



Координационный научно-технический центр
систем управления Южного федерального округа
при Южном федеральном университете

У
П
Р
А
В
Л
Е
Н
И
Е

- ◆ Базовые технологии робототехники
- ◆ Наземная робототехника
- ◆ Морская робототехника
- ◆ Комплексы с БПЛА
- ◆ Системы управления
- ◆ Навигация, наведение и связь

Сборник материалов Девятой
Всероссийской научно-практической
конференции
“Перспективные системы
и задачи управления”
и Четвертой молодежной
школы-семинара
“Управление и обработка информации
в технических системах”

2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
“Южный федеральный университет”
Координационный научно-технический центр систем управления
Южного федерального округа

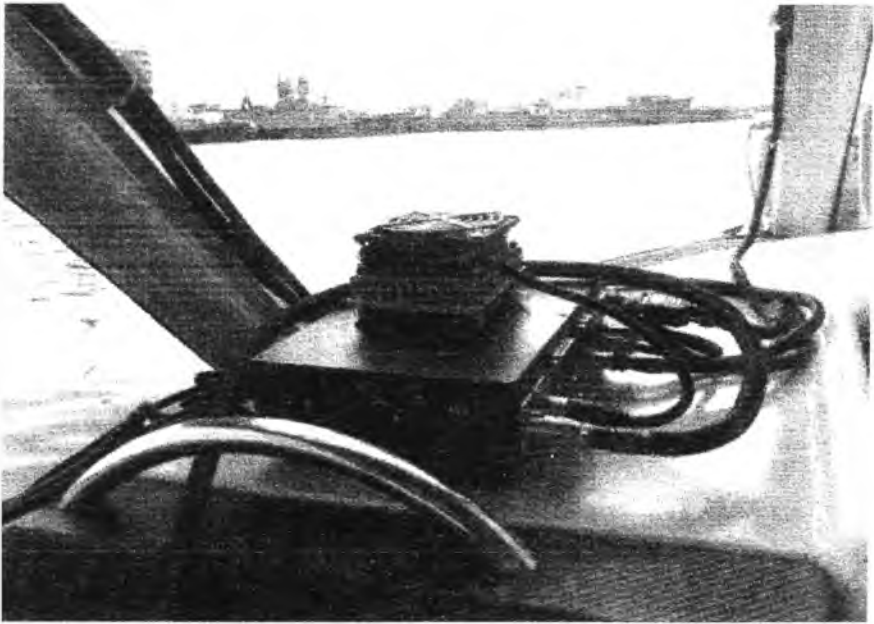
МАТЕРИАЛЫ
ДЕВЯТОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

«Перспективные системы
и задачи управления»

И ЧЕТВЁРТОЙ МОЛОДЁЖНОЙ
ШКОЛЫ-СЕМИНАРА

«Управление и обработка информации
в технических системах»

Таганрог 2014



Бортовой электронный блок управления

Рис. 5. Демонстрационный образец РБК «Нептун»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров В.А. Разработка дистанционно управляемых катеров для ВМС иностранных государств // Зарубежное военное обозрение. – 2008. – № 3.
2. Романов Ю.П. Нечеловеческие войны. В небесах. На суше. На море // Компьютерра. – № 20. – 2007. – С. 688.
3. США вооружаются катерами-роботами, а Россия «не чешется» // Независимая газета. 11 июня 2008.

УДК 551.46.077:529.584

Б.А. Гайкович, В.Ю. Занин

ЗАО «НПП ПТ «Океанос»

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ СЕМЕЙСТВА МОРСКИХ ГЛАЙДЕРОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассматриваются теоретические и практические вопросы создания морской техники нового поколения – морских глайдеров.

Theoretical and practical issues of a new generation of sea vehicles - sea gliders, are discussed.

1. Актуальность проблемы. За последнее десятилетие произошли революционные изменения в области применения робототехники во всех отраслях промышленности и оборонной технологии. Морские системы не стали исключением – за этот период появились, оформились, получили признание и наработали большой научно-промышленный потенциал новые классы подводных роботов – автономные необитаемые аппараты (АНПА, AUV – *Autonomus Underwater Vehicle*) и подводные

планеры с гидростатическим принципом движения (Subsea Gliders). Отдельного рассмотрения заслуживает класс волновых глайдеров, представляющих собой фактически управляемые долговременные буи повышенной мобильности.

ВМС и научно-технические учреждения США, Германии и других ведущих западных стран с конца 80х годов исследовали потенциал подводных глайдеров. Первоначально, в соответствии с программой DARPA под названием SBIR, предполагалось создание глайдеров с термодинамическим источником энергии. Аналогичные работы велись и в СССР.

