

УДК 551.46.077 «ROSUB-6000»:553.98(26)

**Суконкин С.Я., Амирагов А.С.,**ФГУП Опытнo-Конструкторское Бюро Океанологической Техники РАН, Москва, Россия  
okb@edboe.ru edboe-ras@mtu-net.ru**Рамадасс Г.А.**

Национальный Институт Океанологических Технологий, Ченнаи, Индия

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА МНОГОЦЕЛЕВОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА РАБОЧЕГО КЛАССА ROSUB-6000 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОГИДРАТОВ**

*Россия является одним из мировых лидеров в разработках технологий поиска и освоения газогидратов. Индия чрезвычайно заинтересована в создании технологического потенциала по освоению залежей газогидратов в Индийском океане, освоение которых могло бы внести значительный вклад в энергетическую безопасность, что заставило её наращивать капиталовложения в разработку как шельфовых, так и глубоководных удаленных морских зон. Крупнейшая двусторонняя научно-техническая программа была начата Департаментом науки и технологии правительства Индии с одной стороны и Российской академией наук с другой в 1998 г. В рамках этой комплексной программы ФГУП ОКБ ОТ РАН совместно с НИОТ осуществило проект мобильного комплекса многоцелевого необитаемого подводного аппарата рабочего класса с глубиной погружения до 6000 м, предназначенного для выполнения различных научно-исследовательских и подводно-технических работ. Результаты этого сотрудничества позволят не только использовать российские технологии для разработки газогидратных месторождений в Индии, но и послужат основой для подобных работ на месторождениях в арктических районах России.*

**Ключевые слова:** *глубоководные морские зоны, пассивная сейсмика, телеуправляемая буровая система, подводные объекты, депозиты газогидратов, спускоподъёмные операции, нефтяные и газовые месторождения, рудные месторождения.*

Острая потребность Индии в доступных и долгосрочных собственных ресурсах, заставила ее наращивать капиталовложения в разработку как шельфовых, так и глубоководных удаленных морских зон. Еще в 1998 г. Управление полиметаллических конкреций (PMN) Департамента освоения океана (DOD) правительства Индии, впоследствии преобразованного в Министерство наук о Земле (MoES), настоятельно рекомендовало разработать отечественный глубоководный комплекс многоцелевого телеуправляемого подводного аппарата рабочего класса с глубиной погружения до 6000 м.

Для создания такого комплекса, отвечающего потребностям Департамента и Индии в целом, в качестве ведущего заказчика с индийской стороны был выбран Национальный Институт Океанских Технологий в Ченнае (НИОТ). Российским контрагентом стало московское Федеральное Государственное Унитарное Предприятие Опытнo-Конструкторское Бюро Океанологической Техники (ФГУП ОКБ ОТ РАН).

Проект был включен в Комплексную долгосрочную программу научно-технического сотрудничества (КДП НТС) между Россией и Индией. Это крупнейшая двусторонняя научно-техническая программа, которую Индия проводила с какой-либо из стран. КДП НТС поддерживается Департаментом науки и технологии правительства (DST) Индии с одной стороны и Российской академией наук (РАН) с другой. Соглашение по КДП НТС было подписано 3 июля 1987 г. Михаилом Горбачевым, тогда президентом Советского Союза, и премьер-министром Индии Радживом Ганди. Бессменным сопредседателем с нашей стороны совместного Совета КТП НТС до прошлого года был академик Г.И. Марчук.

В рамках этой комплексной программы ФГУП ОКБ ОТ РАН совместно с NIOT осуществило проект мобильного комплекса многоцелевого необитаемого подводного аппарата рабочего класса с глубиной погружения до 6000 м, предназначенного для выполнения различных научно-исследовательских и подводно-технических работ.

Комплекс может быть использован для решения научных и инженерно-технических задач, таких как

- Обеспечение работ по разведке и добыче нефтяных и газовых месторождений,
- Обеспечение работ по разведке и добыче газогидратных месторождений,
- Обеспечение работ по разведке и экспериментальной добыче рудных месторождений, конкреций и т.п.
- Проведение подводно-технических работ на платформах, подводных трубопроводах, кабелях и др. подводных объектах.
- Проведение аварийно-спасательных работ, и т.п.

Схема комплекса ROSUB-6000 представлена на рис. 1.

