

ВЕСТНИК

**МОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Спецвыпуск

Материалы III Региональной
научно-практической конференции
«Морские исследования на Дальнем Востоке»,
14-15 марта 2019 г.

Вып. 87 / 2020

УДК 656.61(06)

В38

В38 Вестник Морского государственного университета : материалы III Региональной научно-практической конференции «Морские исследования на Дальнем Востоке», 14–15 марта 2019 г. Вып. 87 / 2020 / Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского; научный редактор С. Н. Павликов [и др.]. — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2020. — 87 с. ; цв. ил., табл. — Библиогр. в конце ст. — ISSN 2225-2908.

Спецвыпуск Вестника Морского государственного университета содержит доклады, прозвучавшие на III Региональной научно-практической конференции «Морские исследования на Дальнем Востоке» (14-15 марта 2019 г.), организованной Морским государственным университетом им. адм. Г. И. Невельского, в которой приняли участие более 50 научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, курсантов и студентов высших учебных заведений: Морского государственного университета им. адм. Г. И. Невельского, Дальневосточного федерального университета, Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичева. В данный выпуск вошли материалы секций конференции «Морское приборостроение и робототехника» и «Электротехника и электроавтоматика».

Сборник предназначен для практиков, руководителей всех уровней, научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

УДК 656.61(06)

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, профессор С.Н. Павликов (научный редактор),
канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Акмайкин,
зав. учебно-научной лабораторией Д.В. Штаев

ISSN 2225-2908

© Морской государственный университет
имени адмирала Г. И. Невельского, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Гареева М.А., Зимарева Е.А., Куликова А.В., Ходжаев Д. Разработка системы контроля и управления людьми на предприятии.....	5
Донкан Е.П., Андреева А.А., Евдокимов И.В., Миготин Л.Д. Разработка защиты информационной системы от вредоносных воздействий	10
Зимарева Е.А., Колесов Ю.Ю., Копаева Е.Ю., Павликов С.Н., Убанкин Е.И. Разработка системы телекоммуникаций на основе технологий блокчейн	14
Масленников А.С., Гареева М.А., Зимарева Е.А., Колесов Ю.Ю., Копаева Е.Ю., Павликов С.Н., Убанкин Е.И. Разработка комплексной поисковой системы.....	19
Новак А.С. Методы улучшения цифровой антенной решетки.....	23
Орошук И.М., Соловьев М.В., Сучков А.Н. Пространственно-корреляционные свойства искусственных (станционных) радиопомех декаметрового диапазона	28
Пленник М.Д., Цепелева А.С., Павликов С.Н. Разработка системы защиты локальной вычислительной сети от вирусных программ.....	36
Радочинская А.Ж. Способ оптимального размещения в пространстве беспилотных летательных аппаратов для оперативного развертывания сети мобильной связи.....	40
Сторожок Е.А., Акмайкин Д.А. Подключение микроконтроллера к локальной вычислительной сети	45
Шин М.И., Ганжа И.С. Радиоэлектронный комплекс беспилотного летательного аппарата.....	49

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РОБОТОТЕХНИКА

Акмайкин Д.А., Штаев Д.В. Состояние разработки и классификация морского безэкипажного судоходства.....	53
Бу В.М., Чернов Б.Б. Теория формирования осадков при катодной защите в морской воде	60
Заболотский В.С., Гузев М.А., Цициашвили Г.Ш. Задача охраны акватории и поиска объектов автономными необитаемыми подводными аппаратами в математической постановке.....	66
Иванов В.С., Акмайкин Д.А. Беспилотные суда	72
Козлова Е.Е., Залипаева Е.А. Стратегия развития электронной навигации	77
Штаев Д.В., Солодков О.В. Перспективы научной работы по обеспечению беспилотного управления водным транспортом для высшего учебного заведения	82

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

УДК 519.876.2

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЛЮДЬМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

М.А. Гареева¹, Е.А. Зимарева
Морской государственный университет им. Г.И. Невельского,
г. Владивосток
А.В. Куликова, Д. Ходжаев
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
г. Владивосток
¹ zavertannay6@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные системы контроля и идентификации моряков и пассажиров судна. В ходе работы они были совмещены в единую систему для повышения эффективности. Система контроля за перемещением сотрудников может использоваться в различных предприятиях, офисах и пр., с количеством сотрудников от единиц до нескольких тысяч. Использование данной системы позволит повысить безопасность, оперативность контроля за перемещением и идентификацией, что повысит трудовую дисциплину и эффективность персонала, а также позволит определить интенсивность использования и резервы трудовых ресурсов. Научная новизна технического решения состоит в выборе RFID технологии как ключевой в проектируемой системе и совмещения её с подсистемами видеонаблюдения и биометрической идентификации.

Ключевые слова: оперативность, безопасность, идентификация, система контроля, управление эвакуацией.

DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR MONITORING AND MANAGING PEOPLE IN THE ENTERPRISE

М.А. Gareeva¹, Е.А. Zimareva
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok
A.V. Kulikova, D. Khodjaev
Vladivostok State University of Economics and Service,
Vladivostok
¹ zavertannay6@mail.ru

Abstract. This article discusses the basic system monitoring and identification of seafarers and passengers of the ship. In the course of the work they were combined into a single system to improve efficiency. System for monitoring the movement of employees can be used in various factories, offices, etc., with the number of employees from units to several thousand. Using this system will enhance safety, efficiency control of the movement and identity that will increase labor discipline and efficiency, as well as personnel will determine the intensity of use and reserves of labour resources. The scientific novelty of the technical solution is to choose RFID technology as the key in your design and combining it with the subsystems of CCTV and biometric identification.

Keywords: efficiency, security, identification, monitoring, system management of the evacuation.

Оригинальность: 93,56 %,

26.03.2019

Объект исследования — система (персонального) контроля сотрудников.

Предмет — контроль за перемещением персонала.

Цель — повышение оперативности контроля за перемещением сотрудников.

Проблема заключается в несоответствии существующих систем физической защиты современным требованиям.

Система контроля за перемещением сотрудников может использоваться в различных предприятиях, офисах и пр., с количеством сотрудников от единиц до нескольких тысяч. Использование данной системы позволит повысить безопасность, оперативность контроля за перемещением и идентификацией, что повысит трудовую дисциплину и эффективность персонала, а также позволит определить интенсивность использования и резервы трудовых ресурсов [1].

Научная новизна технического решения состоит в выборе RFID технологии как ключевой в проектируемой системе и совмещения её с подсистемами видеонаблюдения и биометрической идентификации. Для сравнительной оценки каждой из систем контроля предлагается использовать следующие критерии: функциональность, масштабируемость, быстродействие, расширяемость, взаимодействие с внешними системами. Сравнительная оценка приведена в таблице 1.

В результате объединения подсистем были расширены функциональные возможности и повышена вероятность правильного распознавания сотрудников при перемещении через контрольные рубежи на охраняемом объекте. Что в итоге позволило достичь повышения оперативности контроля за перемещением сотрудников. При формировании технического задания на разработку данной системы были решены задачи построения логической модели совмещенной с картой

охраняемого объекта, зон освещенности и теней, а также рубежи доступа и блокировки. Каждая зона ответственности получила свой номер уровня допуска (блокирования) с привязкой к физической модели объекта. Следующим шагом построения системы стало формирование признакового пространства уровня допуска и логическими функциями взаимодействия предыдущих и последующих рубежей. Математическая модель была представлена в виде набора функций, условий и ограничений на блокировку и разблокировку рубежей в виде преграждающих устройств того или иного уровня допуска, а также информирование сотрудников и нарушителей о персонифицированных действиях и направлениях перемещения.

Таблица 1

Сравнительная характеристика подсистем

	Видеонаблюдение	RFID	Биометрическая идентификация
Функциональность	Низко функциональная	Высоко функциональная	Средне функциональная
Масштабируемость	Высокая	Высокая	Средняя
Быстродействие	Высокая	Высокая	Высокая
Взаимодействие с внешними системами	открытая	открытая	открытая
Расширяемость	Высокая	Высокая	Высокая

На рисунке 1 приведена структурная схема предлагаемой системы.

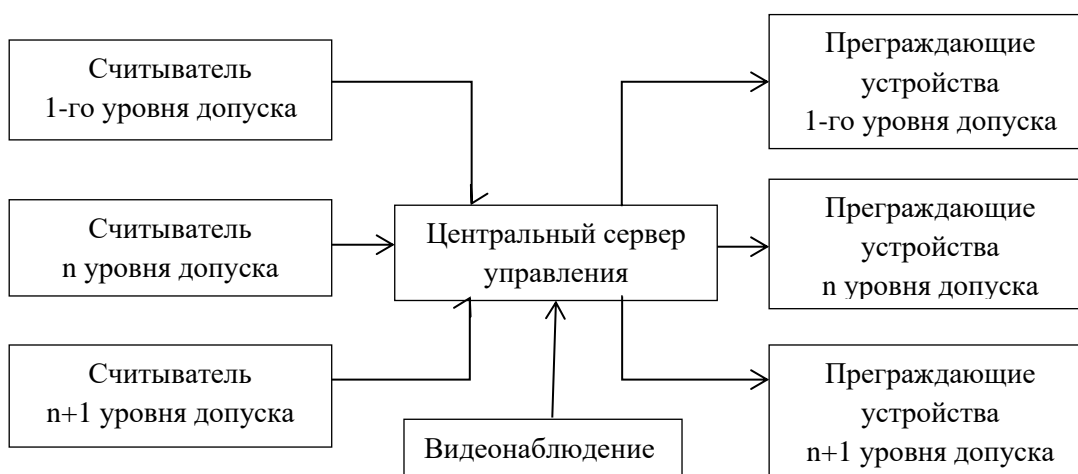


Рис .1. Структурная схема системы контроля

Наличие жесткой иерархии RFID датчиков в системе совмещена с локальными подсистемами видеонаблюдения и биометрического распознавания.

Основной особенностью предлагаемой системы является взаимосвязь уровней допуска и эшелонированность с постепенным нарастанием уровня достоверности распознавания персонала и предметов, перемещаемых внутри и в охраняемой зоне объекта. Общая оценка системы изображена в таблице 2.

Ниже приведены конструктивные требования к техническому решению. Система представляет собой пространственно распределенный программно-аппаратный комплекс контроля перемещения RFID датчиков и подсистем видеонаблюдения, биометрического распознавания, средств информирования персонала по звуковому и видео каналам.

Габаритные размеры средств системы контроля и отдельных функционально и конструктивно оформленных устройств, блоков должны обеспечивать транспортирование через типовые проемы зданий, сборку, установку и монтаж на месте эксплуатации.

Таблица 2

Сравнительная оценка подсистем

Характеристики	Система контроля
Функциональность	Высоко функциональная
Масштабируемость	Высокая
Быстродействие	Высокая
Взаимодействие с внешними системами	Открытая
Расширяемость	Высокая

Конструкции средств системы контроля должны быть построены по модульному и блочно-агрегатному принципу и обеспечивать [1]:

- взаимозаменяемость компонентов;
- модернизируемость;
- масштабируемость;
- удобство обслуживания и ремонтпригодность.