Первый рабочий образец (компании Webb Research) глайдера был представлен публике в 2005 году. Отказ от термопары в качестве основного источника питания и использование традиционных АКБ или элементов питания позволило превзойти имевшиеся конструкции АНПА. Аппараты Seaglider (Рабочая группа университета Вашингтона), Slocum (Webb Research) и Spray (Институт океанографии Скриппса) совершили групповой переход от побережья США до Бермудских островов. По оценке экспертов, стоимость программы глайдеров составила свыше 20 000 000 долларов США, при стоимости одного аппарата от 100 000 долларов.[10], [16]



Рис. 1. Подводный глайдер крыльевого типа

2. Глайдеры как часть глобальной системы. Несмотря на трудности с финансированием, вызванные глобальным финансовым кризисом, США и страны НАТО продолжают выстраивание глобальной системы наблюдения за Мировым Океаном. Элементами такой системы нового поколения являются:

- ◆ Подводные базовые станции. Помимо датчиков и средств наблюдения, установленных на самих базовых станциях, они являются средством дистанционного управления автономными аппаратами различных типов, могут накапливать и передавать информацию по запросу (например на проходящую в заданном районе ПЛ), являются станциями подзарядки подводных аппаратов.
- ◆ Буи оповещения/волновые глайдеры. Аналогично, помимо выполнения непосредственного сбора данных, служат в качестве релейных двухсредных станций связи. Снабжены низкоомными каналами спутниковой связи.
- ◆ Автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА). Предназначены для быстрого обследования районов, проведения гидроакустических съемок поверхности дна и подповерхностных грунтов, взятия проб воды, построения градиентов течений.

- ◆ Подводные глайдеры. Предназначены для длительного скрытого наблюдения, сбора и анализа информации, потенциально могут использоваться для скрытой доставки и установки в заданной точке грузов.
- ◆ Беспилотные и пилотируемые летательные аппараты в качестве релейных станций связи и/или воздушных командных пунктов.
- ◆ Беспилотные и автономные плавсредства. Служат в качестве релейных станций связи, плавучих станций наблюдения и разведки. Например, автономные необитаемые катера, имеющиеся в данный момент, могут находиться в море и выполнять задачи до 30 дней (при любом состоянии моря). А необитаемые ударные катера типа Protector (совместный проект компаний Rafale и Lockheed Martin, находятся с 2005 г. на вооружении ВМС Израиля) – еще и оборудованы мощным вооружением.
- ◆ Корабли, суда и подводные лодки разведывательного и научного назначения.



Рис. 2. Необитаемые катер ударного назначения

Общая система сбора, анализа, хранения информации (как непосредственно военного, так и общенаучного назначения) позволяет существенно повысить потенциал традиционных средств ВМС.

3. Отмеченные проблемы в ходе введения программы глайдеров в мире.

В ходе разработки и эксплуатации глайдеров различных типов был выявлен достаточно широкий спектр проблем как технического и технологического, так и организационного свойства.

- ◆ проблема обрастания. Особенно подвержены обрастанию волновые глайдеры, имеющие небольшую скорость и находящиеся в наиболее биологически активном слое. Однако и традиционные глайдеры при длительном нахождении в воде испытывают проблемы с обрастанием. Отмечено несколько случаев аварийного прекращения миссий из-за критического изменения гидродинамики аппаратов по причине интенсивного обрастания. [3]
- ◆ проблема наличия низкоомных спутниковых сетей (Iridium и др.). В период интенсификации программы глайдеров технологии спутниковой связи прогрессировали, так что они естественным образом были выбраны в качестве основного средства глобальной связи. В настоящее время спутниковые сети являются убыточными и субсидируемыми военными агентствами, и сказать насколько они будут доступны в будущем для коммерческого использования, неизвестно [12].

