

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ (СИСТЕМ) МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Материалы всероссийской
научно-практической конференции



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Владивостокский государственный университет»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ (СИСТЕМ) МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Материалы всероссийской научно-практической конференции
г. Владивосток, 9–12 декабря 2023 г.

Под общей редакцией кандидата технических наук
С.Ю. Голикова

Владивосток
Издательство ВВГУ
2023

УДК 629.127
ББК 32.816
П27

Под общей редакцией

С.Ю. Голикова, кандидата технических наук, первого проректора
ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет»

П27 **Перспективы развития роботизированных комплексов (систем) морского базирования** : материалы всероссийской научно-практической конференции, г. Владивосток, 9–12 декабря 2023 г. / под общ. ред. канд. техн. наук С.Ю. Голикова. – Владивосток: Изд-во ВВГУ, 2023. – 72 с.

ISBN 978-5-9736-0718-0

Всероссийская научно-практическая конференция «Перспективы развития роботизированных комплексов (систем) морского базирования» состоялась с целью оценки перспектив развития робототехнических устройств морского базирования в современных условиях, а также поиска и определения среди разработок участников всероссийских соревнований по морской робототехнике «Аквароботех-2023» фронтальных научно-технических и инновационных решений в области разработки робототехнических комплексов.

Для студентов, обучающихся по направлениям инженерной подготовки, и специалистов в области робототехники.

УДК 629.127
ББК 32.816

ISBN 978-5-9736-0718-0

© ФГБОУ ВО «ВВГУ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бельченко Ф.М., Ермолов И.Л., Нагайцев Г.Н.</i> Улучшение качества изображения при подводной съёмке робототехническими комплексами	5
<i>Бронников И.А.</i> Глубокая медиатизация в России: национальные особенности и социально-экономические тенденции	8
<i>Гриняк В.М.</i> Интеллектуальные технологии управления движением и развитие беспилотного транспорта.....	12
<i>Губанков А.С.</i> Беспилотные летательные аппараты морского базирования	18
<i>Губанков А.С., Горностаев И.В.</i> О задаче формирования программных скоростей движения рабочих инструментов манипуляторов, установленных на автономных необитаемых подводных аппаратах	22
<i>Ермолов И.Л.</i> Примеры применения типовой схемы деления РТК для создания перспективных образцов морской робототехники.....	26
<i>Ермолов И.Л., Князьков М.М., Семенов Е.А., Суханов А.Н., Бельченко Ф.М., Остриков П.П.</i> Особенности применения пневматических роботов шагающего типа в водной среде.....	29
<i>Ефремов В.С., Шкрябин А.А., Пургин А.С., Шилов А.Д.</i> Подводный аппарат Lemming Way	32
<i>Зуев А.В.</i> Подводные роботы нового поколения.....	34
<i>Ковалев И.Н.</i> Система поддержки технологического предпринимательства	37
<i>Кретов А.Ю.</i> Робототехника от школы до Ростеха.....	40

<i>Малолетов А.В.</i> Опыт разработки беспилотных аппаратов в Университете Иннополис	43
<i>Соболев А.Н., Головков Е.Р., Муратов В.И., Демидов А.В., Сизых Е.Н.</i> Подводный аппарат NAVY SEAL.....	47
<i>Шаронов Н.Г.</i> Подводные мобильные роботы с шагающими и «шагающеподобными» движителями.....	51
<i>Шутов К.С.</i> Разработка программной системы для автономного и ручного управления беспилотником.....	54
Приложение 1. Программа конференции «Перспективы развития роботизированных комплексов (систем) морского базирования»	58
Программа Школы робототехники ВВГУ для школьников и студентов, участников мероприятия.....	62
Приложение 2. Дневник конференции «Перспективы развития роботизированных комплексов (систем) морского базирования»	63

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ПОДВОДНОЙ СЪЁМКЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Ф.М. Бельченко, И.Л. Ермолов, Г.Н. Нагайцев

*Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН
Москва, Россия, ermolov@ipmnet.ru*

П.П. Остриков

*Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН
Москва, Россия,
Санкт-Петербургский государственный
морской технический университет
Санкт-Петербург, Россия*

IMAGE QUALITY IMPROVEMENT IN UNDERWATER PHOTOGRAPHY WITH ROBOTIC SYSTEMS

**Filipp M. Belchenko, Ivan L. Ermolov,
Georgy N. Nagaytsev**

*Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics
of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia, ermolov@ipmnet.ru*

Pavel P. Ostrikov

*St. Petersburg State Marine Technical University
St. Petersburg, Russia*

В современной робототехнике всё чаще встречаются задачи взаимодействия человека и подводного робототехнического комплекса. Однако подводная съёмка имеет ряд особенно-

стей, связанных с искажением цветов видимого спектра при погружении и оптическим искажением самого изображения при съёмке (рис. 1).

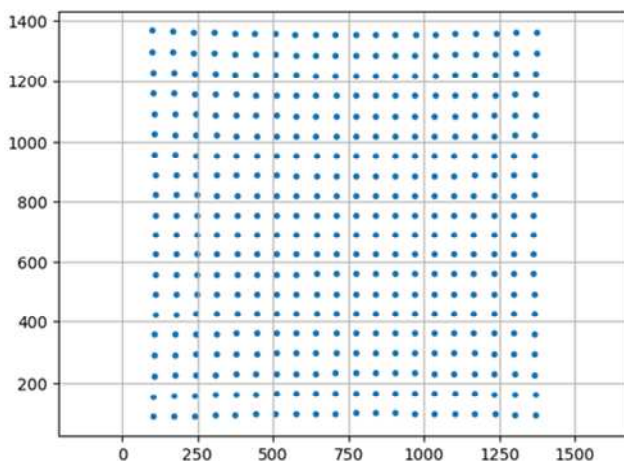


Рис. 1. Смещение точек



Рис. 2. Экспериментальный стенд

В данной работе рассматриваются методы уменьшения эффектов искажения в воде и на воздухе. Для проработки алгоритма использовался экспериментальный стенд с робототехническим комплексом для точности позиционирования точек съёмки (рис. 2).

В ходе исследования удалось получить уменьшение дисторсии путём наложения изображения на плоскость и перемены его перспективы.

Также были рассмотрены вопросы повышения чёткости изображения при слабом освещении и влияние на качество изображения света белого, красного, синего и зелёного цветов.

Список источников

1. Сеньшина Д. Д., Гликин А. А., Полевой Д. В., Кунина И. А., Ершов Е. И., Смагина А. А. Коррекция радиальной дисторсии при погружении камеры под воду// Сенсорные системы. – 2020. – Т. 34, № 3. – С. 254–264.

2. Zhang Y., Zhou F., Deng P. Camera calibration approach based on adaptive active target // Fourth International Conference on Machine Vision (ICMV 2011). – 2012. – V. 8350, 83501G.

3. Бельченко Ф.М, Ермолов И.Л., Остриков П.П. Разработка программного модуля преобразования перспективы на видеоизображении для выбора и анализа элементов изображения // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2023. – №9. – С. 11-15.

4. Ермолов И.Л., Князьков М.М., Семенов Е.А., Суханов А.Н. Перспективный мобильный робототехнический комплекс для проведения регламентных операций по очистке корпусов судов от обрастаний // Морские интеллектуальные технологии. – 2023. – Т. 1, № 2. – С. 53-59.

References

1. Senshina D. D., Glikin A. A., Polevoy D. V., Kunina I. A., Ershov E. I., Smagin A. A. Correction of radial distortion when the chamber is submerged under water//Sensor systems. 2020. T. 34. № 3. S. 254-264.

2. Zhang Y., Zhou F., Deng P. Camera calibration approach based on adaptive active target // Fourth International Conference on Machine Vision (ICMV 2011). 2012. V. 8350, 83501G.

3. Belchenko F.M., Ermolov I.L., Ostrikov P.P. Development of a software module for transforming perspective on a video image for selecting and analyzing image elements//Izvestia of Volgograd State Technical University. 2023. №9. S. 11-15.

4. Ermolov I.L., Knyazkov MM, Semenov E.A., Sukhanov A.N. Promising mobile robotic complex for routine operations to clean ship hulls from fouling//Marine intelligent technologies. 2023. T. 1, NO. 2. S. 53-59.

ГЛУБОКАЯ МЕДИАТИЗАЦИЯ В РОССИИ: НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ

И.А. Бронников

*Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова
Москва, Россия, ivbronn@gmail.com*

DEEP MEDIATIZATION IN RUSSIA: NATIONAL CHARACTERISTICS AND SOCIO-ECONOMIC TRENDS

Ivan A. Bronnikov

*Moscow State University
named after M.V. Lomonosov
Moscow, Russia, ivbronn@gmail.com*

В настоящее время за исследованиями медиатизации скрывается не только фиксирование влияния медиа на общественные структуры: теоретики отмечают, что понятие медиатизации является «сменой парадигмы» в теории медиа и в социальных науках.

В исследованиях медиатизации оформились три подхода к ее пониманию, обозначенные К. Лундби: институциональный, материальный (технологический) и культурологический (социально-конструктивистский). Водораздел между ними лежит в способе концептуализации медиа: как социального института, как материальной технологии и как конструирующего элемента коммуникативных практик. Рассмотрение подходов в совокупности обеспечивает всеобъемлющую основу для по-

нимания комплексных взаимосвязей между медиатехнологиями и социально-политическими процессами.

Учитывая цифровизацию всего, А. Хепп говорит о глубокой медиатизации (deep mediatization), представляющей собой сложный этап развития медиатизации, связанный с проникновением цифровых медиа в общественную жизнь и трансформацией социальных практик и институтов.

Глубокая медиатизация проявляется через ряд всеохватывающих и взаимосвязанных тенденций:

1) дифференциация огромного количества цифровых медиа;

2) растущая связанность («коннективность») медиа, соединяющая индивидов и коллективы во времени и пространстве;

3) рост вездесущности медиа, позволяющий постоянно и повсеместно подключаться для присутствия сразу в нескольких местах;

4) стремительные темпы инноваций: возникновение новых медиа и сервисов в течение укорачивающихся периодов времени;

5) датафикация как представление социальной жизни через данные с мультимедийных устройств.

