

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ ИО РАН

Розман Б.Я., Римский-Корсаков Н.А.

Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН

Москва, Нахимовский проспект, д.36,
тел.: (095)1292045, E-mail: brozman@ocean.ru

Телеуправляемые подводные аппараты (ТПА) – английское название Remote Operated Vehicle (ROV) - имеют нейтральную плавучесть, собственные движители и управляются дистанционно по кабельной линии. По этой же линии осуществляется энергоснабжение ТПА. В последнее время появились ТПА с бортовыми источниками энергии. Это связано с последними разработками малогабаритных аккумуляторов большой емкости. Управление таких ТПА осуществляется по тонкому оптоволоконному кабелю, который позволяет аппарату свободно маневрировать в отличие от массивного силового кабель-троса.

Основное назначение ТПА – обслуживание подводных устройств и осмотр подводных сооружений в основном объектов нефтегазовых компаний, контроль подводных трубопроводов и кабельных линий на этапах строительства и эксплуатации, разминирование, осмотр днищ судов, аврийно-спасательные работы.

Один из первых отечественных образцов ТПА «ВМУ» (рис.1) [1] с глубиной погружения 200м был создан в Лаборатории техники подводных исследований ИО РАН по руководством профессора В.С.Ястребова в конце 60-х – годов в рамках НИОКР для ВМФ. Аппарат весом около 2 т имел гидравлический привод на движители, 2 манипулятора и телевизионную систему.

Ранее тем же коллективом ИО РАН был создан ТПА «Краб» (рис.2) с глубиной погружения 2000м не имевший двигателей, методически предназначавшийся для работы при посадке на грунт. Аппарат имел телевизионную камеру и манипулятор.

Аналогом ТПА «ВМУ» был аппарат «Манга-0.2» созданный в ИО РАН для научных исследований (рис.3). Аппарат также был оборудован гидравлическим приводом, манипулятором и телевизионной системой. Аппарат использовался в ряде средиземноморских рейсов ИО РАН.

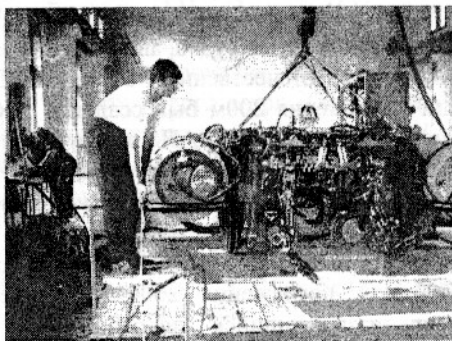


Рис.1. Подводный телеуправляемый аппарат ВМУ, разработанный и построенный по заказу Аварийно-спасательной службы ВМФ (1965 год).

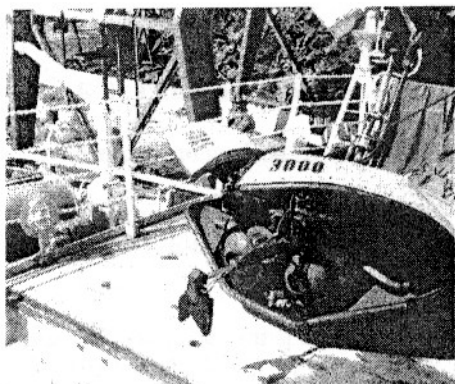


Рис.2. Подводный телеуправляемый аппарат «Краб» с глубиной погружения 3000 м, разработанный для научных исследований ИОРАН.

Развитием серии ТПА ИО РАН явился ТПА «Манга-1.5», созданный в 1976 году с глубиной погружения 1500м (рис.4). Масса аппарата составляла 1400 кг. Аппарат имел два прочных корпуса из алюминиевого сплава. Нейтральная плавучесть обеспечивалась блоками плавучести из сферопластика (синтактика). Гидравлический манипулятор имел 5 степеней свободы, позволял собирать донные образцы и перемещать их в выдвижной контейнер. Гидравлическая система была собрана на базе авиационной элементной базы при участии специалистов из МВТУ им.Н.Э.Баумана. Маневренность аппарата обеспечивалась 4 трехфазными электрическими двигателями (двумя маршевыми и двумя вертикальными). Плавная регулировка оборотов двигателей обеспечивалась специальной тиристорной схемой управления, разработанной в Томском Государственном университете. На аппарате был установлен гидролокатор секторного обзора разработки ИО РАН и чувствительная телевизионная камера, разработанная ВНИИТ для космических аппаратов. Стабилизация аппарата по глубине, курсу, крену и дифференту обеспечивалась системой соответствующих датчиков, которые замыкались на автопилот, разработанный в Московском авиационном институте. Аппарат имел подводный кабель длиной более 2км с 3-мя силовыми, 3-мя коаксиальными жилами и грузонесущим сердечником, специально разработанный на Бердянском кабельном заводе. Аппарат использовался для научных и методических исследований в Черном, Красном и Средиземном морях.