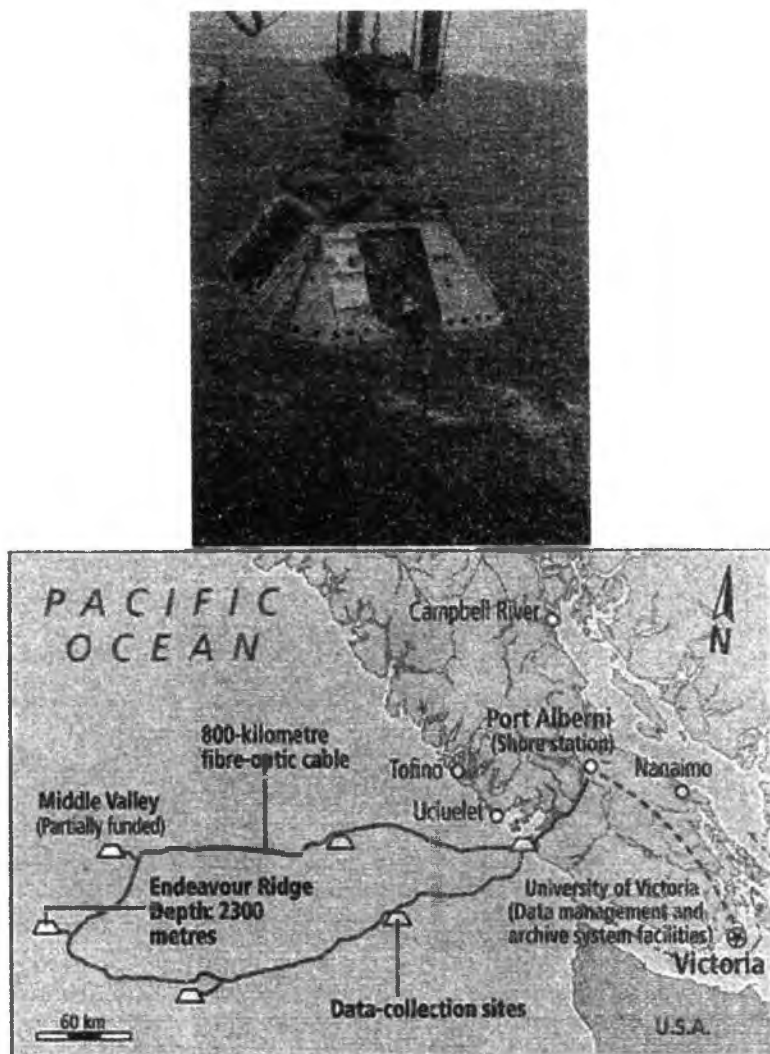


Рис. 3. Донная базовая станция проекта Neptun и схема расположения одного из кластеров системы подводного наблюдения и исследования

- ◆ увеличение рабочей глубины. Расширение спектра задач, стоящих перед глайдерами, привело к существенному увеличению диапазона рабочих глубин, что, в свою очередь, поставило ряд существенных вопросов по общей прочности, производительности привода переменной плавучести, потере плавучести вследствие деформации закрытых объемов и др. [10], [12].
- ◆ вопросы увеличения запасов энергии. Успех программы привел к предсказуемому желанию заказчиков нарастить приборный блок, что естественно привело к росту энергопотребления. Исследуются различные типы источников энергии, существуют попытки внедрить на коммерческом рынке единый стандарт для источников энергии, но пока эти попытки не увенчались успехом.
- ◆ недостаточная скорость для решения ряда задач.

4. Проблемы создания семейства глайдеров в России. Перед созданной для создания семейства глайдеров кооперацией, помимо вышеупомянутых проблем, стоит ряд специфичных вопросов, решение которых необходимо для создания современных и функциональных аппаратов.

- ◆ доступ к спутниковым или иным глобальным системам связи;
- ◆ высокая стоимость и отсутствие российского производства основной части комплектующих (элементная база, сервопривода, материалы корпусов);
- ◆ невысокий доступный уровень материалобработки, крайне высокая стоимость единичных изделий и малых партий;
- ◆ сложность решения задач прототипирования в ходе ОКР. Из опыта посещений специализированных выставок и конференций (например, AUVSI Conference (Association for Unmanned Vehicle Systems International) отмечено, что более 70% экспонентов предлагают услуги по быстрому прототипированию по чертежам Заказчика, как методами 3D печати из пластика и металлов, так и традиционной высокоточной металлообработкой. Стоимость таких прототипов невысока, скорость исполнения заказов – 1–3 дня для средней детали. В России данные услуги практически отсутствуют, что вынуждает разработчиков идти на капитальные вложения и приобретать собственное оборудование для быстрого прототипирования, обучать и нанимать персонал и т.д.;
- ◆ необходимость существенных инвестиций на начальном этапе для разработки уникальных логических решений и большого количества программного обеспечения. По данным зарубежных авторов, типичный коллектив, работающий над проектом типа глайдер, включает около 70 % программистов и математиков и лишь 30 % инженерного и технического персонала;
- ◆ отсутствие единой концепции развития робототехнических сил и средств.
- ◆ кадровый вопрос, отсутствие специалистов современного уровня практически во всех смежных областях;
- ◆ сжатые сроки требуемого решения проблем. Программа ВМС США, как указывалась ранее, развивалась с 1988 года для достижения сегодняшнего уровня;
- ◆ требование для адекватности разрабатываемых проектов «перескочить» через текущее поколение аппаратов (которые устареют к моменту серийного производства отечественной техники) и заниматься сразу разработкой аппаратов следующего поколения (см. раздел Перспективы разработки).

