножильный кабель-трос через 10–20 м. Последовательный съем информации и подача питания производятся индуктивным бесконтактным способом. Измерение только CTD-параметров и необходимость специальной лебедки ограничивают область применения этой интересной системы.

Более широкое распространение получили буксируемые по синусообразной траектории носители океанологических датчиков – ондуляторы. Комплекс океанологических датчиков, установленных на ондуляторах, попеременно всплывает к поверхности и погружается на 100–400 м, что позволяет получать на ходу судна практически непрерывные разрезы по соответствующим параметрам. Как правило, на ондуляторы помимо обычных CTD-зондов с комплектом дополнительных океанологических датчиков устанавливаются планктон-регистраторы, или электронные счетчики планктона. Буксируемые системы на основе ондуляторов предназначены для мониторинга акваторий Мирового океана с целью контроля экологиче-

ской обстановки и загрязнений, для исследований биопродуктивности, оценки кормовой базы рыбопромысловых скоплений, сбора и создания баз данных океанографических, гидрохимических и гидробиологических характеристик, необходимых для моделирования и прогноза глобальных процессов в океанах и атмосфере, а также для подтверждения и уточнения океанографических данных дистанционного спутникового зондирования.

Представленные на выставке "01'96" ондуляторы можно разбить на три группы по рабочей глубине погружения, которая в значительной мере определяет их конструкцию, технические характеристики и выполняемые задачи (табл. 2). При оценке характеристик ондуляторов необходимо учитывать, что указанные глубины достигаются только при использовании кабель-тросов с обтекателями; без обтекателей эти величины будут почти в 1,5 раза меньше. Тяговые усилия для носителей фирмами-изготовителями не указаны, и ориентироваться можно по диаметру используемого кабель-троса. Приведенные цены являются базовыми для минимальной конфигурации, без учета стоимости океанологических измерителей.

MiniBAT ("Guildline", Канада) и BIO-FISH ("ADM-Elektronik GmbH") – это очень легкие аппараты, напоминающие по форме двухкилевый аэроплан с открытым корпусом простой каркасной конструкции и небольшим полезным объемом. Они предназначены для работы на малых глубинах и невысоких скоростях буксировки при достаточно спокойной поверхности. Более высокие характеристики имеет буксируемый носитель Scanfish Mk I ("MacArtney A/S", Дания) в виде летающего крыла с небольшими концевыми киями. Эти три носителя, строго говоря, нельзя назвать ондуляторами, так как в основном они предназначены для буксировок на постоянном горизонте, а глубина обеспечивается необходимым соотношением длины кабель-троса и скорости буксировки. При реверсивном режиме работы лебедки можно буксировать носители по синусоидальной траектории, что сокращает ресурс работы лебедки и поэтому используется редко.

Глубоководный ондулятор Scanfish Mk II по форме близок к модели Mk I, но больше по размерам, а его крыло имеет раздельно управляемые закрылки, позволя-

Модель ондулятора	Глубина, м	Скорость, уз	Полезный объем, л	Кабель-трос		Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Цена, тыс. долл. США	Модель CTD-зонда	Дополнительные устройства
				диаметр	число жил					
CTD-Chain	270	8	—	9,53	1	90x30x170	0,6	3x25 шт.	CTD-fin	9, 11, 15, 16
MiniBAT	60	3–10	25	4,75	1; 4	750x320x700	7	20	Guildline	2, 9, 11, 14, 15
BIO-FISH	60	3–8	25	4,75	3	750x320x700	7	18	SMP-PROBE	2, 9, 11, 15
Scanfish Mk I	100	2–10	25	6,35	1; 4	1000x130x750	34	40	OS200	2, 7, 9–11
Scanfish Mk II	500	2–10	40	6,35	1; 4	1000x140x800	50	120	911plus	2, 7–11, 13
BATFISH II	400	3–12	—	8,20	7	1300x900x1250	85		Guildline	2–4, 6, 8–10, 15
SeaSoar	500	4,5–12	120	9,53	7	1500x980x1600	150	80	MARK-3B(C)	1, 3–5, 8–10, 12, 15
U-Tow	100	4–20	60	8,20	7	1200x480x810	100	50	600MK3	1, 3, 4, 6, 8–12
Aquashuttle Mk III	150	5–25	45	8,20	1; 7	1060x500x720	66	27	AQUAPACK	1–4, 6, 8–10, 12, 15
Nu-Shuttle 400	150	4,4–15	80	8,20	1; 7	1300x570x400	72	22	AQUAPACK	1–4, 6, 8–10, 12, 15
Nu-Shuttle 500	150	4,5–10	100	8,20	1; 7	1300x570x500	75	23	AQUAPACK	1–4, 6, 8–10, 12, 15

