

УДК 551.46.077

**НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

М. П. Аронов

Перечень научных задач, для решения которых необходимы подводные исследования, довольно обширен и затрагивает интересы геологии, гидрологии, физики моря, морской биологии и некоторых других наук. В области рыбохозяйственной науки такие исследования необходимы для изучения поведения рыб в зоне действия орудий лова, для проверки прямым наблюдением расчетных данных при конструировании орудий лова и оценки их уловистости и селективности, для расшифровки показаний гидроакустических приборов, для изучения поведения рыб и других промысловых объектов в естественных условиях и определения доступности этих объектов для промысла, для качественной и количественной оценки запасов, для изучения различных сторон биологии промысловых объектов, для экспериментальных наблюдений в естественной среде за реакциями рыб на различные физические и химические воздействия, для изучения грунтов и т. п.

Первые научно-исследовательские подводные работы были осуществлены в 1936 г. лабораторией подводных исследований ВНИРО под руководством И. И. Месяцева (Месяцев, 1937; Гвоздухин, 1938; Пономарев, 1938; Алексеенко, 1938). Целью этих работ были наблюдения за поведением сельди и работой закидных неводов на Каспии, за зимовальными ямами в дельте Волги, за ставными неводами и т. п. В дальнейшем были проведены подводные наблюдения за ловом кильки на свет (Пономарев, 1953), работой рыбонасоса, состоянием нерестилищ на Волге (Ажажа, 1964), распределением водорослей (Киреева, 1965; Блинова, 1965, 1969), ростом беспозвоночных в садках (Садыхова, 1969), за состоянием запасов сельди и т. д. Подводные наблюдения помогали и при расшифровке эхограмм (Трусканов, Щербино, 1963). С 1959 г. лаборатория подводных исследований занимается изучением поведения рыб в зоне действия тралов (Выскребенцев, 1968; Аронов, Vyskrebentzev, 1969; Выскребенцев, Аронов, 1970).

Большая программа подводных научно-исследовательских работ была выполнена ВНИРО в рейсах первой научно-исследовательской подводной лодки «Северянка». С 1958 по 1966 г. «Северянка» совершила десять рейсов, девять из которых освещены в печати (Зайцев, Ажажа, 1959; Зайцев, Радаков, 1960; Радаков, Соловьев, 1959; Гершанович, 1959, 1962; Трусканов, Зайцев, 1959; Рыженко, 1962; Соколов, 1961, 1962; Хромов, 1962; Ажажа, Соколов, 1966; Аронов, Матусевич, 1969). Последний, десятый, рейс «Северянка» совершила в Баренцево и Белое моря, где проводились наблюдения за треской и пикшей и за свечением организмов. Помимо множества интересных наблюдений, «Северянка» помогла ученым и инженерам приобрести необходимый опыт подводных исследований и сыграла большую роль в определении путей дальнейшего развития подводной исследовательской техни-

ки. Опыт применения «Северянки», равно как и других исследовательских подводных аппаратов рыбного хозяйства (гидростата «Север-1» и батиплана «Атлант»), позволил оценить возможности подводных исследовательских средств, учесть их достоинства и недостатки (Аронов, 1968). В результате работ на этих аппаратах стало ясно, что для решения различных задач необходимы подводные аппараты разных типов.

Работы с фотоавтоматами на тралах и на «Северянке» показали, что дальнейшее развитие подводных исследований невозможно без создания новой техники. Разработка и совершенствование новых технических средств подводных исследований стало неизбежным этапом в деятельности нашей лаборатории.

Лаборатория имела давние традиции по созданию автоматических фотографирующих устройств. Последний портативный фотоавтомат — ПФА-6, рассчитанный на глубины до 1000 м и удобный для применения на трале, был создан главным конструктором лаборатории С. В. Матусевичем. Прибор демонстрировался на выставке «Ирыбпром-68» в Ленинграде.

Однако возможности плоскостной фотографии ограничены. При плоскостном фотографировании косяков рыб без специального масштаба в кадре нельзя, например, определить ни размеров отдельных рыб, ни расстояния до них или между ними. Для расчетов приходится облавливать фотографируемые скопления и измерять отловленных рыб, тогда как стереофото съемка позволяет получать не только изображения объекта, но и его точные размеры, а также определять расстояния между фотографируемыми объектами и расстояния от объектива до каждого из них в кадре, т. е. давать точную информацию о структуре скоплений, числе объектов в единице объема и самих объектах.