5. Состояние проекта. С 2011 года ведется создание системы глайдеров. К работе в рамках проекта, координируемой СПб ГМТУ, привлечены ЗАО «НПП ПТ «Океанос», Самарский государственный технический университет (СГТУ), Физико-Технический институт имени Иоффе и др.

Разработан и испытан в 2012 г. экспериментальный испытательный аппарат (с рабочей глубиной до 100 м).

Проведен большой объем гидродинамических расчетов и исследований, отработка формы корпуса, крыльев (для крыльевого варианта) и управляющих поверхностей аппарата.

Идет написание семейства программных продуктов – системы управления аппарата (универсальной управляющей программы с модулями спецификации), интерфейса программирования (планировщика миссий), программы для просмотра данных. Реализована программа визуализации математической модели движения глайдера с 3-мерной визуализацией и различными режимами воспроизведения движения аппарата.

Создан, отработан практически и испытан навигационный блок. Базовый навигационный блок аппарата состоит из:

- ◆ Трехосевого блока акселерометров.
- ◆ Трехосевого блока магнитометров.
- ◆ Трехосевого блока гироскопов.
- ◆ Магнитного компаса (с коррекцией).
- ◆ Датчика давления (глубины).

Базовый блок связи состоит из:

- ◆ Модуля Wi Fi.
- ◆ GLONASS/GPS приемника.
- ◆ Спутникового модема (Iridium или аналог).
- ◆ Радиомодуля RFI.
- ◆ Модуля сотовой цифровой связи 3G в качестве дополнительного.
- ◆ Гидроакустического модема в качестве дополнительного.

Дополнительно разработаны блоки управления сервоприводами с обратной связью (для контроля отклоняемых управляющих поверхностей), блок датчиков полезной нагрузки, модуль аварийного всплытия с устройством контроля давления в системе аварийного наддува) и другие вспомогательные модули.

Разработан и в настоящий момент изготавливается блок сервоприводов (тяговое усилие 1 сервопривода 35 кгс). Универсальный модуль может быть использован как при традиционной схеме управления, так и при экспериментальной схеме управления типа «утка», или при комбинированной схеме.

Также отрабатывается вопрос применения беспилотного летательного аппарата (схемы квадрокоптер) для использования в качестве релейной станции для связи с аппаратом в надводном положении, облегчении поиска и обнаружения аппарата.

6. Решение вопросов компоновки и результаты макетирования. Для практической и экспериментальной отработки вопросов, предварительно решенных в ходе математического моделирования, создается универсальная экспериментальная платформа подводного глайдера. Она предназначена для совершения практических погружений на расчетную глубину до 100 м, совершения длительных испытаний и использования сменных приборных модулей, устанавливаемых Заказчиком. Особенности аппарата:

- ◆ универсальная конструкция, позволяющая установку сменных модулей управления (носовая оконечность с индивидуально управляемыми рулями, кормовая оконечность с индивидуально управляемыми рулями, гибридная кормовая оконечность с рулями и гребным винтом) для отработки различных схем управления;
- ◆ реализация различных способов управления по крену и по курсу – с помощью перемещения балласта (АКБ) относительно ДЦ, с помощью рулей или совместно;
- ◆ возможность использовать крылья различных профилей и различной стреловидности, или использовать аппарат в бескрыльевом варианте;
- ◆ возможность использования глайдера в режиме АНПА, экспериментальная отработка гибридной схемы;
- ◆ отработка архитектуры системы управления. Целью работ является построение модульной системы с единым протоколом обмена данными, для достижения гибкости и высокой степени модифицируемости архитектуры системы. Предусматривается выделение под оборудование пользователя отдельного компьютера управления, с передачей информации с датчиков аппарата, но без физической возможности вмешиваться аппаратно или программно в работу основной системы управления глайдера (защита от несанкционированных изменений рабочей логики).

Большая полезная грузоподъемность и значительные внутренние объемы, достаточные для размещения большого количества регистрирующей аппаратуры.

