



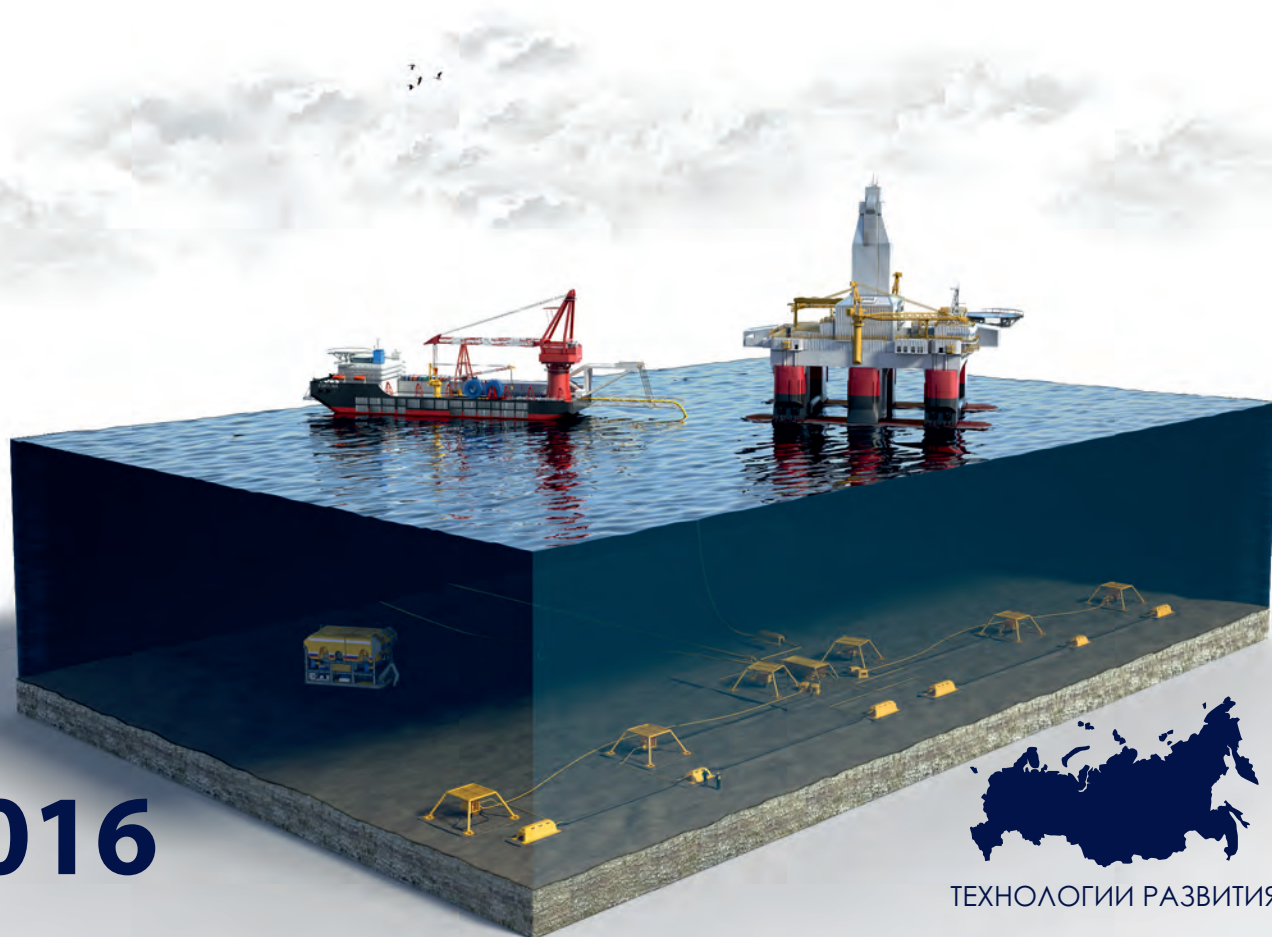
при поддержке Правительства Российской Федерации