Глубокая медиатизация понимается через фигуративный подход, описывающий социально-коммуникативное конструирование через коммуникативные фигурации. Каждую характеризуют три черты: совокупность акторов, обладающих социальными ролями; «рамки значимости» – общие ценностные ориентации, разделяемые акторами в фигурации; коммуникативные практики, конструирующие фигурацию и переплетающиеся с другими социальными практиками. Коммуникативная фигурация, в центре которой находятся человеческие акторы, посредством коммуникативных практик тесно связана с ее «ансамблем медиа». При этом глубокая медиатизация характеризуется появлением или изменением взаимосвязей между коммуникативными фигурациями (посредством

мифологизации, данных и цифровых инфраструктур); трансформацией существующих (например, публичных дебатов и новостных продуктов) или возникновением новых коммуникативных фигураций (например, платформенных коллективов, а также феномена коннективного действия).

В настоящее время наблюдаются коренные изменения в медиасистеме России в условиях глубокой медиатизации. С опорой на публикации отечественных и зарубежных исследователей, нормативно-правовые акты и новостные публикации можно выделить ряд взаимосвязанных тенденций, описывающих национальные особенности политического процесса РФ в условиях глубокой медиатизации:

- 1) обеспечение национального суверенитета в информационной сфере;
- 2) развитие отечественной ИТ-индустрии и поддержка российских СМИ и СМК;
- 3) ограничение влияния иностранных СМИ и глобальных интернет-компаний;
- 4) сохранение исторических, культурных и духовно-нравственных ценностей.

Таким образом, национальные особенности политического процесса России в условиях глубокой медиатизации отражают уникальную историко-культурную специфику страны и демонстрируют сохранение патерналистского характера отношений между государством и медиасистемой, определяющего распределение ресурсов и инструментов влияния.

Список источников

1. Hepp A., Hjarvard S., Lundby K. Mediatization: Theorizing the Interplay Between Media, Culture, and Society // *Media, Culture & Society*. – 2015. – Vol. 37, № 2. – P. 314-324.
2. Lundby K. *Mediatization of Communication: Handbooks of Communication Science*. – Berlin: De Gruyter Mouton, 2014. – P. 5.
3. Hepp. A. *Deep Mediatization*. – New York: Routledge, 2020. – P. 40.

4. Hepp A., Breiter A., Hasebrink U. Rethinking Transforming Communications: An Introduction // Transforming Communications – Studies in Cross-Media Research. – 2017. – P. 7-8.

References

1. Hepp A., Hjarvard S., Lundby K. Mediatization: Theorizing the Interplay Between Media, Culture, and Society//СМИ, культура и общество. 2015. Том 37. № 2. С. 314–324.

2. Лундби К. Медиатизация коммуникации: справочники науки о коммуникации. Берлин: Де Грютер Мутон, 2014. P. 5.

3. Хепп. А. Глубокая медиатизация. Нью-Йорк: Routledge, 2020. P. 40.

4. Хепп А., Брейтер А., Хасебринк У. Переосмысление трансформирующих коммуникаций: введение //Трансформирующие коммуникации – исследования в области кросс-медиа исследований. 2017. С. 7–8.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ И РАЗВИТИЕ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА

В.М. Гриняк

Владивостокский государственный университет

Владивосток, Россия

victor.grinyak@gmail.com

INTELLIGENT TRAFFIC CONTROL TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT OF UNMANNED TRANSPORT

Viktor M. Grinyak

Vladivostok State University, Vladivostok, Russia

victor.grinyak@gmail.com

Классические представления о безопасном движении судов включают в себя три задачи, решаемые судоводителями и операторами береговых служб: оценку риска опасного сближения, предупреждение опасного сближения и планирование траектории безопасного движения. Первая задача состоит в заблаговременном обнаружении возможности опасного сближения и предупреждении судоводителя о том, что существует риск столкновения с препятствием или сближения с ним на недопустимо малое расстояние. Вторая задача связана с маневрированием для ухода судна от опасного сближения, выработкой алгоритма действий судоводителя, позволяющих избежать опасного сближения с другими объектами. Третья задача направлена на прогноз навигационной ситуации на основе текущей обстановки и расчёт планируемой траектории судна таким образом, чтобы обеспечить его движение на безопасной от других объектов дистанции. При плавании

на большие расстояния три классические задачи дополняются планированием маршрута перехода судна, цель которого – оптимизация движения, например, плавание по кратчайшему из возможных путей, за кратчайшее время, с минимальным расходом топлива и т.п.

В последние годы имеет место постоянный рост интенсивности трафика в акваториях морских портов и на подходах к ним. Так, в акваториях, прилегающих к крупным портам Азии, может одновременно находиться до 3,5 тысяч судов, движение которых носит характер разнонаправленных интенсивных судопотоков. Ситуацию усложняет систематическое присутствие на акватории нетрадиционных транспортных средств, требующих особого внимания: буксируемых к месту назначения буровых платформ, судов военного и специального назначения, а в перспективе – беспилотных (автономных) морских транспортных средств с их особой правовой и навигационной спецификой. В таких условиях традиционных подходов становится недостаточно для эффективного управления коллективным движением судов. Это требует разработки новых методов и модельных представлений поддержки принятия решений, обеспечивающих работу бортовых и береговых систем управления движением.

В настоящее время нет никаких проблем построить беспилотное судно и управлять им. Всё упирается в проблему создания инфраструктуры для эксплуатации таких судов: существующая инфраструктура и подходы к управлению движением ориентированы исключительно на традиционные суда с экипажем. И в настоящее время никто не знает, как же должны плавать суда-беспилотники. Например, нужны ли для них отдельные трассы, фарватеры? Или они могут двигаться в тех же потоках, что и суда обычные? Таким образом, развитие беспилотного (безэкипажного, автономного) судовождения сдерживается отсутствием философского, концептуального

решения задачи и именно в этой сфере в настоящее время открыто окно для инноваций.

С развитием технологий и сервисов Автоматической идентификационной системы, концепции е-навигации и а-навигации, технологий облачных вычислений у исследователей появилась возможность работать с большими массивами данных о реальном движении судов. Это обусловило повышенный интерес и внимание исследователей к задачам анализа данных о движении на акваториях. Исторически первые исследования, посвящённые анализу больших массивов ретроспективных данных о движении судов, были сделаны с 2010 по 2015 год в Европе. Однако в последние годы явное лидерство в этой области принадлежит китайцам: Даляньский морской университет, университет в Ухане, исследовательские организации в Пекине. О лидерстве китайцев в области навигационных задач тоже следует сказать особо: так, в настоящее время статьи в ведущем мировом издании *Journal of Navigation* на 80% пишутся китайскими авторами.

Творческим коллективом сотрудников Владивостокского государственного университета, Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского, Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН активные исследования в области управления движением автономных судов идут на протяжении нескольких последних лет. Здесь показаны некоторые достигнутые результаты, новизна и значимость которых приняты отраслевой средой.

На рис. 1 показаны результаты решения задачи оценки степени опасности актуальной схемы движения судов. Приведены результаты расчетов по метрикам «Интенсивность движения» и «Частота опасных сближений».

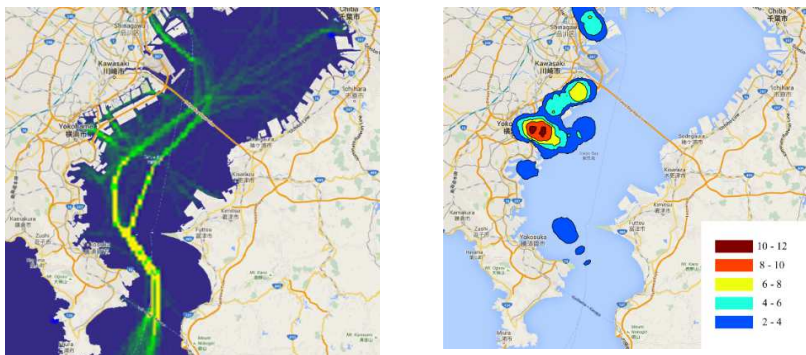


Рис. 1. Пример оценки опасности схемы движения

На рис. 2 показаны результаты решения задачи оценки валидности параметров движения судов на основе кластеризации траекторий. Показаны оценки характерных курсов движения (слева) и те участки акватории, где были найдены аномально движущиеся суда (справа).

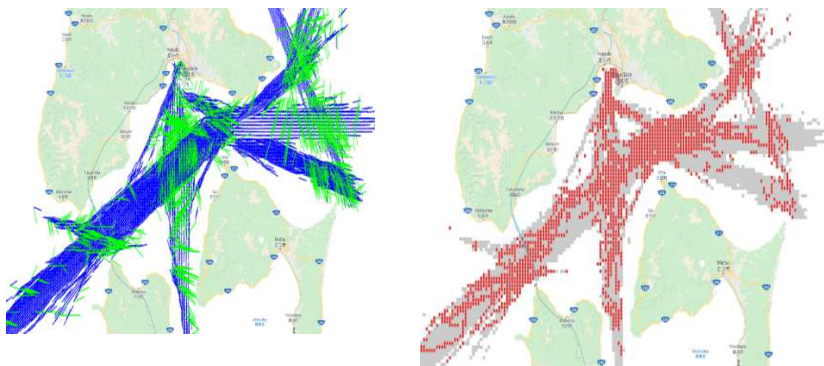


Рис. 2. Пример распознавания аномально движущихся судов

На рис. 3 показан результат планирования маршрута судна на акватории с интенсивным движением. В основу метода решения задачи положены представления вычислительной геометрии.

