

Кто поможет человеку в освоении океана?!

Н.В.Захаров,
Старший научный сотрудник, доцент.
В.А.Капустин,
научный сотрудник.
ЦНИИ Робототехники и Технической
Кибернетики (ЦНИИ РТК)

Роботам покоряются океанские глубины

Анализ информационных материалов о ведущихся в России и за рубежом научных исследованиях и разработках показывает, что существует ряд специфических задач в подводной сфере, где участие человека и использование традиционных видов подводной техники затруднено вследствие следующих причин:

- наличия сложных геофизических характеристик местности и ограниченности пространства (исследование вулканической деятельности океана, обследование подводных коммуникаций);

- существования большой угрозы для жизни человека (разминирование, ликвидация радиационных катастроф, участие в спасательных операциях).

Решение подобных задач в настоящее время многие специалисты связывают с использованием подводных робототехнических систем (РТС), которые обладают рядом уникальных свойств, позволяющих им эффективно выполнять различные подводные работы в прибрежной зоне и на больших глубинах без присутствия человека.

В начале 70-х годов XX века началась новая эра в освоении водных просторов. Наряду с традиционными исследовательскими аппаратами, управляемыми человеком, стали применяться автономные подводные роботы, позволившие расширить возможности по изучению бескрайних просторов океанов и морей. Еще 20 лет назад никто не мог предположить, что в данном направлении могут быть получены столь многообещающие результаты, демонстрируемые современными подводными робототехническими системами. На начальном этапе развития (70-

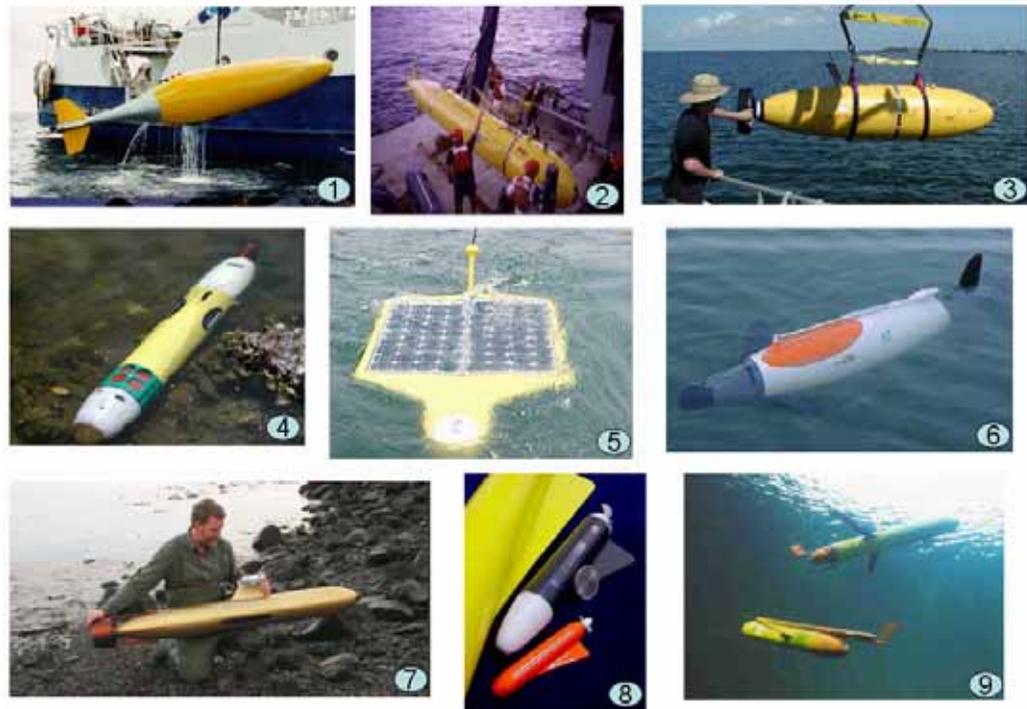


Рис. 1 Современные автономные подводные роботы

80 годы XX века) конструкция автономных подводных роботов и их техническая оснащённость обеспечивала решение лишь однотипных частных задач, связанных с измерениями параметров водной среды, обзором участка дна, поиском и обнаружением затонувших объектов.

