

Разработка систем интеллектуального планирования движений и адаптивного управления автономными безэкипажными катерами



г. Ростов-на-Дону

2013 г.

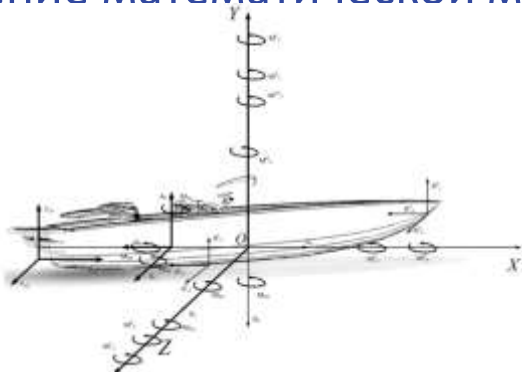
- Разработка систем интеллектуального планирования движений и адаптивного управления автономных безэкипажных катеров (АБЭК)
- Разработка систем математического и полунатурного моделирования морских подвижных объектов (МПО)
- Разработка тренажёрных комплексов для операторов автономных морских подвижных объектов

Предлагаемые методы и подходы решения поставленных задач

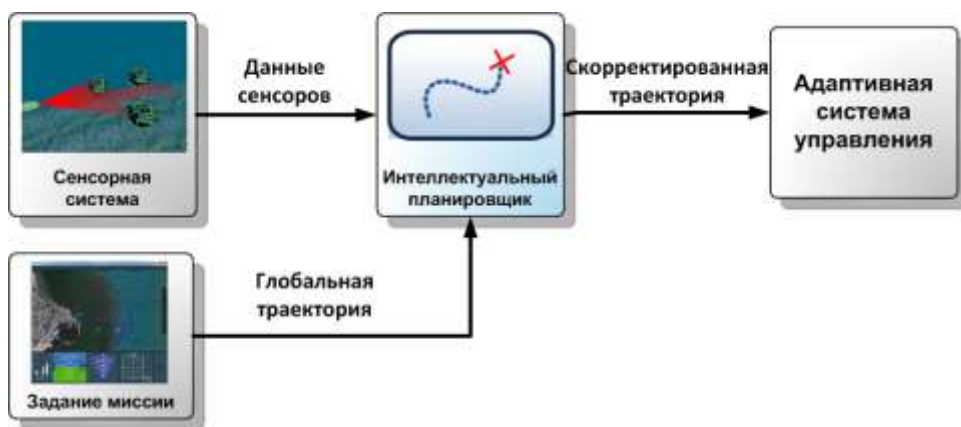
- Метод построения нелинейных многосвязных математических моделей с определением гидродинамических характеристик
- Метод позиционно-траекторного управления для построения автопилотов
- Методы комплексирования навигационных данных для повышения точности определения координат
- Теория синтеза нелинейных наблюдателей для оценки неопределённых внешних сил и неизвестных параметров АБЭК
- Метод конструирования интеллектуальных планировщиков перемещений для обхода стационарных и подвижных препятствий
- Метод использования неустойчивых режимов работы системы управления для обхода препятствий при минимизации требований к сенсорной подсистеме АБЭК и вычислительных затрат

Этапы проектирования систем интеллектуального планирования движений и адаптивного управления (СИПДиАУ)

1. Построение математической модели



2. Разработка системы интеллектуального планирования движений



3. Разработка адаптивной системы управления



4. Программно - аппаратная реализация СИПДиАУ



Построение математической модели. Анализ гидродинамических свойств корпуса

Распределение давлений и скоростей по поверхности корпуса

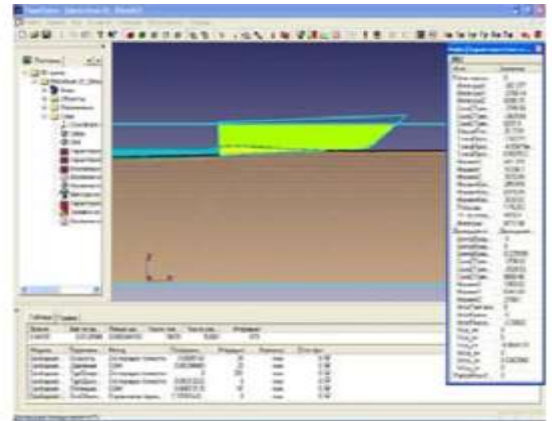
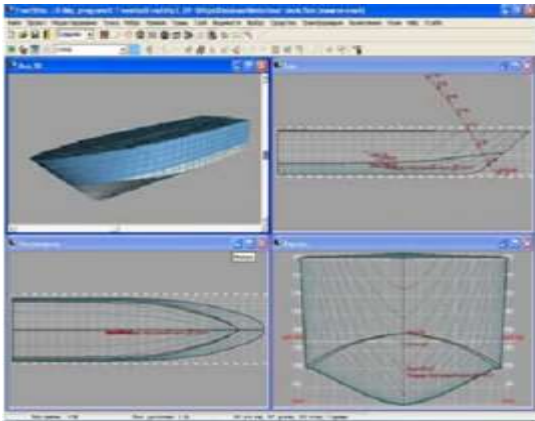