Комплекс необитаемого подводного аппарата (НПА) включает в себя:

1. Необитаемый подводный аппарат.
2. Гараж.
3. Палубное оборудование:
  - 3.1. Спуско-подъемное устройство,
  - 3.2. Транзитная лебедка,
  - 3.3. Накопительная лебедка с 7 км грузонесущего силового высоковольтного и оптоволоконного кабеля,
  - 3.4. Контейнерный пульт управления,
  - 3.5. Контейнерная система энергоснабжения,
  - 3.6. Контейнер хранения и обслуживания НПА и гаража.

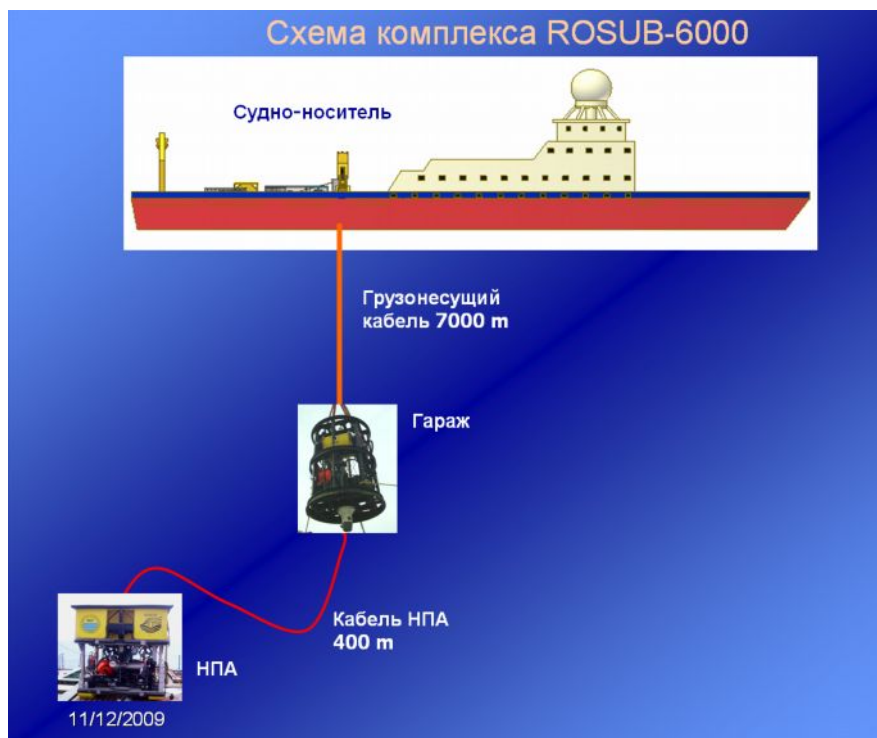


Рис. 1. Схема комплекса ROSUB-6000

Комплекс ROSUB-6000 может быть размещен на судне, буровой платформе, гидротехническом сооружении и т.п. НПА представляет собой свободноплавающий аппарат с 6-ю степенями свободы (рис. 2., табл. 1).