СБОРНИК

работ лауреатов

Международного конкурса

научных, научно-технических и инновационных
разработок, направленных на развитие и освоение
Арктики и континентального шельфа



2016

ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1. ЛАУРЕАТЫ ПЕРВОЙ ПРЕМИИ:	11
1.1. Совместная работа «Транспортабельная АЭС с реакторной установкой ВБЭР-300 на основе стационарной ледостойкой платформы для энергообеспечения центров добычи и переработки газа в Арктике», авторский коллектив АО «ОКБМ Африкантов» и АО «Атомэнерго». Петрунин В.В., Фадеев Ю.П., Арефьев А.Е., Кураченков А.В., Новиков В.В., Широков А.В., Рыжков В.В., Иванюк В.Н., Юрьев В.М., Иванов Б.А.	13
1.2. «Ледостойкая самоподъемная буровая установка», авторский коллектив АО «ЦКБ МТ «Рубин»: Торопов Е.Е., Семенов В.Б., Мохов О.А., Заботин Р.Ю.	24
1.3. «Техника - технологические решения по созданию отечественного оборудования для подводной подготовки и компримирования углеводородной продукции при освоении месторождений континентального шельфа Арктики», авторский коллектив ООО «Газпром ВНИИГАЗ»: Морев Ю.А., Ибрагимов И.Э., Мирзоев Ф.Д., Архипова О.Л., Трудов С.А., Дроздов А.В.	37
1.4. Совместная работа «Атомные энергетические модули для энергообеспечения объектов подводно-подледного обустройства месторождений Арктического шельфа», авторский коллектив НИЦ «Курчатовский институт» и АО «СПМБМ «Малахит»: Устинов В.С., Каплар Е.П., Исаков Н.Ш., Зенин В.В., Спиридонов А.А., Антонов В.С., Трапезников Ю.М., Брилевский В.В.	40
1.5. «Оценка риска возникновения повреждений трубопроводов, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации. Моделирование разлива с учетом рельефа местности. Разработка мероприятий по защите территорий Арктики с обоснованием экономической эффективности их применения», авторский коллектив ООО «НИИ Транснефть»: Фридлянд Я.М., Половков С.А., Шестаков Р.Ю., Гончар А.Э., Слепнёв В.Н., Айсматуллин И.Р.	42
1.6. «Создание обучающего компьютерного тренажерного комплекса по управлению технологическими процессами МЛСП «Приразломная», авторский коллектив ООО «Газпром нефть шельф»: Мохнаткин И.В., Пасторов С.П., Артюхов А.В., Галляветдинов А.А., Жилин Е.В., Билалов А.Д., Агафонов Д.В.	45
2. ЛАУРЕАТЫ ВТОРОЙ ПРЕМИИ:	51
2.1. Совместная работа «Манипуляторный комплекс для подводной работы на объектах донной инфраструктуры морского нефтегазового комплекса в подледных условиях мелководных и глубоководных районах», авторский коллектив ЗАО «НПП ПТ «ОКЕАНОС», ФГБОУ ВО СПб ГМТУ: Занин В.Ю., Кожемякин И.В.	53
2.2. «Глубоководный сейсмический комплекс для изучения типа земной коры океанических бассейнов (применительно к проблеме обоснования границ континентального шельфа России в Арктике)», авторский коллектив ОАО «МАГЭ»: Казанин Г.С., Морозов И.С.	58
2.3. Совместная работа «Расчетно-экспериментальные исследования защитных конструкций в обеспечение поиска эффективных технико-экономических решений для проведения всесезонных буровых работ на мелководных участках арктического шельфа», авторский коллектив АО «СПМБМ «Малахит», АО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», ФГУП «Крыловский ГНЦ»: Антонов В.С., Горшков И.А., Трапезников Ю.М., Миловский М.И., Вацило Д.Л., Гуреев Д.В., Виноградов М.Е., Убытков М.А., Бакановичус Н.С., Добродеев А.А.	63
2.4. «Автоматизированный комплекс по глушению скважин», ООО «ИнТех», автор: Коротченко А.Н.	67
2.5. «Автоматизация процессов подготовки и обучения персонала, осуществляющих работу на объектах шельфов арктических морей», авторский коллектив ООО «Газпром нефть шельф»: Карамутдинова Д.М., Шакурьянова Ю.Р., Постников М.М., Сайфутдинов Р.К.	71
2.6. «Стратегическое управление нефтегазовым комплексом на основе оценки технико-экономического потенциала морских углеводородных месторождений Арктики», ООО «Газпромнефть-Сахалин», автор: Фадеев А.М.	79
2.7. Создание современных технологий безопасной проводки крупнотоннажных судов в ледовых условиях на основе разработки инновационных технических средств для разрушения льда, ФГУП «Крыловский государственный научный центр»: Сазонов К.Е., Апполонов Е.М., Тимофеев О.Я., Добродеев А.А., Клементьева Н.Ю., Дехтярук Ю.Д., Шапошников В.М. Кудрин М.А., Маслич Е.А.	82