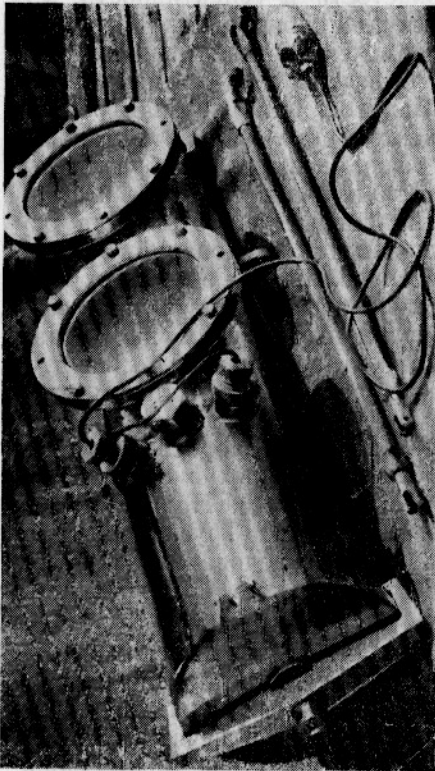


Рис. 1. Глубоководный стереофотограмметрический автомат «Лимб».

Совместно с сотрудниками лаборатории аэрофотометодов МГУ наши сотрудники О. П. Павлов и И. В. Данилов разработали стереофотограмметрический автомат «Лимб» (рис. 1). Он состоит из герметичного цилиндрического корпуса, в котором заключены специальная стереофотограмметрическая камера с базисом 300 мм, обеспеченная автономным питанием, и электронный блок, управляющий работой камеры. На корпусе закреплены два импульсных светильника на телескопических штангах, вибратор гидроакустического указателя попадания объекта в зону съемки, герморазъемы и датчик глубины.

В оптической системе стереофотограмметрической камеры применены объективы «Индустар-58», зеркала и светофильтры. Съемка производится на стандартную аэропленку шириной 190 мм с размером каждого кадра стереопары 60×60 мм. Емкость кассеты рассчитана на

съемку 130 стереопар. Оптическая система камеры строит согласованную и взаимноориентированную пару изображений, что позволяет при обработке снимков наблюдать прямой стереоэффект на неразрезанной пленке без дополнительного ориентирования. Кадры стереопары и находящийся между ними кадр приборной доски вытянуты в одну линию и расположены поперек рулона пленки, что обеспечивает рациональное использование фотоматериала и компактность камеры.

Для обработки стереопар, полученных автоматом «Лимб», в настоящее время лабораторией аэрофотометодов МГУ создается специальный портативный стереокомпаратор, который может применяться в экспедиционных условиях на любом научно-исследовательском судне.

Камера стереофотоавтомата «Лимб» работает с заданным интервалом либо от реле времени, либо от гидроакустического индикатора попадания объекта в зону резкости объектива, либо от внешнего сигнала (ручное управление по кабелю, включение от датчика давления или любого другого датчика).

Снимки можно делать на расстоянии от 1 до 10 м с фиксированной установкой через каждые 0,5 м. Электронное реле времени обеспечивает плавное изменение частоты кадров от непрерывной съемки до 1 кадра в 10 мин.

Экспериментальные съемки фотоавтоматом «Лимб» грунтов и донной фауны Кандалакшского залива Белого моря дали хорошие результаты.

Применение фотоавтоматов, спускаемых с борта судна на тросе, для съемки рыб на грунте или в толще воды убедило нас в том, что живые объекты лучше снимать при помощи бестросовых устройств. Во время качки судна трос дергает фотоавтомат, и это частично распугивает рыбу, а при съемке объектов на грунте нужны специальные устройства и система обратной связи для предохранения фотоавтомата от задевов и ударов о грунт. В связи с этим у нас возникла идея создания специального автономного носителя фотоавтоматов и другой научно-исследовательской аппаратуры.

