

NEW DEFENCE ORDER  
STRATEGY

№ 3 (45) 2017

# НОВЫЙ ОБОРОННЫЙ ЗАКАЗ

СТРАТЕГИИ

ДОВЕРЯТЬ ИЛИ ПРОВЕРЯТЬ



## 06-17

### ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

**8** Экспорт военных кораблей

**16** Крупнейшие военно-морские выставки мира: МВМС – один из лидеров

## 18-35

### МЕЖДУНАРОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**20** Кто склонен милитаризовать Арктику?

**22** Конвенция ООН по-китайски

**26** НАТО в Арктике надо...

**30** Великобритания. Стратегический флот



## 36-79

### СТРАТЕГИИ И ТЕХНОЛОГИИ

**38** Занимательная арифметика. ВМФ. СССР – Россия. Часть I

**42** Огонь, вода и медные трубы

**48** Энергетика современных боевых кораблей

**54** ОАО «ВЗРД «Монолит»

**56** ЗАО НИЦ «РЕЗОНАНС»

**60** Завод «Проммаш»: оборудование для камбуза

**61** Завод «Пензаспецавтомаш»

**62** Несокрушимый «Алмаз» на службе у пограничников

**63** Противоминные корабли XXI столетия

**64** Подводные манипуляторы

**68** МВМС-2017

**70** БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

**72** Морские титановые сплавы

**74** Новые судовые кабели для Военно-Морского флота России

**76** В диалоге с антимонопольной службой и РСПП

**78** «ИНТЕРПОЛИТЕХ-2017»



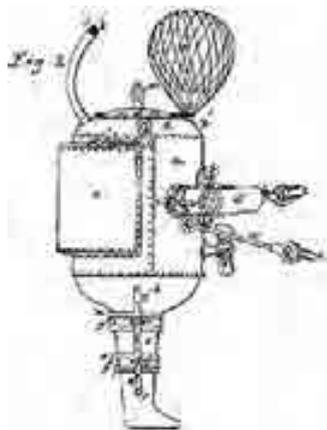


Рис. 1  
Скафандр Филлипса



Рис. 2  
Аппарат Романо



Рис. 3  
Обитаемый подводный аппарат  
Aluminaut

# ПОДВОДНЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ

В.Ю. Занин, советник генерального директора АО «НПП ПТ «Океанос»  
Б.А. Гайкович, к.т.н., заместитель генерального директора АО «НПП ПТ «Океанос»  
И.А. Путинцев, инженер-конструктор АО «НПП ПТ «Океанос»

**Манипулятор – механизм для управления пространственным положением орудий, объектов труда и конструкционных узлов и элементов (Wikipedia)**

Разработчики подводной техники всегда стремились создать устройство, выполняющее механическую работу без непосредственного контакта рук исполнителя с объектом работы. Первые манипуляторные конструкции были примитивными и предполагали использование мускульной силы пилота. Например, первый полностью герметичный жесткий скафандр Филлипса (рис. 1) или жесткие нормобарические скафандры Нойфельда-Кунке, один из которых находился в распоряжении ЭПРОН в первой трети XX века.

Ранние манипуляторы, как правило, выполняли одну, в лучшем случае две функции (вращение и/или сжатие схвата). Довольно быстро, с ростом технологий подводных исследований, стало очевидно, что этого недостаточно. Кроме того, недостаток мощности в случае использования мускульного привода оказывался существенным ограничивающим фактором. Был необходим силовой привод, и манипуляторы обзавелись собственными «мышцами» – сервоприводами, системами управления,

датчиками и т.д., без чего невозможно представить современный подводный робототехнический комплекс.

Одной из весьма удачных демонстраций относительно современных силовых гидравлично-пневматических манипуляторов стал «Подводный судоподъемный аппарат» Юджина Романо (Submarine Salvage Apparatus, США, 1933) (рис. 2). Манипуляторы обладали четырьмя суставами, комплектовались 12 сменными насадками и, по словам современников, позволяли Романо играть ими в карты. Однако, после изучения кинематической схемы и органов управления, последнее заявление представляется крайне сомнительным, так как устройство «рук», хоть и механически весьма изощренное, явно не позволяло проводить столь тонкие операции, которые и современным манипуляторам даются с трудом.