График зависимости коэффициента лобового сопротивления от угла атаки

График зависимости коэффициента подъемной силы от угла атаки

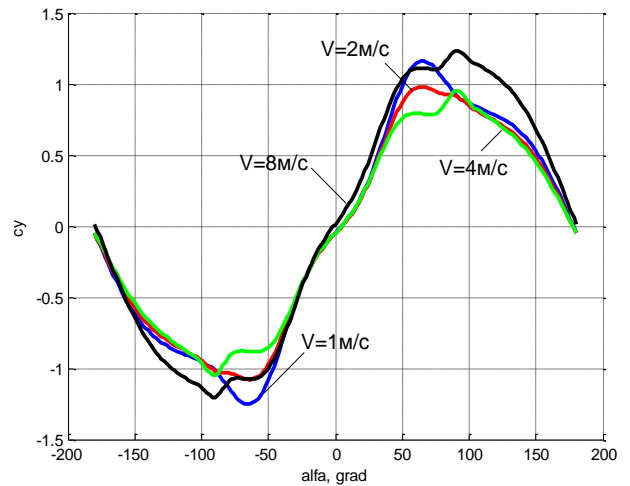
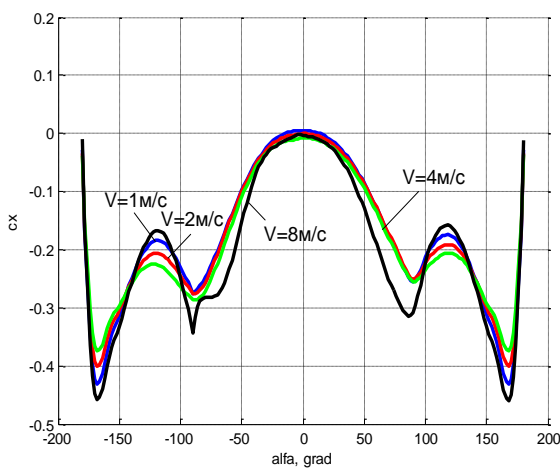
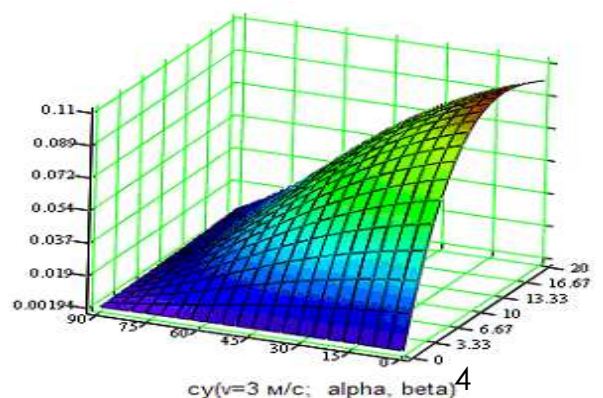
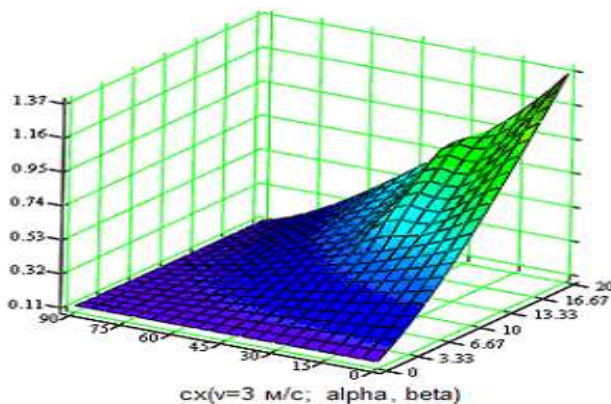


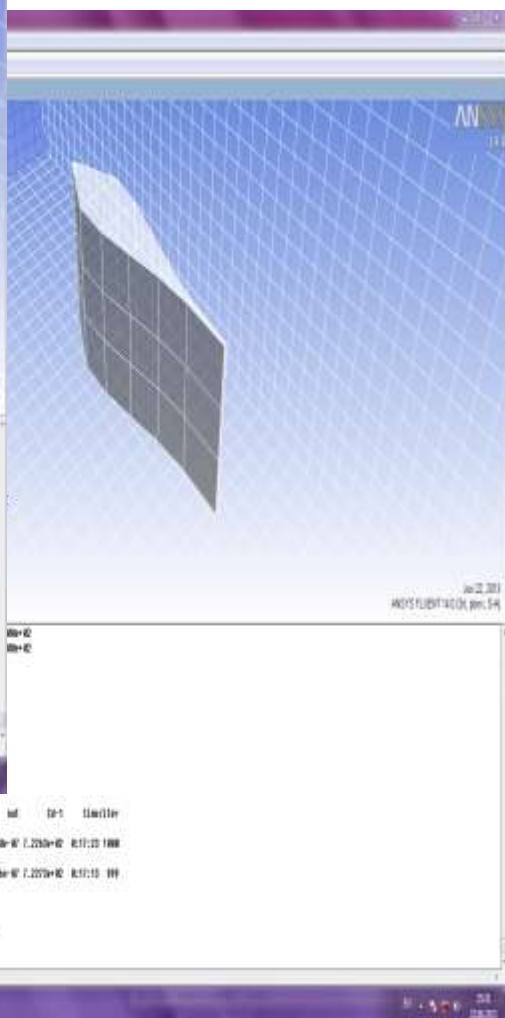
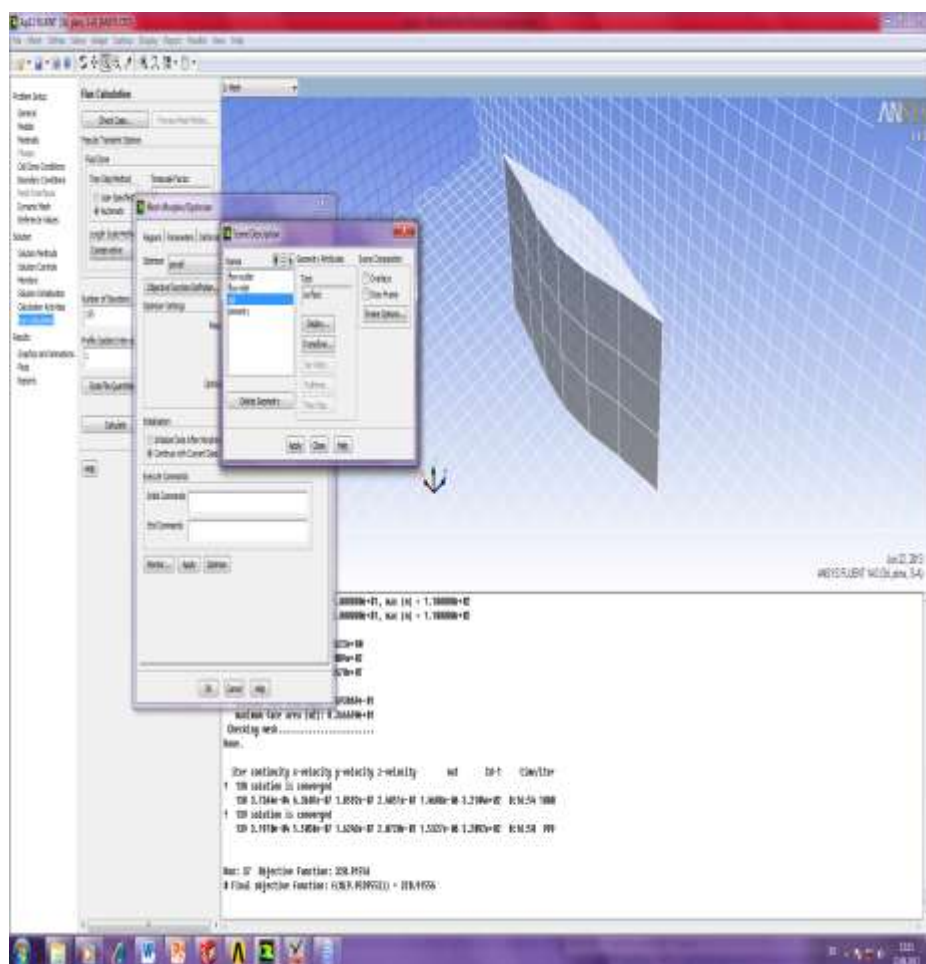
График зависимости коэффициента лобового сопротивления от углов атаки