Существенные изменения в области подводной робототехники произошли в конце 80-х годов XX века. Это время можно охарактеризовать началом активного внедрения в подводных работах

Who can assist the man to explore the ocean?! Ocean deeps subdue to robots

N.V.Zakharov,
Senior research assistant, docent.
V.A. Kapustin,
Research assistant
(CR&DI RTC)

Analysis of information materials on research studies performed in Russia and abroad shows that there are some specific tasks in the underwater sphere, where man's participation and use of traditional kinds of underwater equipment is made complicated due to many reasons.

A large number of specialists relate solving of these problems using the underwater robotic system (URS), possessing a number of unique features allowing them to effectively perform different underwater works in the coastal zone and at deep waters unmanned.

In the beginning of 70-s of the XX century the new age in water reaches development began. The works performed in this area allowed to create many functioning models of underwater URS solving a wide range of scientific and application tasks on the oceanic research and development.

To design the newest technical means of oceanic research and development is impossible without cooperation between special-

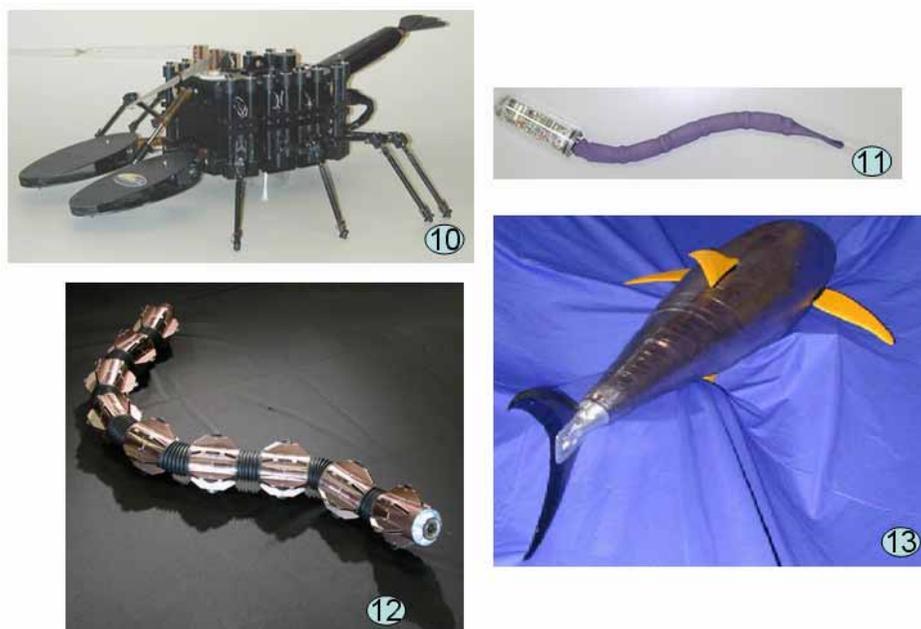


Рис. 2 Экспериментальные разработки подводных робототехнических систем

ists of different disciplines and schools. The modern autonomous underwater robots are distinguished by high degree of their informational independence.

The leading foreign companies engaged in underwater URS design at present have the experience of batch manufacturing of their products and its realization in the world market. This allows them to continuously improve their developments with orientation to quickly changing needs of the underwater robotics industry, as well as to actively participate in different projects together with scientific organizations and commercial companies. In Russia the development of underwater URS is related primarily with scientific and research activity.

At present in Russia the works are being performed on development of small-scale underwater URS. To a number of unique examples we can attribute the sun unmanned device supplied from solar batteries. One more perspective Russian development is the self-moving independent small-scale underwater vehicle with sonar system of side looking "Universal-2".

During the short period the independent underwater works showed their effectiveness in fulfillment of rather complicated tasks related to carrying out underwater operations, such as:

- rescue operations;
- liquidation of ecological catastrophes;
- research of seismically hazardous districts of oceans and seas;
- research of rugged bed relief.

Capabilities of modern underwater robots are defined by many factors related to form and construction of frame, functional mounting, information supply, as well as technologies and materials used. Differing by form and construction, in most cases they apply similar principles of energy supply, information operation and control, sensory perception, propulsion control action.

In the first place let us pay attention to robots with traditional, torpedo-like, shape. As an example we give underwater URS Gavia (Island) and Remus (USA) with modular principle of arrangement. Structural composition of such robots represents a set of modules placed in a definite sequence in accordance with standard proven scheme and accounting for their functional designation. Such principle of construction allows creating the modification of robots in the easiest way without amending its structural scheme in general.