«Скорпена» (рис. 2) относится к необитаемым глубоководным аппаратам для исследования толщи воды и дна океанов и морей и может быть использована на научно-исследовательских и научно-поисковых судах. Устройство представляет собой плоский вертикально стоящий аппарат, симметричный относительно своей продольной плоскости. Герметический корпус аппарата «Скорпена» состоит из секций, являющихся самостоятельными функциональными узлами: одни секции служат в качестве поплавков, другие предназначены для размещения блоков автоматики и питания. Секции в виде цилиндров расположены горизонтально одна над другой по мере возрастания плавучести (снизу вверх), что обеспечивает компактность, небольшую площадь сечения (уменьшает возмущающие влияния на живые объекты), а также удобства при статической дифферентовке аппарата и замене секций. Аппарат может быть легко разобран на отдельные секции, что важно при транспортировке. Секционное устройство позволяет также регулировать грузоподъемность аппарата путем изменения числа секций-поплавков (при смене научно-исследовательской аппаратуры) и изменять программы работ путем смены секций с блоками автоматики. «Скорпена» снабжена поворотным электродвигателем, установка которого под углом к вертикальной оси аппарата обеспечивает в сочетании с регулированием времени его работы и скорости



вращения винта различные траектории движения. Научно-исследовательская аппаратура прикрепляется к аппарату в специальных контейнерах.

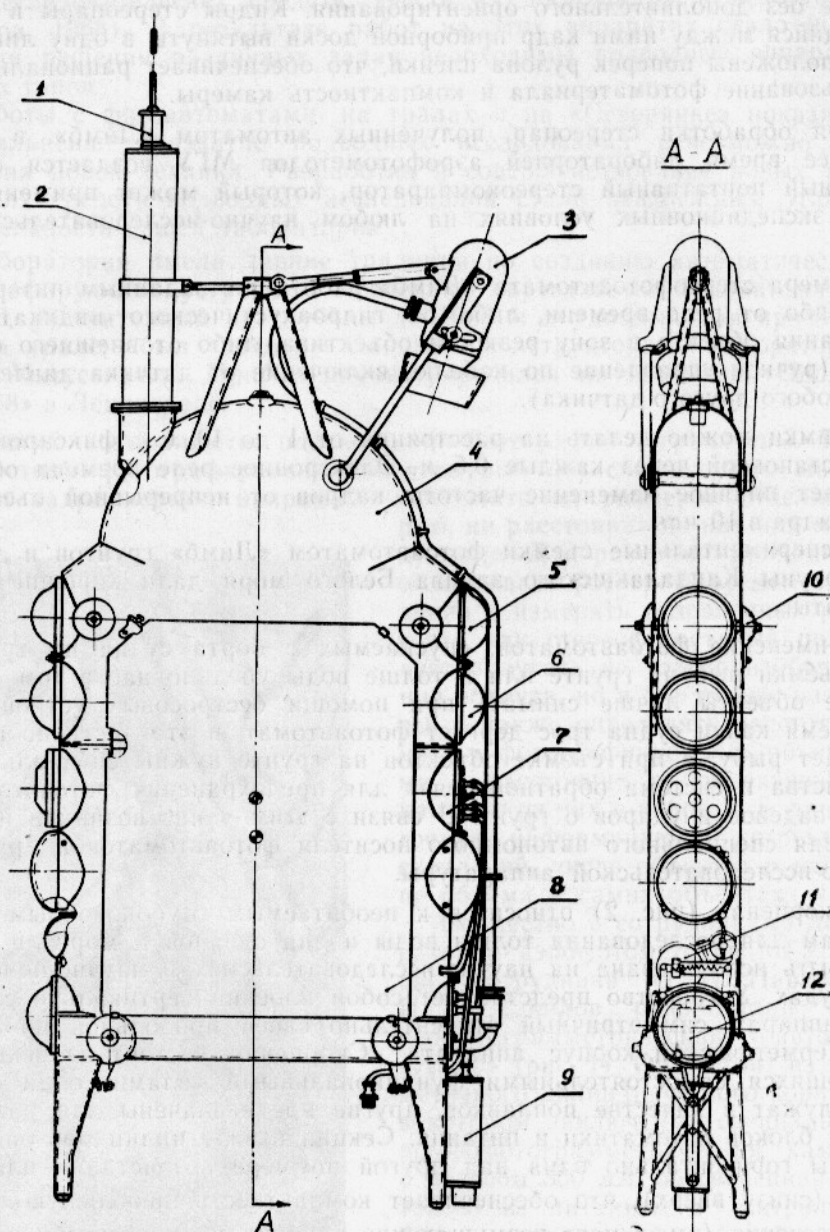


Рис. 2. Схема подводного аппарата «Скорпена»:

1 — светильник сигнального проблескового огня; 2 — радиомаяк; 3 — поворотный электродвигатель; 4 — балластная цистерна; 5, 6 — секции-поплавки; 7 — секции с блоками автоматики; 8 — защитный кожух, выполняющий функцию твердого балласта; 9 — гидроакустический датчик расстояния до грунта; 10 — упоры для горизонтальной укладки аппарата; 11 — баллоны с воздухом высокого давления и механизм сброса твердого балласта; 12 — секции с блоками питания.