График зависимости коэффициента подъемной силы от углов атаки

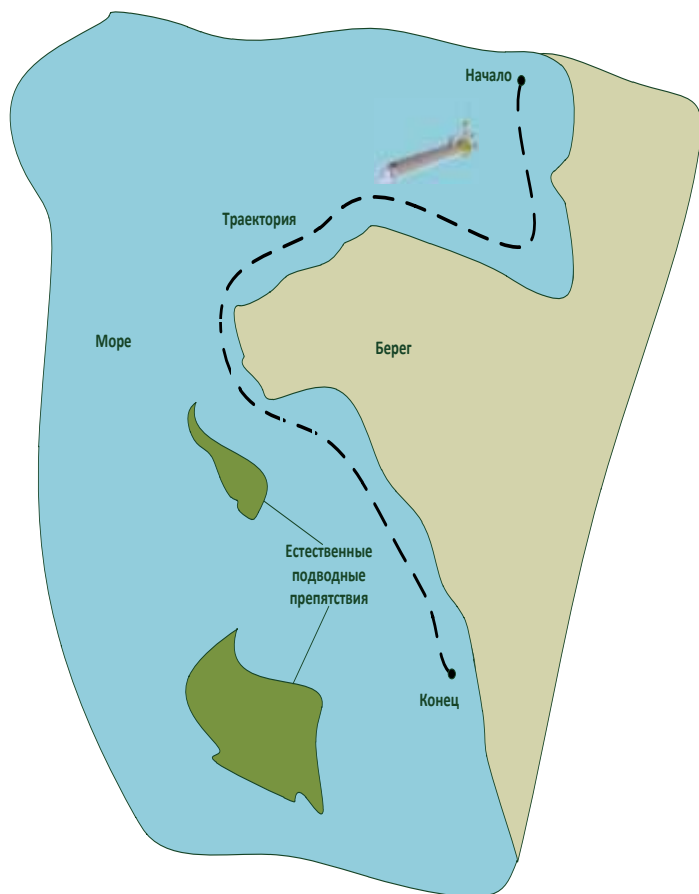


Построение математической модели. Оптимизация облика и формы элементов корпуса

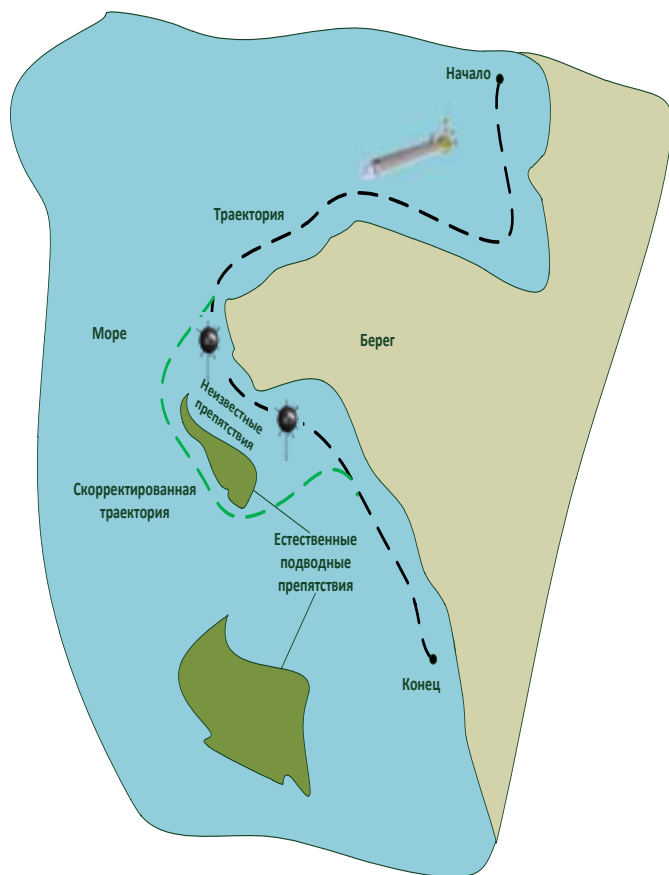
Оптимизация облика и формы элементов корпуса путем дискретных программно-управляемых деформаций с серией CFD-расчетов для достижения минимума целевой функции