Application of such an approach is expedient at constructing robots of multiple use with many functions.

In the case when the underwater URS is limited due to its parameters of mass and dimensions, and, respectively, its functional capacities reduce, it is more preferable to use the building block principle. According to such a principle the underwater URS of series «MicroHunters» (USA) were built, such as Ranger, M-3, M-4. Specific feature of this type of robots is the availability of three functional blocks constituting of sensors and



Рис. 3 Отечественные подводные РТС



технологий, основанных на достижениях кибернетики, информатики, химии и теории управления. Проведенные работы в этой области позволили к настоящему времени создать множество действующих образцов подводных РТС, которые решают широкий круг научных и прикладных задач по исследованию и освоению океана. Наиболее известные зарубежные автономные подводные роботы приведены на рис. 1.

Известен также ряд экспериментальных разработок подводных РТС, в которых реализуются биоподобные принципы передвижения. Научные исследования и лабораторные работы в этой области связаны с бионической имитацией движительно-го аппарата водных обитателей (рис. 2).

Создание новейших технических средств исследования и освоения океана, среди которых приоритетное значение придается автономным подводным роботам – интеллектуальным автономным необитаемым подводным аппаратам (АНПА) – невозможно без сотрудничества специалистов различных дисциплин и научных направлений. Основным отличием современных автономных подводных роботов от других подводных технических систем является высокая степень их информационной автономности, т.е. способность самостоятельно действовать в неизвестной или недостаточно определенной среде.

Ведущие зарубежные компании, занимающиеся разработкой подводных РТС, к настоящему времени имеют опыт серийного производства своей продукции и реализации ее на мировом рынке. Это позволяет им постоянно совершенствовать свои разработки, ориентируясь на быстро изменяющиеся потребности в подводной робототехнике, а также активно участвовать в различных проектах совместно с научными организациями и коммерческими фирмами. В России разработка подводных РТС связана в первую очередь с проведением научно-исследовательской деятельности.

Отечественный опыт создания и практического использования автономных подводных роботов и их систем достаточно показателен как пример решения научно-технической проблемы, возникшей на стыке теории систем управления, подводной робототехники, океанографии, морских технологий. В настоящее время речь идет, в частности, о создании высокоточных, надежных робототехнических систем и комплексов, ориентированных на выполнение долговременных «интеллектуальных» миссий в неопределенной подводной среде [1]. Большое значение в становлении отечественной подводной робототехники имеют результаты, полученные в институте проблем морских технологий ДВО РАН. За тридцатилетний пе-