*Подключаемые датчики, измерители (помимо комплекта CTD-зонда с океанологическими датчиками) и другие особенности:

1. Планктон-регистратор	9. Буксировка на постоянной глубине
2. Счетчик планктона	10. Компьютерное управление параметрами буксировки
3. Датчик крена	11. Параметры буксировки зависят от длины троса или скорости судна
4. Датчик тангажа	12. Внутренний программатор параметров буксировки
5. Датчик курса	13. Возможность использования оптоволоконного кабель-троса
6. Альтернатор	14. Возможность использования кабель-шланга и насоса
7. Альтиметр	15. Автоматический ввод координат от системы GPS
8. Буксировка по волнообразной траектории	16. Гирлянда зондов

ющие буксировать носитель по синусоидальной траектории или менять горизонт буксировки при постоянной длине кабель-троса. Как и у авиационных аппаратов с такой формой корпуса, малая площадь концевых килей не всегда обеспечивает надежную курсовую устойчивость носителя во всех режимах буксировки. Более совершенные глубоководные носители – BATFISH II (“Guildline”) и SeaSoar (“Chelsea Instruments Ltd.”) – выполнены по самолетной схеме: с двумя крыльями и однокилевым хвостовым оперением, горизонтальными и вертикальными рулями; сечение основного тела овальное, сжатое с боков. Полезный объем SeaSoar позволяет разместить всю необходимую аппаратуру внутри корпуса в отличие от модели BATFISH II, на которую часть измерителей навешивается снаружи. В носителе SeaSoar имеется альтернатор (кормовой винт с генератором), и буксируемый комплекс может работать в автономном режиме на тросе без кабеля. Несмотря на достоинства глубоководных ондуляторов, их большие габариты и множество выступающих частей усложняют эксплуатацию; их применяют главным образом на крупных НИСах, где есть специальные лебедки и кормовые спуско-подъемные устройства.

Наиболее распространены в океанологической практике ондуляторы для средних глубин, охватывающие всю эвфотическую зону. Фирма “Valerop” предлагает буксируемый носитель U-Tow; форма его напоминает сегмент самолетного крыла, при-

чем ширина и толщина тела соизмеримы. По центру задней части корпуса расположены вертикальный киль и два небольших управляемых боковых крылышка. Встроенные датчики тангажа и крена в комплексе с корректирующей компьютерной программой значительно повышают курсовую устойчивость носителя.

Полностью проблема устойчивости носителя решена в модели Aquashuttle Mk III (“Chelsea Instruments Ltd.”). Внешне этот ондулятор похож на модель U-Tow, но при разработке его конструкции было уделено большое внимание гидродинамическим свойствам: корпус из стеклопластика с внутренней стальной рамой хорошо обтекаем, а два сильно развитых вертикальных киля соединены сверху управляемым крылом. Первоначально носитель разрабатывался для военной гидрографии, поэтому он очень прочный и работает на скорости до 25 уз. При меньшей скорости буксировки в средней части корпуса дополнительно устанавливают два небольших крыла. Последняя модификация модели представлена на рынке уже более 10 лет и пользуется большим спросом. Aquashuttle Mk III используют известные океанографические центры и организации, такие, как Океанографический институт Вудса Хола, Институт океанографии Скриппса, Национальное управление США по исследованию океанов и атмосферы, Научно-исследовательская лаборатория ВМС США, гидрографические управления ВМС США, Великобритании и Франции,