Конструкционные и электроизоляционные материалы, покрытия и комплектующие изделия должны обеспечивать [1]:

1. прочность;
2. надежность;
3. устойчивость к недопустимым действиям;
4. безопасность эксплуатации и обслуживания;
5. сокращение времени эвакуации в чрезвычайных обстоятельствах.

В перспективе система должна быть нацелена на модернизацию с использованием современных датчиков идентификации: распознавание 3D образа человека, частотный анализ голоса, дыхания и сердцебиения и их различных сочетаний в зависимости от требований заказчика.

Таким образом, сформирована структура и требования к системе персонального контроля текущего местоположения и управления перемещением сотрудников на объекте, например на судне в условиях аварии данная система позволит контролировать местоположение сотрудников и управлять их эвакуацией по безопасным маршрутам с учетом их стрессового состояния и ограниченной пропускной способности путей эвакуации.

Источники и литература

1. ГОСТ Р 54831-2011 Системы контроля и управления доступом. Общие технические требования. [Электронный ресурс]. — URL: <http://dokipedia.ru/document/5146195>

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

УДК 621.391.8

РАЗРАБОТКА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Е.П. Донкан¹, А.А. Андреева

Морской государственный университет им. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

И.В. Евдокимов, Л.Д. Миготин

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
г. Владивосток

¹ Doncan-egor@mail.ru

Аннотация. Для защиты информационной системы на физическом уровне предложено осуществить маскирование путём выбора таких режимов излучения, чтобы систему было трудно обнаружить, менять портрет физических полей носителя и самой информационной системы так, чтобы противник не смог определить режимы работы, параметры и характеристики информационного обмена для выбора времени и точки нападения, а также защитить систему внешним излучением, чтобы закрыть каналы воздействия на неё. В работе данная задача решается на примере защиты телефона от прослушивания в звуковом, электромагнитном и вибрационном полях. Наибольший риск связан с активным режимом при технологическом и информационном обмене ИС с внешними и внутренними сопряженными элементами системы или комплекса, а также с обеспечивающими подсистемами. Предложено новое техническое решение.

Ключевые слова: защита, система, информация, вирусы, информационные поля и сигналы, защищенность.

DEVELOPMENT OF THE DEFENCE INFORMATION SYSTEM FROM MALICIOUS INFLUENCES

Y.P. Donkan¹, A.A. Andreeva,

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

I.V. Evdokimov, L.D. Migotin

Vladivostok State University of Economics and Service,
Vladivostok

¹ Doncan-egor@mail.ru

Abstract. To protect the information system on a physical level requested to mask by selecting such radiation regimes, that system was difficult to detect changing portrait of physical fields of media and the information system so that the opponent was unable to determine the operating modes, parameters and characteristics of information exchange parameters and characteristics of information exchange for timing and point of attack as well as defend the system of external radiation to close the channels of influence on it. In the work of this problem is solved on the example protects your phone from listening in the sound, vibration and electromagnetic fields. The greatest risk is associated with active mode when the technological and information exchanges with external and internal IP-related elements of the system or complex, as well as providing subsystems. Proposed new technical solution.

Keywords: protection, system information, viruses, informational fields and signals security.

Оригинальность: 100 %,
26.03.2019

Объект исследования — информационная система (ИС).

Предмет — защита информационной системы от вредоносных воздействий.

Цель — повысить защищенность от злоумышленников своей информационной системы.

Проблема — любой объект или информационная система (судно, мобильный телефон) подвергается угрозам. (На примере телефона). Это внутренние нападения и внешние. Внутренние нападения будут рассмотрены в другой статье. В данной работе будут рассмотрены внешние нападения: по электромагнитному полю (ЭМ) или по электрическому сигналу, через которые на информационную систему могут поступить вредоносные программные продукты (ПП), которые, проникая внутрь системы, выводят её из строя. Примеры рисков, относящихся к информационной защите, включают: риски утечки или искажения информации; риски отключения электропитания; риски кражи; риски изменения информации.

Управление информационной системой должно: определить роли и обязанности пользователей; определить системы, активы, данные и возможности, которые в случае нарушения могут представлять опасность для ИС; внедрить технические и процедурные меры для защиты от киберинцидента и обеспечить непрерывность операций; осуществлять мероприятия по подготовке к киберинцидентами и иметь типовые рекомендации, инструкции по реагированию на них.

Предприятия должны оценивать и включать процессы управления физической безопасностью и киберрисками поставщиков услуг в соглашениях и контрактах с поставщиками. Процессы, оцененные во время проверки поставщиков и вклю-

ченные в договорные требования могут включать: управление безопасностью, включая управление субпоставщиками; производственная / эксплуатационная безопасность; разработка программного обеспечения и архитектура; управление активами и киберинцидентами; безопасность персонала; защита данных и информации.

Растущее использование больших данных, оборудованных современным автоматизированным оборудованием, и использование Интернета увеличивает объем информации, доступный для потенциальной атаки на ИС противной стороной.

Именно для решения данной задачи следует учитывать следующее [1, 2]: нужно сделать так, чтобы информационную систему противная сторона не увидела (то есть скрыть её), не зафиксировала её появление в области её ответственности. Этим самым мы защищаем информационную систему от исследования.

Вредитель сразу не нападает. Сначала он определяет уровень информационной защиты. Затем определяет уязвимые, незащищенные места. Затем или проникает внутрь и начинает действовать, либо ждёт сигнала.

– Закрывать информационный канал от несанкционированных излучений, проникновений извне.

– Правильная настройка программ по обнаружению вредоносных программ различных типов и заданных условий и ограничений, например, только на количество ложных тревог или количества ошибочных решений.

Первым двум задачам посвящена данная работа. То есть защита информационной системы на физическом уровне (а не на программном). Для этого предлагается [1, 2]:

1. Осуществить маскирование путём выбора таких режимов излучения, чтобы систему было трудно обнаружить.

2. Портрет ЭМИ информационной системы нужно изменить так, чтобы противник не смог определить режимы работы, параметры и характеристики информационного обмена для выбора времени и точки нападения.

3. Защитить систему внешним излучением, чтобы закрыть каналы воздействия на неё (исключая сигналы управления).

Эти задачи решаются на примере защиты телефона от прослушивания в звуковом, электромагнитном и вибрационном полях. Наибольший риск связан с активным режимом при технологическом и информационном обмене ИС с внешними и внутренними сопряженными элементами системы или комплекса, а также с обеспечивающими подсистемами.

Предлагаемое техническое решение представляет собой устройство, структурная схема которого приведена на рисунке, и включает: блок питания, генератор шума, электромагнитную антенну и антенну звукового диапазона, индикаторы ЭМП, блок управления, экранированный корпус и электрический фильтр.

Принцип работы: электромагнитные излучения от и к мобильному телефону ослаблены за счет экранирования до уровня, исключающего работу мобильного телефона в технологическом режиме и при приеме и передачи данных. Для усиления работы устройства предусмотрен режим активного зашумления за счет работы генератора в звуковом и электромагнитном диапазонах волн. При этом устройство позволяет определить пространственные сектора, в которых ведется зашумление и/или компенсация сигналов. Звуковой генератор зашумляет переговоры людей в районе телефона. Генератор электромагнитных волн маскирует помехой радиотелефон, при этом он исчезает из поля видимости станций противной стороны. Двойное зашумление ЭМП и звукового поля усиливает эффект защиты мобильного телефона как источника получения несанкционированной информации.

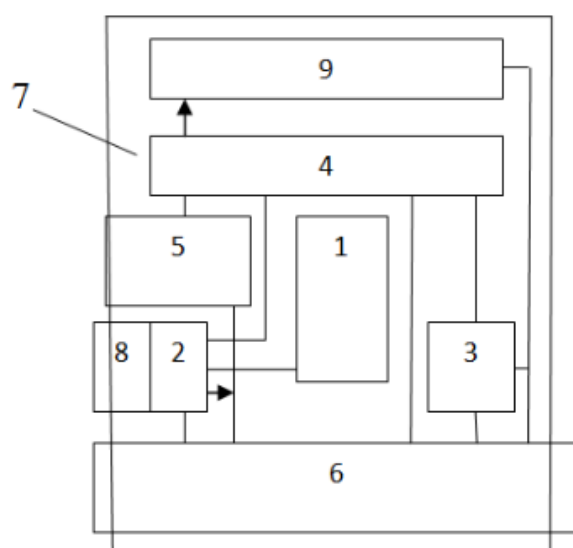


Рис. 1. Структурная схема устройства, где обозначены:
 1 — мобильный телефон; 2 — блок питания; 3 — генераторы шума; 4 — антенна;
 5 — индикаторы ЭМП; 6 — блок управления; 7 — экранированный корпус;
 8 — электрический фильтр; 9 — звуковая антенна

Таким образом, на примере локальной информационной системы (мобильного телефона) были рассмотрены перечень угроз и варианты защиты путем формирования технического решения с возможностью сочетания или применения части защитных средств. Использование предлагаемого устройства позволит снизить степень угроз и повысит уровень защиты от вредоносных воздействий извне.

Источники и литература

1. НТЦ Фарадей. Электронные боксы, шкафы. [Электронный ресурс]. — URL: <https://faradey.ru/catalog/materialyi-i-komponentyi-ems/ekranirovannyye-shkafyi-i-boksyi>http://instream-ct.com/index.php?id=97&Itemid=36&option=com_content&task=view

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН

Е.А. Зимарева¹, Ю.Ю. Колесов, Е.Ю. Копаева,
С.Н. Павликов², Е.И. Убанкин

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

¹ fogetmenots@mail.ru

² psn1953@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается метод передачи информации с помощью управления данными, обеспечивающий защиту информации от несанкционированного доступа. Технология блокчейн имеет свое ключевое место, занимает роль управления данными при хранении передающейся по каналу информации, до ее снятия принимающей стороной. Одна из главных проблем, которую призван решить блокчейн, лежит в сфере информационной безопасности. Технология распределенного реестра может гарантировать целостность и достоверность данных, а благодаря отсутствию единой точки отказа, блокчейн делает стабильной работу информационных систем. Технология распределенного реестра может помочь решить проблему доверия к данным, а также предоставить возможность универсального обмена ими.

В работе предложено решение проблемной задачи в защите процесса записи в элементы распределенной базы данных.

Ключевые слова: информация, радиоканал, защита, методы, классификация, широкополосный канал.

ELABORATION OF TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS
BASED ON BLOKCHAIN TECHNOLOGIES

E.A. Zimareva¹, U.U. Kolesov, E.U. Kopayeva,
S.N. Pavlikov², E.I. Ubankin

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

¹ fogetmenots@mail.ru

² psn1953@mail.ru

Abstract. The article deals with the method of transmitting information using the data control, protecting information from unauthorized access. Blockchain technology has its key place, took the role of data management in storage is passed through a channel of information to its host. One of the main problems to be resolved blockchain, lies in the sphere of information security. Technology of distributed registry can guarantee the integrity and reliability of data, and its lack of a single point of failure, blockchain makes a stable information systems. Technology of distributed registry can help solve the problem of confidence in the data, and also provide an opportunity for universal sharing. In the work of the proposed solution to the problem tasks in protecting the recording process in elements of a distributed database.