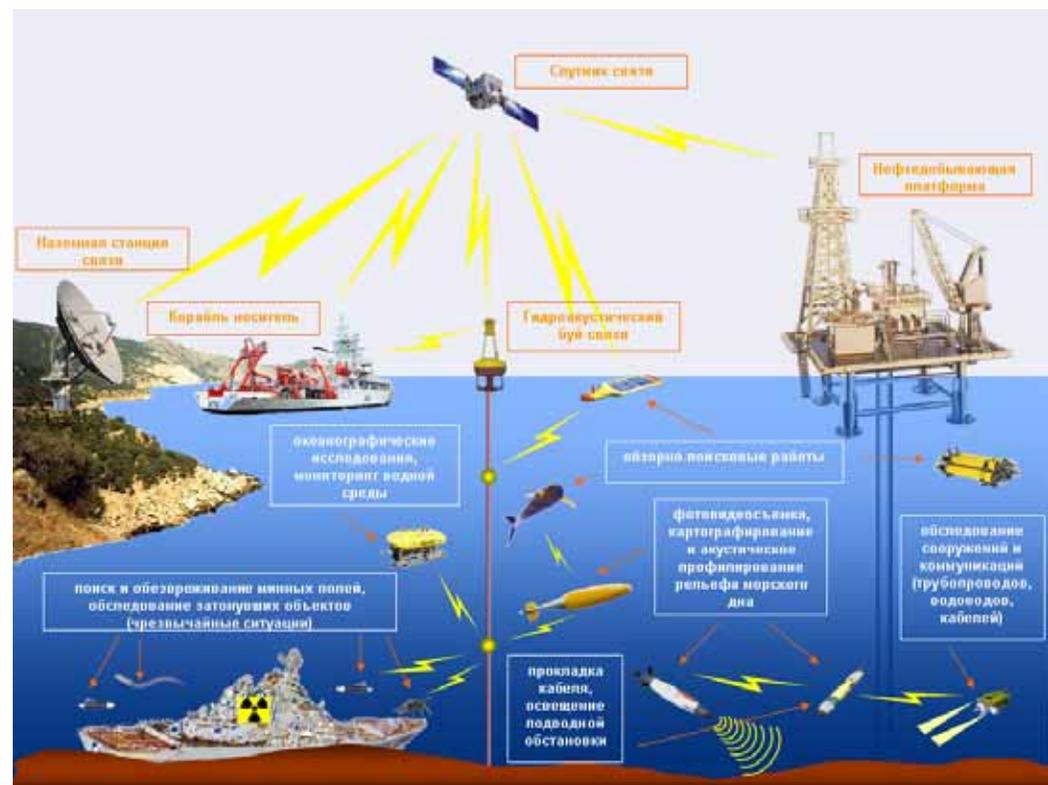


Рис. 4 Комплексное применение подводных робототехнических систем



Рис. 5 Модульный принцип построения водных РТС на примере «Gavia» и «Remus»

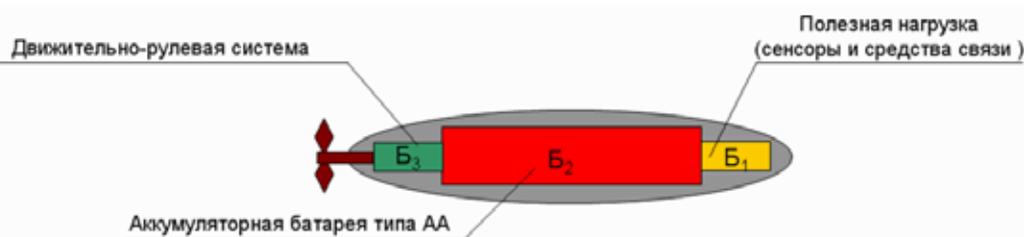


Рис. 6 Блочный принцип построения водных РТС на примере роботов серии «MicroHunters»

риод в Институте на основе модульной технологии проектирования подводно-технических средств было внедрено в практику более 10 типов необитаемых подводных аппаратов, предназначенных для работы в океане, подо льдом, на шельфе и в протяженных водоводах [2]. В качестве примера можно привести АНПА «ОКРО-6000», разработанный по контракту с корпорацией Daewoo (Республика Корея).

В настоящее время в России ведутся работы по созданию малогабаритных подводных РТС. К числу уникальных образцов можно отнести солнечный автономный необитаемый аппарат (САНПА) с питанием от солнечных батарей, разработанный ИПМТ ДВО РАН по контракту с Институтом автономных подводных систем (AUSI), США. Еще одной перспективной отечественной разработкой является самоходный автономный малогабаритный подводный аппарат с гидролокатором бокового обзора «Уни-

версал-2», разработанный ОАО Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» (рис. 3). В связи с наличием технологий и уникального опыта, имеющегося у российских разработчиков подводной техники, можно предположить, что продвижение подобных проектов будет напрямую связано с наличием инвестиционных вложений.

За короткий период автономные подводные роботы продемонстрировали свою эффективность при выполнении достаточно сложных задач, связанных с проведением подводных операций в экстремальных условиях, таких как:

- спасательные работы;
- ликвидация экологических катастроф;
- исследование сейсмоопасных районов океанов и морей;
- обследование сложного рельефа дна.

Имеющийся мировой опыт эксплуатации автономных подводных роботов и результаты

испытаний перспективных образцов подводных РТС, позволяет представить возможные сферы их применения в виде схемы (рис. 4).

Возможности современных подводных роботов определяются множеством факторов, связанных с формой и конструкцией корпуса, функциональной оснасткой, информационным обеспечением, а также используемыми технологиями и материалами. Разные по форме и конструкции, в большинстве случаев они используют схожие принципы энергообеспечения, информационного управления и контроля, сенсорного восприятия, двигательного управляющего воздействия.