институты рыболовства США, Польши и Японии, “British Petroleum” и др. В 1995 г. закупил ее и ВНИРО для оценки возможности применения в своих рыбопромысловых исследованиях. Фирма “Chelsea Instruments Ltd.” специализируется на разработке и выпуске буксируемой аппаратуры, поэтому ее продукция при высоком качестве имеет относительно низкие цены. На выставке был показан новый ондулятор фирмы – Nu-Shuttle; он обладает всеми достоинствами предыдущей модели, но за счет снижения максимальной скорости технология изготовления корпуса упрощена, и поэтому модель несколько дешевле предыдущей. Плоские боковые поверхности носителя Nu-Shuttle плавно переходят в кили; предлагается две модификации различной ширины и соответственно объема. Первый экземпляр носителя был закуплен Министерством рыболовства Новой Зеландии в начале 1996 г. для рыбопромыслового НИСа “ТАНГОРОА”, непосредственно на выставке заключен контракт на поставку шести комплектов носителей для научно-промысловых судов Республики Кореи.

Дополнительное оборудование

В экспозициях выставки был предложен широкий выбор дополнительного оборудования, которое может использоваться в составе погружаемых измерительных комплексов: датчики содержания кислорода, хлорофилла (флуориметры), pH, измерители прозрачности и освещен-

ности, течений, расстояния до дна (альтиметры). Вся аппаратура представляет большой интерес; считаем необходимым остановиться на двух новых измерителях, совместимых с CTD-зондами и буксируемые устройствами.

Первый из них – быстродействующий неконтактный датчик MNS ("Valeport") для измерения концентрации нитратов *in situ* в диапазоне от 0 до 30 мкМ; чувствительность его – 0,1 мкМ, точность – 3 мкМ для частоты выборки 2 Гц. Измеритель расположен в прочном корпусе (192х640 мм) и может работать на глубине до 5000 м. К сожалению, фирма-изготовитель не дает информации о физико-химической основе датчика. Скорее всего, используется принцип измерения максимального оптического поглощения нитрат-ионами лучей длиной волны около 205 нм; да и внешний вид датчика (затемненный иллюминатор и расположенный напротив отражатель) свидетельствует о работе с УФ-излучением. Представленные в проспектах сравнительные профили вертикального распределения нитратов и хлорофилла, полученные при зондировании со скоростью 0,3–0,5 м/с, указывают на чувствительность датчика к микроизменениям содержания нитратов (0,2–0,5 мкМ) в слоях толщиной 1–2 м. Применение такого датчика в составе CTD-зондов и буксируемых устройств значительно расширяет возможности оценки гидрохимического состава воды *in situ*, так как по концентрации нитрат-ионов можно судить о вертикальном распределении фосфатов и кремния (по крайней мере в верхних, 200-метровых слоях). Кроме того, нитраты обычно являются главным источником азота в районах с высокой биопродуктивностью и лимитируют первичную продукцию органического вещества. В некоторых случаях именно нитраты (точнее, их отсутствие) определяют скорость опускания крупных диатомовых водорослей в эвфотическом слое после весеннего цветения.

Институтом полярных и морских исследований ФРГ разработан подводный спектрометрический CYCLOPS для оценки фотосинтетически активной радиации (ФАР). Косинусный фотоприемник прибора позволяет снимать спектр подводной освещенности в диапазоне от 400 до 700 нм с разрешением 1–4 нм. Измерение ФАР играет большую роль при оценке биопродуктивности водных масс. В свое

время НИСы "Атлантик-833" были оснащены подводными спектрометрическими LI1800 ("LiCor", США) с аналогичными характеристиками, однако из-за относительно медленного процесса съемки (40–60 с на поворот монохроматора) эти приборы оказались методологически несовместимы с CTD-зондами. Новый прибор действует по-иному: вместо механического монохроматора используется принцип разложения светового потока в призме с последующим проецированием спектра на 256-элементную фотодиодную линейку. Продолжительность съемки составляет от 0,015 до 4 с, что позволяет использовать этот прибор в составе как CTD-зондов, так и буксируемых комплексов. Причем, как выяснилось в разговоре, немецкие специалисты не знали о спектральном прозрачном "Пингвин", созданном Институтом физики (Минск) и ВНИРО в конце 80-х годов, где была впервые применена подобная конструкция спектрального фотоприемника.