Keywords: the information, a radio channel, protection, methods, classification, broadband channel.

Оригинальность: 91,29 %,
26.03.2019

Объект исследования — широкополосный канал передачи информации.

Предмет исследования — скрытность радиоканала.

Цель — повышение защищенности информации за счет применения блокчейн технологии в перспективных системах связи с широкополосными сигналами.

С каждым годом информационные технологии развиваются и быстро входят в жизнь каждого человека. Уже невозможно представить современное общество без новшеств в цифровой экономике. Технология нашла применение в таких областях как здравоохранение, цифровая идентичность, роуминг, умные города. Информация является ценным активом, и на первоочередном месте стоит вопрос обеспечения основных аспектов информационной безопасности. Компаниям нашего века требуется выстоять в конкурентной борьбе, необходимо идти в ногу со временем, нельзя игнорировать те потенциальные возможности и преимущества, которые заключают в себе технология блокчейн.

Блокчейн представляет собой технологию построения блоков, с данными, в бесконечно длинные цепочки по определенным правилам. Копии цепочек хранятся на различных компьютерах.

Роль блокчейн в безопасности телекоммуникационных сетей приводит к технологии распределенного реестра безопасного и быстрого сохранения данных обмена и результатов кооперативной деятельности устройств в системе блокчейн. В случае взлома участка сети, это никак не повлияет на функционирование всей сети.

Постоянное ускорение роста объема данных является неотъемлемым элементом современных реалий. Социальные сети, мобильные устройства, данные

с измерительных устройств, бизнес-информация представляют собой источники, способные генерировать гигантские массивы данных [1].

В современных реалиях каждый заинтересован в безопасной передаче данных. Уже давно известны основные виды скрытности радиообмена, такие как: энергетическая, структурная и информационная. Сущность предлагаемого метода передачи информации основывается на применении всех вышеизложенных классификаций. Темпы развития сетей передачи данных безграничны, начиная от передачи информации по оптическому кабелю, заканчивая передачей информации по радиоканалу. Последнее используется все чаще при обеспечении связи на удаленных объектах и в спецслужбах.

Работа метода представляет собой изначальное деление информационного сообщения на блоки, составные части. Каждая часть блока дополняется ложной информацией, иногда целыми блоками ложной информации.

В случае такого разделения на выходе имеется несколько частей не распознанного защищенного текста. Метод заключается в делении информационных блоков на две составляющие, которые дополняют друг друга. Также возможно деление и на большее число блоков. Блок первый — это большая часть информации, блок второй — ключ. Разделение происходит следующим образом: исходный информационный сигнал во времени переводится в спектр, из спектра вычитаются заданные компоненты в виде дискретных составляющих, оставшийся обрезанный сигнал переводится снова во временную область и потом подается к антенне для излучения [2].

Алгоритм работы метода передачи информации с помощью управления данными представлена на рисунке 1.

В работе метода есть свои ограничения, точки фокусировки должны находиться в зоне видимости с передающей и приемной стороны. Лучше расположить точки видимости вне зоны обзора станции радиоразведки. В одну сторону можем принимать ключ дешифровки, в другую — информацию. Сложить информацию правильно можно зная ключ и последовательность съема информации с точек пространства.

Для увеличения эффективности возможно использование метода маскирования. Пока известно, что маскирование предусматривает защиту передатчика. Возможны более сложные варианты использования направленности передатчика/приемника и зашумление.

Технология блокчейн в представленном методе имеет свое место, занимает роль управления данными при хранении передающейся по каналу информации, до ее снятия принимающей стороной [3].

Одна из главных проблем, которую призван решить блокчейн, лежит в сфере информационной безопасности. Технология распределенного реестра может гарантировать целостность и достоверность данных, а благодаря отсутствию единой точки отказа, блокчейн делает стабильной работу информационных систем.

Технология распределенного реестра может помочь решить проблему доверия к данным, а также предоставить возможность универсального обмена ими.



Рис. 1. Алгоритм работы системы связи с помощью управления данными

В работе предложено решение проблемной задачи в защите процесса записи в элементы распределенной базы данных. Для этого прогнозируются процессы подготовки информации одним из узлов сети, проверки подлинности информации и при формировании очередного пакета проводится запись информации пакета в распределенную систему базы данных, участники которой производят сличение полученного пакета и адресной части, восстановление исходной информации, оценку качества работы канала и выработку рекомендаций по блокировке аварийных трасс, узлов с высокой степенью угрозы процедур всего жизненного цикла пакета и адаптация системы под возникшие проблемы доверия узлам принятия решения о признании транзакции легитимной с выставлением рейтинга надежности участников формирования и поддержания работоспособности системы. В работе предложено использовать наряду со стандартной технологией принятия коллективного решения и параллельную технологию на основе теории нечетких множеств с процедурой адаптации на основе опыта и выставления весовых коэффициентов надежности правилам достижения консенсуса.

Связанность технологий блокчейна, основанных на коллективном принятии решения и корректуры пространственно распределенной базы реестра является основой безопасности. В работе не приводятся разработанные решения, позволяющие снизить фактор растущего объема памяти и требуемой пропускной способности. Предложено решать их на основе новых свойств физического канала, адаптированного в том числе и с защитой записи данных. При этом сохраняется открытый доступ к информации распределенного реестра.

Источники и литература

1. Борисов В.И. Системы радиосвязи с расширением спектра сигналов (аналитический обзор): учеб. пособие / В.И. Борисов, В.М. Зинчук, В.И. Николаев и др. Вып. 1. — М.: Теория и техника радиосвязи, 1998. — С. 18-48.
2. Стволовая А.К., Павликов С.Н. Разработка алгоритма и визуализация пространственного распределения трасс доставки сообщений в условиях угрозы несанкционированного съема // Современные наукоемкие технологии. — 2018. — С. 104–109.
3. Блокчейн — новый рынок информационной безопасности // ИКС медиа [Электронный ресурс]. — URL: <http://kurbetsoft.com/ru/info.php?c=btc&id=5874#ks>

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ

А.С. Масленников, М.А. Гареева, Е.А. Зимарева¹,
С.Н. Павликов², Е.И. Убанкин,
Ю.Ю. Колесов, Е.Ю. Копаева

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

¹ fogetmenots@mail.ru

² psn1953@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные проблемы поисковых информационных систем, используемых широким кругом потребителей. Показано, что на один и тот же запрос разные поисковые системы выдают различные по рейтингу и составу результаты информационных ресурсов. Что заставляет потребителей многократно использовать различные поисковые системы и с изменением формы запроса. Предложено использовать алгоритмы формирования результирующей выходной информации по соответствию формуле информационного запросного кластера, с учетом ограничений во времени и с указанием адекватности полученных результатов поиска с частотой совпадений по различным БД.

Ключевые слова: информация, поиск, запрос, комплексная система, обобщение результатов двух и более систем.

DEVELOPMENT OF INTEGRATED SEARCH ENGINE

A.S. Maslennikov, M.A. Gareeva, E.A. Zimareva¹,
S.N. Pavlikov², E.I. Ubankin,
U.U. Kolesov, E.U. Kopyayeva

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

¹ fogetmenots@mail.ru

² psn1953@mail.ru

Abstract. This article discusses the basic problem of search of information systems used by a wide range of consumers. It is shown that at one and the same query different search engines emit various rated and composition results of information resources. What makes consumers reuse the various search engines and with the change request form. It is suggested to use the algorithms of forming the resulting regulatory output

formula uplink information cluster, taking into account the time constraints and the adequacy of the search results with the frequency matches on different databases.

Keywords: information, search, query, integrated system, synthesis of results of two or more systems.

Оригинальность: 100 %,
26.03.2019

Объект исследования — информационная поисковая система. Предмет — комплексная обработка информации. Цель — повышение эффективности поисковой информационной системы. Проблема заключается в несоответствии результатов поиска по запросу в различных поисковых системах.

Отсутствует объективная формула информационного кластера, позволяющая оперировать с базами данных на уровне понятий согласованных формулой с компонентами информационно-поискового языка. Объект исследования является иерархическая информационная поисковая система. Предметом исследования является формирование облика комплексной поисковой системы (ПС) и требуемых компонентов по совместной обработке информации. Цель — повышение эффективности поисковой информационной системы. Научная новизна предложенного технического решения состоит в: выборе функциональной, программной и аппаратной структур поисковика; построении ПС с возможностью настройки; построении комплексной ПС в виде иерархии, в которой на нижнем уровне используются известные лицензионные, хорошо зарекомендовавшие себя поисковые системы и алгоритмы принятия решения в условиях неопределенности принятия частных решений; результатах работы отдельных ПС. Для этого предложено использовать алгоритмы формирования результирующей выходной информации по соответствию формуле информационного запросного кластера, с учетом ограничений во времени и с указанием адекватности полученных результатов поиска с частотой совпадений по различным БД.

Наибольшее распространение получили несколько поисковых систем: Гугл, Майл, Яндекс, Рамблер. Их эффективность приведена в источниках [1, 3]. Характерны особенности лидирующих поисковых систем (ПС): у Гугл — мировой авторитет и применение «по умолчанию», Яндекс — тематические разделы с актуализацией и адаптацией под поведенческий фактор.

Функциональная структура обобщенной ПС состоит из процедур [1, 2]:

1. формирование входного запроса;
2. выбор критериев формирования формулы информационного кластера;
3. выбор формуляра выходной информации;
4. управление поисковой системы;

5. выбор алгоритма работы с общей базой и сайтами;
6. прогноз процедур поиска;
7. идентификация потребителя, выборка из базы данных истории поисковых запросов пользователя по рубрикам;
8. разработка вариантов уточняющего запроса;
9. выборка ссылок на другие сайты;
10. оформление выходной информации по соответствию формуле информационного кластера, за период времени;
11. оценка её релевантности, достоверности, повторяемости, по сайтам, оригинальность, новизна, по рубрикам: патенты, периодика, реклама и др.;
12. формирование правил исключения результатов поиска по критериям: гуманность, запрещенность сайтов и тем, блокировка запросов;
13. разработка рекомендаций по определению параметров запроса в расширенном формате;
14. интерфейс.

Функциональная структура обобщенной ПС приведена на рисунке 1.