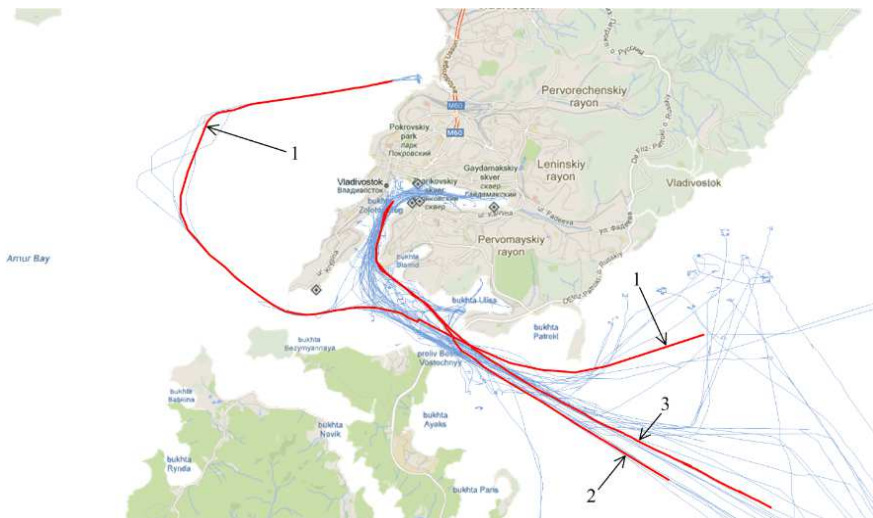


Рис. 3. Пример планирования маршрута судна

Имея в виду задачи развития автономного (беспилотного, безэкипажного) гражданского судоходства, представляются перспективными следующие направления исследований:

- подбор метрик и методов кластеризации траекторных данных о движении судов;
- совершенствование модельных представлений задачи планирования маршрутов в части поиска кратчайшего пути (эвристические алгоритмы);
- оценка актуальной схемы движения с точки зрения её безопасности различными метриками;
- выработка рекомендаций по изменению схем движения к безопасным вариантам;
- архитектурные и алгоритмические решения для «киосков маршрутов».

Список источников

1. Гриняк В. М. Моделирование схемы безопасного движения морской акватории / В. М. Гриняк, А. С. Девятисильный, А. В. Шуленина // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 3-1(53). – С. 127-134. – DOI 10.37220/МИТ.2021.53.3.014.

2. Шутов К.С. Исследование различий между синхронной и асинхронной обработкой команд управления беспилотным транспортом / К. С. Шутов // GLOBAL SCIENCE: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 07 апреля 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 22-25.

References

1. Grinyak V. M. Modeling of the scheme of safe movement of the marine waters/V. M. Grinyak, A. S. Devyatysilny, A. V. Shuleniina//Marine intelligent technologies. – 2021. – № 3-1(53). – S. 127–134. – DOI 10.37220/MIT.2021.53.3.014.

2. Shutov K. S. Study of differences between synchronous and asynchronous processing of unmanned transport control commands/K. S. Shutov//GLOBAL SCIENCE: a collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Penza, April 07, 2023. – Penza: Science and Enlightenment (IP Gulyaev G.Yu.), 2023. – S. 22–25.

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

А.С. Губанков

*Морской государственный университет
им. адм. Г.И. Невельского
Владивосток, Россия, gubankov@msun.ru*

SEA-BASED UNMANNED AIRCRAFT

Anton S. Gubankov

*Maritime State University
named after adm. G.I. Nevelsky
Vladivostok, Russia, gubankov@msun.ru*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) обладают широкой областью применения во многих сферах хозяйственной деятельности. Они применяются для выполнения видео- и фотофиксации заданных объектов или целых районов работ, геодезической съемки, картографирования, решения логистических задач, в сельском хозяйстве, научных исследованиях, при решении поисково-спасательных, военных задач и т.д.

В настоящее время проявляется большой интерес к использованию БПЛА с различных подвижных платформ, в частности, к их надежному и безаварийному применению с морского и внутреннего водного транспорта. Это позволит получить возможность выполнения различных работ, практически не привязываясь к наземной береговой инфраструктуре, а также морских миссий, связанных с обеспечением безопасности судоходства, промышленного рыболовства, контроля морских границ и портовой инфраструктуры. Например, отмечается повышение качества выполнения биологических иссле-

дований и учета незаконного вылова биоресурсов с помощью БПЛА, запускаемого с маломерного катера.

Однако для обеспечения полноценного функционирования таких систем необходимо обеспечить точную и безопасную посадку различных типов БПЛА в автоматическом режиме на движущиеся платформы (палубу судна). Существуют различные способы посадки БПЛА на палубу судна. Для реализации любого из них важным является знание точного положения посадочной площадки и положения летательного аппарата. Следует принимать во внимание, что неудачная посадка БПЛА может не только привести к его повреждению или разрушению, но и нанести вред судну и экипажу.

Известны способы посадки БПЛА, при которых суда оборудуются всевозможными специальными устройствами для их захвата. В частности, предлагается использование устройства захвата и торможения БПЛА, установленного на выносном конце кран-балки. Отмечается, что важным достоинством этой системы является то, что вынесение устройства захвата и торможения БПЛА за борт судна с помощью поворотной балки снижает возможность повреждения судна при промахе летательного аппарата и позволяет повторить маневр, если сцепление с устройством захвата не состоялось. Основными недостатками этого способа является необходимость дооборудования судна громоздкой системой, а также возможность падения БПЛА за борт в результате неудачного сцепления с устройством.

Перспективными для посадки беспилотных летательных аппаратов считаются системы технического зрения, используемые для определения положения посадочной площадки. Рассматривается одновременное использование системы глобального позиционирования, компьютерного зрения и троса для посадки БПЛА на палубу судна. Процесс посадки разбивается на 3 этапа: сближение с судном с помощью определения координат в ГЛОНАСС/GPS, обнаружение посадочной платформы на палубе с помощью компьютерного зрения, вер-

тикальная посадка с применением подтягивающего троса. Недостатками являются необходимость обеспечения БПЛА лебедкой с тросом, на конце которого подвешен груз, и использование специальной посадочной площадки с воронкообразным углублением для захвата груза, а также сложности обнаружения посадочной платформы в условиях недостаточной видимости. Известны также аналогичные схемы с электромагнитными захватами.

Таким образом, задача обеспечения безопасной посадки БПЛА в автоматическом режиме на ограниченную площадку на борт морского или речного судна без применения дополнительных конструкций является актуальной и требует эффективного решения. Для этого необходимо, 1) определить подходящую для агрессивной морской среды конструктивную схему БПЛА; 2) доработать существующие информационно-управляющие и навигационные системы, чтобы они обеспечили точную, безопасную и гарантированную посадку аппарата в условиях неопределенности морской среды.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка архитектуры информационно-управляющих систем БПЛА, которые помимо применения полетных контроллеров для реализации типовых режимов движения (стабилизация курса и высоты, движение по траектории), позволяют использовать и обрабатывать информацию от внешних источников – систем технического зрения и приводных радиомаяков.

2. Разработка эффективных алгоритмов наведения и обнаружения визуальных ориентиров для определения положения и ориентации БПЛА относительно движущейся посадочной платформы.

Список источников

1. Биард Р.У., Маклэйн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. – Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.

2. Shakhathreh H. et al. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 48572-48634.

3. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Коцюк Д.В., Свиридов В.В. Опыт и перспективы использования малых беспилотных летательных аппаратов в морских прибрежных биологических исследованиях // Труды ВНИРО. – 2021. – Т. 185. – С. 134-151.

4. Шаров С.Н., Соловьева В.В., Дворяшин М.С. Судовая система управления посадкой беспилотного летательного аппарата // Патент РФ 133094. 2013. Бюл. №28.

5. Кодо Р.Р., Фетисов В.С. Система автоматической посадки беспилотного летательного аппарата вертолетного типа на палубу корабля // Материалы XVI Всероссийской молодежной научной конференции. – 2022. – Т. 3. – С. 28–34.

References

1. Biard RW, McLane TW. Small unmanned aerial vehicles: theory and practice. Moscow: TECHNOSFERA, 2015. 312 с.

2. Shakhathreh H. et al. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 48572-48634.

3. Dulenin AA, Dulenin PA, Kotsyuk DV, Sviridov VV Experience and prospects for the use of small unmanned aerial vehicles in marine coastal biological research//Proceedings of VNIRO. 2021. T. 185. S. 134-151.

4. Sharov S.N., Solovyova V.V., Dvoryashin M.S. Ship landing control system of an unmanned aerial vehicle//Patent of the Russian Federation 133094. 2013. Bul. №28.

5. Codo RR, Fetisov V.S. System of automatic landing of an unmanned aerial vehicle of a helicopter type on the deck of a ship//Materials of the XVI All-Russian Youth Scientific Conference. 2022. T. 3. S. 28-34.

**О ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ
СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ
ИНСТРУМЕНТОВ МАНИПУЛЯТОРОВ,
УСТАНОВЛЕННЫХ НА АВТОНОМНЫХ
НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТАХ**

А.С. Губанков

*Морской государственный университет
им. адм. Г.И. Невельского
Владивосток, Россия, gubankov@msun.ru*

И.В. Горностаев

*Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН Владивосток,
Россия, gornostaev_iv@mail.ru*

**ON THE PROBLEM OF FORMING PROGRAM
SPEED OF MOTION OF WORKING TOOLS
OF MANIPULATORS INSTALLED
ON AUTONOMOUS UNINHABITABLE
UNDERWATER VEHICLES**

Anton S. Gubankov

*Maritime State University named after Adm. G.I. Nevelsky
Vladivostok, Russia, gubankov@msun.ru*

Igor V. Gornostaev

*Institute of Automation and Control Processes, Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia,
gornostaev_iv@mail.ru*

Актуальность. Для эффективного выполнения подводных манипуляционных операций с помощью многостепенных манипуляторов (ММ), установленных на автономных необитаемых подводных аппаратах (АНПА), необходимо обеспечивать перемещение их рабочих инструментов (РИ) по заданным пространственным траекториям с предельно высокими скоростями, при которых будет сохраняться требуемая динамическая точность управления. Для этого необходимо поддерживать такой режим движения РИ, при котором движительно-рулевой комплекс этих АНПА будет способен компенсировать силомоментные воздействия ММ на их корпуса, обеспечивая их стабилизацию вблизи объектов работ. Как известно из литературы, сохранение этой точности выполняется даже стандартными следящими системами управления при условии, что все их усилительные и исполнительные устройства работают не на пределе своей мощности (не входят в режим насыщения). Определить предельно высокую скорость движения РИ, при которой вход в режим насыщения будет исключен, возможно только с учетом информации о кинематике и динамике ММ и их электроприводов, а также о параметрах усилительных устройств. Но для этого также требуется учитывать предельные значения развиваемых ускорений движения РИ на различных участках пространственных траекторий, радиус кривизны которых может меняться произвольно.