Разработка системы интеллектуального планирования движений. Задача планирования движения



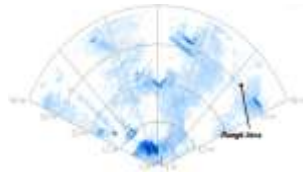
Планирования глобальной траектории



Планирования траектории в локальных областях

В ходе выполнения программы-миссии АБЭК посредством сенсоров обнаруживает препятствие, расположенное на траектории его движения и неучтенное в его программе-миссии. Интеллектуальный планировщик, на основе данных от сенсоров, формирует новую траекторию движения, обеспечивающую безопасное прохождения участка с препятствием и возвращение на первоначальную траекторию движения, заданную в программе-миссии.

Структура планировщика и результаты моделирования



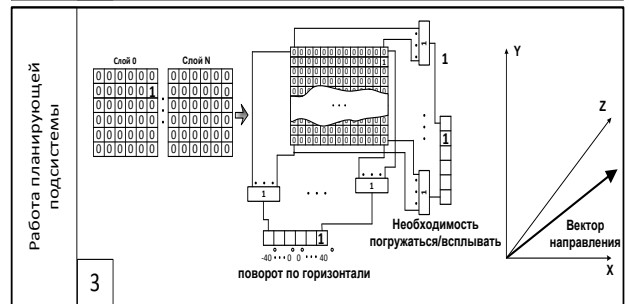
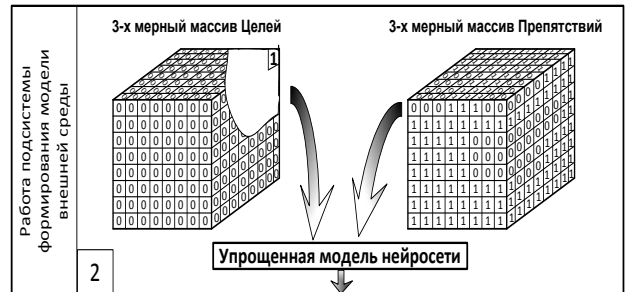
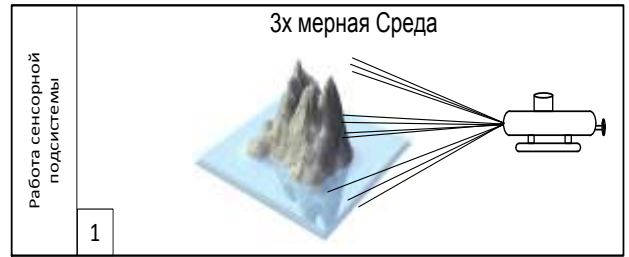
Данные о миссии
(текущая траектория)