На одном из наиболее известных обитаемых подводных аппаратов (ОПА) Aluminaut (рис. 3), вписавшем свое имя в историю подводной техники целым рядом ярких эпизодов (например, поиск водородной бомбы у острова Палома-

рес), можно видеть уже вполне современные гидравлические манипуляторы, разработанные компанией General Electric. На почти трехметровом полном вылете они могли поднимать до 100 кг, имели по пять суставов и были изготовлены из алюминия – это обеспечивало их вес всего 150 кг на воздухе. Это отличные характеристики и для 2017 года, а ведь Aluminaut был построен в 1964 году, более полувека назад.

Революция в подводной робототехнике, приведшая к появлению и широчайшему распространению телеуправляемых подводных аппаратов (ТПА), не обошла и манипуляторные системы. С увеличением основных рабочих глубин на морских месторождениях сверх пределов, доступных водолазам (более 300 м), ТПА и их манипуляторы становятся единственным средством выполнения ПТР, и от качества и функциональности этих устройств напрямую зависит успех всего проекта.

Представленные на рынке манипуляторы можно условно разделить на два класса – устройства для ТПА рабочего

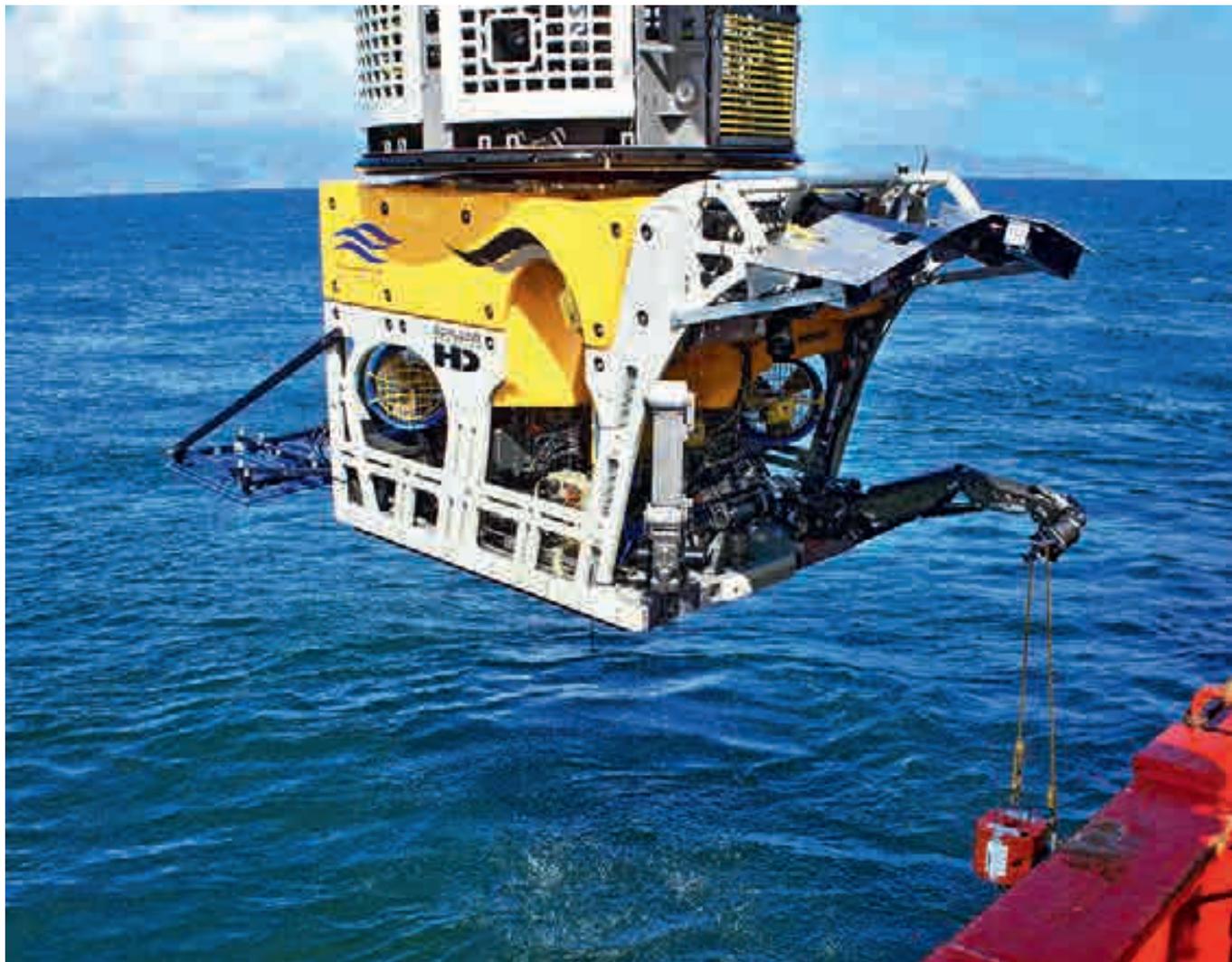


Рис. 4 ТПА Schilling Robotics HD с установленными манипуляторами Titan и Atlas

Рис. 5  
Манипулятор АО «НПП ПТ «Океанос»Рис. 6  
Схват манипулятора АО «НПП ПТ «Океанос»

(«тяжелого») и обзорного/рабочего («легкого») класса. Манипуляторы для аппаратов рабочего класса выполняются, как правило, по гидравлической схеме, обладают вылетами свыше 1,5 м и грузоподъемностью от 100–150 кг. Обычно такие манипуляторы имеют от пяти до семи функций. Необходимо отметить, что на 80% «рабочих» ТПА по всему миру установлены манипуляторы Orion или Titan компании Schilling Robotics (рис. 4), входящей в состав корпорации TechnipFMC. Даже производители, аппараты которых напрямую конкурируют с продукцией Schilling, устанавливают на свои ТПА манипуляторные системы своего конкурента.