3. ЛАУРЕАТЫ ТРЕТЬЕЙ ПРЕМИИ:	85
3.1. «Комплексная оценка безопасности опасного производственного объекта МЛСП «Приразломная», авторский коллектив ООО «Газпром нефть шельф»: Гайдуков О.Н., Айрапетян М.И., Коломыйцева В.И., Тимофеева И.А.	87
3.2. «Разработка актуализированной геологической модели моря Лаптевых и сопредельных глубоководных зон для уточненной оценки его углеводородного потенциала», авторский коллектив ОАО «МАГЭ»: Казанин Г.С., Кириллова Т.А.	94
3.3. «Безбумажные технологии при достройке МЛСП «Приразломная», АО «ПО «Севмаш», автор: Богданов В.И.	96
3.4. «Изучение Арктического шельфа Российской Федерации с целью поиска и открытия новых крупных и уникальных месторождений нефти и газа», авторский коллектив Московского Государственного Университета имени М.В. Ломоносова: Сулова А.А., Сауткин Р.С., Мордасова А.В., Агашева М.А., Катков Д.А., Карпов Ю.А., Гильмуллина А.А., Пушкарева Д.А.	98
3.5. «Разработка предложений по созданию Государственной интегральной автоматизированной системы мониторинга наземной, воздушной, надводной и подводной обстановки (ГИАСМО) в Арктике», авторский коллектив Арктической общественной академии наук: Митько В.Б., Минина М.В., Митько А.В., Зимин Н.С., Баглаев С.Б.	101
3.6. «Нефтегазовый кластер Арктики», авторский коллектив ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»: Крук М.Н., Никулина А.Ю., Евдокимова В.Ю., Недвецкий Н.А., Рубинская П.Д., Яковлева В.А., Шулепов В.А., Гаврилова А.А.	104
ООО «НПК «УТС ИНТЕГРАЦИЯ». Специализированный межотраслевой интегратор для решения производственно-технологических задач предприятий с применением лазерных технологий. Генеральный партнер Международных конкурсов научных, научно-технических и инновационных разработок.	108
Проект «Приразломное»	118
ОСНОВЫ МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ АРКТИКИ, И.В. Паничкин, преподаватель кафедры Правового регулирования ТЭК МГИМО (У) МИД России, заместитель начальника отдела международных договоров Минэнерго России	119
РАЗВЕДКА УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТИЧЕСКИХ ВОДАХ. ПОИСК ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ, к.т.н. И.О. Сочнева, д.т.н. О.Я. Сочнев	123

ЗАО «НПП ПТ «ОКЕАНОС»

Манипуляторный комплекс для подводной работы на объектах донной инфраструктуры морского нефтегазового комплекса в подледных условиях мелководных и глубоководных районах

Авторы:

Занин Владислав Юрьевич, советник Генерального директора ЗАО «НПП ПТ «ОКЕАНОС»

Кожемякин Игорь Владиленович, начальник управления оборонных исследований и разработок ФГБОУ ВО СПб ГМТУ

Разработка манипуляторного комплекса для гибридного автономного необитаемого подводного аппарата с гидродинамическими принципом обеспечения движения на длинной дистанции и пропульсивной установкой для обеспечения движения и позиционирования при решении оперативных задач инспекционных и ремонтных работ на объектах донной инфраструктуры морского нефтегазового комплекса, в том числе и в подледных условиях мелководных и глубоководных районах.

Активное развитие подводных робототехнических комплексов для обеспечения подводной добычи углеводородов и решения задач в военной области привело к формированию класса автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) (1).

С учетом препрограммируемого характера миссий АНПА, базовые задачи в основном сводились к мониторинговым и обследовательским работам на площадях (картирование) или линейных объектах (кабель-трассы, магистральные трубопроводы) донного расположения. Накопление опыта работы с АНПА, эволюция технологий и учет экономических факторов со временем вывели АНПА на выполнение работ связанных с точечной донной инфраструктурой («вертикальные» и «горизонтальные» «деревья» устьевой арматуры, райзеры и якорные линии)(2), а также с объектами в приповерхностном и заглубленном положении в водной среде(3). В последнем случае это дало повод даже поменять/уточнить наименование класса АНПА на автономный инспекционный аппарат (Autonomous Inspection Vehicle (AIV)). Эффективная работа АНПА при решении «классических» и новых задач дала толчок к развитию революционных технологий – реализации функционирования манипуляторного комплекса на АНПА (4). Причем не только в технократических целях (непосредственно манипулирование органами управления на донных объектах), но и для экологического мониторинга и контроля, в части сложнейшего глубоководного отбора проб(5).

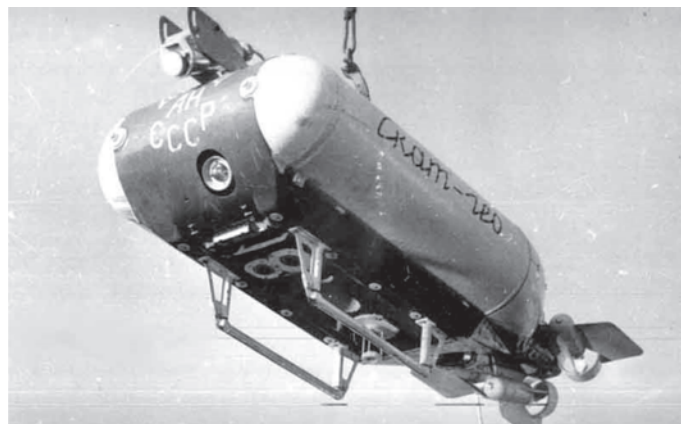


Рис. 1 - АНПА «Скат – гео» 1976 г. ИАПУ ДВНЦ АН СССР (www.imtp.febras.ru/podvodnaya-robototexnika.html?start=1)

При этом, развитие проектов морской нефтегазодобычи Российской Федерации, из года к году за последнее пятилетие увеличивает как количество представляемых моделей подводных робототехнических комплексов, так и количество компаний и организаций занятых разработкой их и их комплектующих (6), с одновременным ростом качества конференций по системам управления применительно к подводной робототехнике (7)(8), как следствие, обеспечивая рост рынка отечественных комплектующих и программного обеспечения для морской робототехники. В данных условиях, исходя из практической необходимости, особенно в целях круглогодичной эксплуатации морских нефтегазовых месторождений в подледных условиях, и практической реализуемости конструкторские коллективы ФГБОУ ВО «СПб ГМТУ» и ЗАО «НПП ПТ «Океанос», ведущие совместную инициативную разработку ряда надводно-подводных морских робототехнических систем (9 – 12), приступили к проработке вопросов перспективного проектирования манипуляторных комплексов для телеуправляемых необитаемых аппаратов II класса (13) и гибридных АНПА.