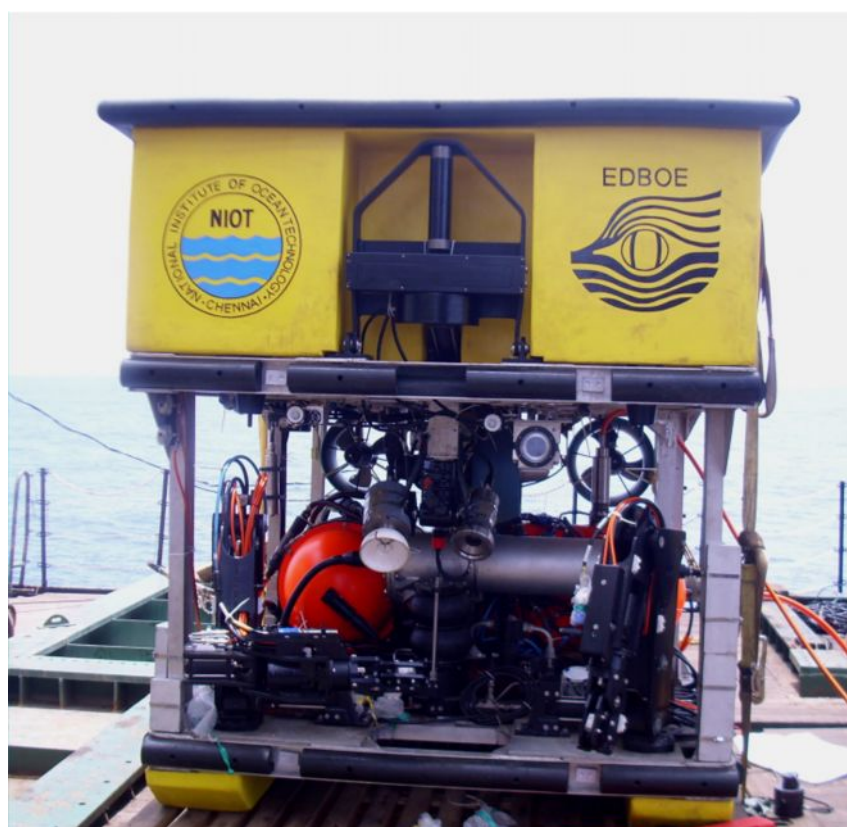


Рис. 2. Необитаемый подводный аппарат

Таблица 1

## Некоторые технические данные комплекса ROSUB-6000 НПА (рабочего класса)

Рабочая глубина	6000 м
Габаритные размеры	2530x1800x1700
Вес в воздухе	3080 кГ
Вес в воде	-20 кГ
Упор вертик.	600 кГ
Упор марш.	400 кГ
Упор лаг.	400 кГ
Установленная эл. мощность преобразователей	50 кВт
Напряжение питания	6 кВ
<i>Гараж</i>	
Рабочая глубина	6000 м
Габаритные размеры	d 2500x3000
Вес в воздухе	3000 кГ
Вес в воде	2200 кГ
Запас кабеля НПА на лебедке	400 м
Установленная эл. мощность преобразователей	10 кВт
Напряжение питания	6 кВ
<i>СПУ</i>	
Тип привода	гидравлический
Грузоподъемность	15 т
Максимальный вылет	5 м
Миним. высота стыковки с гаражом/НПА	-2,5 м
Компенсация качки	активная
<i>Грузонесущий кабель</i>	
Рабочая глубина	6000 м
Запас кабеля НПА на лебедке	7000 м
Диаметр кабеля	37,5 мм
Рабочая нагрузка	8 т
Разрывное усилие	60 т
Грузонесущая и защитная оболочки	Арамид + полиэстер
Рабочее напряжение	6 кВ
Число жил	3x6 кв мм +2x1 кв мм Cu 12 оптоволокон (125 µm) одномод.
Вес в воздухе	1450 кГ/км
Вес в воде	290 кГ/км
<i>Кабель НПА</i>	
Рабочая глубина	6000 м
Запас кабеля НПА на лебедке гаража	400 м
Диаметр кабеля	42 мм
Рабочая нагрузка	1 т
Рабочее напряжение	6 кВ
Число жил	3x1,5 кв мм Cu 12 оптоволокон , 125 µm, одномод.
Вес в воздухе	480 кГ/км
Вес в воде	90 кГ/км

В состав НПА входят:

1. Двигательный комплекс, состоящий из семи типовых, взаимозаменяемых электрических двигателей и системы управления.
2. Электропреобразовательный силовой блок.
3. Электрогидравлический силовой блок.
4. Навигационный комплекс, включающий в себя инерциальную навигационную систему, эхолот, гидролокатор и гидроакустическую навигационную систему с длинной и ультракороткой базами.
5. Бортовой вычислительный комплекс.
6. Манипуляторный комплекс с семистепенным и пятистепенным манипуляторами (рис. 3, 4).

Телевизионный комплекс со светильниками.

*Гараж* предназначен для развязки НПА от влияния 7-километрового грузонесущего кабеля и судна-носителя, а также обеспечения НПА возможности свободного перемещения на кабеле нейтральной плавучести.

Кроме того, гараж обеспечивает жесткую фиксацию к нему НПА при спуско-подъемных операциях.

В состав гаража входят:

1. Лебедка кабеля НПА.
2. Кабель НПА.
3. Электросиловой блок.
4. Электрогидравлический блок
5. Телекамеры.
6. Светильники.
7. Стыковочное устройство НПА.
8. Стыковочное устройство спускоподъемного устройства.