Рынок манипуляторов для аппаратов легкого класса (а также для АНПА) значительно более разнообразен. Некоторое время назад были популярны гидравлические устройства Hydrolek (Великобритания), но проблемы с качеством, а затем кончина ведущего разработчика компании привели к резкому снижению популярности этих манипуляторов. Производители «легких»

ТПА (например, Sub-Atlantic или ECA Robotics) создали свои проприетарные конструкции подводных манипуляторов. Однако опыт эксплуатации показывает, что их продукция не лишена «широкого поля» для совершенствования. Учитывая вышесказанное, а также успехи АО «НПП ПТ «Океанос» в эксплуатации и развитии подводных аппаратов (совместный проект с ФГБОУ ВО «СПб ГМТУ»), было принято решение о создании собственной конструкции унифицированного электрического манипулятора с модульным функционалом (рис. 5).

Целью стало создание манипулятора с большим вылетом (850–1500 мм, в зависимости от исполнения) и 5-6 степенями свободы, пригодного для установки на ТПА обзорного и легкого рабочего класса, а также на АНПА и донные базовые станции. В настоящее время идет сборка первого образца устройства.

В ходе разработки семейства АНПА (в том числе типа «глайдер»), о котором мы неоднократно рассказывали ранее,



Рис. 7-8  
**Концепт-проект СПБГМТУ и АО «НПП ПТ «Океанос» АНПА с манипуляторным комплексом**  
 (на рис. 8 представлена для примера устьевая донная арматура TechnipFMC)

были сформулированы основные требования к создаваемому манипулятору:

- наличие съемного схвата манипулятора, допускающего использование дополнительного инструмента и насадок;
- максимальный вес груза, который манипулятор может схватить и перенести в заданное положение, должен составлять не менее 200 Н;
- возможность работы в режиме дистанционного онлайн-управления оператором и в автоматическом офлайн-режиме с использованием систем технического зрения и распознавания;
- максимальная ремонтпригодность в полевых условиях.