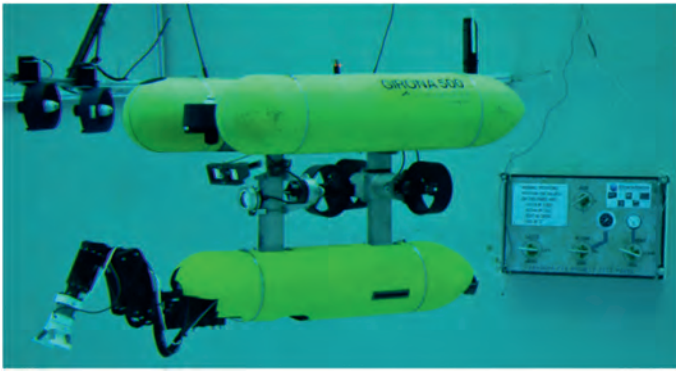


Рис. 2 АНПА "GIRONA 500" в тестовом бассейне с противотоком, блоком клапанов, оснащенный манипулятором комплексом ECA CSIP 5E Micro, 2012 год (www.researchgate.net/figure/283901147_fig2_Fig-8-Girona-500-AUV-in-the-water-tank-equipped-with-the-manipulator-and-a-customized)

Выбор данных классов робототехники, как носителей разрабатываемых манипуляторных комплексов, не случаен. Гибридный АНПА рассматривается как перспективный морской робототехнический комплекс, способный заменить в основной части операций типовой ТПА. Запущенный из районов свободных от льда, он проходит путь в режиме подводного планера с минимальным расходом электроэнергии, а по прибытии на месторождение, переходит в режим обычного АНПА с функциями ТПА. В целях разработки объединяющими факторами служат как «малое водоизмещение» аппаратов (читай «малая полезная нагрузка»), так и невысокая надводная и подводная остойчивость к присоединяемым массам и изменениям моментов. На ТПА частично устранить влияние данных факторов можно с помощью активного применения движительно-рулевых комплексов (как в ручном, так и полу-автоматических режимах). Однако, для АНПА, ограниченных по запасам электроэнергии на борту, да и в силу конструктивных особенностей данный путь противопоказан.

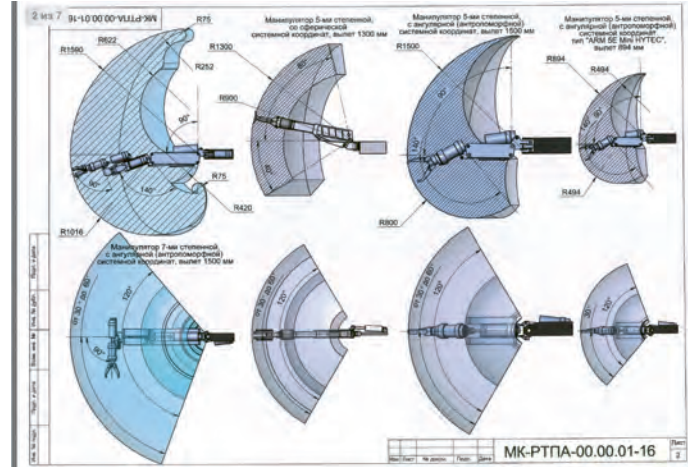
Как следствие, развитие направления модульного манипулятора с электрическими приводами было признано целесообразным, в результате:

- анализа имеющихся технических решений и теоретических изысканий (14-18)
- практического опыта эксплуатации ЗАО «НПП ПТ «Океанос» ТПА II класса типа Н300, оснащенных как гидравлическими так и электрическими манипуляторными комплексами,
- опытной эксплуатации ходового стенда АНПА «Глайдер»
- проведенных собственных расчетов, применительно к АНПА.