В первую очередь обратим внимание на роботов с традиционной формой (торпедообразной). В качестве примера на рис. 5 приведены подводные РТС Gavia (Исландия) и Remus (США) с модульным принципом построения [3,4]. Конструктивный состав таких роботов представляет собой набор модулей, расположенных в определенной последовательности в соответствии с типовой апробированной схемой и учетом их функционального назначения. Такой принцип построения позволяет наиболее легко создавать модификации робота, не меняя его конструктивную схему в целом. При этом возникает возможность в каждом конкретном случае наиболее оптимально выбирать степень кинематической, аппаратной и программной избыточности, а также распределение функции между роботом и работающим вместе с ним технологическим оборудованием (вплоть до конструктивного объединения отдельных модулей робота с этим оборудованием).

Применение такого подхода целесообразно при конструировании роботов многоцелевого использования с большим набором функций, к которым можно отнести: фото-видеосъемку, картографирование и акустическое профилирование рельефа морского дна, мониторинг окружающей среды, решение специальных задач военного назначения (в зависимости от установленных модулей).

В случае ограничения по массо-габаритным параметрам подводной РТС и, соответственно, снижения ее функциональных возможностей, более предпочтительно применение блочного принципа построения. По такому принципу были разработаны подводные РТС серии «MicroHunters» (США), такие как Ranger, M-3, M-4 [5]. Отличительной чертой роботов этого типа является наличие трех функциональных блоков, состоящих из датчиков и средств подводной связи (Б1), аккумуляторной батареи типа АА (Б2) и двигательного-рулевого комплекса (Б3) (рис. 6). Функциональные возможности подобных подводных РТС ограничены и связаны с обзорно-поисковыми работами, задачами по обследованию затонувших объектов, подводных коммуникаций и сооружений.

Существует ряд разработок подводных РТС, в которых реализуются биоподобные принципы передвижения. Научные исследования и лабораторные работы в этой области связаны с бионической имитацией двигательного аппарата водных обитателей. Ввиду того, что для всех достаточно крупных водных животных и рыб (от десятиметрового до многометрового диапазона) этим двигателем является мощный хвостовой плавник, то бионическая имитация сводится к

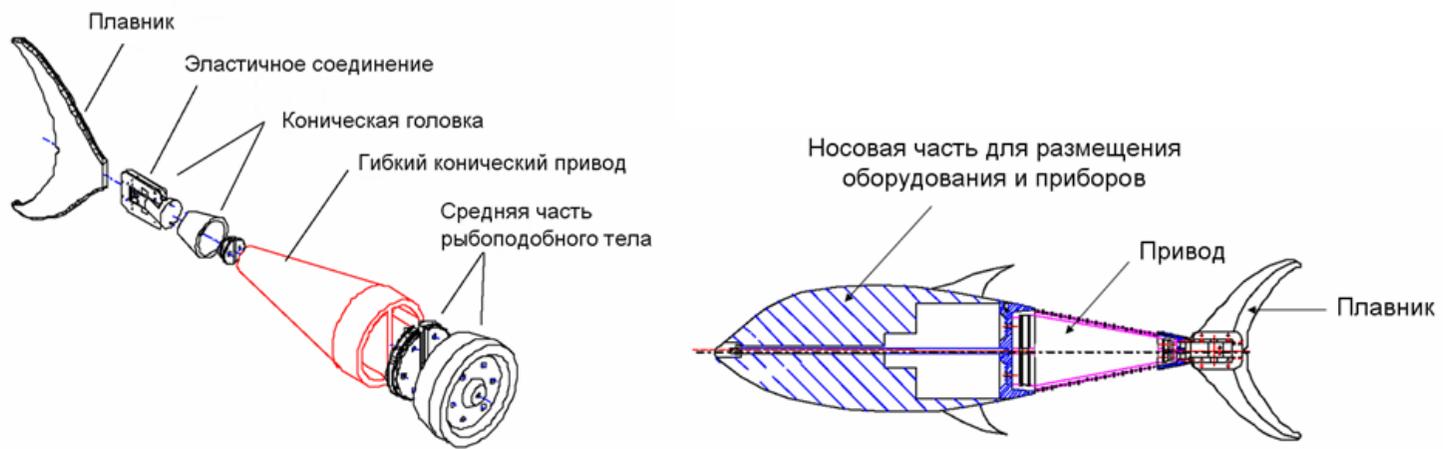


Рис. 7 Составной принцип построения биоподобных плавающих РТС на примере рыбоподобного робота