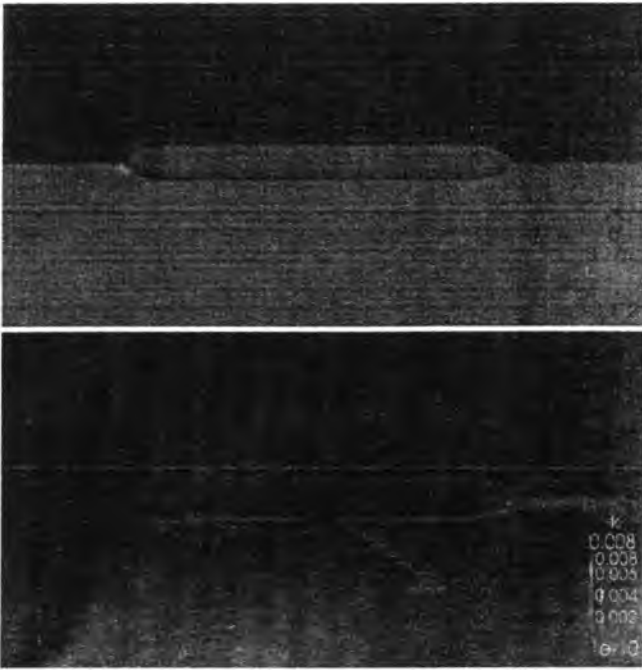


Рис. 4. Моделирование режимов обтекания глайдера в ходе математических экспериментов

7. Перспективы разработки. Как было отмечено выше, для того чтобы создаваемые аппараты были конкурентоспособны, в них изначально должна быть заложена ориентация на следующее поколение глайдеров, т.е. они должны по определению успешно решать актуальные для текущего поколения проблемы. На текущем этапе для данного проекта видятся следующие перспективные решения, которые уже заложены в его реализацию:

- ◆ Высокая экспериментальная гибкость и адаптивность. В разработке находятся т.н. «управляющие модули», предназначенные для установки как в переднюю, так и в заднюю часть глайдера (с различными обтекателями), состоящие из стандартизованного блока цифровых сервоприводов с управляющими гидродинамическими поверхностями [1].
- ◆ Отработка различных, в том числе нетрадиционных гидродинамических схем. Учитывая большой потенциал разработок по нетрадиционной гидро- и аэродинамике, имеющихся в распоряжении рабочей группы, ожидается существенная оптимизация параметров проектируемого аппарата.
- ◆ Принятие в качестве основной конструктивной схемы конструкции гибридного глайдера, т.е. глайдера с убираемым (складным) гребным винтом, способным действовать в режиме традиционного АНПА, что решает проблему недостаточной скорости, увеличивает мореходность и повышает функциональность аппарата [9].
- ◆ Перспективные, разрабатываемые в настоящее время в Российской Федерации противообрастающие покрытия (в том числе с применением нанотехнологий).

- ♦ Разработка программного обеспечения для действий аппаратов в группе. Сейчас на Западе идет активная работа по данному направлению и уже достигнуты впечатляющие результаты.

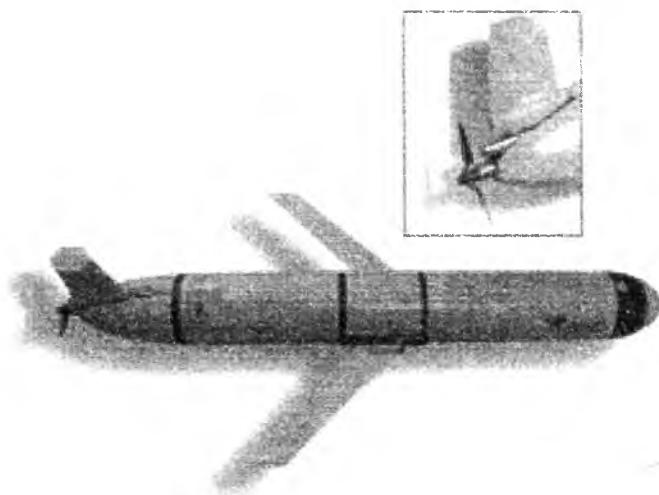


Рис. 5. Общий вид и кормовая оконечность гибридного глайдера с нескладываемым гребным винтом