Одновременно с выбором типа приводов манипуляторного комплекса проведен значительный объем работы по анализу конструктивного исполнения манипуляторного комплекса и его сопряжению/взаимодействию с носителем. Полученные результаты положены в основу практического проектирования и моделирования ряда манипуляторов с разбивкой на 3 этапа:

1-ый этап. Изготовление и отработка манипуляторного комплекса для ТПА

2-ой этап. Дальнейшее сопряжение манипуляторного комплекса с гибридным глайдером (АНПА с гидродинамическим принципом движения с периодическим использованием пропульсивной движительной установки и дистанционного управления)



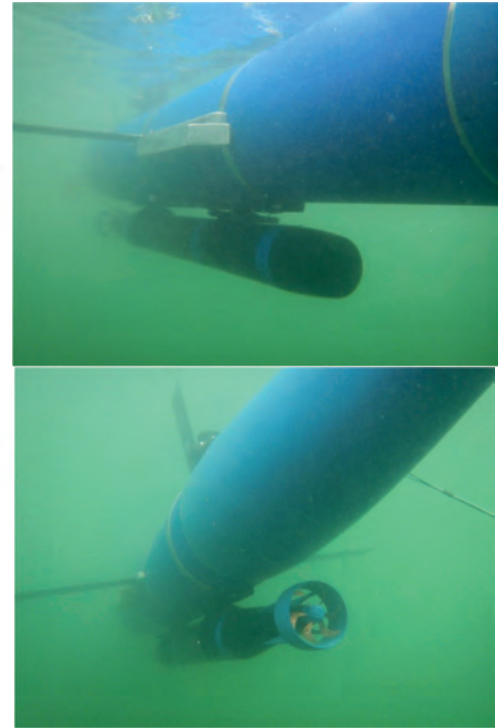


Рис. 4. АНПА «Глайдер 2.0» с макетом АНПА экологического мониторинга СПб ГМТУ на внешней подвеске. Общий вид и фото в процессе отработки. Фотографии ЗАО «НПП ПТ «Океанос»

2. Практическая отработка системы управления аппаратом во всех режимах (ручного дистанционного управления, полуавтоматического управления, автоматического управления)
3. Проверка и отладка каналов связи «аппарат-оператор»
4. Проверка функционирования механических и электронных компонент существующей конструкции аппарата
5. Проверка алгоритмов и практического функционирования бортовой аварийно-спасательной системы
6. Практическая отработка задач использования полезной нагрузки
7. Экспериментальное определение возможности использования глайдера для буксировки внешних антенн (например, гидрофонов) и транспортировки внешних модулей в заданную точку (рис. 5).



Рис. 5 АНПА «Глайдер 2.0» с макетом ГПБА длиной 15 м. Фотография ЗАО «НПП ПТ «Океанос».

В результате запланированной и проведенной опытной эксплуатации АНПА «Глайдер 2.0» получены результаты, подтверждающие верность принятой концепции и практическую реализуемость проекта.

В частности, была сформирована база для практического моделирования движения и управления гибридным АНПА типа «Глайдер» с манипуляторным комплексом на таких этапах как:

- переход от мест базирования (запуска) аппарата к местам выполнения работ на объектах донной инфраструктуры,
- непосредственное маневрирование и сами работы на объекте с учетом ходовых качеств АНПА, форм-фактора манипулятора и сложности системы аппарат-манипулятор.

В качестве базы для практического моделирования разработчики использовали:

- выполненные замеры скорости прохождения мерного участка в различных конфигурациях аппарата (как конструктивного исполнения, так и алгоритмов управления (рис. 6, 7)) с различной полезной нагрузкой (табл. 1).
- проведенные расчеты по кинематике манипуляторных комплексов (рис. 3)

№ испытаний	Конфигурация	Среднее время прохождения, с	Скорость, м/с (уз)
2	Стандартная	238	0,189 (0,367)
3	Без крыльев	279	0,161 (0,313)
4	С имитатором гибкой протяженной буксируемой антенны (ГПБА)	380	0,118 (0,229)
5	С макетом АНПА (модульного манипуляторного комплекса) на внешней подвеске	395	0,114 (0,225)