Палубное оборудование состоит из:

1. Спускоподъемного устройства (СПУ) гидроприводного типа с активным компенсатором качки обеспечивает операции спуска-подъема сцепки НПА-гараж при состоянии моря до 5 баллов (рис. 5 - 7).
2. 7 км грузонесущего высоковольтного с оптоволоконными жилами кабеля на палубной накопительной лебедке.
3. Пульты управления операторов НПА (рис. 8, 9).

4. Энергетической установки, состоящей из дизель-генератора (при отсутствии соответствующего бортового питания), частотного преобразователя, повышающего трансформатора, и защитно-регулирующего распределительного устройства.



Рис. 3. Пятистепенной манипулятор

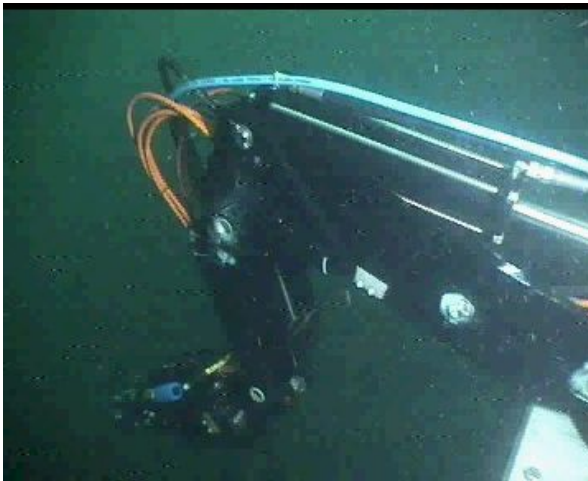


Рис. 4. Семистепенной манипулятор



Рис. 5. НПА и гараж выведены за борт (жесткая фиксация к СПУ).



Рис. 6. Уход под воду с жесткой фиксацией к СПУ

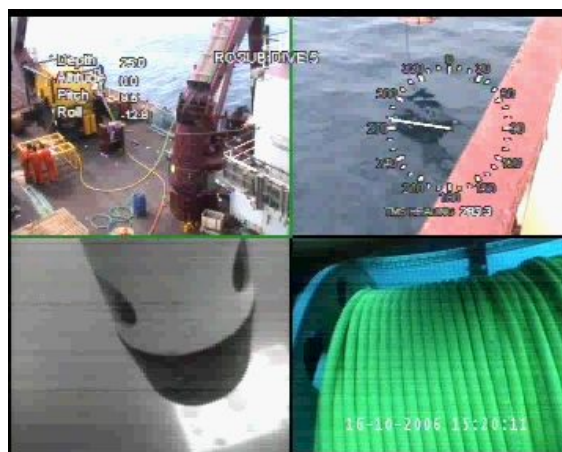


**Рис. 7.** НПА и гараж отстыкованы от манипулятора СПУ



**Рис. 8.** Пульт управления

*Состоит из 3-х консолей: 1-й пилот, 2-й пилот, бортинженер*



**Рис. 9.** Мультиэкранный режим на пульте пилота

*Вверху - изображение с палубных видеокамер, внизу – с камер гаража: подготовка к стыковке НПА с гаражом*

В настоящее время комплекс ROSUB-6000 установлен на океанское НИС<sup>1</sup> Сагар Нидхи, имеющим систему динамического позиционирования (ДП), обеспечивающим точность позиционирования 1,8 м.

С 29 марта по 14 апреля 2009 г. в акватории Индийского океана были проведены глубоководные испытания многоцелевого мобильного комплекса, в ходе которых брались пробы воды и грунта с глубин до 3500 м.

<sup>1</sup> НИС – научно-исследовательское судно.

Одним из перспективных источников углеводородных ресурсов являются газогидраты. Их мировые запасы во много раз превосходят существующие запасы природного газа на Земле. Основные депозиты газогидратов находятся в акваториях океанов (Тихого, Индийского, Северного Ледовитого).

Россия является одним из мировых лидеров в разработках технологий поиска и освоения газогидратов. В 1967 г. российскими учеными получено свидетельство об открытии газогидратов. С этого времени ведется работа по разработке технологии добычи газогидратов и получения из них природного газа. Научно-технологические разработки проводятся на Мессояхском месторождении. Кроме того, проводится цикл работ по определению контуров залежей газогидратов в Охотском море. Проводятся многолетние исследования на о. Байкал с участием ученых многих стран. В последние два года исследования проводились с использованием обитаемых аппаратов «Мир».