В экспедициях значительная часть работ связана с отбором проб для оценки в лабораторных условиях параметров, которые нельзя измерить аппаратным способом *in situ*. Оборудование для отбора проб воды было представлено на выставке главным образом батометрическими кассетами для CTD-зондов. Все рассмотренные выше стационарные и некоторые портативные зонды могут работать в комплексе с батометрическими кассетами фирмы "General Oceanics", которая представила свою классическую модель кассеты ROSETTE в вариантах на 12 и 24 пластиковых батометров Нискина или типа GO-FLO объемом 1,2; 1,7; 2,5; 5; 8; 10 и 12 л. Другая модель кассеты – SBE32 CAROUSEL ("Sea-Bird Electronics") – по своим функциям и числу батометров полностью повторяет ROSETTE, но имеет механизм для срабатывания батометров. Высота самой большой кассеты этой фирмы (на 24 батометра по 12 л) 1735 мм, диаметр (по ограждению) 1486 мм. Фирма "Falmouth Scientific", выпускающая аналогичные кассеты, представила модель SureFire на 36 батометров несколько измененной конструкции объемом по 9 л и сравнительно небольших размеров (высота 2000 мм, диаметр 1700 мм).

Батометры для кассет конструкции Нискина предлагают также фирмы "Ocean Test Equipment" (США) и "Richter & Wiese

KG" (ФРГ), однако они не выпускают батометры типа GO-FLO. Пластиковые прозрачные батометры NOEX ("Technicap", Франция) отличаются оригинальной конструкцией. Батометр закрытый, вода засасывается внутрь при помощи центрального поворотного клапана; фактически NOEX выполняет те же функции, что и батометры типа GO-FLO. Эта фирма представила кассеты на 24 батометра по 20 л типа NOEX и на 36 батометров типа BALL TRAP по 0,25 л. Шаровидная форма крышек на внешних резиновых тягах практически исключает перекосы и подсасывание при закрытии батометров, а сквозной фигурный канал в крышке позволяет сливать пробу при повороте шара, т.е. крышка является своеобразным шаровым клапаном.

Чрезвычайно интересны батометры для CTD-зондов германской фирмы "Sensoren Instrumente Systeme": опрокидывающиеся термометр RTM4002 (его цена 3200 нем. марок) и глубиномеры RPM2000, 6000, 10000 (3500 нем. марок). Миниатюрные электронные измерители температуры стандартных габаритов закрепляются в обычной рамке батометра. Показания датчика высвечиваются на пятиразрядном цифровом LCD-табло, причем двух литиевых элементов питания от обычных наручных часов хватает на 2700 отборов проб. Высокая временная стабильность (уход составляет 0,00025 °C в месяц) дает возможность осуществлять метрологическую поверку CTD-зондов непосредственно в экспедициях.

Устройства для непрерывного отбора воды на ходу судна на разных глубинах шланговым методом на выставке не были представлены. Только в проспекте к буксируемому носителю MiniBAT упоминалось о специальном насосе и буксировке с помощью кабель-шланга. Наше внимание привлекла система прокачки заборной воды из поверхностного слоя на ходу судна фирмы "Chelsea Instruments Ltd."; кроме устройства для отбора проб в ней имеются встроенные CTD-зонды и другие датчики, которыми комплектуются буксируемые носители этой фирмы; дополнительно могут быть установлены датчики биолюминесценции и флюориметры для оценки нефтяных загрязнений.

Вспомогательное оборудование

В последнее время научные исследования часто проводятся с попутных океа-

Таблица 3

Тип и модель лебедки	Нагрузка, кг	Скорость подъема, м/с	Длина кабеля на барабане, м	Диаметр кабеля, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
С ручным приводом						
NR1	3-6	—	200/50	5/9,6	370x300x240	4
NR3	5-40	—	1000/150	2,6/9,6	380x900x400	16
С электрическим приводом						
CSW-1	36	0,35	1000/350	3/6	495x410x394	21
SK172	40	0,2	450	3	510x350x315	30
OCW7	50	До 2,0	650	4	930x550x525	50
CSW-3	80	0,5	1700	4,7	920x480x580	88
COM5	400	До 1,8	2000	6,4	1118x940x686	230
С гидравлическим приводом						
OCW5	300	До 3,0	2000/500	3/4	950x786x540	70+115

Таблица 4

Тип кабель-троса*	Диаметр внешний, мм	Разрывное усилие, кН	Сопротивление, Ом/км	Масса в воздухе, кг/км
1-H-100	2,56	4,4	83	24
1-H-125	3,12	6,7	83	33
1-H-181	4,70	17,4	32	79
3-H-181	4,72	14,7	85	70
4-H-181	4,72	14,7	85	73
1-H-220	5,66	24,5	15	115
4-H-250	6,35	25,8	54	131
7-H-250	6,35	25,8	85	131
1-H-255	6,40	27,9	23	138
1-H-314	8,03	49,8	10	226
7-H-314	8,20	42,7	55	220
1-H-375	9,53	64,7	10	312

*Первая цифра в обозначении кабель-троса – число сигнальных жил.