Данные от
сонара

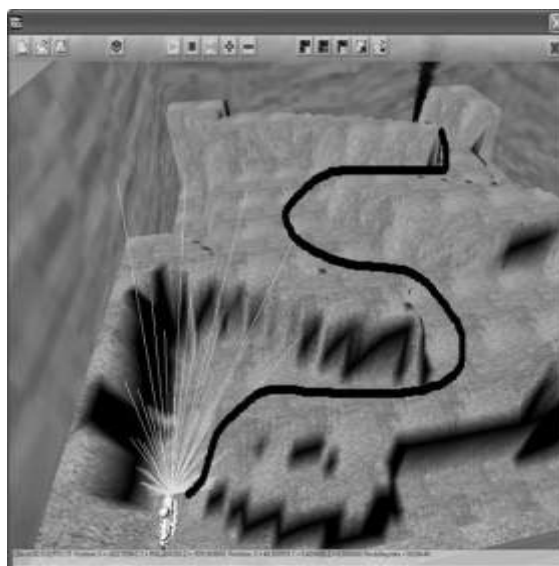


На
автопилот

Структура нейросетевого
планировщика



Основные этапы функционирования



Результаты компьютерного моделирования

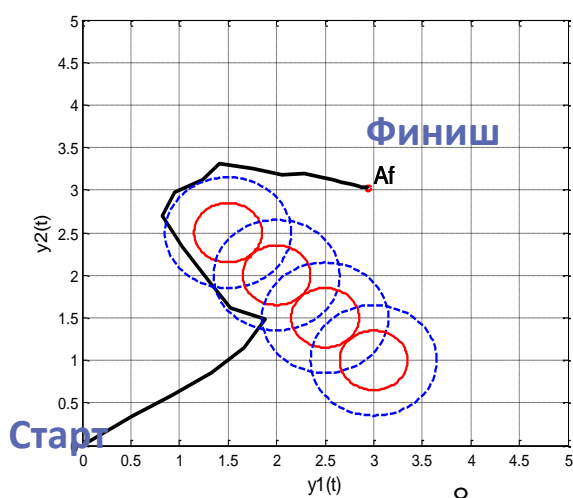
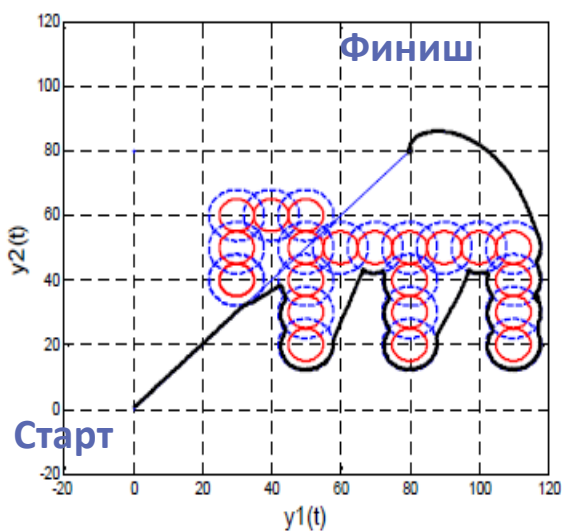
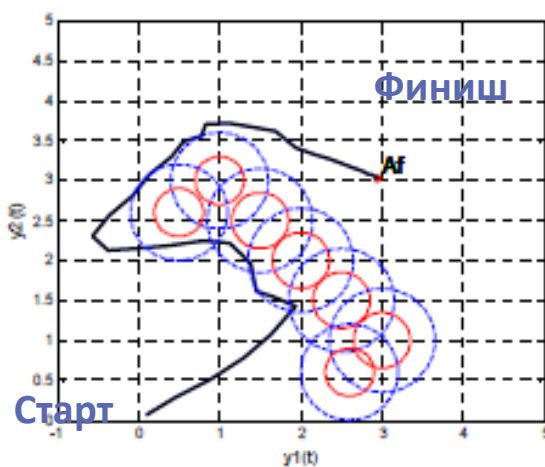
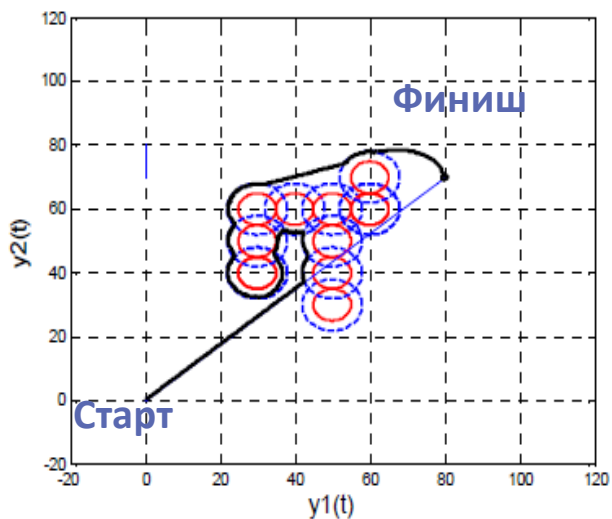
Бионический принцип



Результаты экспериментов

Траектория

Препятствия



Программно - аппаратная реализация СИПДиАУ.

Структура системы управления и планирования



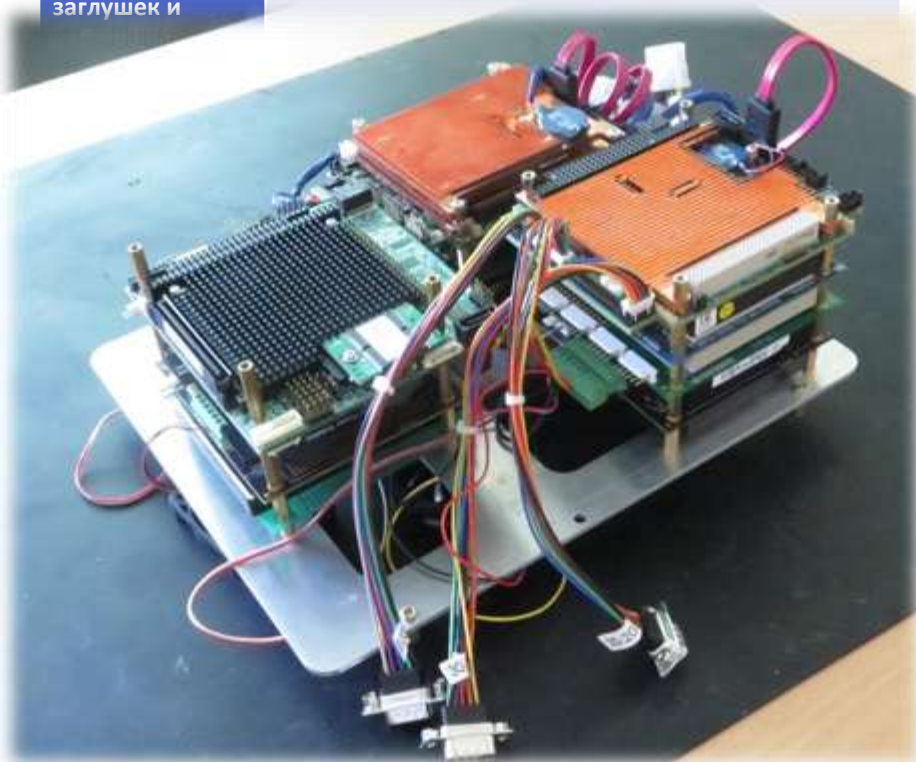
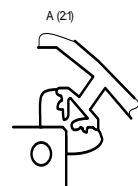
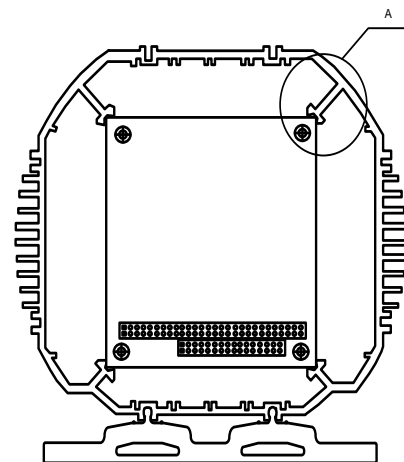
Навигационная система АНПА включает в себя доплеровский лаг, ИНС, ГАНС УКБ, ГАНС ДБ, ГАНС КБ, альтиметр, GPS/ГЛОНАСС. В навигационную систему надводного корабля входят ИНС, GPS/ГЛОНАСС, доплеровский лаг, альтиметр.

Для обнаружения подводных препятствий используется гидроакустический сонар, для обнаружения надводных препятствий – лазерные сканирующие системы

Программно - аппаратная реализация СИПДиАУ.