Индия чрезвычайно заинтересована в создании технологического потенциала по освоению залежей газогидратов в Индийском океане, освоение которых могло бы внести значительный вклад в её энергетическую безопасность.

В этой связи в рамках научно-технического Российско-Индийского сотрудничества в 2005 г. был создан Индийско-Российский Центр по изучению газогидратов на основе Национального института океанских технологий Правительства Индии (National Institute of Ocean Technology), который обладает собственным исследовательским флотом, предназначенным для выполнения глубоководных работ, включая исследования по изучению газогидратных месторождений, глубоководные исследования с использованием телеуправляемых и автономных подводных аппаратов (рис. 10, 11).

В начале 2010 г. планируется проведение российско-индийской экспедиции для выполнения комплексных совместных работ по исследованию депозитов газогидратов в районах Индийского океана с применением метода микросейсмического зондирования (ММЗ) на объёмных волнах, телеуправляемой глубоководной буровой системы и комплекса ROSUB-6000 (рис. 12). Комплекс ROSUB-6000 обеспечит точную расстановку донных сейсмостанций на полигонах, а также необходимое обеспечение испытательных работ глубоководной буровой системы.

Такие работы в России не проводились, и поэтому важность подобного сотрудничества для России определяется возможностью отработки достаточно широкого спектра технологий разведки, добычи и извлечения природного газа из газогидратов на реальном полигоне с привлечением значительных финансовых и технических средств индийской стороны.





Рис. 10. Глубоководная буровая система



Рис. 11. Донные сейсмостанции готовы к постановке

Результаты этого сотрудничества позволят не только использовать российские технологии для разработки газогидратных месторождений в Индии, но и послужат основой для подобных работ на месторождениях в арктических районах России.