В 90-х годах все образцы ТПА ИО РАН были утрачены.

Новый толчок в развитии технологии создания и эксплуатации ТПА в ИОРАН (с конца 90-х годов) связан с потребностью обследования объектов на морском мелководье и во внутренних водоемах в интересах нефте- газо- добывающих и транспортирующих фирм, в интересах МЧС в связи с контролем подводных потенциально опасных объектов, а также для биоэкологических исследований, проводимых ИО РАН на Черном, Балтийском и Белом морях. Одним из основных параметров к востребованным ТПА являлся малый вес и габариты, позволяющие вести работы с неспециализированных плавсредств вплоть до моторных лодок. Период разработки новых ТПА совпал с бурным развитием микропроцессорной техники, что во многом позволило удовлетворить упомянутые требования к ТПА.

В Лаборатории подводной видеотехники ИО РАН в разработан и постоянно совершенствуется класс недорогих малогабаритных телеуправляемых подводных аппаратов (МТПА) «Гном», предназначенных для выполнения осмотровых и поисковых работ на

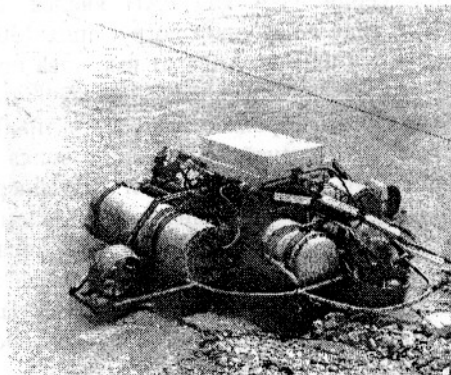


Рис. 3.. Подводный телеуправляемый аппарат «Мантa-0.2», с глубиной погружения 200 м, разработанный и построенный для научных исследований ИО РАН, во время испытаний в Южном отделении ИО РАН (1968 год).

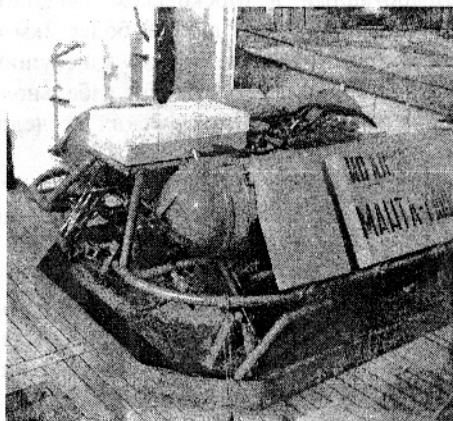


Рис.4. Подводный телеуправляемый аппарат «Мантa-1.5», с глубиной погружения 1500 м, разработанный и построенный для научных исследований ИО РАН, на борту нис «Акванавт» в Южном отделении ИО РАН (1982 год)..

морском мелководье и во внутренних водоемах.

Отличительными чертами созданных аппаратов являются простота транспортировки и использования, быстрое развертывание, высокая маневренность, возможность проникновения внутрь осматриваемых объектов. Возможность питания от батареи и встроенный плоский ЖК-монитор обеспечивают полную автономность работы комплекса в любых условиях, в том числе с борта маломерных судов и обыкновенных, в том числе надувных лодок.

В ГНОМах применены современные компьютерные и телекоммуникационные технологии на базе последних достижений микроэлектроники и высокочастотной техники. Это позволило создать систему управления, электропитания и передачи видеозображения по одножильному коаксиальному кабелю и таким образом добиться предельно малых габаритов и потребляемой мощности. Управление движением и режимами работы аппарата производится с помощью джойстика Sony, команды которого передаются на аппарат.

Комплекс ГНОМ состоит из собственно подводного аппарата, катушки с кабелем и надводного блока (рис.5).

Корпус подводного аппарата выполнен в виде герметичного алюминиевого цилиндра с иллюминатором для видеокамеры. К корпусу прикреплены 4 мини- электродвигателя с гребными винтами (два горизонтальных по бортам и два вертикальных по носовой и кормовой оконечностям корпуса) и плавучесть из пенопласта. Такая конструкция позволяет управлять аппаратом не только по углу курса, но и по дифференту, что бывает необходимым при осмотрах. Внутри корпуса размещен электронный блок системы управления, цветная видеокамера, кольцо осветительных светодиодов вокруг телевизионной камеры, электронный компас Precision navigation и датчик глубины, мембрана которого выходит наружу.

Двигатели аппарата ГНОМ сделаны на базе отечественных электромоторов постоянного тока ДПР 42 (модификации с редкоземельными магнитами). Для передачи вращения с помещенного в прочный корпус электромотора на ось гребного винта разработана дисковая магнитная муфта, что позволило существенно сократить потери мощности по сравнению с сальниковым уплотнением.