нических и прибрежных промысловых судов, не имеющих специальных лебедок и помещений с кондиционерами. Поэтому возможность установки на таких судах современных малогабаритных лебедок с кабель-тросом, а также вычислительной техники, способной работать в тяжелых эксплуатационных условиях, достаточно актуальна*.

Для использования портативных зондов на малотоннажных судах предлагаются разнообразные лебедки с ручным приводом, передвижные и стационарные (табл. 3). Наиболее просты, малогабаритны и дешевы лебедки датской фирмы "Aquamatic" с ручным приводом и десятиконтактными токосъемниками. Модель NR1 предназначена для шлюпочных работ и представляет собой пластмассовую переносную выюшку. Складная лебедка NR3 используется для работы на плавсредствах большего размера; одно- или двухсекционный барабан с ручным приводом при-

водится во вращение через стопорный храповик и поворотную кран-балку с блоком. Лебедка в сложенном виде напоминает тачку, колесиком которой является блок кран-балки. Стоимость этой оригинальной модели – 1600 датских крон.

Портативная электрическая лебедка SK172 ("Valeport") имеет сварную алюминиевую конструкцию, восьмиконтактный токосъемник, счетчик, дистанционное управление (до 5 м) и может работать от аккумулятора. Лебедка CWS-1 ("A.G.O. Environmental Electronics Ltd.", Канада) стоимостью 2-3 тыс. долл. по характеристикам близка к SK172; вторая модель этой фирмы – CWS-3 (6-8 тыс. долл.) – может работать и от сети переменного тока 110/220 В. Подобные параметры у модели OCW7 известной английской фирмы "W.S. Ocean Systems Ltd.", однако в ней предусмотрены регулировка скорости и быстрого торможения барабана. Лебедка OCW5 выдерживает гораздо большее тяговое усилие, отличается широким диапазоном скорости, комбинированным электрогидравлическим приводом и тросоукладчиком оригинальной конструкции.

Электрическая лебедка COM5

("Markey Machinery Company, Inc.", США), как и все стационарные подъемные механизмы, имеет литой корпус, тросоукладчик обычного типа, ленточный тормоз, редуктор для переключения скорости и т.п., но более компактна. В зависимости от емкости барабана лебедка выполнена в двух модификациях, в ней предусмотрена система дистанционного управления (до 10 м). Стоимость лебедки COM5 около 25 тыс. долл.

В связи с тем что основные производители кабель-тросов бывшего СССР оказались за пределами России, мы обратили внимание на продукцию известной фирмы "Rochester" (США – Великобритания), которая гарантирует высокое качество при умеренной цене. Основные характеристики наиболее подходящих кабель-тросов для работы с CTD-зондами, а также с буксируемыми устройствами приведены в табл. 4. Цена за 1 м кабель-троса в зависимости от металлоемкости и сложности исполнения варьирует от 1,6 до 4,5 долл. США; строительная длина 7500 м и более.

Вычислительную технику по условиям ее размещения и эксплуатации можно подразделить на три группы. На судах, где достаточно места для размещения средств вычислительной техники и временно переоборудуемых для проведения научных исследований, целесообразно использовать специальные промышленные компьютеры 7585 (табл. 5) и 7586 фирмы "IBM" настольные или в стойном варианте. Модель 7590 выполнена в виде единого блока, на его передней панели размещены жидкокристаллический цветной дисплей на активной матрице (TFT) и клавиатура. Конструктивные решения компьютеров и их отдельных блоков обеспечивают соответствие международным стандартам по уровням вибрации, влажности, запыленности и диапазону рабочей температуры. В них предусмотрены амортизация и принудительное охлаждение с фильтрацией воздуха и созданием избыточного давления внутри корпуса.