Аппаратная реализация системы управления и планирования

Характеристика	Значение
Корпус	Алюминиевый корпус Система демпфирования компонентов компьютера Пассивная система охлаждения (отсутствие вентиляторов охлаждения)
Соединители	RS-485 – 4 CAN – 2 канала Ethernet RJ-45 – 2 USB – 1 Вход монитора (VGA) – 1 Все разъемы имеют класс защиты не менее IP65 В комплект поставки входят эксплуатационные заглушки
Процессор	Intel Atom Z530P (1,6 ГГц, 512 кБ L2 cache, 533 МГц FSB)
ОЗУ	2 GB DDR3 (распаяно на плате)
SSD накопители	32 GB
Видео	Интегрированный контроллер Intel
Операционная система	QNX
Электропитание	+9...+36 V постоянного тока (изолированный) Устойчивость к сбоям питания до 2 мин
Энергопотребление	до 10 W
Размеры (ШхВхД), без заглушек и	180 x 165 x165 mm



Программно - аппаратная реализация СИПДиАУ. Пример аппаратной реализации наземного(судового) пункта управления

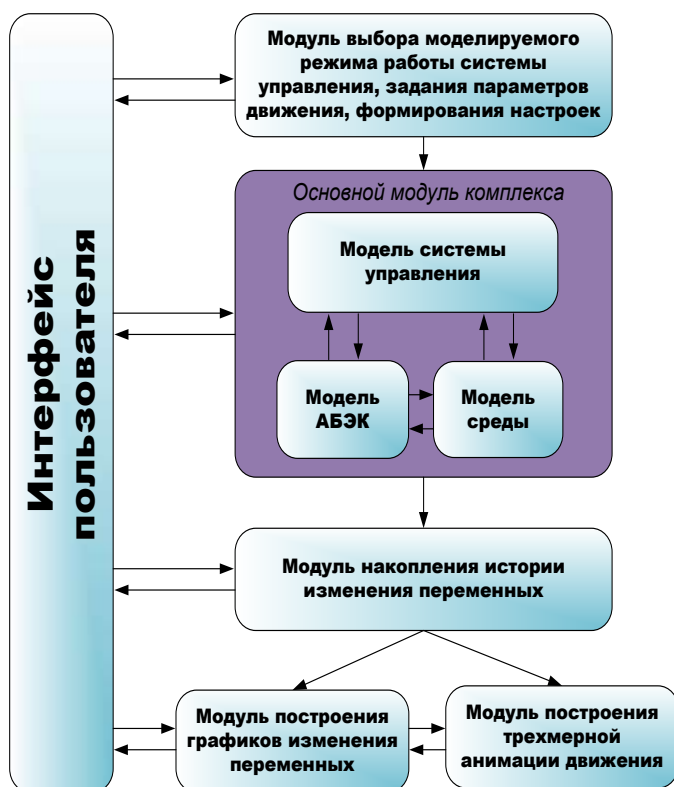


Мобильный вариант

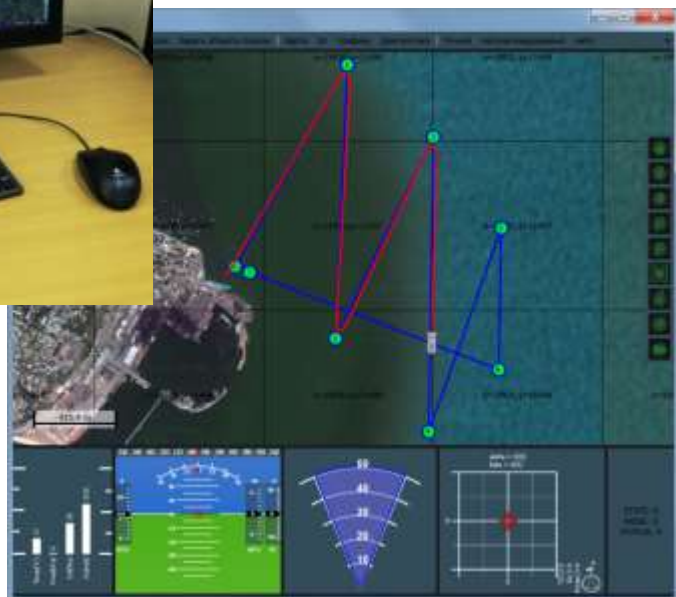
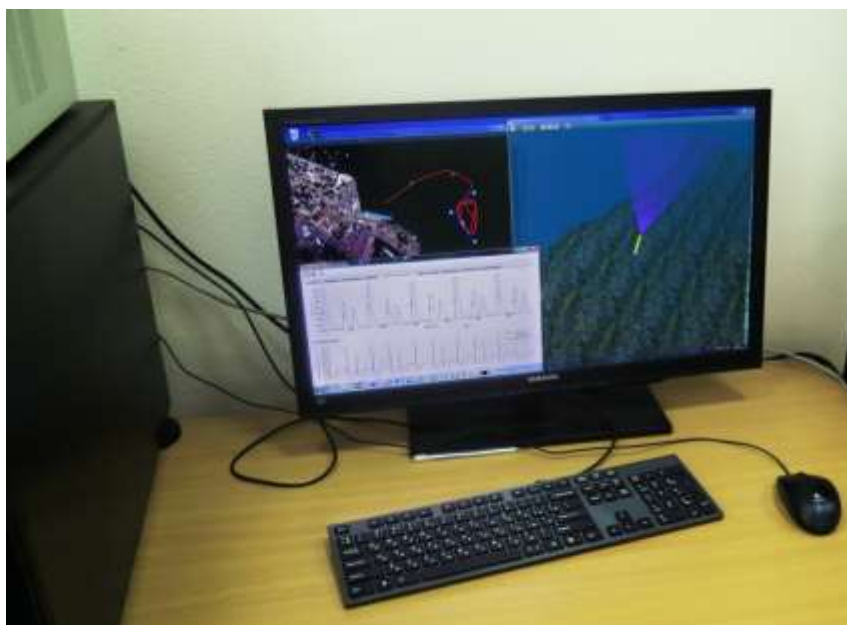