Таблица 1. Результаты замера времени прохождения мерного участка 45 м

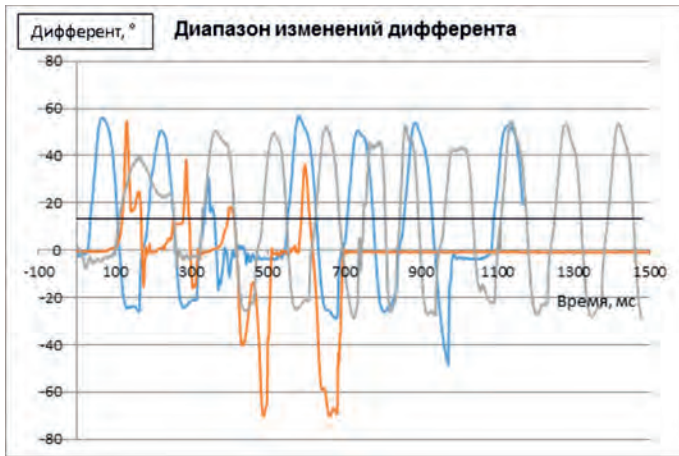


Рис. 6 Изменение дифферента в телеуправляемой конфигурации АНПА «Глайдер 2.0» при отключенных ассистентах автоматической системы управления по результатам опытной эксплуатации.

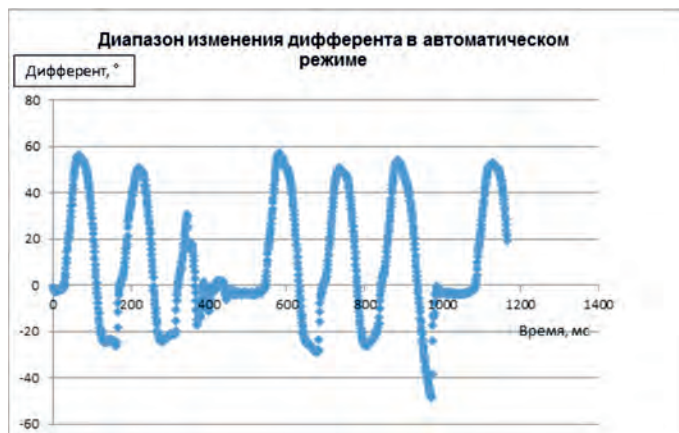


Рис.7. Углы дифферента АНПА «Глайдер 2.0» при работе автоматической системы управления по результатам опытной эксплуатации

Безусловно, кроме проектирования непосредственно исполнительного манипуляторного механизма с учетом, как ходовых качеств носителя, так и непосредственно кинематики манипулятора и имеющегося мирового опыта (рис. 8), гораздо большей проблемой представляется обеспечение вопроса программного или программно-дистанционного управления манипуляторным комплексом. Но в свете активного развития средств технического зрения и средств высокоскоростной подводной связи (19)(20), вопросы обеспечения работы манипуляторного комплекса АНПА, с учетом роста внешней кооперации проекта, представляются решаемыми (с ТПА таких вопросов не возникает).

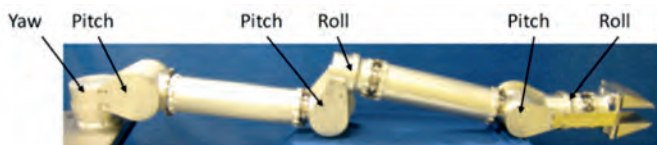


Рис. 8 Модульный электроприводной манипулятор АНПА с 6-ю степенями свободы, рабочей зоной 1,5 м и рабочей глубиной 6000 м Subsea Arctic Manipulator for Underwater Retrieval and Autonomous Interventions (SAMURAI) разработки UMD Space Systems Laboratory (5)