Схема работы аппарата заключается в следующем. После затопления балластной цистерны носитель начинает погружаться, пока не достигнет заданной глубины. Управляющий датчик (глубинный или гидроакустический) в этот момент включает фотоаппарат, импульсные светильники и поворотный электродвигатель. Таким образом, сразу

после съемки аппарат по наклонной траектории начинает уходить вверх и в сторону, пока не окажется над новой точкой съемки. Затем двигатель отключается, и аппарат опять бесшумно погружается для производства нового снимка. Аппарат движется по пилообразной траектории, форма которой может изменяться от острозубчатой до почти горизонтальной.

Необходимо отметить, что к цели съемки «Скорпена» подходит бесшумно, чтобы не распугивать живые объекты. Рабочие циклы носителя повторяются до тех пор, пока не сработает программа всплытия. В конструкции аппарата предусмотрена также система аварийного всплытия. Эта система срабатывает при попадании воды в любую секцию аппарата, при достижении опасной глубины, при нахождении под водой больше заданного времени, при падении напряжения питания, понижении давления воздуха в баллонах и т. д. В аварийной ситуации происходит продувка балластной цистерны и одновременный сброс твердого балласта.

В дальнейшем предусматривается применение «Скорпены» в качестве носителя стереофотограмметрического автомата «Лимб» и других фотоавтоматов.

В последнее время по проекту сотрудников нашей лаборатории О. П. Павлова и И. В. Данилова сконструирован автономный подводный обитаемый аппарат «Гвидон» (рис. 3), который прошел первый этап морских испытаний.

При создании аппарата пришлось отказаться от труднодостижимой высокой скорости, и это, хотя и наложило свои ограничения на возможности аппарата, позволило упростить конструкцию. Прочный цилиндрический корпус аппарата расположен вертикально, экипаж в связи с этим размещается

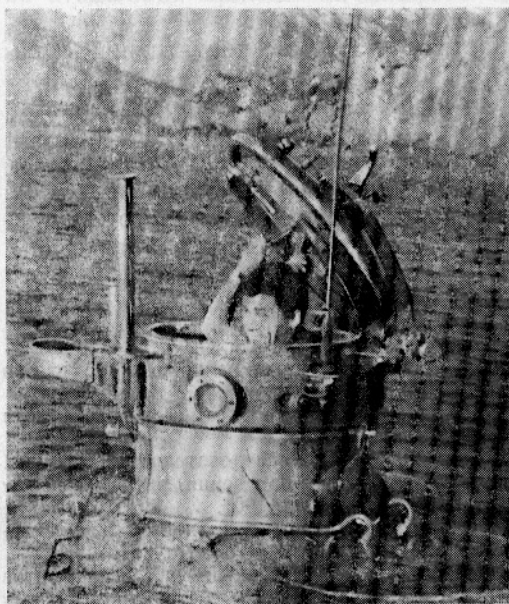
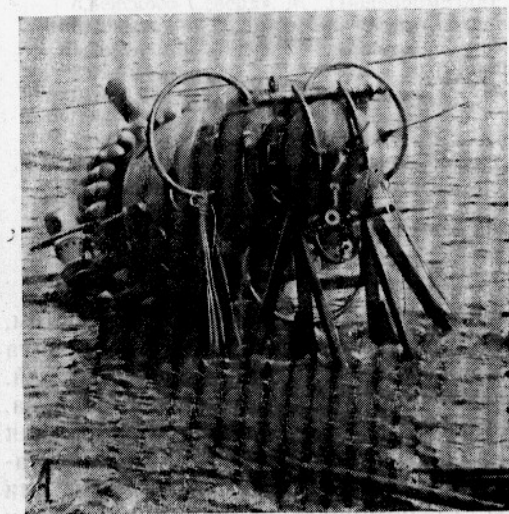


Рис. 3. Подводный автономный аппарат «Гвидон»: А — во время спуска на воду в береговых условиях; Б — на плаву.