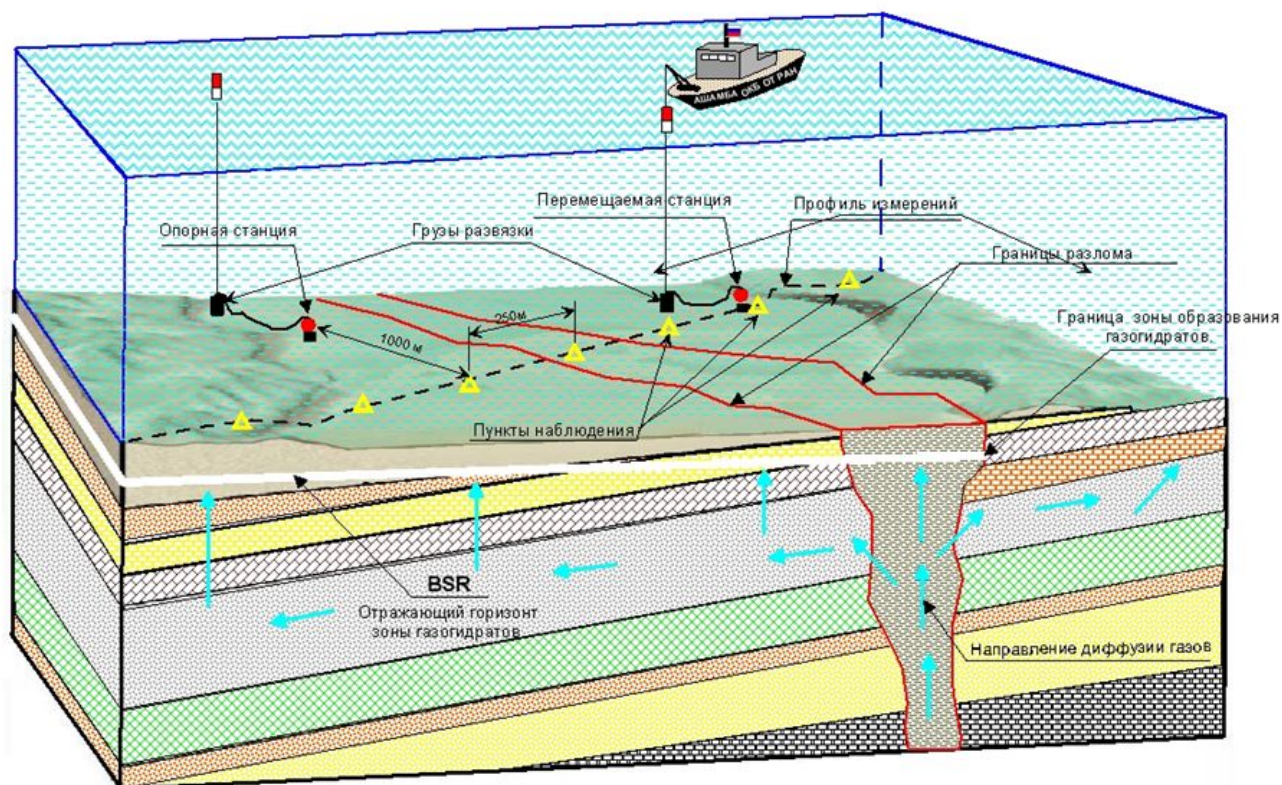


Рис. 12. Проект схемы текстовых измерений по профилю с целью выявления границы газогидратной залежи и границ питающего её разлома с помощью станций MARSS с применением метода микросейсмического зондирования

### Литература

Гинсбург Г.Д., Иванов В.Л., Соловьев В.А. Гидраты природного газа в недрах Мирового Океана //Нефтегазоносность Мирового Океана. - Л.: ПГО "Севморгеология", 1984. - С. 141-158.

Гинсбург Г.Д., Соловьев В.А. Субмаринные газовые гидраты. - СПб.: ВНИИОкеанология, 1994. - 199с.

Ястребов В.С. Телеуправляемые подводные аппараты. – М.: Судостроение. - 1973.

Ястребов В.С., Бровко В.П. Океанологические телеуправляемые аппараты и роботы. – Судостроение. – 1976.

Remotely Operated Vehikles of the World Sixth Edition 2003 //Oilfield Publication Limited, Herefordshire HR8 1BN. – England. – 2003.

**Рецензент:** Левченко Дмитрий Герасимович, доктор технических наук.

**Sukonkin S.Y., Amiragov A.S.**

EDBOE, Moscow, Russia [sukonkin@edboe.ru](mailto:sukonkin@edboe.ru) [amiragov@mail.ru](mailto:amiragov@mail.ru)

**Ramadass G.A.**

National Institute of Ocean Technology, Chennai, India

### APPLYING THE MOBILE COMPLEX OF A MULTI-PURPOSE UNINHABITED UNDERWATER APPARATUS OF WORKING CLASS - ROSUB-6000 – FOR RESEARCHES OF GAS HYDRATES

*Russia is one of the world leaders in the field of developing the technologies of exploration and development of gas hydrates. India has taken a considerable interest in creating technological potential on developing the gas hydrate pools in the Indian Ocean, because their development may contribute significantly to country energy safety. This circumstance obliged it to grow capital investments into developing both as shelf so deep-water distant zones. The largest bilateral scientific-technical program was started up by the Department of science and technology of Indian Government, on the one hand, and the Russian Academy of Sciences, on the other hand, in 1998. Within the framework of this complex program, FGUP EDO OT of RAN in combination with NIOT developed the project of the mobile complex of a multi-purpose uninhabited underwater apparatus of a working class with depth of its submergence of to 6,000 m for different scientific-research and underwater-technical works.*

**Key words:** deep-water zones, passive seismic, remote controlled rig system, underwater objects, gas hydrates, round trip operations, oil and gas fields, ore fields.

#### References

Ginsburg G.D, Ivanov V.L., Solov'ev V.A. Gidraty prirodnogo gaza v nedrah Mirovogo Okeana //Neftegazonosnost' Mirovogo Okeana. - L.: PGO "Sevmorgeologiâ", 1984. - S. 141-158.

Ginsburg G.D., Solov'ev V.A. Submarinnye gazovye gidraty. - SPb.: VNIIOkeanologiâ, 1994. - 199s.

Âstrebov V.S. Teleupravljâemye podvodnye apparaty. – М.: Sudostroenie. - 1973.

Âstrebov V.S., Brovko V.P. Okeanologiçeskie teleupravljâemye apparaty i roboty. – Судостроение. – 1976.