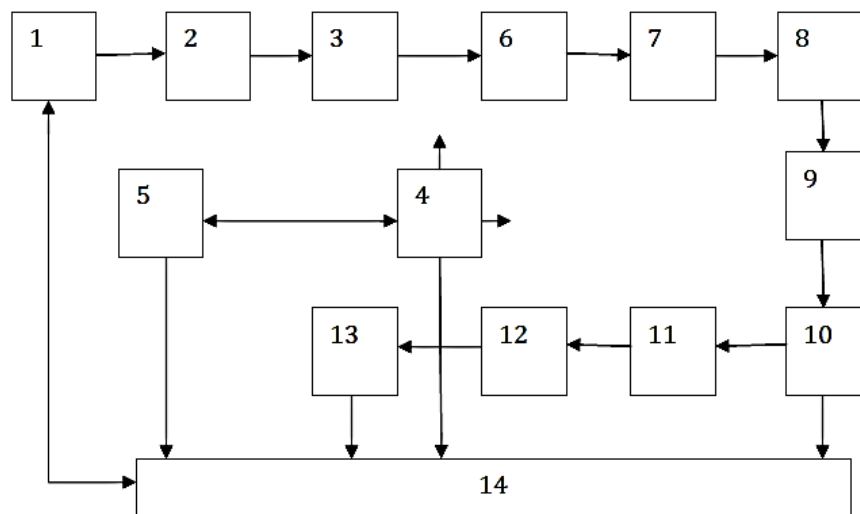


Рис .1. Функциональная структура обобщенной ПС

Программная структура ПС состоит из компонентов [1, 2]:

1. Пользовательский интерфейс;
2. Поисковая машина;
3. Собственные и внешние базы данных;
4. Актуализация баз данных
5. База данных по истории запросов пользователей, идентификация пользователя и индивидуальные настройки;
6. Сбор и анализ статистики;

7. Системы связи компонентов;
8. Подсистемы программных продуктов по повышению эффективности работы с системой управления базами данных
9. Система контроля трафика.
10. Подсистемы формирования обратных связей с пользователями, в том числе с возможностью редактирования;
11. Защитные подсистемы;
12. Встроенные инструменты редактора.

Научная новизна предложенного технического решения состоит в:

- выборе функциональной, программной и аппаратной структур поисковика;
- построение ПС с возможностью настройки;
- построение комплексной ПС в виде иерархии на нижнем уровне используются известные лицензионные, хорошо зарекомендовавшие себя поисковые системы;
- комплексный анализ результатов работы отдельных ПС с последующим их анализом и формированием результирующей выходной информации по соответствию формуле информационного кластера, за период времени и с указанием адекватности полученных результатов поиска с частотой совпадений по различным БД.

Таким образом, сформирована структура и требования к комплексной ПС с повышенной эффективностью за счет объединения ПС в надсистем. В результате были расширены функциональные возможности и повышена вероятность устойчивого результата по формированию выходной информации для потребителя при приемлемом увеличении затраченных ресурсов, прежде всего, времени на отработку запроса. В перспективе система должна быть нацелена на модернизацию с использованием современных алгоритмов теории нечетких множеств.

Источники и литература

1. Стив Суэринг, Тим Конверс, Джойс Парк. PHP и MySQL. Библия программиста. — М.: «Диалектика», 2010. — С. 271–361.
2. Мохаммед Дж. Кабир. Apache 2. Библия пользователя. — М. : «Диалектика», 2002. — С. 16–54.

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

УДК 621.391.8

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

А.С. Новак

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,

г. Владивосток

anastasiya-viy.96@mail.ru

Аннотация. В работе приведены методы улучшения цифровых антенных решеток. Рассмотрены варианты технического усовершенствования и перспективы развития. Цель — практическое исследование и создание более мощного устройства.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь, цифро-аналоговый преобразователь, КМОП-схема, устройство Гильберта.

IMPROVEMENT METHODS DIGITAL ANTENNA ARRAY

A.S. Novak

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,

Vladivostok

anastasiya-viy.96@mail.ru

Abstract. In the work shows a methods for improving digital antenna arrays. Variants of technical solution and development prospects. The goal is practical research and the creation of a more powerful device.

Keywords: analog-digital converter, digital-analog converter, CMOS-circuit, Hilbert device.

Оригинальность: 75,14 %,
15.03.2019

В современной радиотехнике цифровые антенные решетки нашли широкое применение. Они предназначены для активного, активно-пассивного, пассивного формирования пространственной избирательности. Однако за последние 30 лет теория антенн не изменилась. Технический прогресс за счет улучшения свойств вычислительной техники в работе предпринимали попытки найти эффективные способы и процедуры обработки сигналов способных решить если не все, то часть проблем внедрения ЦАР (цифровая антенная решетка).

Различие между ЦАР и версией активной фазированной антенной решётки (АФАР) заключается в методах обработки информации. В основе АФАР лежит

приёмопередающий модуль (ППМ), включающий в себя два канала: приёмный и передающий. В каждом из них находится усилитель, а также по два устройства управления амплитудно-фазовым распределением: устройство, которое изменяет фазу синусоидального сигнала без изменения его амплитуды (в идеале), и устройство для плавного, ступенчатого или фиксированного уменьшения интенсивности электрических (или электромагнитных) колебаний.

В цифровых антенных решётках в цифровой ППМ аналоговая система управления амплитудой и фазой сигнала заменена системой цифрового синтеза и анализа сигналов (Цифро-аналоговый преобразователь / Аналого-цифровой преобразователь).

В ППМ ЦАР так же существует два канала обработки данных:

Приёмный канал

Главным элементом в приемном канале является аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Он служит для изменения исходного (аналогового) сигнала в соответствующий ему цифровой код. При этом они выполняют преобразование, квантуя входную величину по уровню и по времени. Аналого-цифровой преобразователь заменяет в аналоговом варианте реализации активного модуля два устройства: устройство, изменяющее фазу синусоидального сигнала, исключая изменения его амплитуды (фазовращатель) и устройство, уменьшающее интенсивность электрических или электромагнитных колебаний (аттенюатор).

Для корректной работы АЦП в канале также установлены два устройства:

1. Малошумящий усилитель (МШУ) — это устройство посредством дальнейшей оцифровки поднимает амплитуду сигнала до требуемого уровня.
2. Устройство защиты приёмника — в простейшем случае обычный разрядник или ограничитель, не позволяющий перегрузить приёмный канал высоким уровнем сигнала (помехи).

Передающий канал

Соответственно, ключевое устройство в передающем канале — цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Применяется для цифрового синтеза сигнала. Он воспроизводит на выходе аналоговую величину, соответствующую входному цифровому коду. После этого, сигнал проходит в канале усилитель мощности и излучается устройством (антенной).

Разделение каналов обработки данных

Для того чтобы сигнал передающего канала не проникал в приемный (потому что оба канала работают на один излучатель), то необходима развязка сигналов. Для этого в приёмопередающий модуль устанавливается циркулятор (с развязкой порядка 30 дБ) или применяют в антенном полотне вставки из метаматериалов.

Предложения по улучшению ЦАР

Сама цифровая антенная решетка может выполнять одно или несколько промежуточных преобразований частоты, что вносит дополнительные погрешности в обработку сигналов и уменьшает потенциальные характеристики ЦАР.

Данная проблема появляется при работе с сигналами, которые в свою очередь являются малоэффективными из-за существенных недостатков ЦАП/АЦП.

Недостатки цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей:

1. Недостаточная точность преобразования;
2. Низкая скорость действий преобразователей;
3. Большая масса;
4. Крупные размеры;
5. Значительное потребление энергии;
6. Недостаточная разрядность и канальность.

Решение этих недостатков рассматривается в совершенствовании конструкций и технологий БИС и СБИС, на базе которых проектируются преобразователи.

Чтобы улучшить быстродействие преобразователя нужно, в основном, только повысить тактовые частоты. В настоящее время выпускаются «семейства» преобразователей параллельного действия с изменениями частот до 30 – 40 МГц. Такие преобразователи обычно используют порядковую архитектуру, что позволяет осуществлять цифровую обработку одного отсчета одновременно с записью следующего.

Новое направление в области создания перспективных моделей преобразователей, опираются на использовании приборов с зарядовой связью (ПЗС). Сама идея заключается в том, что существует линейная связь между входным напряжением и числом зарядов, которое необходимо для заполнения потенциальной области под электродом.

Если область под электродом обладает потенциалом, соответствующим уровню отсечки, то напряжение, поступающее на вход схемы ПЗС, как бы «вытесняет» определенное количество зарядов. И при условии, что уровень потенциала области под электродом всегда соответствует уровню отсечки, количество зарядов, вытесненных входным напряжением, будет пропорционально входному напряжению.

Снижение требований по питанию и уменьшению временных задержек между элементами КМОП-схем позволяет использовать их очень эффективно в преобразователях. Создание высокоскоростных КМОП-схем (с высокой плотностью компоновки) дало возможность разработки микросхем, свободных от присущих биполярным технологиям ограничений. Например, ограничения по мощности рассеивания. При этом создаются схемы, обладающие, такими же скоростными характеристиками, как и схемы, изготавливаемые по традиционным

биполярным технологиям. Также, КМОП-схемы обладают возможностью производства ИС благодаря упаковке примерно 100 тыс. транзисторов на кристалл.

По сложности, проблемы по улучшению быстродействия преобразователей и повышения точности преобразования стоят наравне.

Способы решения данных проблем приведены ниже:

1. Использование новых схемотехнических решений;
2. Улучшение конструктивных характеристик ЦАП/АЦП;
3. Предварительная фильтрация сигнала на входе АЦП;
4. Дешифрация старшего разряда входного кода ЦАП;
5. Повышение степени интеграции и усложнение их структуры для обеспечения возможности использования дополнительных схем — программной компенсации погрешностей контроля.

При решении этих проблем мы уменьшим число вносимых погрешностей в обработку сигнала и повысим ее потенциальные характеристики.

Иной путь улучшения антенной системы — замена аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователей на цифровой преобразователь Гильберта.

Фазовращатели (в этом случае АЦП/ЦАП) осуществляют с разной точностью фазовый сдвиг между сигналами. Но в 21 веке, в веке роста цифровых технологий, данные устройства не актуальны и не эффективны. Хотя, несмотря на это, цифровых устройств модуляционного анализа — синтеза не существует и на сегодняшний день.

Преобразование с помощью устройства Гильберта может быть, как во временной области (виде цифровых фильтров Гильберта), так и в частотной (дискретное преобразование Фурье). При широкополосных входных сигналах метод допускающий минимальные пульсации фазовой характеристики во всей полосе пропускания считается наилучшим. Согласно ему, вычисление преобразования Гильберта происходит через спектр аналитической функции. Для понижения утечки спектра, пред БПФ (быстрому преобразованию Фурье), реализовать операцию взвешивания окном Наттола, так как эта функция предоставляет самый малый уровень боковых лепестков спектральных составляющих сигнала. Для того чтобы не допускать искажения значений отсчетов сигнала (которые отображаются на амплитуде сигналов), во время каждой итерации выделяется один комплексный отсчет, мнимая, действительная. Выделяемый отсчет является центральным и не искаженным. После данного моделирования устройство Гильберта будет иметь широкую полосу пропускания, где будет относительно постоянными фазовые сдвиги и амплитуды. Посредством использования данного прибора, благодаря вышеупомянутому можно прийти к выводу, что его стоит использовать

тогда, когда запись и воспроизведение может быть одновременными и без заметных (на слух) задержек во времени.