Заключение. В докладе рассмотрен мировой опыт создания подводных глайдеров и обрисованы стоящие перед разработчиками проблемы, дан отчет о текущем состоянии дел по проекту глайдера в кооперации и обрисован круг вопросов, ожидающих решения в ходе работы. В дальнейшем, после создания испытательного образца, работа над которым активно идет в настоящее время, будет накоплен большой массив данных по испытаниям, который позволит усовершенствовать программное обеспечение системы управления и выйти на новый уровень инженерно-конструкторских решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агеев М.Д., Касаткин Б.А., Киселев Л.В., Молоков Ю.Г. Автоматические подводные аппараты. Техника освоения океана. – Л.: Судостроение, 1981.
2. Пантов Е.Н. Основы теории движения подводных аппаратов. – Л.: Судостроение, 1973.
3. AUVSI Conference Proceedings, USA, 2012.
4. AUVSI Conference Proceedings, USA, 2013.
5. Scripps Institution for Oceanography. Underwater Glider System Study. Technical papers #1-56. USA, 2009.
6. Dynamic Modelling of Hybrid Winged Glider. Chinese Ocean Engineering Society, 2011.
7. Stommel H. The Slocum mission, Oceanography, - 1989. - № 1.
8. Nina Mahmoudian. Efficient Motion Planning and Control for Underwater Gliders, USA, 2009.
9. Daniel Ridinck. Underwater Gliders for Ocean Research. Oceanography, - 2004. - Vol. 38-1.
10. http://en.wikipedia.org/wiki/Underwater_glider.
11. Liverpool Gliders Laboratory. <http://coastobs.pol.ac.uk/cobs/gliders/>.
12. GROOM. European Gliders for Research and Ocean Management. <http://www.groom-fp7.eu/doku.php>.
13. European Cooperation in Science and Technology – EGO Action <http://www.ego-cost.eu/doku.php>.
14. Gliders for US Navy - <http://www.defenseindustrydaily.com/Underwater-Gliders-for-the-US-Navy-06990/>.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РОБОТОТЕХНИКИ

С.Ф. Боев, В.К. Слока, А.А. Рахманов ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ РЛС ДАЛЬНЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	5
А.И. Машошин КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНОГО НАБЛЮДЕНИЯ	7
А.С. Рыкованов, С.С. Беляев, М.М. Логинова, Г.Ю. Илларионов, В.В. Жданов РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЁМККИХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ	16
Г.В. Горелова, В.Н. Рябцев РАЗРАБОТКА КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ (ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКИЙ РЕГИОН)	18
В.С. Воловиков МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ	19
П.А. Будко, А.И. Литвинов МОДЕЛЬ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЙ.....	29
А.А. Кочкарлов, О.А. Рахманов, Л.И. Сенникова, Д.В. Яцкин ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОМАНДНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	40
Н.Н. Долженков, В.В. Воронов РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КАК ПУТЬ ПОВЫШЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ	43
Д.А. Фуфаев, Д.И. Сеницын, И.С. Рыбкин, В.А. Зарубин, В.В. Громов ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ФОРМИРОВАНИЮ РОБОТИЗИРОВАННОГО БОЕВОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ	50
В.В. Громов, Д.И. Сеницын, В.А. Зарубин, С.А. Андреев, Д.А. Фуфаев, Э.Б. Парфенов, И.С. Рыбкин КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ШАССИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО РТК ОГНЕВОЙ ПОДДЕРЖКИ И РАЗВЕДКИ	54
П.М. Иванов, З.В. Нагоев СИНТЕЗ КОНТЕКСТА СИТУАЦИЙ В СИСТЕМАХ ОБВОЛАКИВАЮЩЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ КОГНИТИВНЫХ АРХИТЕКТУР.....	55
З.В. Нагоев, О.В. Нагоева, Д.М. Токмакова АДАПТИВНЫЙ МНОГОМОДАЛЬНЫЙ ВЫСОКОУРОВНЕВЫЙ ИНТЕРФЕЙС К АВТОНОМНЫМ СИСТЕМАМ НА ОСНОВЕ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ СЕМАНТИКИ.....	64

СЕКЦИЯ НАЗЕМНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

М.И. Маленков СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ: 1986 ГОД, УРОКИ КРОВЕЛЬ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС.....	79
С.Ф. Яцун, Л.Ю. Ворочаева, Г.С. Наумов ИССЛЕДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРЕХЗВЕННОГО РОБОТА	107
А.В. Васильев ИССЛЕДОВАНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СТРУКТУРНО-КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМ ШАССИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ.....	115
С.В. Манько, С.А. Диане, С.А. Панин САМООБУЧЕНИЕ АВТОНОМНОГО МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ЗАДАЧЕ УКЛОНЕНИЯ ОТ ПРЕПЯТСТВИЙ.....	128
С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова, Л.Ю. Ворочаева ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАЗГОНА МНОГОЗВЕННОГО ПРЫГАЮЩЕГО РОБОТА.....	137

