

## Резюме проекта, выполняемого/выполненного

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.613.21.0018

Тема: «Разработка информационно-управляющей системы для автономных подводных транспортных средств нового поколения с элементами искусственного интеллекта»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика; Науки о жизни; Индустрия наносистем; Информационно-телекоммуникационные системы

Критическая технология: Технологии информационных, управляющих, навигационных систем

Период выполнения: 22.10.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 19.24895 млн. руб.

Бюджетные средства 9.44895 млн. руб.,

Внебюджетные средства 9.80 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук

Индустриальный партнер:

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, высокоточное управление, навигация, планирование траекторий, подводный манипулятор, групповое управление, информационно-управляющие системы

#### 1. Цель проекта

Создание новых методов проектирования высокоэффективных автономных автоматических подводных транспортных комплексов нового поколения с существенно расширенными функциональными возможностями и показателями качества, способных выполнять различные подводно-технические работы и задачи в автоматическом режиме в условиях полной или частичной неопределенности с использованием нескольких совместно действующих автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), обладающих элементами искусственного интеллекта.

#### 2. Основные результаты проекта



В ходе выполнения второго этапа проекта выполнена первая очередь (основная часть) комплексных научно-исследовательских работ, направленных на решение теоретических проблем, связанных с разработкой интеллектуальных информационно-управляющих систем (ИИУС) АНПА, предназначенных для выполнения различных подводно-технических работ в автоматическом режиме в условиях полной или частичной неопределенности с использованием нескольких совместно действующих АНПА.

Разработана архитектура ИИУС АНПА, состоящая из совокупности взаимодействующих унифицированных компонентов и позволяющая реализовать простую расширяемость ее функциональных свойств. Был выделен базовый набор компонентов, который позволяет решать задачу высококачественного управления АНПА в условиях неопределенности окружающей среды, а также была сформирована система сообщений для этого базового набора компонентов ИИУС. Были составлены алгоритмы работы каждого компонента ИИУС и проведено математическое моделирование ее работы при различных ограничениях, накладываемых на параметры компонентов и каналов связи между ними. Результаты моделирования показали, что предложенная архитектура ИИУС полностью удовлетворяет требованиям ТЗ на ПНИ и обладает большим потенциальными возможностями для дальнейшего расширения.

Разработан метод синтеза простых для реализации систем управления (СУ) движением АНПА, но обеспечивающих высокую динамическую точность управления движением АНПА по заданным сложным траекториям.

Разработан метод комплексирования данных, полученных от бортовых навигационных датчиков и видеокамер АНПА, позволяющий реализовывать навигационные системы, построенные на относительно недорогих датчиках и обеспечивающих точную навигацию АНПА вблизи объекта работ.

Разработаны методы синтеза систем, позволяющих увеличить эффективность выполнения многих важных технологических операций, выполняемых с помощью бортовых манипуляторов. При этом достоинством предложенных решений является их простая реализация, а также возможность использования для реализации процесса полностью автоматического выполнения указанных операций.

Разработан обобщенный алгоритм диагностирования и аккомодации к дефектам в навигационных датчиках и движителях АНПА, который позволит повысить надежность функционирования АНПА.

Новизна решений, применяемых при разработке ИИУС, заключается в использовании нового принципа управления движением АНПА, основанного на управлении не только самими АНПА, но и программными сигналами, задающими параметры их движения; нового метода синтеза систем стабилизации положения АНПА при работе его подводного манипулятора; новых методов оперативной диагностики устройств и систем АНПА, а также методов аккомодации к выявляемым неисправностям, обеспечивающих не только быстрое и точное обнаружение возникающих дефектов, но и устранение их последствий. Преимуществом предлагаемых решений по сравнению с аналогичными подходами является их ориентация на повышение степени автономности выполнения подводных операций, а также увеличение скорости их выполнения без снижения точности, что позволит увеличить производительность и эффективность применения АНПА.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613573 от 19.03.2015 «Программа для диагностирования работы датчиков угловых скоростей на подводном аппарате», РФ.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015613571 от 19.03.2015 «Программа для диагностирования работы бортового компаса на подводном аппарате», РФ.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Разрабатываемый в ходе выполнения проекта единый подход к построению ИИУС подводных робототехнических комплексов, содержащих один или несколько АНПА, функционирующих в условиях неопределенности и существенной переменности параметров внешней среды, позволит создавать реальные универсальные образцы подводной техники нового поколения с принципиально новыми характеристиками и функциональными возможностями, которые смогут успешно заменить человека при выполнении многих важных функций и задач в экстремальных условиях подводного пространства. Эта многофункциональная подводная робототехника может быть использована для быстрого и качественного экологического мониторинга морских акваторий (особенно подо льдом) и трубопроводов, для поиска и обследованию затонувших объектов, для участия в подводных поисково-спасательных операциях, для строительства и эксплуатации донных сооружений и последующих инспекций (обследования) их технического состояния, для поиска месторождений полезных ископаемых, для обследования подводных частей судов, находящихся в сложной ледовой обстановке.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Внедрение разрабатываемой ИИУС АНПА позволит повысить эффективность использования подводной робототехники в процессе выполнения сложных подводных операций за счет увеличения степени автоматизации и скорости выполнения этих операций. Кроме того, возможность управления группой АНПА позволит не только быстро обнаруживать подводные объекты, но и решать новые типы важных задач в различных сферах деятельности, связанной с освоением Мирового океана.

## 6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация результатов проекта (в исходной заявке на проект) не предусмотрена. Однако потребителями полученных результатов могут быть организации, занимающиеся проектированием АНПА нового поколения. Эти АНПА могут использоваться организациями, занимающиеся исследованием и освоением Мирового океана, включая строительство подводных сооружений, разведку и добычу полезных ископаемых, а также аварийно-спасательными службами.

## 7. Наличие соисполнителей

Не предусмотрено на данном этапе.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт автоматизации и процессов управления  
Дальневосточного отделения Российской академии наук

\_\_\_\_\_  
Директор  
(должность)



\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Кульчин Ю.Н.  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель работ по проекту**

\_\_\_\_\_  
Заведующий лабораторией ИАПУ ДВО РАН  
(должность)

М.П.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Филаретов В.Ф.  
(фамилия, имя, отчество)