При этом выполнение работ в подводной заранее неизвестной среде требует, чтобы и программная траектория, и скорость движения РИ по ней формировались непосредственно в процессе выполнения работ с использованием информации, поступающей от бортовой системы технического зрения (СТЗ). Для этого удобно использовать математический аппарат параметрических сплайнов, с помощью которых можно формировать произвольные гладкие пространственные траектории движения РИ подводных ММ, при этом обеспечивая непрерывность изменения программных координат этих РИ, а также их первых и вторых производных по времени. Это не-

обходимо для минимизации силомоментных воздействий, создаваемых электроприводами для осуществления требуемого движения.

Для решения описанной проблемы расчета предельно высокой программной скорости, при которой будет поддерживаться требуемая точность движений РИ ММ, ставится следующая задача.

Постановка задачи. Разработать метод формирования программной скорости движения РИ ММ, установленного на АНПА, вдоль гладких пространственных траекторий, задаваемых параметрическими сплайнами, с учетом ограничений по ускорению и величины желаемой скорости движения РИ, требуемого для осуществления заданной манипуляционной операции. С использованием этого метода синтезировать систему формирования программных сигналов, которая сможет быть реализована на базе маломощных бортовых вычислительных устройств АНПА.

Для решения поставленной задачи предлагается следующий подход. После приближения АНПА и стабилизации его положения вблизи объекта работ с использованием бортовой СТЗ и движительно-рулевого комплекса выполняется построение пространственной траектории движения РИ с использованием параметрических сплайнов третьей степени. Затем по этой построенной траектории осуществляется перемещение РИ с заданной желаемой скоростью v_d , которая зависит от вида выполняемой операции. На каждом дискретном шаге с учетом этой скорости рассчитываются новые значения программных сигналов, которые обрабатываются следящей системой управления ММ, обеспечивая перемещение его РИ по траектории точно с заданной скоростью.

При этом непрерывно рассчитывается значение текущего радиуса кривизны траектории и связанного с ним предельного значения скорости v_{max} , с которым возможно перемещение РИ без превышения заданного значения развиваемого ускорения. Если на участке траектории с меньшим радиусом кривизны

будет выполнено условие $v_d > v_{\max}$, неизбежно произойдет превышение допустимого ускорения и требования по точности движения будут нарушены. Для исключения этого на таких участках скорость движения снижается до предельно высокого допустимого значения.

Таким образом, при использовании описанного подхода будет автоматически обеспечиваться точное и предельно быстрое движение РИ подводного ММ, установленного на АНПА, по траекториям, задаваемым параметрическими сплайнами.

Список источников

1. Филаретов В.Ф., Зуев А.В., Губанков А.С. Управление манипуляторами при выполнении различных технологических операций. – Москва: Наука, 2018. – 216 с.
2. Bobrow J. E., Dubowsky S., Gibson J. S. Time-optimal control of robotic manipulators along specified paths, The International Journal of Robotics Research, 1985, vol. 4, no. 3, pp. 3–17.
3. Rogers D.F., Adams J.A. Mathematical elements for computer graphics. McGraw-Hill, 1976. 239 p.

References

1. Filaretov V.F., Zuev A.V., Gubankov A.S. Manipulator control during various technological operations. Moscow: Science, 2018. 216 p.
2. Bobrow J. E., Dubowsky S., Gibson J. S. Time-optimal control of robotic manipulators along specified paths, The International Journal of Robotics Research, 1985, vol. 4, no. 3, pp. 3–17.
3. Rogers D.F., Adams J.A. Mathematical elements for computer graphics. McGraw-Hill, 1976. 239 p.

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПОВОЙ СХЕМЫ ДЕЛЕНИЯ РТК ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

И.А. Ермолов

*Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН,
Москва, Россия
Санкт-Петербургский государственный
морской технический университет,
Санкт-Петербург, Россия, ermolov@ipmnet.ru*

APPLICATION OF MODEL STRUCTURE OF ROBOTICS SYSTEM FOR CREATION OF NEW MARINE ROBOTS

Ivan L. Ermolov

*Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics of the Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russia
St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg,
Russia, ermolov@ipmnet.ru*

Активное развитие робототехники в России потребовало новых решений в области стандартизации робототехники. В их числе, возникла необходимость в формировании согласованного структурированного представления о типовом составе робототехнических комплексов. Такая работа была проведена в рамках создания типовой схемы деления (обобщённой структурной схемы) робототехнических комплексов (РТК).

При разработке типовой схемы деления был предложен новый для робототехники подход, заключающийся в группировании элементов в основные функциональные модули, реализующие базовые функции РТК (рис. 1).

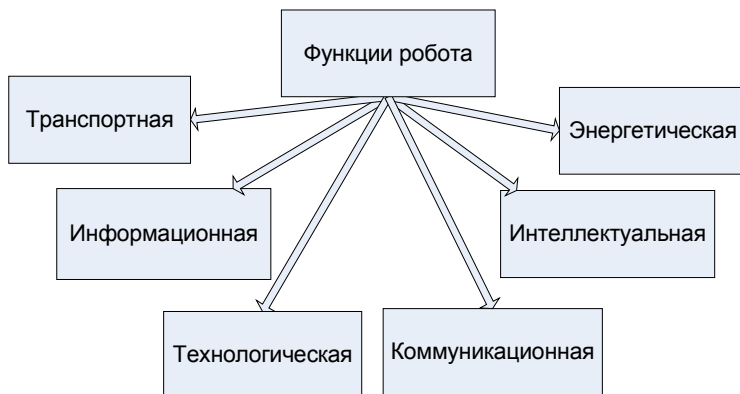


Рис. 1. Основные функции, реализуемые роботом

Типовая схема деления РТК представлена на рис. 2.



Рис. 2. Типовая схема деления

В докладе представлен опыт создания с использованием типовой схемы деления двух новых видов морских роботов: перспективного робота для очистки корпусов судов и робота для обследования МЛСП "Приразломная".

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания (№ госрегистрации АААА-А20-120011690138-6), НИР «Поисковые исследования для создания компонентов РТК для очистки корпусов судов от обрастаний» при поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» и НИР "Эксплуатация ПА для МЛСП «Приразломная» в условиях сурового воздействия течения и волнения морской среды", совместно выполненной ИПМех РАН и СПбГМТУ для ПАО "Газпромнефть".

Список источников

1. Ермолов И.Л., Хрипунов С.П., Формирование обобщенной структурной схемы робототехнических комплексов// Робототехника и техническая кибернетика». – 2017. – № 1.
2. Ермолов И.Л., Хрипунов С.П., Благодарящев И.В., Хрипунов С.С. Типовая структурно-функциональная схема робототехнических комплексов военного назначения// Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – №6.
3. Ермолов И.Л. О некоторых новых применениях роботов вертикального перемещения // Тезисы Международной конференции "Экстремальная робототехника 2023". – Санкт-Петербург: ЦНИИ РТК, 2023.

References

1. Ermolov I.L., Khripunov S.P., Formation of a generalized structural diagram of robotic complexes//Robotics and technical cybernetics. 2017. № 1.
2. Ermolov I.L., Khripunov S.P., Blagodaryashchev I.V., Khripunov S.S. Typical structural and functional diagram of military robotic systems // Information-measuring and control systems. 2017. №6.
3. Ermolov I.L. On some new applications of vertical movement robots // Theses of the International Conference "Extreme Robotics 2023." St. Petersburg: TsNII RTK, 2023.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ РОБОТОВ ШАГАЮЩЕГО ТИПА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

**И.Л. Ермолов, М.М. Князьков, Е.А. Семенов,
А.Н. Суханов, Ф.М. Бельченко, П.П. Остриков**

*Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН
Москва, Россия, sukhanov-artyom@yandex.ru*

APPLICATION FEATURES OF PNEUMATIC CLIMBING ROBOTS IN WATER ENVIRONMENT

**Ivan L. Ermolov, Maxim M. Knyazkov,
Evgeny A. Semenov, Artem N. Sukhanov,
Philip M. Belchenko, Pavel P. Ostrikov**

*Ishlinsky Institute for Problems in Mechanics
of the Russian Academy of Sciences
Moscow, Russia, sukhanov-artyom@yandex.ru*

В последние годы все больше научных статей рассматривают влияние биологических обрастаний на различные характеристики морских объектов [1]. Для мобильных объектов эта проблема приводит к увеличению сопротивления движению, требующему дополнительных затрат на топливо и снижающему скорость, что влечет большие экономические потери. Для стационарных объектов существует риск разрушения лакокрасочного покрытия и проникновения биомассы в материал, что приводит к его разрушению [2].

В нашей лаборатории проводились испытания робота шагающего типа, оценивалась эффективность работы воздушных эжекторов в условиях противодействия на глубине. Резуль-

таты показали, что переходные процессы образования вакуума замедляются с глубиной погружения из-за роста внешнего давления, а также из-за вязкости воды, что существенно увеличивает время цикла шага транспортной платформы на глубине.

Была предложена конструкция, состоящая из двух эластичных полотен, закрепленных на приводных рейках, с возможностью управлять прижимным усилием и адаптироваться к вектору течения. Конструкция также была промоделирована с учётом начальных условий, показав возможность развития большого прижимного усилия. Результаты моделирования показали потенциальную возможность создания необходимой прижимающей силы для более эффективного истечения воды из вакуумируемых областей устройств фиксации робота, интегрированных в его ноги. Такой механизм позволяет ускорить движение роботизированной платформы на глубине и повысить эффективность её применения для выполнения различных транспортных задач и мониторинга.

Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР «Поисковые исследования для создания компонентов РТК для очистки корпусов судов от обрастаний» (Приоритет 2030).

Список источников

1. Oliveira D (2017) The enemy below-adhesion and friction of ship hull fouling. Master thesis, Chalmers University of technology, Gothenburg, Sweden, 56–67.
2. Ермолов И.Л., Князьков М.М., Семенов Е.А., Суханов А.Н. Адаптация технологического оборудования для использования на мобильном робототехническом комплексе вертикального перемещения (МРК), спроектированного для работы на вертикальных и горизонтальных поверхностях нефте- и газохранилищ // Станкоинструмент. – 2022. – (3)028. – С. 58-64.