СЕКЦИЯ МОРСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

С.К. Данилова, И.М. Кусков ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ КЛАССОМ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (РЕЖИМ «БЕЗ ХОДА»)	155
А.М. Павин, В.В. Костенко АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА НАД ОБЪЕКТАМИ МОРСКОГО ДНА НА ОСНОВЕ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ.....	167
Р.С. Крючков АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ ДВИЖЕНИЯ ПО ТРАЕКТОРИИ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОТИВОМИННЫХ ДЕЙСТВИЙ.....	178
А.Е. Миненок РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПОЛНОМАСШТАБНОГО ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МОРСКОГО ПОДВОДНОГО ОБЪЕКТА.....	187
О.П. Якубович, С.Г. Богданов, А.В. Пекарский ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОАО «КРАСНОЯРСКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД» ПО ПРОВЕДЕНИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ОПЫТНО- КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА МОРСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ.....	193
С.П. Тарасов, Г.В. Солдатов ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ГИДРОЛОКАТОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСКОГО ДНА С БОРТА ПОДВОДНОГО АВТОНОМНОГО АППАРАТА.....	199
И.В. Кожемякин, К.В. Рождественский, В.А. Рыжов ВОПРОСЫ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ГЛАЙДЕРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	205

А.Д. Барабанов, Л.В. Московченко, Г.А. Николаев, В.А. Тупиков МНОГОЦЕЛЕВОЙ КОМПЛЕКС С РОБОТИЗИРОВАННЫМ БЕЗЭКИПАЖНЫМ КАТЕРОМ.....	206
Б.А. Гайкович, В.Ю. Занин ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ СЕМЕЙСТВА МОРСКИХ ГЛАЙДЕРОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОРСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	211
СЕКЦИЯ КОМПЛЕКСОВ С БЛА	
В.А. Аникин, Н.В. Ким, П.Д. Прохоров НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ СКОРОСТНОГО БЛА ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА.....	219
Л.И. Куликов СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ БПЛА ПАРАШЮТНОГО ТИПА В РЕЖИМЕ БАРРАЖИРОВАНИЯ НА ЗАДАННОЙ ВЫСОТЕ	226
А.С. Веселов, А.И. Новиков, Э.П. Спирин, А.Б. Шаповалов МЕТОД ВЕКТОРНОГО СОГЛАСОВАНИЯ И ИНВАРИАНТНАЯ СХЕМА В ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛА НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ.....	227
В.С. Кулабухов ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВЕРТОЛЕТОВ.....	227
Н.В. Ким, Р.Ч. Таргамадзе, Н.Е. Бодунков ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ДИАГНОСТИКА ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЯ БЛА	237
В.С. Брусов, В.П. Петручик, В.В. Семенов, Р.Ч. Таргамадзе ВЫСОТНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ. ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	245
Д.Г. Шапошников, В.Н. Киров К ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПИЛОТОВ НА ОСНОВЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	258
СЕКЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	
М.А. Сонькин, Д.М. Сонькин, В.З. Ямпольский ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ И ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ.....	268
С.П. Новиков СРЕДСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БАЛЛОНЕТНОЙ СИСТЕМОЙ ДИРИЖАБЛЕЙ	277
Р.А. Нейдорф, С.П. Новиков НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА ДВУХБАЛЛОНЕТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТЬЮ КОРПУСА И ОРИЕНТАЦИЕЙ ДИРИЖАБЛЯ.....	283
С.С. Семенов, А.П. Гусев, С.Н. Андреев ВИРТУАЛИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ ...	284
А.К. Кубанова ДИНАМИКА ИСТЕЧЕНИЯ ГАЗА ИЗ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ НЕ ПОЛНОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ О ВОЗДЕЙСТВИИ.....	293