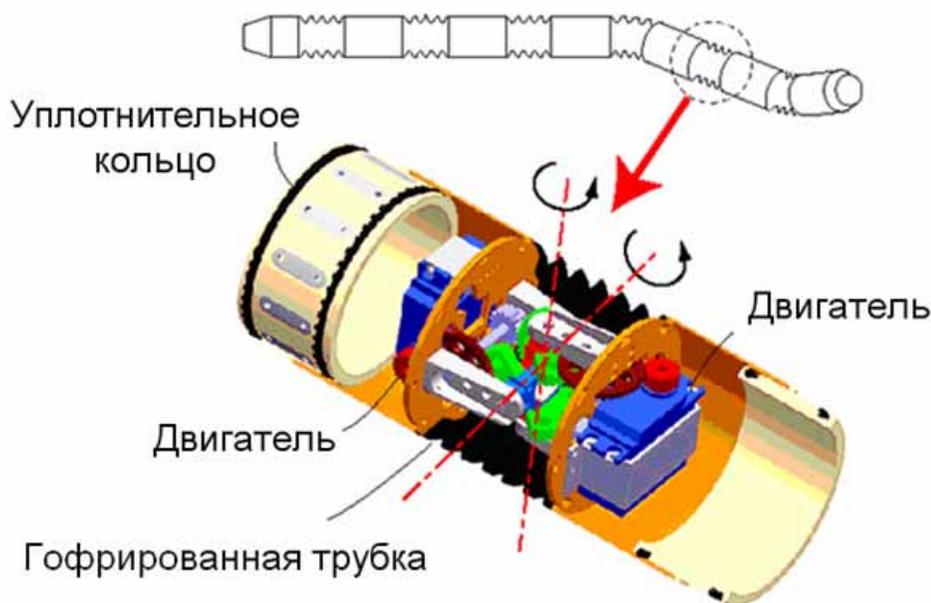


Рис. 8 Составной принцип построения биоподобных плавающих РТС на примере змееподобного робота

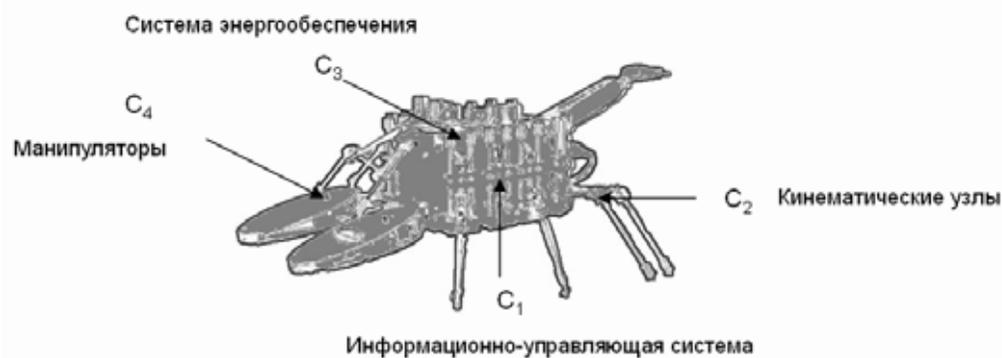


Рис. 9 Составной принцип построения биоподобных ползающих роботов

разработке и конструированию подобного искусственного органа с соответствующими механическими характеристиками. Разработкой и изготовлением искусственных хвостовых плавников занимается в настоящее время целый ряд зарубежных фирм и лабораторий. Интересные результаты исследований в этом направлении были получены учеными университетов Италии – Technical University, Politecnico di Torino и University of Cagliari) при создании рыбоподобных роботов [6]. Результаты испытаний позво-

ляют говорить о том, что в будущем подобные конструкции найдут широкое применение при решении различного рода задач в большом диапазоне глубин. Конструкция рыбоподобного робота показана на рис. 7.

Еще одной интересной разработкой, в которой используется биоподобный принцип передвижения, является змееподобный подводный робот «АСМ-R5», созданный в Японии. Подводная РТС представляет собой гибкую многомодульную систему, в которой каждый мо-

means of underwater communication, accumulating battery type AA and propulsion-steering complex. Functional possibilities of such underwater URS are limited and related to the survey and exploratory works, tasks on submerged object examination, underwater communications and constructions.