References

1. Oliveira D (2017) The enemy below-adhesion and friction of ship hull fouling. Master thesis, Chalmers University of technology, Gothenburg, Sweden, 56–67.
2. Ermolov I.L., Knyazkov MM, Semenov E.A., Sukhanov A.N. Adaptation of technological equipment for use in a mobile robotic vertical movement complex (RTO) designed for work on vertical and horizontal surfaces of oil and gas storage facilities//Stankoinstrog. 2022. (3)028. S. 58-64.

ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ LEMMING WAY

В.С. Ефремов, А.А. Шкрябин, А.С. Пургин, А.Д. Шилов

*Северный (Арктический) федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, филиал в г. Северодвинске
Северодвинск, Россия*

UNDERWATER VEHICLE LEMMING WAY

V.S. Efremov, A.A. Shkryabin, A.S. Purgin, A.D. Shilov

*Northern (Arctic) Federal University named after
M.V. Lomonosov, branch in Severodvinsk
Severodvinsk, Russia*

Спроектированный авторами подводный аппарат содержит в себе береговое заземление и защиту на винтах, что позволяет безопасно его эксплуатировать.

Массогабаритные характеристики аппарата:

500×340×230 мм.

Масса – 6.2 кг.

Полезная нагрузка – 2 кг.

Внешний вид аппарата представлен на рисунке.



Рисунок. Внешний вид аппарата Lemming Way

Применяемые технические решения позволяют успешно решать различные задачи.

ПОДВОДНЫЕ РОБОТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

А.В. Зуев

*Институт проблем морских технологий
им. академика М.Д. Агеева
ДВО РАН, Владивосток, Россия, zuev@dvo.ru*

NEW GENERATION UNDERWATER ROBOTS

Alexander V. Zuev

*Institute of Marine Technology Problems named after
Academician M.D. Ageeva
FEB RAS, Vladivostok, Russia, zuev@dvo.ru*

В настоящее время в связи с необходимостью увеличения эффективности выполнения многих подводных работ и операций в различных сферах деятельности (прокладка и обслуживание подводных коммуникаций, подводное строительство, добыча подводных полезных ископаемых и др.) происходит расширение области применения подводной робототехники. При использовании автономных подводных роботов (АПР) с традиционными бортовыми информационно-управляющими системами сейчас в основном удается выполнять поисковые и обзорные миссии или относительно простые операции по предварительно составленной жесткой программе, а более сложные работы, реализуемые вблизи подводных сооружений и объектов, пока выполняются с помощью телеуправляемых комплексов, использование которых возможно только при наличии дорогостоящих судов обеспечения и многочисленного высококвалифицированного обслуживающего персонала. Эти комплексы, включающие суда-носители, требуют больших финансовых затрат при эксплуатации и обслуживании. Поэтому при оснащении подводных роботов элементами искус-

ственного интеллекта и подводными манипуляторами появляется возможность замены маломаневренных, громоздких и дорогостоящих телеуправляемых комплексов (особенно при выполнении глубоководных работ) более производительными и дешевыми АПР с расширенными функциональными возможностями и улучшенными показателями качества работы, способными в автономном режиме выполнять многие миссии, а также технологические и транспортные операции. АПР, оснащенные интеллектуальными информационно-управляющими системами (ИИУС), должны анализировать данные, поступающие от бортовых сенсоров и на основе этого анализа автоматически формировать и корректировать свои миссии для достижения поставленной цели. Это позволит резко увеличить количество подводных операций, выполняемых в автономном режиме, а также удешевить использование этой техники при одновременном росте эффективности выполнения подводных работ.

Рассмотрены вопросы создания новых методов синтеза и алгоритмов управления, а также формирования траекторий и планирования действий АПР нового поколения, на основе которых удастся построить бортовые ИИУС для эффективного выполнения подводных операций в заранее неизвестной и непрерывно изменяющейся обстановке.

Список источников

1. Жирабок, А.Н. Виртуальные датчики для дискретных нелинейных систем / А. Н. Жирабок, А. В. Зуев, А. Е. Шумский // Измерительная техника. – 2023. – № 4. – С. 18-22. – DOI 10.32446/0368-1025it.2023-4-18-22.
2. Филаретов В.Ф., Юхимец Д.А., Зуев А.В., Губанков А.С., Минаев Д.Д. Цифровая платформа для реализации распределенных систем управления и навигации для подводных робототехнических комплексов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2021. – № 1. – С. 81-93.

References

1. Girabock, A.N. Virtual sensors for discrete nonlinear systems/A.N. Girabock, A.V. Zuev, A.E. Shumsky//Measuring technique. 2023. № 4. S. 18-22. DOI 10.32446/0368-1025it.2023-4-18-22.
2. Filaretov V.F., Yukhimets D.A., Zuev A.V., Gubankov A.S., Minaev D.D. Digital platform for the implementation of distributed control and navigation systems for underwater robotic complexes//Izvestia SFU. Technical sciences. 2021. № 1. S. 81-93.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

И.Н. Ковалев

*Стартап-студия ДВФУ
Владивосток, Россия*

TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP SUPPORT SYSTEM

Ilya N. Kovalev

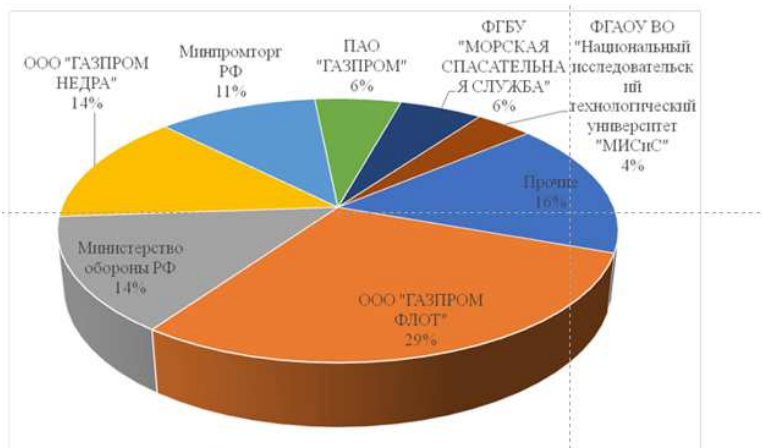
*Startup studio FEFU
Vladivostok, Russia*

Емкость рынка подводной робототехники стабильно растет как в России, так и в мире, и ожидается, что этот рост продолжится от 4,6 млрд. долларов в 2020 г. до 10,8 млрд долларов в 2027 г.

На долю телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов приходится 87% рынка, на долю автономных необитаемых подводных аппаратов – 13 %.

Основные страны участники (в порядке убывания доли): США, Китай, Япония, Канада, Германия, Великобритания, Россия, Франция, Индия.

В России структура рынка подводной робототехники за последние 8 лет выглядит следующим образом (см. рисунок):



Крупные заказчики на рынке подводной робототехники РФ по объему закупок за 2015-2022 гг.

Рисунок. Структура рынка подводной робототехники

Основная проблема развития рынка – малое количество покупателей, что сигнализирует об отсутствии массового спроса (массового применения).

Одним из способов стимулирования деятельности в данной области является вовлечение молодежи в техническое предпринимательство. В России существует достаточное количество мер поддержки молодежного предпринимательства, это и тренинги предпринимательских компетенций, акселерационные программы, грантовые конкурсы и университетские стартап-студии. ООО «Стартап-студия ДВФУ» является примером инвестора для первых шагов технологических компаний, где инвестиции в создание технологий осуществляются через создание новых юридических лиц. Уверен, что такая форма поддержки технологического предпринимательства будет помогать преодолеть так называемую «долину смерти» стартапов и повысить эффективность вложений инвесторов. ООО «Стартап-студия ДВФУ» осуществляет деятельность в рамках федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства».

Список источников

1. Митус К.Н., Гармашова Е.П. Анализ рынка подводной робототехники России // Вопросы инновационной экономики. –2023. – № 1. Т. 13. – С. 233-254.

References

1. Mitus K.N., Garmashova E.P. Analysis of the Russian underwater robotics market//Issues of innovative economy. 2023. № 1. T. 13. S. 233-254.

РОБОТОТЕХНИКА ОТ ШКОЛЫ ДО РОСТЕХА

А.Ю. Кретов

АО «ИТТ»

Раменское, Россия, alex_yurich@mail.ru

ROBOTICS FROM SCHOOL TO ROSTEC

Aleksey Y. Kretov

JSC "Inertial technologies of Technocomplex"

Ramenskoye, alex_yurich@mail.ru

Активное развитие отечественной электроники и курс на технологический суверенитет требуют значительного количества квалифицированных кадров. При этом последние годы наблюдается перекося рынка труда в сторону подготовки IT-специалистов. Как показывает практика, фундаментальные знания необходимые для решения широкого круга задач находятся на недостаточном уровне, что приводит к увеличению периода адаптации молодого специалиста на рабочем месте.

В качестве решения данной проблемы предлагается развитие практико-ориентированного подхода с раннего возраста, начиная с уровня детских клубов и школьных дополнительных занятий по робототехнике, большей степени специализации в вузе, и дальнейшей производственной практики на предприятиях радиоэлектронной промышленности (рис. 1). Как видно из схемы, на каждом уровне подготовки заложена обратная связь, учитывающая текущие потребности в фундаментальных знаниях необходимых при трудоустройстве.



Рис. 1. Типовая схема жизненного цикла методики

Данная методика отработывается на протяжении последних 7 лет. Статья раскрывает опыт внедрения данного подхода и ключевые результаты от внедрения методики.

Клуб робототехники «Робот и Я» (г. Москва) является одной из основных площадок в рамках начального уровня подготовки по предлагаемой методике. Базовая программа подготовки представлена на рис. 2.

Благодаря обширному предметному перечню, к окончанию школы у учеников формируются необходимые компетенции, позволяющие значительно более осознанно подойти к выбору специальности для дальнейшего обучения в вузе.