В.А. Герасимов, Г.Е. Кувшинов, А.Ю. Филоженко, П.И. Чепурин УПРАВЛЕНИЕ КЛЮЧАМИ МОСТОВОГО ИНВЕРТОРА И ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ	300
А.А. Чаплыгин, А.Г. Волобуев, Д.В. Костин, А.В. Гостев, А.А. Семенов, М.И. Паршин ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	314
А.М. Винограденко, В.В. Федоренко, М.А. Баринов, А.С. Юров СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ О СОСТОЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	319
З.Х. Байрамукова, А.М. Кочкаров ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРОВ ПРЕДФРАКТАЛЬНЫХ ГРАФОВ ОПРЕДЕЛЕННЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	326
Н.Д. Панкратова СИСТЕМНАЯ СОГЛАСОВАННОСТЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	335
Р.А. Кочкаров ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫДЕЛЕНИЯ СОВЕРШЕННОГО ПАРСОЧЕТАНИЯ НА ПРЕДФРАКТАЛЬНОМ ГРАФЕ	345
В.Х. Пшихопов, А.А. Федотов, М.Ю. Медведев, Т.Н. Медведева, Б.В. Гуренко, В.А. Задорожний ПОЗИЦИОННО-ТРАЕКТОРНАЯ СИСТЕМА ПРЯМОГО АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОРСКИМИ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ.....	356
А.В. Петров КОМПЬЮТЕРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ С ПАССИВНЫМИ ДЕФЕКТАМИ.....	363
И.А. Афиногенов, А.В. Конькин, П.Б. Эннс, Я.Б. Эннс, А.В. Орлов РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ РЕЛЕ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ МИКРОСИСТЕМОТЕХНИКИ	372
И.В. Макаров, А.Ю. Хорошко СОЗДАНИЕ КОНФИГУРИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В СОСТАВЕ УНИФИЦИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ.....	382
И.О. Шаповалов СИСТЕМА ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИИ ЛЯПУНОВА	389
А.В. Мякотин, А.Л. Гудиков, В.О. Железняков ЗАВИСИМОСТЬ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ РАЗВЕДЗАЩИЩЕННОСТИ ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ВРЕМЕНИ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ.....	399
К.А. Трохимец, А.П. Тихонов, С.А. Жгун, А.С. Швецов ПАССИВНЫЙ БЕСПРОВОДНОЙ ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ РЕЗОНАТОРОВ НА ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛНАХ.....	412

В.Т. Шароватов, П.А. Лошицкий, П.П. Чернусь, Петр П. Чернусь СИЛОВЫЕ ОБОЛОЧКИ: ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ.....	416
Р.А. Нейдорф, Ю.Л. Сигида СПЕЦИФИКА ПОСТРОЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВРАЩАЮЩИХСЯ ТЕЛ И ВОЗДУШНОГО ПОТОКА	427
СЕКЦИЯ НАВИГАЦИИ, НАВЕДЕНИЯ И СВЯЗИ	
В.Ф. Гузик, А.А. Приемко ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА ПО КАРТЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	433
Г.А. Чуянов, В.В. Косьянчук, Н.И. Сельвесюк НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНОГО СУДНА.....	441
В.Ю. Волощенко, А.П. Волощенко ИМПУЛЬСНЫЙ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ С НАКОПЛЕНИЕМ ЭНЕРГИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН НАКАЧКИ	442
Ю.С. Васильева, В.В. Щербинин, Е.В. Шевцова РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦВЕТНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	449
Д.В. Гришин, Б.О. Качанов, В.С. Кулабухов, Н.А. Туктарёв ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КОМПЕНСАЦИЯ ДЕВИАЦИИ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ В ПОЛЁТЕ	451
С.Н. Дроздов, А.А. Жиглатый, П.П. Кравченко, С.В. Скороход, Н.Ш. Хусаинов ОБ ОПЫТЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СТАНДАРТОВ СЕМЕЙСТВА JPEG2000 ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСЛЯЦИИ ВИДЕОПОТОКА В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО СЕТЕВОГО РЕСУРСА	459
С.А. Тарасов, Н.Ш. Хусаинов, П.П. Кравченко, В.В. Щербинин ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО НАЗЕМНОГО НАВИГАЦИОННОГО ПОЛЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ КООРДИНАТ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА СРЕДСТВАМИ АСБРН.....	473
Е.П. Волков, О.Г. Рюмин, Е.В. Шевченко СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО КОНТРАСТА ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	487
С.Н. Загоруйко, В.Н. Казьмин, В.П. Носков ОБЪЕМНОЕ ЗРЕНИЕ В СИСТЕМЕ НАВИГАЦИИ БПЛА И 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ МОДЕЛИ ОКРУЖАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА	496

П.А. Бутов, Ю.С. Доленко РЕАЛИЗАЦИЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В БАЗИСЕ SOC И FPGA ТЕХНОЛОГИЙ.....	502
В.Т. Минлигареев, Е.А. Паньшин, А.Ю. Штырков ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СЕТИ В ЦЕЛЯХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОПАСНЫХ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ.....	513
Т.В. Семенистая, В.В. Петров, А.А. Ладыгина ЭНЕРГОЭФЕКТИВНЫЕ ДАТЧИКИ ГАЗА НА ОСНОВЕ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩЕГО ПОЛИАКРИЛОНИТРИЛА	526