There is a number of submerged URS, in which the bio-like motion principles are applied. Scientific research and laboratory works in this area are related to bionic simulation of propulsion device of water habitants. Interesting results were obtained by scientists of universities of Italy – Technical University, Politecnico di Torino and University of Cagliari at fish-like robots creation. Test results give us the ground to say that in the future such constructions will be applied everywhere for solving of different kinds of tasks in the wide range of depths.

One more very interesting development, where the bio-like motion principle is used, ophidian underwater robot «АСМ-R5» made in Japan. The underwater URS represents the flexible multimodule system, where each module includes engines, control system and energy supply block. Unique possibilities of such a robot in the future can be used at examination of difficult to access sections of underwater communications and objects.

Along with development of swimming robots there are some solutions related to application in underwater robots the step motion principles. The example of such type of robots can be the walking robot «Lobster» (USA). It provides fulfillment of remote control operations on shallow waters in rivers and on the bed of oceanic coastal zones.

Already now we can say that during the last decade the colossal step was made in the sphere of underwater URS development. And in the first place it is related to introduction of new technologies, use on non-traditional approaches in their construction, to application of composite materials and borrowing principles of biological organism motion. The largest amount of present problems of the mankind is directly related to its activity in the water environment. Ocean and sea resources consumption, rescue of ship crews and information control of natural calamities can be related to them. Many of these tasks at present can be solved by underwater robots, and in the nearest future we can count on the fact, that they will fully replace the man-controlled devices.

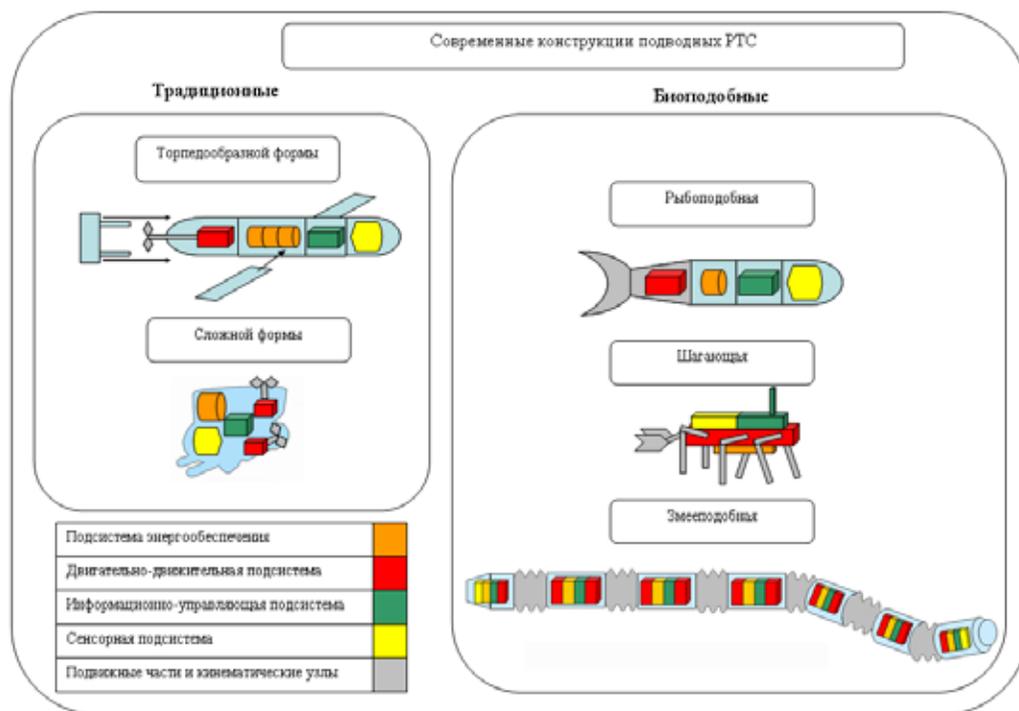


Рис. 10 Современные конструкции подводных РТС

дуль включает двигатели, систему управления и блок энергообеспечения (рис. 8). Уникальные возможности такого робота в будущем можно использовать при обследовании труднодоступных участков подводных коммуникаций и объектов.

Наряду с разработкой плавающих роботов существует ряд решений, связанных с реализацией в подводных роботах шагающих принципов передвижения (рис. 9). Примером такого типа роботов может послужить шагающий робот «Lobster» (США) [7]. Он обеспечивает выполне-

ние операций дистанционного контроля на мелководье в реках и на дне прибрежных зон океана.