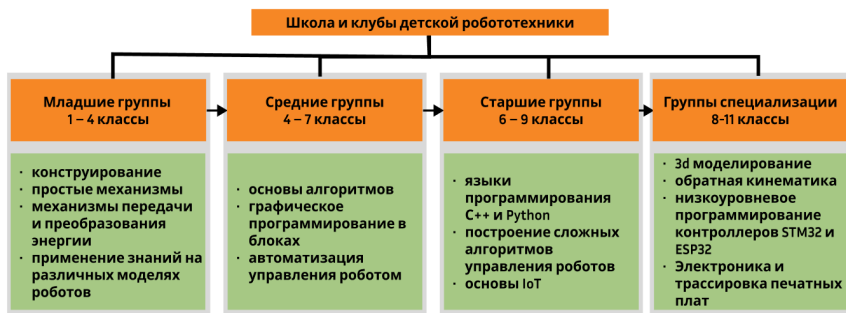


Рис. 2. Базовая программа подготовки

В процессе обучения в вузе студенты участвуют в большом количестве мероприятий по робототехнике, тем самым закрепляя и расширяя уже имеющиеся компетенции.

Начиная с 3-го курса, студенты поступают на производственную практику на предприятия ГК «Ростех», в частности на АО «ИТТ», г. Раменское.

В рамках производственной практики студенты участвуют в передовых исследованиях в области систем навигации и алгоритмов. На исследования выносятся наиболее актуальные проблемы, что позволяет использовать материал в процессе подготовки дипломной работы.

По результатам защиты наиболее успешным студентам предоставляется возможность трудоустройства. Таким образом удается добиться наиболее высокого уровня молодого специалиста, с опытом решения прикладных задач, при этом имеющего практический опыт работы с программными продуктами моделирования, конструкторской разработки и программирования, сразу после окончания вуза.

Список источников

1. Bruno Siciliano, Oussama Khatib., «Handbook of Robotics». – Springer, 2008.

References

1. Bruno Siciliano, Oussama Khatib., «Handbook of Robotics». Springer, 2008.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИННОПОЛИС

А.В. Малолетов

*Университет Иннополис, Иннополис, Россия,
a.maloletov@innopolis.ru*

EXPERIENCE OF AUTONOMOUS ROBOT DEVELOPMENT AT INNOPOLIS UNIVERSITY

Alexander V. Maloletov

*Innopolis University, Innopolis, Russia
a.maloletov@innopolis.ru*

Центр НТИ «Компоненты робототехники и мехатроники» при Университете Иннополис охватывает все основные направления современной робототехники. В Программе Центра и портфеле коммерческих проектов представлены проекты по промышленной робототехнике (роботизированная фрезеровка, гибка рессор, предиктивная аналитика промышленных роботов и другие), мобильной робототехнике (беспилотные автомобили, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), надводные и подводные роботы и другие), человеко-машинным интерфейсам (управление роботами на базе технологий дополненной реальности и анализа активности мозга, применение технологии дополненной реальности для управления роботами), интеллектуальным системам управления роботами (техническое зрение в системах управления робототехническими комплексами), ассистивной робототехники (экзоскелеты для реабилитации), разработка новых типов роботов и мехатронных устройств (тросовые роботы, приводы на скручивающихся нитях, шагающие аппараты и другие).

По направлению беспилотных технологий портфель проектов Центра включает в себя более 20 завершённых и продолжающихся научно-исследовательских и опытно-конструкторских проектов.

Среди наиболее значимых научных и практических результатов можно отметить:

- разработаны системы управления беспилотными легковыми и грузовыми автомобилями для движения в сложных условиях, включая разработку аппаратной и программной частей;
- реализован проект системы помощи инспектору ГИБДД для приёма экзаменов по вождению;
- реализованы прототипы решений для беспилотных автобусов и дорожно-строительной техники;
- разработаны системы управления беспилотными летательными аппаратами – авионика и программное обеспечение собственной разработки, налажено мелкосерийное производство;
- разработаны оригинальные конструктивные решения: летательные аппараты по схеме конвертоплана, мультироторные аппараты с напряжённо-связанной несущей конструкцией;
- реализованы решения для задач мониторинга территорий, позволяющие осуществлять автоматическое управление полетными миссиями, а также хранение и подзарядку БПЛА.

Направление надводной и подводной робототехники в настоящее время представлено одним продолжающимся проектом: разработкой мобильной телеуправляемой робототехнической плавучей платформы, предназначенной для диагностики подводных переходов магистральных газопроводов в условиях речной акватории. Проект реализуется по заказу ООО «Трансгаз – Казань».

Основные задачи, решаемые с помощью разрабатываемого комплекса:

- сбор данных для определения защитного слоя газопровода;

- батиметрическая съемка акватории водоема в зоне перехода;
- дистанционная приборная и визуальная диагностика газопровода в речных акваториях;
- подводная фото- и видеосъемка.

Мобильная телеуправляемая платформа предполагает возможности ручного управления непосредственно или дистанционно, а также работу автономном режиме.

На текущем этапе разработана надводная платформа (судно) с навесным сенсорным оборудованием для обеспечения обследования акватории и позиционирования в пределах акватории в условиях перемещения по заданному оператором маршруту. Реализуется разработка подводной части решения с возможностями автоматизации и проведения детализированных обследований поверхности дна и зон пролегания подводных газопроводов.

Благодарности

Работа выполнена сотрудниками Центра беспилотных технологий в рамках Программы Центра НТИ «Компоненты робототехники и мехатроники» при Университете Иннополис.

Список источников

1. Овсянников, А. Ю. Особенности моделирования тросовых роботов в робототехническом симуляторе / А. Ю. Овсянников, А. В. Малолетов // Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении: сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 13–14 апреля 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 267-270.

2. Малолетов, А.В. Оптимизация конструкции и законов движения параллельных тросовых роботов с подвижными каретками / А.В. Малолетов // XIII Всероссийский Съезд по теоретической и прикладной механике: сборник тезисов докладов. В 4-х т., Санкт-Петербург, 21–25 августа 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-

Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023. – С. 504-506.

References

1. Ovsyannikov, A. Yu. Features of modeling cable robots in a robotic simulator/A. Yu. Ovsyannikov, A. V. Maloletov//Prospects for the development of processing technologies and equipment in mechanical engineering: Collection of scientific articles of the All-Russian Scientific and Technical Conference, Voronezh, April 13-14, 2023. Voronezh: Voronezh State Technical University, 2023. S. 267-270.

2. Maloletov, A.V. Optimization of the design and laws of movement of parallel cable robots with movable carriages/A.V. Maloletov//XIII All-Russian Congress on Theoretical and Applied Mechanics: a collection of theses of reports. In 4 volumes, St. Petersburg, August 21-25, 2023. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2023. S. 504-506.

ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ NAVY SEAL

**А.Н. Соболев, Е.Р. Головков, В.И. Муратов,
А.В. Демидов, Е.Н. Сизых**

*МАОУ Лицей 7 имени Б.К. Чернышева,
Красноярск, Россия*

UNDERWATER VEHICLE NAVY SEAL

**Alexander N. Sobolev, Egor R. Golovkov,
Vladislav I. Muratov, Alexander V. Demidov,
Elizaveta N. Sizykh**

*MAOU Lyceum 7 named after B.K. Chernysheva,
Krasnoyarsk, Russia*

Спроектированный авторами подводный аппарат несет следующую полезную нагрузку: два камеры обзора на противоположных сторонах аппарата, двухосевой манипулятор. Безопасность эксплуатации обеспечивается тем, что на всех движителях стоят защитные приспособления, а также движители обозначены опознавательными знаками. Все детали робота герметичны.

Движители робота предназначены для перемещения его в толще воды: погружение/всплытие (два движителя); вперед/назад и вправо/влево (четыре движителя).

Компоновка подводной части аппарата представлена на рисунке.

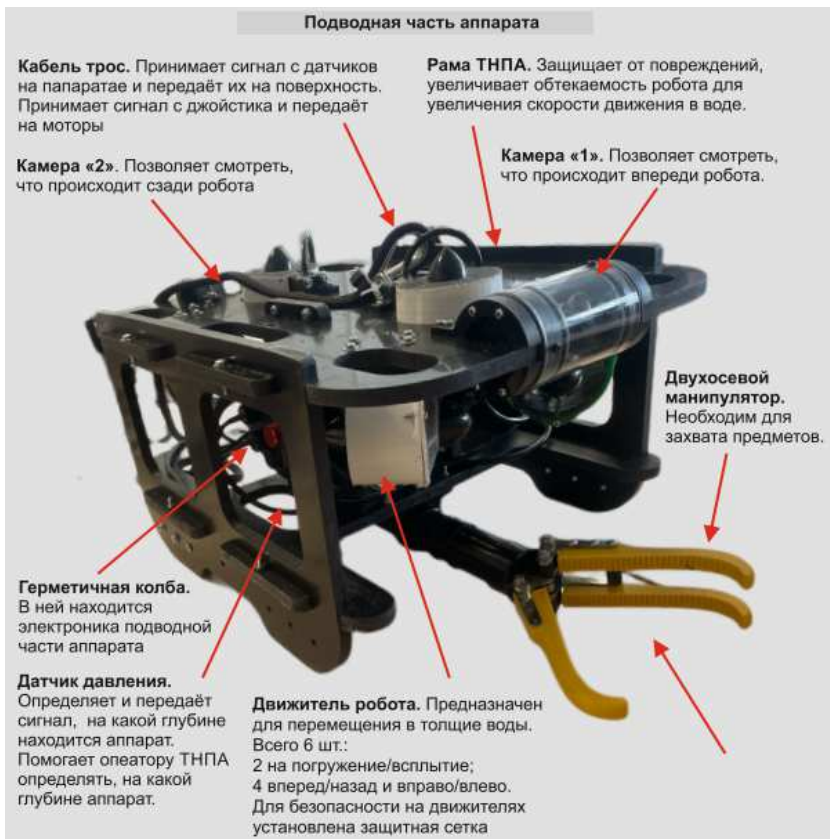


Рисунок. Компоновка подводной части аппарата Navy Seal

Применяемые технические решения позволяют успешно решать различные задачи.

ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ «ПРОМЕТЕЙ»

**П.И. Тамков, Э.М. Вильданов,
Е.А. Скляр, И.А. Лебедев**

*Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,
Астрахань, Россия*

UNDERWATER VEHICLE “PROMETHEUS”

**Pavel I. Tamkov, Emir M. Vildanov,
Evgeniy A. Sklyarov, Ivan A. Lebedev**

*Astrakhan State University named after V.N. Tatishcheva,
Astrakhan, Russia*

Спроектированный авторами подводный аппарат содержит в себе полностью собственное электронное и программное обеспечение, также робот позволяет нести в себе полезную нагрузку благодаря размещению дополнительных актуаторов на несущей конструкции.

Встроены датчики температуры, глубины, инерциальный блок, рН анализатор, дозиметр.

Разработан алгоритм автоматического движения вдоль выбранного объекта, позволяющий задействовать не несколько специалистов, а только одного оператора.

Возможные варианты управления представлены на рисунке.

Варианты управления



Наземная станция с ПО

Задействуется при дефектоскопии и археологических работах



Кроссплатформенное приложение

Используется при визуальных осмотрах и в целях сопровождения работ водолазов и закладке трубопроводов



VR управление

Туристические прогулки, быстрое обучение управлению, проведение визуальных инспекций

Рисунок. Варианты управления подводным аппаратом «Прометей»

Применяемые технические решения позволяют успешно решать различные задачи.

ПОДВОДНЫЕ МОБИЛЬНЫЕ РОБОТЫ С ШАГАЮЩИМИ И «ШАГАЮЩЕПОДОБНЫМИ» ДВИЖИТЕЛЯМИ

Н.Г. Шаронов

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, Россия, sharonov@vstu.ru*

UNDERWATER MOBILE ROBOTS WITH WALKING AND "WALKING-LIKE" PROPULSION

Nikolay G. Sharonov

*Volgograd State Technical University,
Volgograd, Russia, sharonov@vstu.ru*

Практические задачи проведения технологических работ и транспортных операций на дне водоема и в околдонном пространстве приводят к разработке мобильных роботов, перемещающихся по дну водоемов. Находят применение [1] перемещающиеся по дну аппараты, являющиеся аналогами сухопутных транспортных средств с колесным или, чаще, гусеничным движителем. Известны [2–4] экспериментальные образцы роботов, перемещающихся под водой с помощью шагающих движителей. Однако рельеф дна может существенно отличаться от рельефа грунта на суше. Возникают задачи существенного повышения профильной проходимости, а также задачи позиционирования платформ с технологическим оборудованием.

Рассматриваются различные конструктивные реализации подводных мобильных роботов и робототехнических систем с шагающими и шагающеподобными движителями. Шагающеподобные движители с гибкими звеньями [5] (якорно-

тросовые движители) перемещают платформу (корпус с положительной плавучестью) за счет притягивания гибких связей к опорам, дискретно (шагающеподобно) меняющим свое положение, при этом движущая сила создается не за счет отталкивания от опорной поверхности, а за счет притягивания к размещенной на дне водоема опоре.

Исследуются различные конструктивные реализации платформ с шагающими движителями с гибкими звеньями (например, якорно-тросовыми движителями), перемещающиеся за счет притягивания гибких связей к опорам. Исследованы некоторые частные случаи движений мобильного робота, представлены результаты моделирования, в том числе с избыточным числом движителей. Получены закономерности для расчета и проектирования различных видов платформ с якорно-тросовым движителем. Предложена конструкция адаптивной стопы, обеспечивающей управление тягово-сцепными свойствами движителя. С целью исследования экспериментальных моделей робототехнических систем с гибкими связями в механизмах шагания, обоснования методик экспериментальных исследований, для проведения физических экспериментов созданы лабораторные исследовательские установки.

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-01589, <https://rscf.ru/project/22-29-01589/>.

Список источников

1. Щербатюк А. Ф. Об использовании необитаемых подводных аппаратов при освоении месторождений глубоководных минералов // Подводные исследования и робототехника. – 2023. – № 2(44). – С. 4-19.
2. Управление движением подводных шагающих аппаратов, передвигающихся по дну / В.В. Чернышев, В.В. Арыканцев, А.Е. Гаврилов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 1(174). – С. 141-155.

3. Development of seabed walking robot CR200 / Jun B.-H. et al. // 2013 MTS/IEEE OCEANS. – Bergen, Bergen, Norway. – 2013. Pp. 1-5.
4. Bioinspired underwater legged robot for seabed exploration with low environmental disturbance / Picardi et al. // Sci.Robot. – 2020, 5, eaaz1012.
5. П.М. 217486 РФ. Двигатель для мобильной платформы / Е.С. Брискин, И.С. Пеньшин, Н.Г. Шаронов; ВолгГТУ. – 2023.

References

1. Shcherbatyuk A.F. On the use of uninhabited underwater vehicles in the development of deep-sea mineral deposits//Underwater research and robotics. 2023. № 2(44). S. 4-19.
2. Control of the movement of underwater walking vehicles moving along the bottom/V.V. Chernyshev, V.V. Arkantsev, A.E. Gavrilov // Izvestia SFU. Technical sciences. 2016. № 1(174). S. 141-155.
3. Development of seabed walking robot CR200 / Jun B.-H. et al. // 2013 MTS/IEEE OCEANS. Bergen, Bergen, Norway. 2013. Pp. 1-5.
4. Bioinspired underwater legged robot for seabed exploration with low environmental disturbance / Picardi et al. // Sci.Robot. 2020, 5, eaaz1012.
5. P.M. 217486 RF. Mover for mobile platform/ E.S. Briskin, I.S. Penshin, N.G. Sharonov; VolgaGTU. 2023.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОНОМНОГО И РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНИКОМ

К.С. Шутов

*Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, Россия
shutov.ks@dvfu.ru*

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE SYSTEM FOR AUTONOMOUS AND MANUAL CONTROL OF A UAV

Konstantin S. Shutov

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia
shutov.ks@dvfu.ru*

На сегодняшний день создание и внедрение беспилотных транспортных средств является объектом пристального внимания со стороны исследователей и инженеров. Исторически беспилотники создавались в рамках специальных задач и для работы в зонах, опасных для человека. В настоящее время имеются попытки их использования в самых разных отраслях: видеонаблюдение, доставка больших и мелких грузов, сельскохозяйственные работы, мониторинг параметров среды, складские задачи и т. п. Беспилотники делятся на следующие типы: надземные, воздушные, надводные и подводные.

С точки зрения реализации процессов управления беспилотником можно выделить 4 режима работы [1, 2]:

- система с ручным управлением – оператор (капитан) находится на борту и управляет беспилотником, укомплектованным экипажем;

- полностью автономная система – система работает полностью в автономное режиме (например, в открытом море) и не предусматривает вмешательство пилота;
- дистанционно управляемая система – беспилотным объектом управляет оператор, не находящийся на борту;
- комбинированный режим работы – совмещает автономный и дистанционный режимы, а также позволяет оперативно переключаться между ними, где возможность дистанционного управления необходима в случае возникновения нештатной ситуации.

Дистанционное управление беспилотником может оказаться сложной задачей из-за задержки. Для прохождения сигнала через спутники, интернет или другие средства требуется время. Слишком большая задержка может препятствовать выполнению практических задач. Поэтому именно комбинированный режим работы представляет наибольший исследовательский и прикладной интерес [3].

На данный момент не разработана программная система с отработанными архитектурными решениями комбинированного режима работы для управления беспилотниками, нет устоявшихся стандартных решений. Также для данной программной системы важно обеспечить модульность, слабую зависимость компонент системы, возможность их заменимости. Прежде всего необходимо обеспечить заменимость поведения в части функционала, связанного с автономным управлением, чтобы можно было эксплуатировать устройство, легко заменяя алгоритмы управления.

Для реализации автономного режима работы, а также обеспечения заменимости модели поведения, стоит обратить внимание на применение нейронных сетей. Нейронные сети предоставляют мощный инструмент для создания адаптивных систем, способных обучаться на основе опыта и адаптироваться к изменяющимся условиям.

Искусственный интеллект обладает значительным потенциалом в области управления беспилотниками, особенно в

контексте судов, которые сильно подвержены влиянию ветра, волн, течений и других возмущений окружающей среды и имеют очень сложные нелинейные характеристики для систем управления курсом. Несмотря на интерес к технологиям, связанным с искусственным интеллектом, существует дефицит научных исследований. Традиционные методы управления беспилотниками не всегда обеспечивают нужное качество и надежность. Новые "интеллектуальные" алгоритмы, имитирующие поведение экспертов, могут быть ключевыми в улучшении качества управления, поэтому необходимо разрабатывать и совершенствовать высокоэффективные алгоритмы и системы управления, специально адаптированные для беспилотников [4, 5].

В заключение можно отметить, что беспилотники представляют собой перспективную область, с разнообразными областями применения. Комбинированный режим управления выделяется как важный, но пока не имеющий стандартных решений, а нейронные сети предоставляют высокую адаптивность к изменяющимся условиям, что позволит реализовать автономный режим управления с возможностью замены модели поведения. Таким образом, основной целью работы является разработка и внедрение программной системы комбинированного управления беспилотником, использующей нейронные сети в автономном режиме управления.

Список источников

1. Епихин А.И., Хекерт Е.В., Модина М.А. Анализ безопасности безэкипажных судов на основе структуры модели риска с использованием сети байеса // Морские интеллектуальные технологии. – 2021. – № 2-4(52). – С. 38-46.
2. Bratić K., Pavić I., Vukša S. and Stazić L. (2019) "Review of Autonomous and Remotely Controlled Ships in Maritime Sector", Transactions on Maritime Science. – Split, Croatia, 8(2). – Pp. 253–265.
3. Jalonen, R., Tuominen, R., & Wahlström, M. (2017). Safety of Unmanned Ships: Safe Shipping with Autonomous and Remote Controlled Ships. Aalto University. Aalto University Publication Series Science + Technology No. 5.

4. Luo Z., Qian T., Ye X., Huang J., & Yu, L. (2021). Research on a course control strategy for unmanned surface vessel. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1948, Issue 1, p. 012106). IOP Publishing.