Из-за нестабильности задающего генератора, изменений параметров линии передачи во времени и различной скорости распространения частотных составляющих одного и того же сигнала, может возникнуть джиттер.

Система синхронизации должна обеспечивать минимизацию нежелательных фазовых (или частотных) отклонений передаваемого сигнала, синхросигналов тактирования АЦП и ЦАП, методом формирования сетки опорных частот, которые обеспечивают:

1. Синхронную работу всех составных частей программно-аппаратного комплекса системы цифрового диаграммообразования;
2. Выдачу синхросигнала тактирования АЦП/ЦАП;
3. Стробирование децимирующих фильтров;
4. Формирование импульсов запуска передатчика с переменной скважностью, управляемой с центрального компьютерного модуля;
5. Выдачу опорного сигнала на аналоговый задающий генератор;
6. Управление коммутацией сигналов, коррекции характеристик приемных модулей.

Иначе будет уменьшаться точность угловой пеленгации источников сигналов и глубина подавления активных помех.

Оптимальная работа преобразователя Гильберта в реальном времени, вместе с максимальной шириной полосы пропускания, обеспечивается при значении нижней граничной частоты около 50 Гц. При этом количество шумов и задержек значительно уменьшится. Конечно, значение можно понизить, но это приведет к ухудшению звука.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что использование метода замены АЦП и ЦАП устройством Гильберта, либо метода повышение тактовых частот и внедрение КМОП-схем являются наиболее универсальными на данный момент. Дальнейшее направление работы — исследование эффективности предложенных методов.

Источники и литература

1. Здольников Д.В., Уваров В.К. Цифровой преобразователь Гильберта широкополосных сигналов // Технические науки — от теории к практике: сб. ст. по матер. XXVII междунар. науч.-практ. конф. — № 10 (23). Часть II. — Новосибирск: СибАК, 2013.
2. Цифровые антенные решетки [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.wifiantenna.org.ua/antennas/tsifrovaya-antennaya-reshetka-tsar/>
3. ЦАП и АЦП [Электронный ресурс]. — URL: <https://studfiles.net/preview/2154593/page:5/>

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

УДК 519.876.5

ПРОСТРАНСТВЕННО-КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА
ИСКУССТВЕННЫХ (СТАНЦИОННЫХ) РАДИОПОМЕХ
ДЕКАМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

И.М. Орощук¹, М.В. Соловьев, А.Н. Сучков
Тихоокеанское высшее военное морское училище имени С.О. Макарова,
г. Владивосток
¹ Oroshchuk@yandex.ru

Аннотация. В докладе представлены результаты экспериментальных исследований пространственно-корреляционных свойств искусственных (станционных) радиопомех. Проведен анализ потенциальных возможностей передачи широкополосных сигналов на фоне искусственных радиопомех декаметрового диапазона.

Ключевые слова: декаметровая радиосвязь, цифровая антенная решетка, пространственно-корреляционная обработка сигнала, станционные радиопомехи.

SPATIAL AND CORRELATION PROPERTIES OF ARTIFICIAL
(STATIONARY) RADIOMETRIC DIAGRAM BODY

I.M. Oroshchuk¹, M.V. Soloviev, A.N. Suchkov
TOVVMU named S.O. Makarova,
Vladivostok
¹ Oroshchuk@yandex.ru

Abstract. The experimental researches results of spatially-correlation properties of artificial (station) radio interferences are presented. The potential possibilities analysis of broad-band signals transmission against artificial radio interferences of a decimeter range is carried out.

Keywords: decameter radio communication, digital antenna array, spatially-correlation signal processing, station radio interferences.

Оригинальность: 96,94 %,
11.03.2019

Декаметровая (ДКМ) радиосвязь несмотря на высокие достижения в системах спутниковой радиосвязи является важным элементом в системах связи двойного назначения. Она играет большую роль в обеспечении дальней связи с судами и надводными кораблями ВМФ в акваториях Мирового океана и в других отраслях.

Востребованность ДКМ-радиосвязи определяется возможностью оперативного установления прямой радиосвязи на различные расстояния, вплоть до глобальных, при высоких показателях живучести, низких экономических и энергетических затратах.

Однако при всех достоинствах в системах ДКМ-радиосвязи существуют ряд недостатков: зависимость качества связи от изменений состояния ионосферы; многолучевое распространение радиоволн, свойственное для ионосферной радиосвязи, вызывающее замирания и временное рассеивание сигнала; влияние множества различных видов радиопомех, особенно станционных, возникающих на загруженных частотных участках спектра ДКМ-диапазона; ограниченность скорости передачи данных.

С учетом всех достоинств ДКМ-радиосвязи, несмотря на указанные недостатки в настоящее время проводятся исследования новых возможностей применения ДКМ-каналов связи. В условиях возросших требований к информативности обмена данными между корреспондентами в пределах акваторий Мирового океана, остро стоит задача повышения скорости передачи информации. Для решения таких задач в ведущих отечественных и зарубежных научных организациях активно ведутся разработки новых скоростных ДКМ-радиолиний. Эти разработки направлены на повышение скорости передачи информации в ДКМ-каналах связи за счёт использования высокоскоростных модемов с квадратурно-амплитудной модуляцией сигнала (КАМ) [1], а также за счет применения OFDM-модемов, построенных на мультиплексировании с ортогональным частотным разделением каналов (orthogonal frequency-division multiplexing).

В современных разработках использование КАМ-64 модемов позволяет обеспечивать на однокачковых ионосферных радиотрассах скорость передачи информации в полосе 3,1 кГц до 9,6 кбит/с, а в полосе 40 кГц — до 57 кбит/с [2]. Однако для достижения приведенных скоростей в ионосферных каналах, существует проблема их обеспечения, связанная с глубокими интерференционными замираниями. Это существенно ограничивает возможности применения таких модемов. Данный вид модуляции может быть эффективно использован только на максимально применимой частоте (МПЧ) или на частотах близких к ней, обеспечивающих минимальные замирания при однолучевом распространении радиоволн [2]. Однако практическое использование МПЧ не всегда возможно из-за сложности точного прогнозирования и ограничений при выборе требуемых рабочих частот в реальной помеховой обстановке. В связи с этим возникает необходимость использования более низких рабочих частот, на которых в силу многолучевости воздействуют мультипликативные помехи, существенно снижающие помехоустойчивость КАМ-64 модемов, прежде всего за счет фазовых помех. Кроме того,

в силу большой ограниченности доступного частотного ресурса в ДКМ-диапазоне существует проблема передачи широкополосных сигналов с полосой более 40 кГц.

В разработанных ДКМ-радиолиниях, построенных на основе OFDM-модемов, работающих в полосе 3,1 кГц в ионосферных радиотрассах достигается скорость передачи информации до 9,6 кбит/с [3]. Данный способ модуляции обеспечивает достаточно высокую помехоустойчивость, в том числе для многолучевых ионосферных каналов связи, за счет пониженной скорости символьной модуляции на каждой поднесущей частоте. В этом случае снижается влияние фазовых мультипликативных помех и временного рассеивания сигнала [4, 5].

Для увеличения скорости работы OFDM-модемов при сохранении требуемой помехоустойчивости ионосферных радиоканалов также, как и для КАМ, необходимо расширение спектра сигнала, который ограничен частотной загруженностью ДКМ-диапазона.

Проблема передачи широкополосных сигналов в загруженном ДКМ-диапазоне может быть решена путем применения цифровых антенных решеток (ЦАР) с пространственно-корреляционной обработкой сигнала, которая позволяет принимать информацию с достаточной помехоустойчивостью в поле искусственных (станционных) помех [6 – 8].

Цифровая антенная решетка с пространственной корреляционной обработкой сигнала способна принимать и обрабатывать всю информацию, содержащуюся в структуре пространственно-временного электромагнитного поля в месте приема и при минимальном уровне полезного сигнала извлекать данные в сложной сигнально-помеховой обстановке. При этом принцип построения ЦАР определяется пространственно-корреляционными свойствами сигналов и помех.

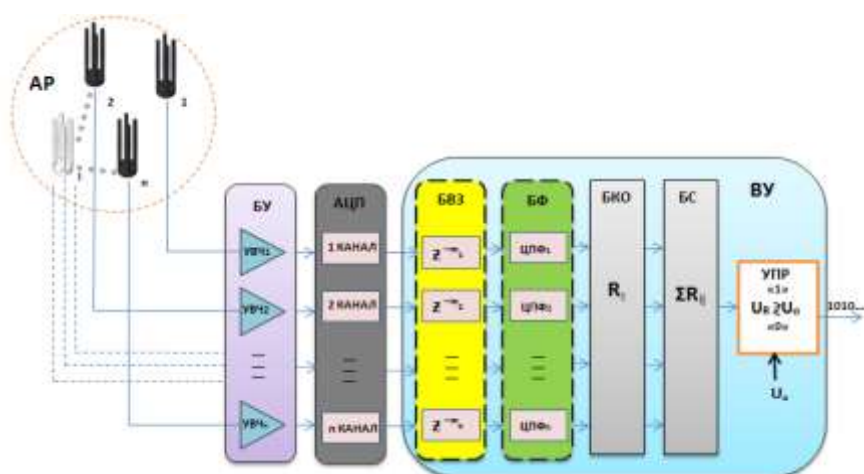


Рис. 1. Функциональная схема приемного тракта обработки ЦАР с пространственно-корреляционной обработкой сигнала

В состав ЦАР входят: антенная решетка (АР); блок усиления (БУ); многоканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП); вычислительное устройство (ВУ), которое состоит из блок временных задержек (БВЗ), блока полосовой фильтрации (БФ), блока корреляционной обработки (БКО), блока суммирования (БС) и устройства принятия решения (УПР) (рис. 1).

Принцип работы ЦАР основан на виртуальном позиционировании антенных элементов, разнесенных на разные расстояния ортогонально направлению корреспондента, за счет ввода временных задержек (рис. 2).

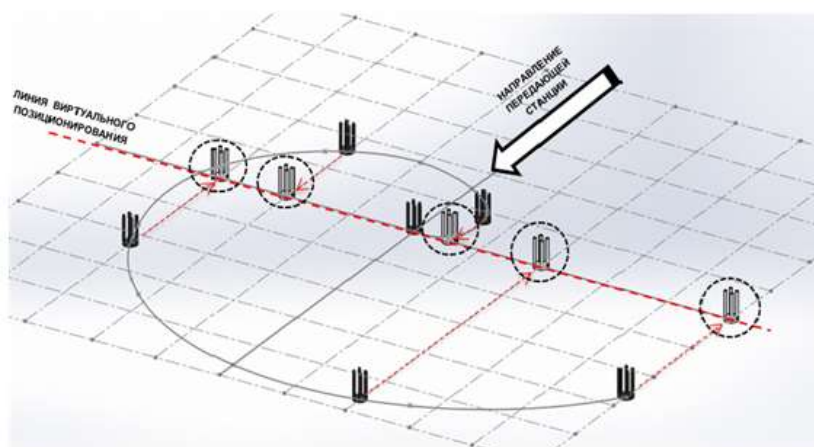


Рис. 2. Виртуальное позиционирование ЦАР с пространственно-корреляционной обработки сигналов

Такое позиционирование обеспечивает возможность когерентного приема. В дальнейшем осуществляется корреляционная обработка между всеми парами элементов антенной решетки с последующим суммированием вычисленных значений взаимной корреляции (рис. 2). После этого выполняется сравнение полученного отклика с пороговым напряжением, определяемым параметрами антенной решетки. В результате на выходе приемного тракта формируется битовая последовательность принимаемого цифрового сигнала.