Для манипулятора и захватного устройства был выбран электромеханический привод, главное достоинство которого в подводной робототехнике – существенно меньший вес и объем электрического манипулятора. Также важна способность электрических манипуляторов двигаться плавно, без рывков, присущих гидравлике. По надежности, особенно в условиях холодной воды, электрическая схема также имеет преимущество.

Каждая степень манипулятора представляет отдельный модуль. Все модули унифицированы и взаимозаменяемы. Для увеличения досягаемости манипулятора используются проставки между

степенями (модулями), а также при необходимости устанавливаются более мощные двигатели в его приводах. Путем комбинации модулей с различными двигателями, редукторами и проставок можно добиваться оптимальной досягаемости и грузоподъемности.

Для универсальности захватное устройство манипулятора имеет наиболее распространенный вид механических захватов – классическую схему клещевого типа (рис. 6). Сегодня существует большое количество вариаций механических захватных устройств клещевого типа, способов и методик расчета, кинематических схем и уже реализованных устройств, которые успешно справляются с большим количеством задач, решаемых подводными аппаратами. Такое захватное устройство можно успешно реализовать с использованием электропривода без применения каких-либо энергоносителей, кроме электрической энергии, что очень удобно в подводной робототехнике в условиях подводной среды и ограниченности применения.

Захватное устройство является четвертой степенью манипулятора и имеет возможность вращения вокруг своей продольной оси без ограничения угла поворота. Одновременно с вращением может осуществляться открытие-закрытие губок схвата, т.е. захватывание или отпускание объекта происходит независимо от других движений манипулятора. Кроме того, в отличие от схвата с гидравлическим приводом, данная конструкция

продолжит удерживать объект даже при полном отказе питания манипулятора.

Управление манипулятором в онлайн-режиме осуществляется элементом типа «джойстик»: отклонение ручки управления задает скорость вращения степени, а закрытие/открытие схвата осуществляется кнопкой. Важно, что управление всеми четырьмя степенями свободы манипулятора, а также работой захватного устройства возможно производить одним джойстиком при помощи одной руки. Это особенно удобно, когда оператор одновременно управляет, например, еще и подводным аппаратом или другим манипулятором.

В онлайн-режиме роль следящей системы манипулятора выполняет оператор, который контролирует его работу, задает нужное перемещение степеней свободы и управляет захватным устройством. Информация с видеокамер, установленных на аппарате и манипуляторе, поступает на пульт управления подводным аппаратом и отображается на мониторе, где оператор может наблюдать ее.

Режим офлайн в настоящий момент разрабатывается концептуально и будет реализован с развитием технологий технического зрения и распознавания, с оптимизацией программ автоматического перемещения степеней манипулятора и комплексного взаимодействия «объект – манипулятор – аппарат». Ведущее моделирование позволяет прогнозировать выход на тестирование данного режима в течение ближайших 2–3 лет.

С созданием унифицированного манипуляторного модульного комплекса (рис. 7–8) разработчики рассчитывают, что будет «положен еще один кирпич» в обеспечение возможности активного развития отечественной подводной робототехники как в отношении повышения функциональности и снижения себестоимости разрабатываемых и производимых телеуправляемых аппаратов, так и с позиции преодоления наметившегося технологического разрыва в области АНПА с рабочим функционалом, что, в свою очередь, позволит поставлять отечественную подводную робототехнику не только на внутренний рынок, но и иностранным заказчикам. ♦



АО «НПП ПТ «ОКЕАНОС»  
 194295, Россия, г. Санкт-Петербург, а/я 21  
 Тел./факс (812) 292 37 16  
 office@oceanos.ru  
 www.oceanos.ru