Стационарный вариант

Тренажерный комплекс для отработки технологий управления. Структура и аппаратная реализация



Структура комплекса

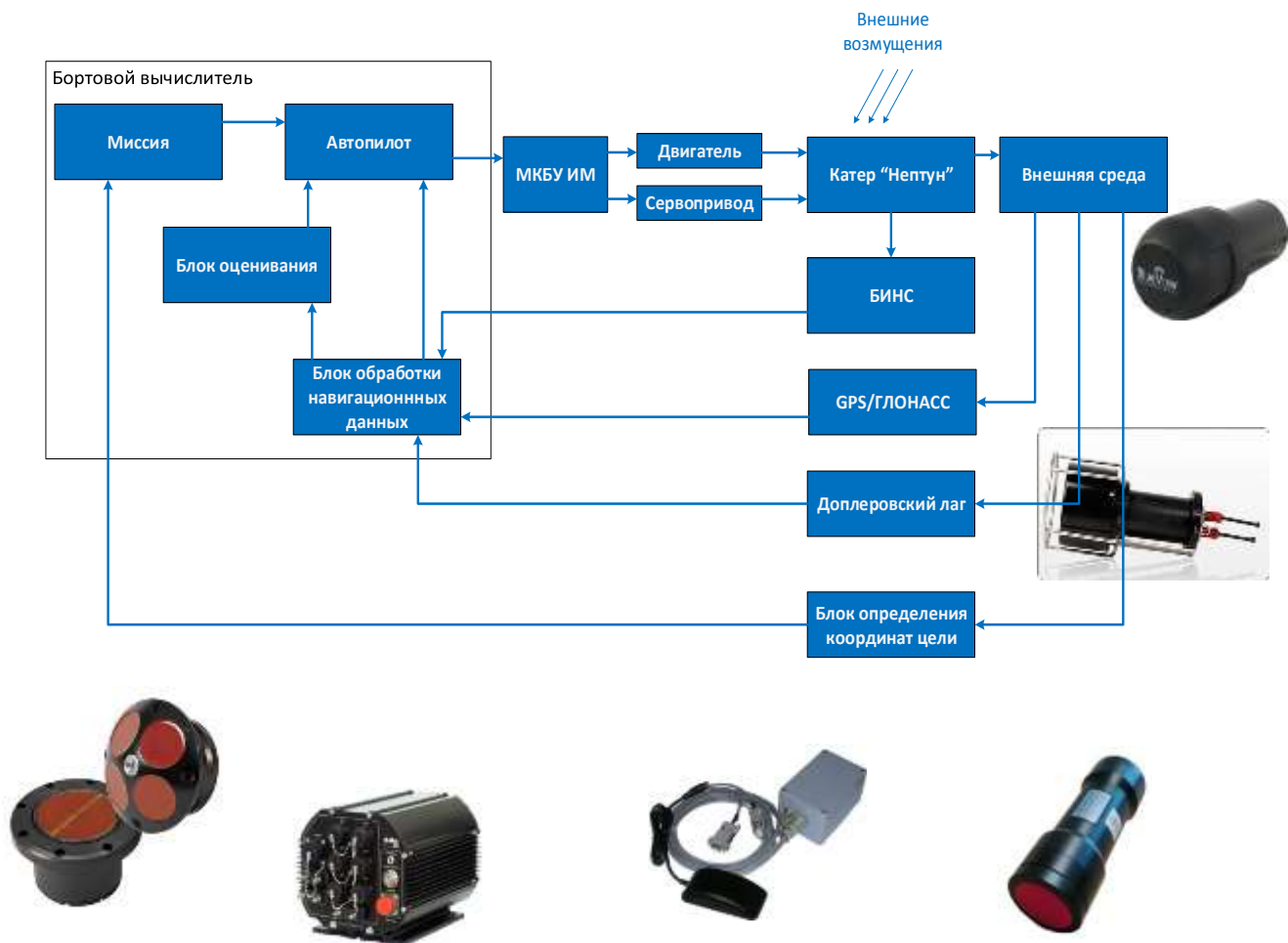


Аппаратная реализация

Внешний вид наводного мини-корабля

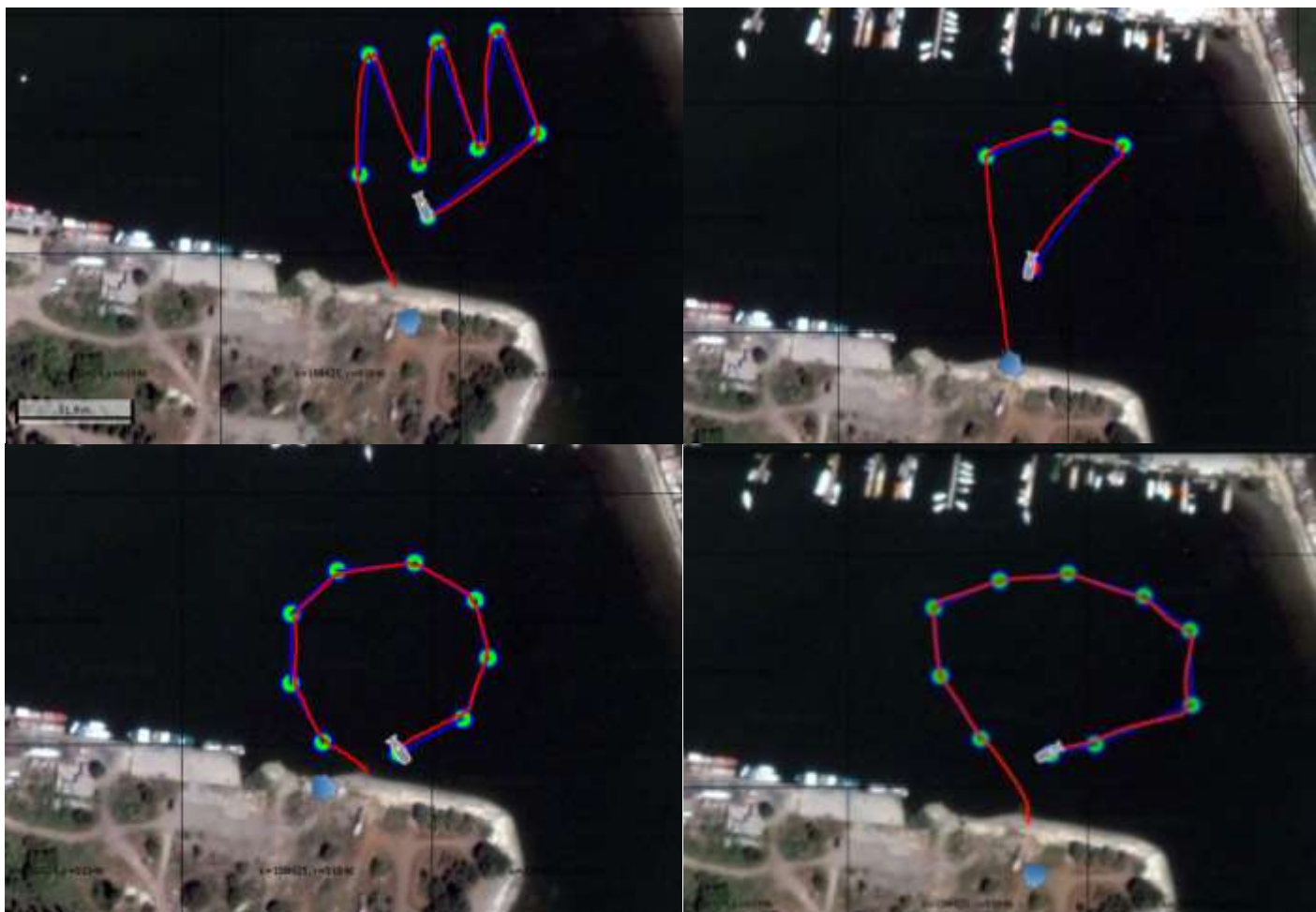


Структура макета системы управления и аппаратная реализация



Испытания системы управления надводным мини-кораблем

Г. Таганрог, бухта Андреева



Имеющийся задел

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы:

- ОКР «Разработка интегрированного комплекса навигации и управления движением для автономных необитаемых подводных аппаратов», 2010 г., ОКБ ОТ РАН
- НИР «Разработка интеллектуальной системы управления движением автономных необитаемых подводных аппаратов», 2012-2013 г, ИПМТ ДВО РАН ОКР «Разработка системы управления типовых платформ АНПА» 2012 - 2014 г, «ЦНИИ «Курс»
- ОКР «Разработка технического проекта ряда перспективных типовых платформ АНПА», 2012 - 2014 г, «ЦНИИ «Курс»
- «Разработка метода аналитического синтеза оптимальных многосвязных нелинейных систем управления», 2010 – 2012 г., грант РФФИ.
- «Разработка теоретических основ построения и исследование систем управления подвижными объектами, функционирующими в априори неформализованных средах, с использованием неустойчивых режимов», 2010 – 2012 г., грант РФФИ.

Основные публикации:

- Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю. Управление подвижными объектами. – М.: НАУКА, 2011 г. – 350 с.
- Пшихопов В.Х. и др. Структурная организация систем автоматического управления подводными аппаратами для априори неформализованных сред // Информационно-измерительные и управляющие системы. М.:Радиотехника. 2006.- №1-3- Т4 - С. 73-78.