Для оценки возможности передачи сигналов на фоне искусственных (станционных) помех были проведены экспериментальные исследования зависимости пространственно-корреляционных свойств искусственных радиопомех ДКМ-диапазона от ширины полосы пропускания приемного тракта.

Экспериментальные данные представляли собой оцифрованные синхронные записи пространственно-разнесенных сигналов на расстояниях от 20 до 500 метров. Обработка проводилась в трех поддиапазонах частот (3 – 9 МГц, 9 – 14 МГц, 14 – 20 МГц).

После записи сигналов на ЭВМ производилась оценка пространственной корреляции интерференционного поля искусственных (станционных) радиопомех при различных полосах пропускания приемного тракта для пространственных разносах антенных элементов от 20 до 500 метров.

На основе анализа результатов обработки получены зависимости коэффициента взаимной корреляции (КВК) искусственных (станционных) помех (взятый по модулю) — ρ_{na} от полосы пропускания приемного тракта — Δf , анализ которых показал, что с увеличением полосы пропускания КВК снижается (рис. 3).

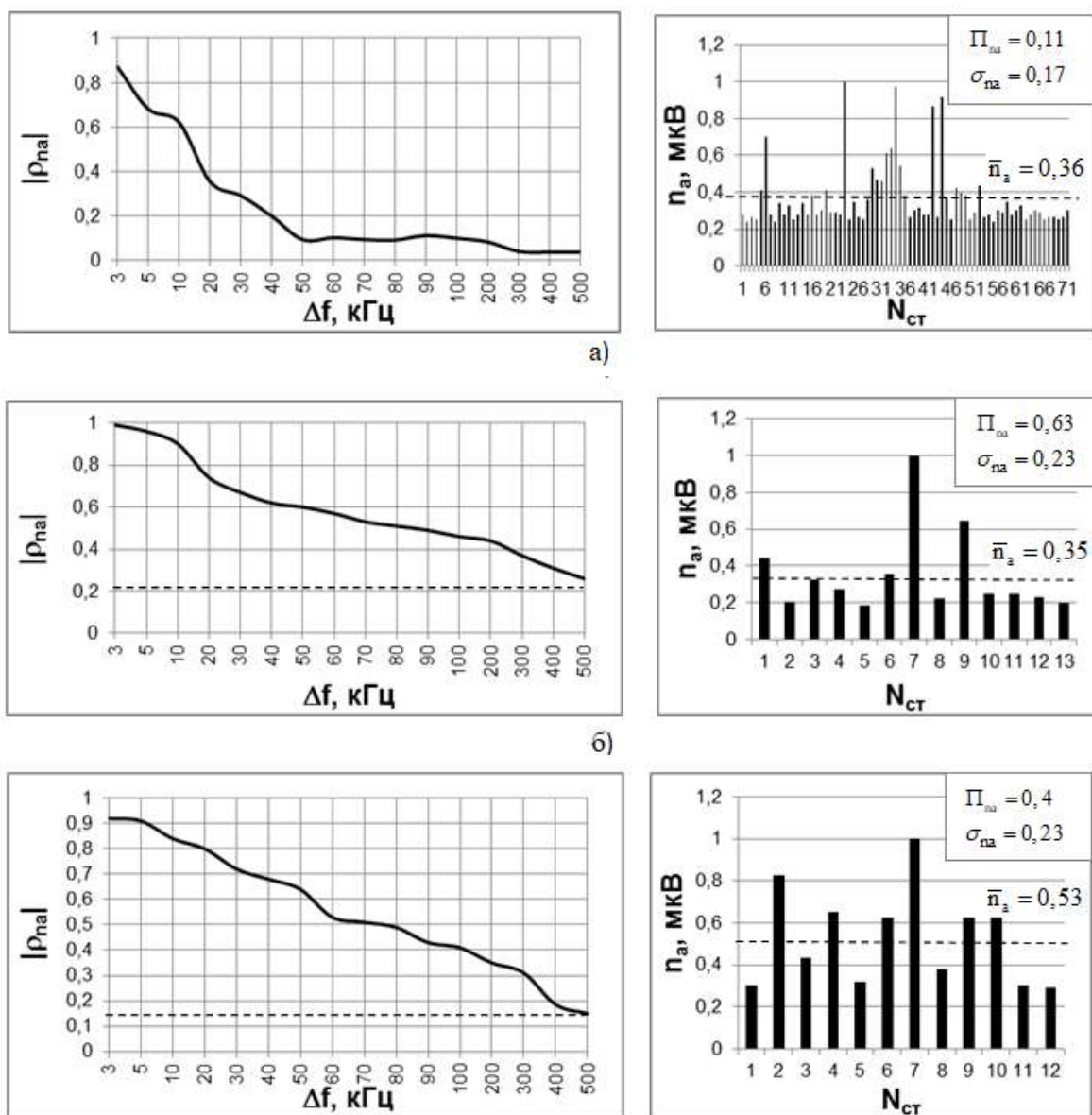


Рис. 3. Результаты исследований пространственно-корреляционных свойств искусственных (станционных) радиопомех при разносе антенных элементов на 500 метров: а) в диапазоне частот (3–9 МГц); б) в диапазоне частот (9–14 МГц); в) в диапазоне частот (14–20 МГц)

Анализ зависимостей $\rho_{\text{на}}(\Delta f)$ показал (см. рис. 3), что с ростом средней частоты сигнала наблюдается тенденция уменьшения крутизны спада КВК при увеличении полосы пропускания приемника, что связано с уменьшением относительной ширины спектра сигнала $\Delta f/f_c$. Кроме того, замечено смещение асимптоты спада КВК от неравномерности спектра уровней и числа стационарных помех $N_{\text{ст}}$ в исследуемой полосе пропускания приемника. Определено, что высота асимптоты (см. рис. 3) определяется неравномерностью уровней стационарных помех через нормированный пик-фактор спектра $\Pi_{\text{на}} = n_{\text{amax}}^2 / (\bar{n}_a^2 N_{\text{ст}})$, где n_{amax} , \bar{n}_a — максимальный и средний уровни стационарных помех в пределах полосы приемника.

Замечено, что при большей неравномерности спектра высота асимптоты возрастает. В результате чего с ростом полосы пропускания при большей неравномерности спектра стационарных помех минимальное значение КВК будет возрастать (см. рис. 3). В этом случае при расширении полосы пропускания невозможно достигнуть значений КВК помех меньше высоты асимптоты, что ограничивает возможности достижения требуемой помехоустойчивости радиолиний в этих поддиапазонах.

Также анализ показал, что в наиболее загруженном поддиапазоне 3 – 9 МГц целесообразно расширять полосу приемного тракта более чем до 50 кГц, в этом случае снижение влияния помех будет наиболее эффективным, так как в дальнейшем расширение полосы не снижает значение КВК стационарных помех (см. рис. 3, а). С ростом частот сигнала необходимая эффективная полоса пропускания возрастает и составляет в поддиапазоне 9 – 14 МГц более 100 кГц, а в поддиапазоне 14 – 20 МГц более 400 кГц.

Из проведенного анализа следует, что существует потенциальная возможность передачи широкополосных сигналов на фоне искусственных стационарных помех, позволяющих передавать информацию с повышенной скоростью. Однако с другой стороны существуют ограничения скорости передачи информации, связанные с временным рассеиванием принимаемого сигнала $\Delta\tau_p$, вызванным многолучевостью ионосферного канала [5], а также с дисперсионными искажениями в ионосфере [4].

Временное рассеивание в ионосферных каналах составляет $\Delta\tau_p \approx 0,3 \div 1$ мс [5], что ограничивает минимальную длительность элементарной посылки сигнала допустимыми краевыми искажениями.

Дисперсионные искажения также ограничивают минимальную длительность элементарной посылки сигнала, которая определяется допустимой рассинхронизацией на краях полосы пропускания. В соответствии с [4] максимальное

время расхождения сигналов по времени зависит от ширины полосы пропускания приемного тракта и несущей частоты f_0 :

$$\Delta\tau_d \approx 80.8 \cdot 10^9 \frac{\Delta f}{f_0^3 \sin\Delta}, \quad (1)$$

где Δ — угол места падающего и отраженного от ионосферы луча, зависящий от протяженности трассы.

С учетом рассмотренных ограничений при использовании OFDM-модема [3], допустив краевые искажения и рассинхронизацию сигналов на крайних под несущих до 10 %, можно обеспечить передачу информации на фоне стационарных помех в ионосферных каналах связи в исследованных ДКМ под диапазонах на скоростях:

- в поддиапазоне частот 3 – 9 МГц от 19 кбит/с — до 47 кбит/с;
- в поддиапазоне частот 9 – 14 МГц от 47 кбит/с — до 95 кбит/с;
- в поддиапазоне частот 14 – 20 МГц от 95 Мбит/с — до 142 кбит/с.

Полученные результаты расчета показывают потенциальную возможность обеспечения более высокой скорости передачи информации без ограничений на выбор рабочей частоты, по сравнению с возможностями новых разработок скоростных ДКМ-модемов [2], в условиях ограниченности частотного ресурса ДКМ-диапазона из-за большой загруженности работой территориально-разнесенных станций.

Также следует отметить, что учетом возможной неравномерности спектра уровня станций (см. рис. 3), для обеспечения заданной помехоустойчивости в поддиапазонах с большей неравномерностью уровней стационарных помех, характерных более высоким частотам, потребуется большее соотношение уровней сигнала/помеха в точке приема, которое достигается большей мощностью передатчика или применением антенн с большим коэффициентом усиления [6 – 8].

Источники и литература

1. Романов Ю.В. Эволюция высокоскоростных КВ-радиомодемов в XX веке // Научно-технический сборник. Техника радиосвязи. — Омск, 2016. — № 1 (28). — С. 72–88.
2. Пукса Д.О., Романов Ю.В. Результаты трассовых испытаний адаптивной пакетной КВ-радиолинии высокоскоростной передачи данных файлового типа разработки ОАО «ОНИИП» // Научно-технический сборник. Техника радиосвязи. — 2015. — № 1 (28). — С. 72–88.
3. Патент RU 2639657.С1.МПК H04L5/00, H04L27/26 (2006.01). Способ адаптации системы КВ радиосвязи с OFDM-сигналами / Землянов И.С., Юрьев А.Н.; опублик. 21.12.2017. Бюл. № 36.
4. Калинин А.И. Распространение радиоволн на трассах наземных и космических радиолиний. — М.: Связь, 1979. — 296 с.
5. Долуханов М.П. Распространение радиоволн. — М.: Связь, 1972. — 336 с.