с в два яруса: сверху — наблюдатели, внизу — пилот. Аппарат снабжен двумя расположенными по бортам движителями, поворачивающимися вокруг точки крепления на  $180^\circ$  в вертикальной плоскости. Имеется балластная и уравнительная цистерны, в нижней части снаружи корпуса крепятся батареи погружных аккумуляторов. Там же находится отделение для аварийного балласта. В корпусе аппарата десять иллю-

минаторов. Ниже приведены некоторые технические данные аппарата «Гвидон».

Водоизмещение, т	
надводное	3,6
подводное	3,9
Габариты, м	
высота	4,5
длина	2,5
ширина	2,45
Высота комингса люка над ватерлинией, м	0,8
Вес аварийного балласта (дробь), кг	300—320
Емкость аккумуляторной батареи, ач	400
Крейсерская скорость, узлы	0,7
Полный ход, узлы	1,0
Глубина погружения (рабочая), м	250
Автономность, ч	
по электроэнергии (крейсерский ход)	5
по регенерации	72
Экипаж, чел	2—4

В результате испытаний выявлена нормальная работа всех систем, высокая маневренность и удовлетворительная устойчивость аппарата на курсе, хотя «Гвидон» лишен каких-либо стабилизаторов и рулей. Регенерация обеспечивала хорошее качество воздуха внутри корпуса.

«Гвидон» может быть использован как самоходный аппарат для обзора толщи воды или грунтов на доступных глубинах, как полустационарная наблюдательная станция, установленная на грунте или стабилизированная в толще воды (с помощью гайдропа), или как экспериментальная наблюдательная камера, позволяющая изучать действие раздражителей на рыб. Из «Гвидона» можно наблюдать за некоторыми орудиями лова (за исключением тралов).

В дальнейшем намечается оснастить «Гвидон» портативной сменной научной аппаратурой.

Аппарат можно использовать в любом районе Мирового океана (при волнении до 4 баллов) с любого судна, оборудованного стрелой грузоподъемностью не менее 5 т. Его можно использовать также с береговой базы, спуская в воду с причала или на специальной волокуше.

Пока трудно оценить все возможности нашего подводного аппарата. Это поможет сделать только непосредственный опыт работы с ним.

#### ЛИТЕРАТУРА

- А ж а ж а В. Г. Гидронавты. М., изд-во «Знание», 1964.
- А ж а ж а В. Г., Соколов О. А. Подводная лодка в научном поиске. М., изд-во «Наука», 1966.
- А лексеенко Т. Подводные наблюдения над неводами-гигантами в Керченском проливе. «Рыбн. хоз-во», 1938, № 7.
- А ронов М. П. Изучение поведения рыб и подводная исследовательская техника. Сб. «Всесоюзная конференция по вопросу изучения поведения рыб в связи с техникой и тактикой промысла». Изд. ПИНРО, Мурманск, 1968.
- А ронов М. П., Матусевич В. А. Новые работы на подводной лодке «Северянка». Сб. «Морские подводные исследования». М., изд-во «Наука», 1969.
- Б линова Е. И. Вертикальное распределение и количественный учет макрофитов Айновских островов (Баренцево море). Сб. «Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря». М., изд-во «Наука», 1965.
- Б линова Е. И. Подводные исследования водорослевого пояса в северо-восточной части Охотского моря. Сб. «Морские подводные исследования». М., изд-во «Наука», 1969.
- В ыскребенцев Б. В. Роль рефлекторных стимулов в поведении рыб у орудий лова. Сб. «Всесоюзная конференция по вопросу изучения поведения рыб в связи с техникой и тактикой промысла». Мурманск, изд. ПИНРО, 1968.
- В ыскребенцев Б. В., Аронов М. П. Подводные наблюдения в зоне работы орудий лова. «Рыбн. хоз-во», 1970, № 2.
- Г в о з д у х и н П. Е. Подводные наблюдения на сельдяных промыслах Азрыбтреста. «Рыбн. хоз-во», 1938, № 1.
- Г е р ш а н о в и ч Д. Е. Некоторые результаты подводных наблюдений над донными осадками. «Рыбн. хоз-во», 1959, № 11.