Во всяком случае, к моменту практического решения данного вопроса, планируется уже иметь ряд манипуляторов отработанных на ТПА. Подобная методика подготовки к решению проблемных задач, осуществляемая ФГБОУ ВО СПб ГМТУ и ЗАО «НПП ПТ «Океанос» уже положительно себя зарекомендовала, позволив вести отработку на созданном ходовом стенде «Глайдер» таких комплектующих и составных частей подводных робототехнических комплексов, как:

- Измеритель скорости течения ИСТ-1М, авторский коллектив Институт Природно-Технических Систем г. Севастополь (ранее ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН» г.Севастополь);
- Высокоточный приемник давления ПДС-1, АО «НПП «Радар-ММС»;
- Высокоточный температурный датчик, АО «НПП «Радар-ММС»;
- Гидроакустическая навигация с длиной базой, ОАО «Лаборатория подводной связи и навигации» (рис. 9).



Рис. 9 Антенна отечественной системы гидроакустической навигации на АНПА «Глайдер 2.0»

Кроме того, учитывая стендовое (ходовой стенд) исполнение имеющихся и проектируемых ФГБОУ ВО СПб ГМТУ и ЗАО «НПП ПТ «Океанос» АНПА, систем управления и связи в конструкцию и схемотехнику аппаратов заранее закладываются механические и электрические интерфейсы под манипуляторный комплекс и сопутствующее оборудование, что позволит ускорить адаптацию и отработку манипуляторных комплексов АНПА.



Рис. 10. Концепт проект ФГОУ ВО СПб ГМТУ и ЗАО «НПП ПТ «Океанос» АНПА с манипуляторным комплексом

Литература:

1. www.imtp.febras.ru/letopis/58.html?task=view
2. www.ecagroup.com/en/solutions/alistar-3000-av-autonomous-underwater-vehicle
3. www.subsea7.com/content/dam/subsea7/documents/technologyandassets/LOF_AIV.pdf
4. "Development of an underwater manipulator mounted for an AUV" M. Ishitsuka, 2005, Oceans 2005 MTS/IEEE, Washington D.C.
5. "Development and Testing of a Dexterous Manipulation Capability for Autonomous Undersea Vehicles" Barrett E. Dillow, David L. Akin, Graig R. Carignan, 2009, AIAA Infotech@Aerospace Conference, Seattle
6. www.robotrends.ru/robopedia/katalog-podvodnyh-robotov
7. www.psct.ru
8. www.imtp.febras.ru/tpomo-6-28-sentyabrya-2-oktyabrya-2015-g.html
9. www.oceanos.ru/news/98
10. www.oceanos.ru/files/image/news/KVZ_SMTU/SMTU_KVZ_2015.pdf
11. www.oceanos.ru/news/150
12. www.oceanos.ru/news/157
13. www.imca-int.com/ (F(dYRCGyziIU2CkHn3fC8ZiaUXdYuylyrywaKeBFzX2ehuCGN97JYfeonDKvc6nDFIGHll1-QadOFgPtt7mxkTnUzo3r0FsW6PjQHQ4dZV170BdScjssh4n4ERq21grA17JBrhd-GQ9FNtgKYCIZoDBcdrMvjX3fpNAaYqWnQs7Bw1))/media/72417/imcar004.pdf
14. www.ecagroup.com/en/solutions/rov-platform-inspection
15. www.hydro-lek.com/datasheets/Manipulators/HLK-43000.pdf#view=FitH
16. www.rovinnovations.com/manipulator-arms.html
17. "Virtual kinematic chains to solve the underwater vehicle-manipulator systems redundancy" Carlos H.F. dos Santos, Raul Guenther, Daniel Martins, Edson R. De Pieri, 2006, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, July/Sept.
18. "Autonomus I-AUV Docking for fixed-base Manipulation" Narcis Palome, Pase Ridao, David Ribas, Guillem Vallicrosa, 2014, 19th World Congress The International Federation of Automatic Control, Cape Town
19. www.oceanos.ru/news/160
20. www.unavlab.com