6. Орошук И.М., Сучков А.Н., Василенко А.М. Возможности неэквидистантных цифровых антенных решеток с пространственно-корреляционным методом обработки сигналов // 17-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение». — М.: Российское НТОРЭС им. А.С. Попова, 2015. — С. 302–305.
7. Орошук И.М., Сучков А.Н., Василенко А.М. Пространственно-корреляционные свойства радиосигналов декаметрового диапазона // Электросвязь. — 2015. — № 7. — С. 34–39.
8. Орошук И.М., Сучков А.Н., Василенко А.М. Метод моделирования скалярного поля радиопомех декаметрового диапазона, рандомизированного цифровой антенной решеткой // Журнал радиоэлектроники [Электронный журнал]. — 2018. — № 4. — Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/apr18/4/text.pdf>

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ
ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ОТ ВИРУСНЫХ ПРОГРАММ

М.Д. Пленник¹, А.С. Цепелева, С.Н. Павликов
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток
¹ milkatim@yandex.ru

Аннотация. В работе приведена система защиты сетей от вредоносных программ путем управления трафиком по трассам с различной и управляемой защищенностью. Предложено техническое решение с реализацией расширенного спектра процедур с трассами безопасного и небезопасного соединений, известного пользователю и защищенному компьютеру сервера безопасности, что гарантирует временное преимущество в защите контента или его части. Таким образом, достигается повышение уровня защиты данных от копирования при их передаче в опасных сетях.

Ключевые слова: вирус, радиосигнал, канал, обработка, эффективность.

DEVELOPMENT OF LOCAL AREA NETWORK
PROTECTION SYSTEM FROM VIRUS PROGRAMS

M.D. Plennik¹, A.S. Cepeleva, S.N. Pavlikov
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok
¹ milkatim@yandex.ru

Abstract. In this paper shows system protect networks from malware by controlling traffic on routes with varying and controlled security. Proposed technical solution with the implementation of the extended range of treatments with routes both secure and non-secure connections, known to the user and protected the Security Server computer that ensures temporary protection advantage content or its part. Thus, increasing the level of protection against copying data as it passes in dangerous networks.

Keywords: virus, radio channel, processing efficiency.

Оригинальность: 95,74 %,
15.03.2019

Объект исследования — информационные сети.

Предмет исследования — метод защиты от вредоносных программ.

Целью является анализ возможностей методов защиты информационной сети от потери и перехвата личных данных пользователей.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что существующие антивирусные технологии, такие как использование сигнатурной или эвристической проверок, методы проактивной защиты или использование списков доверенных приложений не позволяют добиться надежного и своевременного обнаружения всех вредоносных программ на компьютерах пользователей. Таким образом, риск потери личных данных остается очень высоким, и пользователи вынуждены искать другие решения для обеспечения безопасности их передачи.

Существует необходимость в разработке аппаратного устройства, которое будет обеспечивать безопасность личных данных пользователей при работе в небезопасном окружении.

В настоящее время существует большое количество возможностей получить личные данные компьютерных пользователей, даже несмотря на установленный антивирус или сетевой экран. Как правило, кражу личных данных осуществляют с помощью вредоносных программ, которые попадают на компьютеры пользователей (заражают их).

Чаще всего подобные программы попадают на компьютеры через заражение популярных интернет-браузеров, выполняют перехват данных, вводимых с устройств ввода (таких как клавиатура или мышь), или перехватывают данные, отправляемые в сеть. Например, вредоносные программы, заражающие браузеры, получают доступ к файлам браузера, просматривают историю посещений и сохраненные пароли при посещении веб-страниц. Перехватчики ввода данных получают их с клавиатуры или мыши и скрывают свое присутствие в системе с помощью целого ряда ВП. Которые также применяются при реализации перехватчиков сетевых пакетов извлекая из них ценную информацию, такую как пароли и другие личные данные.

Возможным решением по противодействию вредоносным программам, которые перехватывают ввод данных с устройств ввода, является использование защищенных устройств ввода. Этого можно добиться, используя клавиатуры с шифрованием вводимых данных или используя виртуальную клавиатуру.

Подобные решения обладают рядом недостатков: для клавиатуры с шифрованием вводимых данных также могут существовать перехватчики, которые осуществляют перехват данных до шифрования или уже после их расшифровки, а виртуальная клавиатура может быть скомпрометирована с помощью использования вредоносных программ, которые делают снимки экрана через заданные промежутки времени.

Еще один вариант решения вышеописанной проблемы предусматривает использование защищенной среды, в которой будут исполняться все необходимые приложения.

Например, заявка на патент США № 20080034210 описывает отдельное устройство (предпочтительно выполненное в виде USB-флешки), которое имеет отдельный браузер и загрузчик. Загрузчик отвечает за загрузку браузера в память компьютера при соединении и начальную проверку целостности данных. Сам браузер выполнен с упором на обеспечение максимальной защищенности передаваемых данных.

Также в заявке США № 20080244689 приводится возможность создания защищенной среды в виде собранного образа операционной системы (с улучшенной безопасностью). При применении подобной среды существует возможность использования безопасных онлайн-транзакций. Однако приведенные решения основываются на использовании лишь усиленных мер безопасности применительно к установленному программному обеспечению, которое в любом случае может иметь уязвимости, в том числе и те, против которых существующие решения бессильны на момент появления подобных уязвимостей [1].

Для безопасной передачи данных в небезопасных сетях формируются трассы, не менее одна из которых проходит через блок безопасного обмена данными. Структурная схема устройства приведена на рисунке 1.

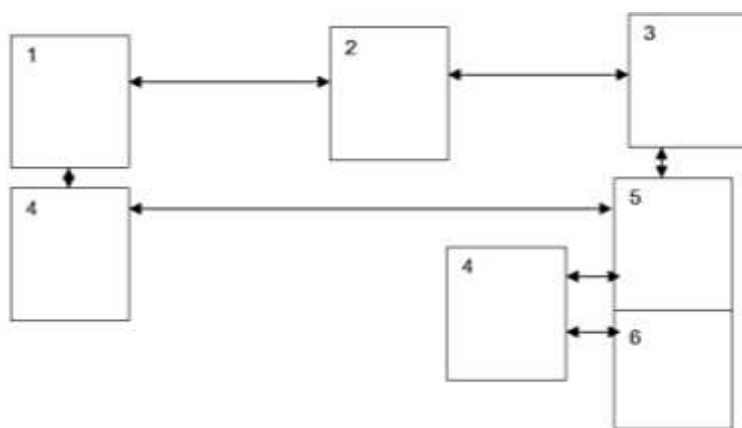


Рис. 1. Структура устройства, где обозначены:

- 1 — защищаемый компьютер; 2 — незащищенная сеть; 3 — сетевой ресурс;
- 4 — блок безопасного обмена данными; 5 — сервер безопасности; 6 — база данных

Однако блоки безопасного обмена данными кроме достоинств имеют и недостатки. Ограниченность в ресурсном обеспечении заставляет пользователей осуществлять соединение через незащищенные сети и не проверенный сетевой ресурс. В этих условиях требуется маршрут с гарантированно защищенным сервером и блок безопасного обмена данными. Функция блока безопасного обмена

данными может быть реализована различными способами, например, шифрованием или VPN соединением, основанным на таких протоколах как IPSec или PPTP. В качестве основы защищенного соединения также может служить использование технологии WPA, протокола HTTPS и других средств обеспечения безопасной передачи данных [2].

В предлагаемом техническом решении используются дополнительные процедуры обработки трафика небезопасного соединения. Кроме того, сервер безопасности может проверять трафик как от, так и к пользователю на предмет наличия ВП в потоке данных. Если первое соединение устанавливается лишь между компьютером и средством безопасной передачи данных, то второе соединение — через незащищенную сеть. На рис. 2 приведен алгоритм работы блока безопасного обмена данными.

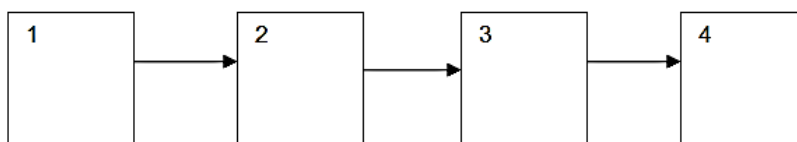


Рис. 2. Алгоритм работы блока безопасного обмена данными, где обозначены:

- 1 — устанавливают первое защищенное соединение между блоком безопасной передачи данных и компьютером;
- 2 — собирают данные об используемых сетевых соединениях на компьютере;
- 3 — устанавливают второе защищенное соединение между блоком безопасной передачи данных и сервером безопасности, используя данные о применяемых сетевых соединениях на компьютере;
- 4 — используют результаты анализа, полученные при предыдущих защищенных соединениях для принятия решения о конфигурации трассы безопасной передачи данных

Таким образом, достигается повышение уровня защиты данных от копирования при их передаче в опасных сетях. Предложено техническое решение с реализацией расширенного спектра процедур с трассами безопасного и небезопасного соединений, известного пользователю и защищенному компьютеру сервера безопасности, что гарантирует временное преимущество в защите контента или его части.

Источники и литература

1. What is computer exploit? [Электронный ресурс]. — URL: <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/zero-dav-exploit>
2. Патент RU 2494448 [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2494448>

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

УДК 519.816

СПОСОБ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

А.Ж. Радочинская
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток
anzhela.radochinskaia@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается организация работы аэромобильной коммутационной сети, в случае невозможности работы мобильной или стационарной сетей связи на обслуживаемой территории. Основной целью является решение задачи обоснования оптимального количества БПЛ, с помощью которых узлы и ретрансляторы сети поднимаются над поверхностью земли. В качестве инструмента исследования используется математический аппарат — теория графов. В результате выполненных исследований был разработан алгоритм оптимального размещения аэромобильной коммутационной сети передачи цифровых данных.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, беспроводная связь, ретранслятор.

METHOD FOR OPTIMAL PLACEMENT IN SPACE UNMANNED
FOR THE RAPID DEPLOYMENT OF MOBILE NETWORKS

A.Zh. Radochinskaia
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok
anzhela.radochinskaia@mail.ru

Abstract. This article discusses the Organization of the work of the airmobile switching network, in case of impossibility to work mobile or landline communication networks on serviced territory. The main purpose is the solution of the problem of justification of the optimal number of BPL, through which nodes and network repeaters are raised above the surface of the Earth. As a tool to study the mathematical apparatus—used graph theory. As a result of the research was the algorithm of optimal placement of airmobile switched digital data transmission network.

Keywords: unmanned aerial vehicle, wireless repeater.