- Гершанович Д. Е. Наблюдение над поверхностью морского дна в геологических целях. Сб. «Методы и результаты подводных исследований». Труды Океанограф. комиссии АН СССР. Т. 14, 1962.
- Зайцев В. П., Ажажа В. Г. Подводные научные экспедиции на «Северянке». «Рыбн. хоз-во», 1959, № 7.
- Зайцев В. П., Радаков Д. В. Использование подводной лодки для научных рыбохозяйственных исследований. Сб. «Советские рыбохоз. исслед. в морях Еврейского Севера». М., Пищепромиздат, 1960.
- Киреева М. С. Значение подводных визуальных наблюдений при изучении распределения и запасов водорослей. Сб. «Развитие морских подводных исследований». М., изд-во «Наука», 1965.
- Месяцев И. И. Строение косяков стадных рыб. Изв. АН СССР, сер. биол., 1937, № 3.
- Пономарев В. Б. В рыбных ямах Волжской дельты. «Рыбн. хоз-во», 1938, № 1.
- Пономарев В. Б. Подводные наблюдения за поведением рыб в зоне облова. «Рыбн. хоз-во», 1953, № 12.
- Радаков Д. В., Соловьев Б. С. Первый опыт применения подводной лодки для наблюдений за поведением сельди. «Рыбн. хоз-во», 1959, № 7.
- Рыженко М. И. Биологические исследования, проведенные на подводной лодке «Северянка». Сб. «Методы и результаты подводных исследований». Труды Океанограф. комиссии АН СССР. Т. 14, 1962.
- Садыхова И. А. Использование садков, установленных на дне аквалангистами, для изучения роста мидий в заливе Петра Великого. Сб. «Морские подводные исследования». М., изд-во «Наука», 1969.
- Соколов О. А. Два практических способа оценки дальности видимости под водой через иллюминатор подводной лодки. «Океанология», № 2, 1961.
- Соколов О. А. О требованиях к исследовательской подводной лодке. Сб. «Методы и результаты подводных исследований». Труды Океанограф. комиссии АН СССР. Т. 14, 1962.
- Трусканов М. Д., Зайцев Е. И. Визуальные и гидроакустические наблюдения за разноглубинным тралом. «Рыбн. хоз-во», 1959, № 11.
- Трусканов М. Д., Щербино М. Н. Определение численности рыбных скоплений гидроакустическими приборами. «Рыбн. хоз-во», 1963, № 6.
- Хромов Н. С. Наблюдения за планктоном с подводной лодки «Северянка». Сб. «Методы и результаты подводных исследований». Труды Океанограф. комиссии АН СССР. Т. 14, 1962.
- Aronov, M. P., Vyskrebentzev, B. V. Underwater observations on the behaviour of fishes in the zone of trawling. FAO Fish. Rep. Vol. 3, No. 62, Rome, 1969.

## NEW TRENDS IN UNDERSEA RESEARCH

M. P. Aronov

### SUMMARY

The work of the Laboratory for Undersea Research has resulted in the development of new tools and instruments. An automatic stereophotogrammetric camera «Limb» has been designed (viewing distance from 1 to 10 m, magazine capacity — 130 stereocouples, image size — 60×60 mm). A special portable comparator has been proposed to interpret the stereocouples.

A programme-operated self-contained submersible «Skorpena» has been developed to carry research instruments. The vehicle moves along a saw-like trajectory, and has a depth capability of up to 1,000 m.

A two-four man self-powered and self-contained undersea vehicle «Gvidon» with an operating depth of 250 m has been designed and tested at sea.

## NOUVELLES DIRECTIONS DANS LES RECHERCHES SOUS-MARINES

M. P. Aronov

### RÉSUMÉ

La création des nouveaux appareils et instruments est le résultat des travaux du Laboratoire des recherches sous-marines. On a construit l'automate sous-marin spécial de stéréophotogrammétrie «Limb» (distance de la prise de vues de 1 à 10 m, capacité du magasin de recharge est 130 stéréocouples, dimension d'un image: 60×60 mm). Pour le déchiffrement des stéréocouples le comparateur spécial portatif est élaboré.

Il été construit l'appareil sous-marin autonome «Scorpena» doté de programmeur — porteur de l'appareil de recherche déplacé par trajectoire scie-forme. L'immersion jusqu'à 1000 m. On a crée et déjà effectué l'essai en mer de l'appareil sous-marin autonome et automoteur «Gvidon». L'immersion à 250 m, équipage 2—4 personnes.