Для подсветки использованы сверх- яркие экономичные светодиоды, имеющие КПД 80% и практически неограниченный ресурс работы.

Управляет работой аппарата внутренний микрокомпьютер, который принимает команды через кабель связи. Он также обрабатывает данные с датчика глубины, компаса и осуществляет



Рис.5. Комплект осмотрового микро ТПА «Гном»

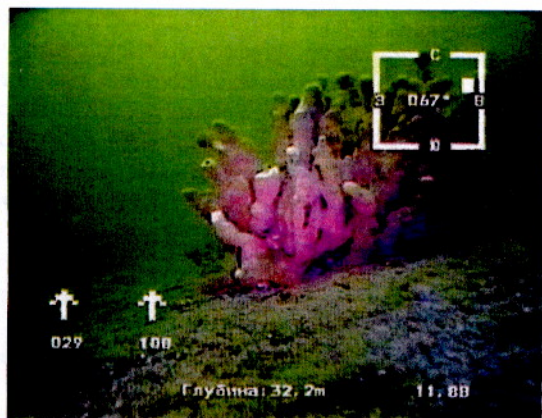


Рис.6. Кадр телевизионного изображения, полученного с помощью ТПА «Гном»

коммуникацию (в модулированном цифровом коде) через кабель с блоком управления.

Для связи с аппаратом использован коаксиальный кабель, намотанный на пластмассовую катушку. В системе ГНОМ использован одножильный коаксиальный кабель диаметром 3 мм и длиной до 200 м. По этому кабелю на ГНОМ передается электропитание (180В) и команды управления (сверху вниз), а видеосигнал с камеры, показания датчика глубины и компаса передаются с ГНОМа вверх в надводный блок. Кабель — гибкий и прочный (в оболочке использованы кремнеорганические нити) намотан на пластмассовую катушку размером 30х30х12 см, в которой может быть установлен разъем со скользящим контактом. Такой кабель позволяет ГНОМу легко маневрировать и удаляться на расстояния 150—200 м от места спуска, он намного дешевле (45—60 р./м) многожильных кабелей, используемых в большинстве известных аналогичных аппаратах, например, Videoray 2000 фирмы Videoray Inc, США или Seabotix фирмы Seabotix (6—15 USD\м).

В надводном блоке размещены источник питания, электроника передачи команд/данных/видео и пульт управления. Пульт управления — ручной пульт Sony Play station с двумя джойстиками. Надводный блок может быть дополнен плоским видеомонитором. Имеется также стандартный видеовыход (разъем RCA «Тюльпан») для подключения к телевизору или видеомагнитофону. Электропитание либо автономное (встроенный или внешний аккумулятор), либо внешнее 220 В. Вся система с пультом управления размещается в двух переносных чемоданах Pelican: сам аппарат с катушкой кабеля в одном, а блок питания/управления и джойстик — в другом (там же есть место для мини-аккумулятора 12В/12АЧ и зарядного устройства).

Вся информация с ГНОМа выводится на экран монитора в режиме «телетекст» (наложение алфавитно-цифровых данных на видеозображение), включая многоуровневые меню режимов работы, настройки и калибровки. Реализованный в ГНОМе двунаправленный канал передачи цифровых данных, а также наличие аналоговых и цифровых интерфейсов позволяет дополнять ГНОМ датчиками и рядом дополнительных устройств, таких как эхолот (в финальной стадии разработки), транспондер для акустической навигации и др. В блоке управления COM порт, позволяющий осуществлять управление с ПЭВМ.

Базовая модель — аппарат с двумя горизонтальными и с двумя вертикальными движителями, расположенными вдоль корпуса, что позволяет ему наклоняться вверх— вниз в режиме реверса

вертикальных моторов. Максимальная рабочая глубина — до 120 м, длина кабеля до 230 м, напряжение на кабеле 180 В. Аппарат оснащен цветной камерой высокого разрешения (450 твл) с электронным приближением (режим «Digital zoom» с функциями объектива). Вокруг камеры и по бортам аппарата размещены светодиодные осветители (всего 35 шт.), яркость которых отдельно и плавно регулируется от нуля до максимума с джойстика, что весьма необходимо для съемок под водой при разной освещенности и мутности. В аппарате возможна установка второй видеокамеры с собственным осветителем для вертикального или бокового обзора вместо заднего вертикального движителя. Изображения, передаваемые с обеих камер на поверхность, выводятся на монитор по одному путем переключения с пульта управления. Такой вариант размещения камер особенно удобен для осмотра днищ судов и подводных частей гидротехнических сооружений. Таким же образом предусмотрено подключение модуля эхолота. Вес аппарата в сборе — 3 кг. В качестве пульта управления используется уже упомянутый джойстик Sony. В чемодане с блоком питания и управления есть отсек для 12 В/12 АЧ батареи питания с устройством подзаряда, а также плоский ЖК-видеомонитор (с диагональю 5,6 или 6,8 дюйма). Максимальная скорость аппарата — 2 узла. Общая потребляемая мощность всей системы вместе со встроенным плоским ТВ-монитором составляет 150 Вт, что позволяет использовать внутренний мини-аккумулятор 12 В/12 Ач. При батарейном питании длительность работы составляет в среднем режиме потребления около часа. Таким образом, система полностью автономна, а ее малые вес (общий вес 18 кг) и габариты позволяют транспортировать ее одному человеку.