Многообразие существующих подводных РТС с учетом рассмотренных принципов построения можно представить в виде следующей схемы (рис. 10).

Уже сейчас можно сказать о том, что за последнее десятилетие был сделан колоссальный скачок в сфере разработки подводных РТС. И, прежде всего он связан с внедрением новых технологий, использованием нетрадиционных

подходов в их конструкции, применением композитных материалов и заимствованием принципов передвижения биологических организмов. Большое количество современных проблем человечества имеет прямую связь с его деятельностью в водной среде. К ним можно отнести использование ресурсов океанов и морей, обеспечение спасения экипажей кораблей и информационный контроль стихийных бедствий. Многие из этих задач в настоящее время уже решаются подводными роботами, а в ближайшем будущем можно рассчитывать на то, что они полностью заменят аппараты, управляемые человеком.

Литература

1. Киселев Л.В., Инзарцев А.В., Матвиенко Ю.В. Создание интеллектуальных АНПА и проблемы интеграции научных исследований // Подводные исследования и робототехника. 2006. №1
2. Агеев М.Д., Киселев Л.В., Рылов Н.И. // Актуальные вопросы создания и использования автономных необитаемых подводных аппаратов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2003. №2
3. Gavia – a Modular Compact AUV for Deep // International Ocean Systems. 2003. January/February. <http://www.gavia.is>
4. <http://www.hydroindinc.com>
5. <http://www.nektonresearch.com>
6. Ferraresi C., Manuello Bertetto A., Costamagna A., Golli D. Интегрированные плавниковые актюаторные системы для морских роботов // 12-ая международная Конференция по Робототехнике в Alpe-Adria-Danube Region. Cassino. 7-10 мая 2003
7. <http://www.neurotechnology.neu.edu>

Платформа отправлена заказчику

Морская платформа «MOSS CS-50» отправлена с акватории ФГУП «ПО «Севмаш» заказчику. Вечером 24 сентября 2007 г. прибывшие из Мурманска специализированные суда «Нефтегаз-55» и «Нефтегаз-57» начали буксировку платформы в море.

Универсальная морская полупогружная платформа «MOSS CS-50 MkII» (проект 2958) построена на Севмаше по заказу компании «Moss Mosvold Platforms AS» (Норвегия). Сооружение спроектировано компанией «Moss Maritime AS» (Норвегия), генеральный инвестор – компания «Saipet» (Италия). Платформа была заложена в стапельном цехе 22 февраля 2006 г., передана заказчику 19 сентября 2007 г.

Как сообщил на торжественной церемонии председатель совета директоров компании «Moss Mosvold Platforms AS» **Рой Мосволд**, платформа будет дооснащена буровой установкой в Италии, затем начнет работать в норвежском секторе Северного моря.

Генеральный директор Севмаша **Николай Калистратов** отметил, что эта платформа – залог того, что важнейшее для России нефтегазовое направление предприятия будет развиваться и дальше.



Зарубежные партнеры высоко оценили работу северодвинских корабелов. «Мы строим платформы в разных странах мира уже 30 лет, и я могу сказать, что в качестве Севмаш ничуть не уступает ведущим верфям мира, – сообщил президент компании «Moss Maritime AS» **Пер Кристенсен**. – У завода огромный опыт строительства сложных инженерных сооружений, таких, как подводные лодки. И сегодня Севмаш – одно из самых подготовленных предприятий в России для строительства морских платформ».

Крупнейшая верфь России практически освоила серийное производство морских платформ. В настоящее время здесь строится вторая платформа типа «MOSS CS-50», завершается строительство российской морской ледостойкой платформы «Приразломная». Прорабатывается вопрос строительства плат-



форм различных типов для разработки Штокмановского газоконденсатного месторождения в Баренцевом море, к которому Севмаш расположен значительно ближе, чем все остальные крупные верфи страны.

Универсальная платформа со свободной палубой «Moss CS-50» относится к шестому поколению полупогружных платформ, спроектированных компанией «Moss Maritime AS» (Норвегия). Платформа катамаранного типа размещена на двух понтонах, корпус поддерживают шесть стабилизирующих колонн. Основные размеры: 118470x40 м, вес около 15 тыс. тонн. В зависимости от назначения платформы на палубе можно разместить любое оборудование – добывающее, буровое, крановое, жилое.