- Пшихопов В.Х., Медведев М.Ю. Адаптивное управление нелинейными объектами одного класса с обеспечением максимальной степени устойчивости Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления». – Таганрог: ТТИ ЮФУ.- 2012.-№3(116) – С.180-186
- Пшихопов В.Х. Управление воздухоплавательными комплексами: теория и технологии проектирования [Текст] / В.Х. Пшихопов, М.Ю. Медведев и др.– М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 394 с.
- Pshikhopov, V Control System Design for Robotic Airship [Text] // Pshikhopov V.Kh., Medvedev M. Y., Sirotenko M.Y., Kostjukov V.A.- Book of Abstracts of 9-th IFAC Symposium on Robot Control.
- Pshikhopov, V Adaptive Control Systems Design For Aircrafts [Text] // Medvedev M.Y. Pshkhopov V.Kh., Gurenko B.V.- Proc. of X Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements. Niš, Serbia, November 10th - 12th,, 2010. Pp. 29-32.
- Pshikhopov, V Airship Autopilot design [Text] // V.Pshikhopov, M. Medvedev, V. Kostjukov, R. Fedorenko, B. Gurenko, V. Krukhmalev.– Proceedings of SAE 2011 AeroTechCongress & Exhibition



Объекты интеллектуальной собственности

- Патент РФ №2185279, Устройство позиционно-траекторного управления мобильным роботом, 2002 г., автор Пшихопов В.Х.
- Патент РФ №2187832, Устройство управления адаптивным мобильным роботом, 2002 г., авторы Чернухин Ю.В., Пшихопов В.Х., Писаренко С.Н., Трубачев О.Е.
- Патент РФ №2199775, Устройство траекторного, оптимального по быстродействию управления манипуляционным роботом, 2003 г., автор Пшихопов В.Х.
- Патент РФ № 88169 . Устройство управления подвижным объектом. Пшихопов В.Х., Дорух И.Г. Бюлл. № 30. 2009.



Пшихопов Вячеслав Хасанович,
*доктор технических наук,
профессор,
директор Координационно-
технического центра систем
управления Южного федерального
округа*

 **тел.:(863-4)37-16-94,**

 **e-mail: pshichop@rambler.ru**