Модель «Супер- ГНОМ» имеет максимальную тягу среди аппаратов семейства ГНОМ, что достигается использованием четырех горизонтальных движителей при одном вертикальном. Этот вариант аппарата собран из тех же конструктивных блоков (кроме плавучести), что и базовая модель. Количество боковых осветителей в этой модели увеличено вдвое. Эта модель в настоящее время дорабатывается до глубин 200-250 м при длине кабеля 250-300 м.

Модель ГНОМ-микро, предназначенная для широкого применения, представляет собой аппарат весом менее 1,5 кг, с двумя горизонтальными и одним вертикальным движителем. Цветная видеокамера на этой модели помещена в полусферу из органического стекла и имеет возможность наклона вверх-вниз (что обеспечивает угол обзора по вертикали 180°). Питание 48 В, видеосигнал и команды управления передаются по одножильному коаксиальному кабелю.

Модель имеет рабочую глубину до 60 м и максимальную скорость — 1,5 узла.

ТПА серии «Гном» успешно эксплуатируются в течении последних лет в совместных экспедициях ИО РАН и МЧС России на Байкале, Балтийском, Белом и Черном морях, а также во внутренних водоемах. Десять комплексов ТПА «Гном» разных модификаций приобретены и широко используются подразделениями МЧС России (ГУ «Госакваспас», ВНИИ ГО ЧС), Росэнергоатома, Генпрокуратуры РФ и подводно-техническими подразделениями ОАО Газпром.

ТПА серии «Гном» оказались востребованы и в ряде стран Европы и в США и в Индии, по заказам которых они были изготовлены и поставлены, причем наряду с благоприятными отзывами наблюдается заметно растущий спрос на мобильные комплексы ТПА, а также оснащение их рядом дополнительных устрств.

Гибкость микрокомпьютерной архитектуры ТПА и системы телекоммуникации ТПА серии «Гном», позволяет использовать их, в условиях доступности современной элементной базы, как основу для создания в короткие сроки ТПА любого класса.

Так примененные в ТПА «Гном» технические решения с успехом использованы при модернизации ТПА «SeaLion» (США), проведенной в этом году специалистами ИО РАН по заказу МЧС России. На аппарате установлен и адаптирован к системе гидролокатор кругового обзора, добавлен ряд датчиков и компьютерная система управления. Это позволило превратить ТПА «SeaLion» из осмотрового в поисково-осмотровый аппарат, значительно повысив эффективность подводных работ. В настоящий момент проводятся испытания уникальной двухзвенной поисково-осмотровой системы на базе ТПА «SeaLion» и ТПА «Гном», запускаемого с ТПА «SeaLion». Проработан вариант ТПА «Гном», оборудованный промежуточным звеном - гаражем, который опускается с борта судна или самолета-амфибии и фиксируется на дне.

В дальнейшем планируется доработка ГНОМов в части увеличения глубины погружения до 200 м и более, установки второй видеокамеры, удвоения количества маршевых движителей и осветителей, установки эхолота. Для определения местоположения аппарата относительно судна предполагается создание системы акустического позиционирования. В настоящее время заканчивается разработка системы работы с ГНОМом через локальную сеть и

Интернет, что позволит использовать аппарат как подводную веб-камеру с возможностью управления по каналу Интернет.

Надо отметить, что в ИО РАН разработка телеуправляемой техники ведется также в Лаборатории научной эксплуатации глубоководных обитаемых аппаратов. Используя свой обширный опыт и знания в области глубоководной техники, инженеры Лаборатории создали уникальный ТПА «Сергеич» с рабочей глубиной 6000м, управляемый с борта ГОА «Мир», оборудованный телевизионными камерами и подводным освещением. Такие модули предназначены для обследования с ГОА «Мир» внутренних помещений затонувших объектов; они управляются по кабелю из обитаемой сферы ГОА и могут уходить от них на расстояние до 60м.

Литература.

1. Институт океанологии им.П.П.Ширшова: Полвека изучения Мирового океана. Под ред М.Е.Виноградова и С.С.Лаппо. - М.: Наука, 1999, сс.181-214.