5. Епихин А.И., Кондратьев С.И. Искусственный интеллект, перспективы применения в управлении судовыми энергетическими установками // *Эксплуатация морского транспорта*. – 2020. – № 4(97). – С. 95-100.

References

1. A.I. Epikhin, E.V. Heckert, M.A. Modina. Analysis of the safety of non-ship vessels based on the structure of the risk model using the Bayes network//*Marine intelligent technologies*. 2021. № 2-4(52). S. 38-46.

2. Bratić K., Pavić I., Vukša S. and Stazić L. (2019) “Review of Autonomous and Remotely Controlled Ships in Maritime Sector”, *Transactions on Maritime Science*. Split, Croatia, 8(2), pp. 253–265.

3. Jalonen, R., Tuominen, R., & Wahlström, M. (2017). *Safety of Unmanned Ships: Safe Shipping with Autonomous and Remote Controlled Ships*. Aalto University. Aalto University Publication Series Science + Technology No. 5.

4. Luo Z., Qian T., Ye X., Huang J., & Yu, L. (2021). Research on a course control strategy for unmanned surface vessel. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1948, Issue 1, p. 012106). IOP Publishing.

5. A.I. Epikhin, S.I. Kondratyev, *Artificial Intelligence, Prospects for Use in the Management of Marine Power Plants//Operation of Marine Transport*. 2020. № 4(97). S. 95-100.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Программа конференции «Перспективы развития роботизированных комплексов (систем) морского базирования»

ОРГАНИЗАТОРЫ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФОНД ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет», г. Владивосток

ФГБОУ ВО «Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского», г. Владивосток

ПРОГРАММА МЕРОПРИЯТИЙ

Место проведения конференции, ул. Гоголя 41 ВВГУ
11 декабря 2023 г.

Время	Мероприятие	Место проведение
10-00–11-00	Регистрация на конференцию Приветственный кофе-брейк	Аудитория 1501
11-00–13-00	Пленарное заседание	аудитория 1501
13-00–14-00	Обед	
14-00–15-30	Продолжение конференции	аудитория 1501
15-30–16-30	Прием спикеров у первого проректора ВВГУ	Малый зал ректората

Программа пленарного заседания:

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ (СИСТЕМ) МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

Будут рассмотрены вопросы: перспективы развития робототехнических устройств морского применения, прогресс в области освоения предельных глубин, правовые и нравственно-этические стандарты применения роботизированных технологий и аппаратов.

Губанков Антон Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией морской беспилотной авиации и морских авиационных систем Морской государственной университет имени адм. Г.И. Невельского «Морские БпЛА», г. Владивосток

Володенков Сергей Владимирович, профессор кафедры государственной политики, заместитель заведующего кафедрой по научной работе, факультет политологии МГУ имени М.В. Ломоносова «Искусственный интеллект и цифровые технологии в современной политике», г. Москва

Зуев Александр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе ИПМТ ДВО РАН, «Подводные роботы нового поколения», г. Владивосток

Бронников Иван Алексеевич, кандидат политических наук, доцент кафедры российской политики, заместитель декана факультета политологии МГУ имени М.В. Ломоносова «Глубокая медиатизация в России: национальные особенности и социально-экономические тенденции», г. Москва

Гриняк Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и систем ВВГУ «Интеллектуальные технологии управления движением и развитие беспилотного транспорта», г. Владивосток

Малолетов Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор АНОВО Университет Иннополис «Шагающие и тросовые работы», г. Москва

Кретов Алексей Юрьевич, преподаватель клуба робототехники «Робот и Я» «Робототехника: от школы до Ростеха», г. Москва

Шаронов Николай Геннадьевич, заведующий кафедрой «Динамика и прочность машин» ВолГТУ «Подводные мобильные роботы с шагающими и «шагающеподобными» движителями», г. Волгоград

Суханов Артем Николаевич, научный сотрудник лаборатории робототехники и мехатроники ИПМех РАН «Особенности применения пневматических роботов шагающего типа в водной среде», г. Москва

Нагайцев Георгий Николаевич, программист лаборатории робототехники и мехатроники ИПМех РАН «Улучшение качества изображений при подводной съемке робототехническими комплексами», г. Москва

Ковалев Илья Николаевич, генеральный директор Стартап-студии ДВФУ «Платформа университетского технологического предпринимательства как система мер поддержки перспективных разработок», г. Владивосток

Борейко Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, заместитель директора по развитию ИПМТ ДВО РАН «Демонстратор технологий для выполнения работ по диагностике технического состояния оборудования подводной добычи и мониторингу загрязнения водной среды углеводородами на морских месторождениях нефти и газа», г. Владивосток

Родионов Александр Юрьевич, доктор технических наук, профессор Департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения ДВФУ «Существующие решения и перспек-

тивы развития гидроакустической навигации и связи для подводной робототехники»

Ермолов Иван Леонидович, доктор технических наук, доцент, профессор РАН, заместитель директора по научной работе, Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, «Примеры применения типовой схемы деления РТК для создания перспективных образцов морской робототехники», г. Москва

Рогинский Константин Александрович, кандидат технических наук, Институт океанологии им. П.П. Ширшова, заведующий лабораторией техники подводных исследований и испытаний, «Импортозамещение в морском приборостроении в рамках Национальной технологической инициативы», г. Москва.

**Программа Школы робототехники ВВГУ
для школьников и студентов, участников мероприятия
Место проведения, ул. Гоголя 41 ВВГУ**

День	План занятия
1	<ol style="list-style-type: none">1. Знакомство с группой. Раскрытие понятия «Интернет вещей»2. Основы программирования на Arduino C. Написание простейших программ (Вывод текста на экран монитора, вывод текста в режиме диалога).3. Подключение RGB светодиодов с помощью макетной платы.4. Изучение работы сервопривода.5. Изучение работы мотора.6. Радиоуправление
2	<ol style="list-style-type: none">1. Подключение мотора и сервопривода2. Программирование и управление от компьютера3. Сборка макета лодки
3	<ol style="list-style-type: none">1. Сборка пульта для управления лодкой2. Программирование пульта3. Соединение пульта с лодкой

Лекции для школьников и студентов

Бронников Иван Алексеевич, кандидат политических наук, доцент кафедры российской политики, заместитель декана факультета политологии МГУ имени М.В. Ломоносова «Повседневная медиажизнь равнодушных граждан», г. Москва

Кретов Алексей Юрьевич, преподаватель клуба робототехники «Робот и Я» «Робототехника: от школы до Ростеха», г. Москва

Кирьянов Алексей Валерьевич, генеральный директор ООО «Аквателеком» «Технологический стартап: от идеи до промышленного образца»

Дневник конференции «Перспективы развития роботизированных комплексов (систем) морского базирования»



Рис. 1. Зимняя школа ВВГУ по робототехнике



Рис. 2. Мастер-класс «Музыка в программировании»

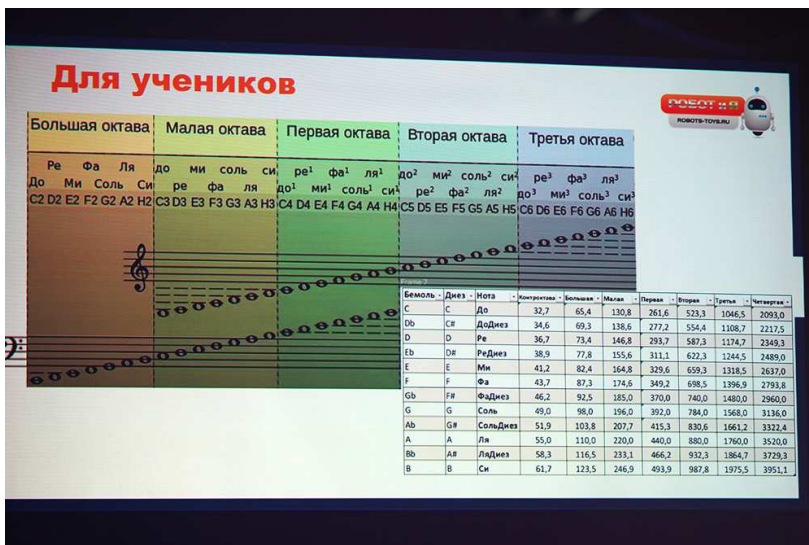


Рис. 3. Мастер-класс «Музыка в программировании»



Рис. 4. Обсуждаем выступление на пленарном заседании конференции



Рис. 5. Первый проректор ВВГУ С.Ю. Голиков открывает пленарное заседание конференции



Рис. 6. Награждение победителей соревнований по робототехнике «Аквароботех-2023»



Рис. 7. Награждение победителей соревнований по робототехнике «Аквароботех-2023»



Рис. 8. Начало работы конференции



Рис. 9. Приветственное слово ректора МГУ им. адм. Г.И. Невельского Д.В. Бурова



Рис. 10. Приветственное слово первого проректора ВВГУ С.Ю. Голикова



Рис. 11. Приветственное слово министра профессионального образования и занятости населения Приморского края С.В. Дубовицкого



Рис. 12. Приветственные слова заместителя командующего Тихоокеанским флотом контр-адмирала В.В. Астахова



Рис. 13. Инструктаж команд перед соревнованиями по робототехнике



Рис. 14. Старт соревнованиям дан



Рис. 15. Соревнования в разгаре

Научное издание

Под общей редакцией кандидата технических наук
С.Ю. Голикова

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ
КОМПЛЕКСОВ (СИСТЕМ) МОРСКОГО
БАЗИРОВАНИЯ**

Материалы всероссийской научно-практической конференции
г. Владивосток, 9–12 декабря 2023 г.

Редактор Л. Е. Стрикаускас
Технический редактор М.А. Портнова

Подписано печать: 29.12.2023. Формат 60x84/16.
Уч.-изд.л. 1,77. Усл.-печ.л. 4,14.
Тираж 500 экз. (1–50) Заказ 48

Издательство Владивостокского государственного университета
690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41
Отпечатано в ресурсном информационно-методическом центре
ВВГУ
690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41

ISBN 978-5-9736-0118-0



9 785973 607180