На малотоннажных промысловых судах можно устанавливать портативные компьютеры фирмы "Kontrol Elektronik" (ФРГ), которые не уступают по своим достоинствам аппаратуре фирмы "IBM" и выполнены наподобие несколько увеличенных моделей "ноутбук" с отсоединяемой клавиатурой. Эти компьютеры используются в воинских частях НАТО и соответ-

*Помимо описания экспонатов "ОГ'96" в этой части обзора приведены материалы выставок "ИНРЫБПРОМ-95" (С.-Петербург) и "COMTEK-96" (Москва).

Таблица 5

Модель компьютера	Тип процессора	Память, Мбайт	Дисплей		Габаритные размеры, мм	Масса, кг	Эксплуатационный стандарт
			Тип	Размер, дюймы			
IBM 7585	486DX2-66/DX4-100, Pentium-75/133	До 192	IBM 7573/74	19/15	445x444x171		IP51
IBM 7586	PowerPC604-100/133						
IBM 7590	486DX2-66/DX4-100	До 128	TFT		483x458x310		IP65
IP Lite	486DX4-100, Pentium-100/133	До 128	TFT	12,1	460x400x142	9,8	IEC950
IN Lite	486DX4-75, Pentium-120	До 64	TFT	12,1	385x300x82	6,5	IEC 529/IP43
GETAC IX	486DX2-66/DX4-100	До 40	TFT	9,4	340x264x100	7,7	IEC 529/IP66/NEMA4
GETAC I	486DX2-66/DX4-100	До 16	TFT	9,4	340x264x70	6,5	IEC 529/IP66/NEMA4

ствуют военным стандартам. Наиболее компактная модель "IN Lite" применяется в России в отрядах МЧС. Компьютер "IP Lite" имеет специальный блок расширения, позволяющий подключать дополнительные устройства.

Для работы в особо тяжелых морских условиях лучше всего применять портативные компьютеры фирмы "Getac", используемые в вооруженных силах США и работающие даже при наличии "морского тумана". Во всех названных компьютерах предусмотрено встраивание факс-модема, дополнительных дисководов, CD-ROM, подключение внешнего дисплея, но компьютеры фирмы "Getac" отличаются наибольшим набором дополнительных блоков, в том числе GPS-приемником с антенной. Высокая надежность перечисленных компьютеров определяет и их цену (6–10 тыс. долл. США, в зависимости от модели и комплектации).

В заключение следует напомнить, что

последние централизованные мероприятия по оснащению российского научно-исследовательского рыбохозяйственного флота научным оборудованием осуществлялись в 1987–1988 гг. при вводе в эксплуатацию НИСов "Атлантик-833". С тех пор прошло почти десять лет; в условиях отсутствия ЗИПа, планового обслуживания и калибровок океанографическое оборудование практически выработало свой ресурс.

В последние годы начали предпринимать некоторые шаги по выходу из этого катастрофического положения. Во ВНИРО в 1994 и 1995 гг. прошли отраслевые совещания по восстановлению и модернизации научного оборудования на НИСах типа "Атлантик-833". Комитет по рыболовству России дважды принимал решение о закупке ЗИПа для ремонта аппаратуры и расходных материалов на сумму около 1 млн долл., чтобы поддержать научную эффективность использования бассейновыми организациями всех НИСов типа "Атлантик-833" в ближайшее время. На полное восстановление и модернизацию научного оборудо-

вания необходимо еще 1,5–2 млн долл. Однако даже дважды обещанной суммы рыбохозяйственная наука до сих пор не получила, хотя ВНИРО провел большую работу по анализу состояния научного оборудования, представил и утвердил в Комитете России по рыболовству перечни необходимых закупок, провел предварительные переговоры с поставщиками, подготовил контрактную документацию.

Пройдет еще немного времени, и если Госкомрыболовства РФ не обратит внимания на бедственное состояние отраслевого парка океанологической аппаратуры, то научные рыбохозяйственные исследования осуществлять будет нечем. Надеемся, что информация, обобщенная нами в этом обзоре, пригодится и бассейновым организациям, которые за счет собственных финансовых ресурсов смогут в какой-то степени поддержать технический уровень своих исследований, поможет сделать правильный выбор и ориентироваться в мировых ценах на океанологическую аппаратуру.