Аэромобильные коммуникационные сети используются для передачи цифровых данных в случае неработоспособности или недоступности сетей мобильной и стационарной связи. Такие условия характерны при проведении аварийно-спасательных и неотложных восстановительных работ подразделениями МЧС, для удаленных и малоосвоенных регионов, для организации устойчивой связи при проведении массовых мероприятий, а также для оперативной доставки корреспонденции и небольших посылок.

Аэромобильная коммуникационная сеть (АКС) является сетью беспроводной связи, узлы и ретрансляторы которой перемещаются с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для оперативного развертывания сети, поддержания ее работы в течение заданного периода времени и адаптации ее коммуникационных возможностей к заданным условиям работы.

Радиосвязь осуществляется чаще всего вблизи земной поверхности. Чтобы уменьшить ее влияние и увеличить дальность радиосвязи, необходимо применить активный ретранслятор и поднять его на большую высоту, используя в качестве платформы для последнего БПЛА [1]. При этом основными направлениями исследования являются: определение радиуса зоны покрытия, выбор типа применяемого летательного аппарата, выбор типов и параметров антенны, определение количества транспондеров, выбор диапазонов работ ретранслятора связи (полос частот), решение вопросов энергопотребления и размещения наземного комплекса управления (НКУ). Схема связи с использованием БПЛА представлена на рисунке 1 [1].

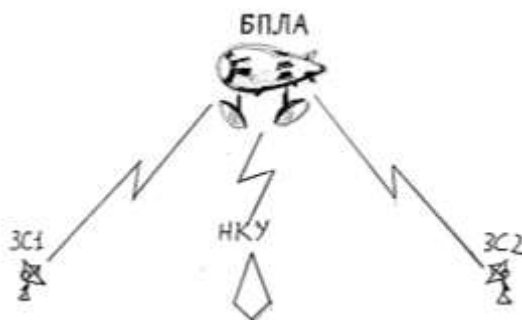


Рис. 1. Схема связи с применением БПЛА

В ходе определения радиуса зоны покрытия решается вопрос оптимального размещения в пространстве аэромобильных устройств, с помощью которых узлы и ретрансляторы АКС поднимаются над поверхностью земли. Критерием оптимальности при построении данных структур является минимум используемых

БПЛА для покрытия всей рассматриваемой территории в каждый момент времени в зависимости от рельефа местности, исправности летательных аппаратов и остаточности ресурса их работы до момента дозаправки, т. е. вопрос ресурса потребления.

Задачу оптимального размещения БПЛА на обслуживаемой территории можно решить с использованием математического аппарата теории графов. Предложенный в работе алгоритм решения задачи заключается в следующем:

1. Осуществление привязки координатных осей (x, y) к местности (обслуживаемой территории).
2. Определение с использованием дерева графа необходимое минимальное количество БПЛА для данной территории.
3. Совмещение полученного оптимального дерева графа с координатной плоскостью и нахождение координат (x, y) для каждого из БПЛА.
4. Определяем, исходя из рельефа местности, места расположения дополнительных БПЛА для усиления сигнала в зоне неуверенного приема и наносим их координаты на ту же координатную плоскость.
5. В результате построений получим координатную плоскость с нанесенной на нее решеткой, точки этой решетки являются оптимальной сетью размещения БПЛА на обслуживаемой территории.
6. Зная координаты точек решетки можно легко определить координаты ее равноудаленного центра (центр массы). В этой точке необходимо разместить центр управления и базу для подзарядки БПЛА.

Рассмотрим решение задачи более подробно. Вначале рассматриваем задачу на плоскости, т. е. строим сеть на открытом пространстве без учета рельефа местности. Пусть радиус узла сети равен R . На карту местности наносим координатные оси с привязкой центра осей к левому нижнему краю обслуживаемой территории (рис. 2). Покрываем всю заданную плоскость шестиугольниками, вписанными в окружность радиуса R . Будем называть эти шестиугольники «сотами». Соты необходимо расположить так, чтобы не осталось свободных мест в прямоугольнике, изображенном на рисунке 2 пунктирной линией. Пунктирная линия обозначает границы обслуживаемой территории.

Следует отметить, что расстояние между центрами сот больше R . Поэтому необходимо БПЛА размещать не только в центре каждой соты, но и в серединах сторон сот или на углах сот. Полученная таким образом аэромобильная коммуникационная сеть принимает вид регулярной плоской решетки, т. е. топология сети становится ячеистой с многочисленными связями внутри получившегося графа. Таким образом, мы получим высоконадежную, но дорогую аэромобильную коммуникационную сеть.

Для оптимизации полученной сети необходимо исключить часть узлов из решетки, но так, чтобы покрытие сети оставалось полным, а граф сети оставался связным. Из теории графов известно, что минимальным количеством ребер, в связном графе обладает дерево [2]. При этом ребрами графа называются отрезки, соединяющие два узла внутри окружности радиуса R . Исходя из этого рассматриваются различные варианты построения деревьев для полученной АКС.

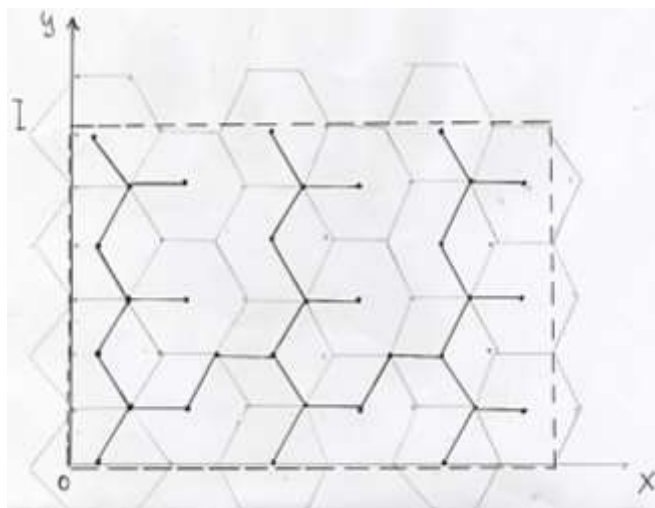


Рис. 2. Графический метод решения задачи оптимального размещения БПЛА на обслуживаемой территории

Подробный анализ вариантов построения деревьев представлен в работе [3]. В результате исследований авторами было доказано, что наименьшее количество узлов получается при конструировании ветвей дерева по углам сот как показано на рисунке 2. При этом общее количество узлов определяется по следующей формуле [3]:

$$N = (\sum_{i=1}^l n_{2i} + n_{2i-1} + \max(n_{2i}, n_{2i-1})) - 1, \quad (1)$$

где l — количество сот с нечетными номерами, n_i — количество сот в каждом столбце.

Предложенная методика размещения позволяет обеспечить полное покрытие заданной территории минимально необходимым и достаточным количеством БПЛА. В таблице 1 представлен количественный анализ размещения БПЛА на обслуживаемой территории по трём критериям:

1. дерево графа;
2. по вершинам каждой соты;
3. в середине ребра каждой соты.

Как видно из результата анализа, оптимальным вариантом является размещение по первому критерию (дерево графа). В намеченных узлах (координатах) графа (рис. 2) и размещаются БПЛА.

**Количественный анализ размещения БПЛА
на обслуживаемой территории по трём критериям**

Количество рядов сот на обслуживаемой территории	Размещение БПЛА с использованием критерия (шт.)		
	дерева графа	по вершинам каждой соты	в середине ребра каждой соты
4 ряда	21	38	46
6 рядов	32	63	71

После того как определили координаты (x, y) для каждого из БПЛА необходимо рассчитать координаты центра тяжести потоков их перемещения для подзарядки по оси X и Y , которые определяется по формуле:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ni} \times Q_{ni}}{\sum_{i=1}^m Q_{ni}}, \quad (2)$$

где M — центр массы, км;

R_{ni} — расстояние от начала осей координат до точки, обозначающей местоположение БПЛА, км;

Q_{ni} — необходимый объем энергопотребления для каждого БПЛА, кВт·ч/км.

Следует отметить, что если на обслуживаемой территории находятся препятствия, через которые радиосигнал проходит плохо, то дерево графа необходимо дополнить отдельными ветвями, по которым в зону тени будет передаваться сигнал. Координаты узлов этих дополнительных ветвей необходимо также учитывать в расчетах с использованием формулы (1).

Предложенная в работе методика размещения аэромобильных устройств позволяет обеспечить полное покрытие заданной территории минимальным необходимым и достаточным количеством БПЛА.

Источники и литература

1. Гречихин Л.И. Общие принципы построения почтовой связи с беспилотным летательным аппаратом и с подвижным ретранслятором // Проблемы инфокоммуникаций. — 2017. — Т. 1. — № 1-1 (5). — С. 5–12.
2. Маликова Т.Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте (2-е изд. испр. и доп.). — М., 2017. — Сер. 11. Университеты России.
3. Мокряков А.В. Адаптивное моделирование графа коммуникационной сети / А.В. Мокряков, В.Б. Терновсков, Ю.А. Костиков, В.Ю. Павлов // Актуальные научные проблемы прикладных и естественных наук. Сборник научных трудов кафедры прикладной математики и программирования. Под ред. Горинова В.В., Терновскова В.Б. — М., 2018. — С. 109–119.

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

УДК 004.7(075)

ПОДКЛЮЧЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА К ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Е.А. Сторожок¹, Д.А. Акмайкин²

Морской государственный университет им. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

¹ storea@mail.ru

² akmaykin@msun.ru

Аннотация. В системе морского экологического и гидроакустического мониторинга измерительные узлы при помощи Ethernet-адаптера и модема объединяются в звукоподводную локальную вычислительную сеть, организованную с использованием клиент-серверной архитектуры. В статье рассматриваются аппаратная и программная части интерфейса сопряжения измерительного узла с сетью. Объединение измерительных узлов в сеть позволяет реализовать алгоритмы адаптивной фильтрации шумов.

Ключевые слова: система мониторинга, измерительный узел, клиент-серверное сетевое приложение, последовательный интерфейс.

CONNECT MCU TO THE LOCAL AREA NETWORK

E.A. Storozhok¹, D.A. Akmaykin²

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

¹ storea@mail.ru

² akmaykin@msun.ru

Abstract. In the system of marine environmental and hydroacoustic monitoring, measuring units are combined with an Ethernet adapter and a modem into a sound-driven local area network, organized using a client-server architecture. The article discusses the hardware and software interface of the measuring unit with the network. Combined measuring nodes in the network allows to implement adaptive algorithms for noise filtering.

Keywords: monitoring system; measuring node; client-server network application; serial interface.

Оригинальность: 75,73 %,
11.03.2019

Основной проблемой устойчивого и надежного функционирования системы экологического мониторинга морских акваторий является недостаточность ее информационного наполнения. Наиболее полная и достоверная информация об экологическом состоянии морских акваторий добывается в ходе комплексных морских экспедиционных исследований. Однако такие работы носят в основном локальный характер и проводятся достаточно редко для того, чтобы адекватно оценить динамику процесса антропогенного воздействия на природную среду в целом и как следствие сделать прогноз развития экологической обстановки на различных уровнях. Решение этой важной задачи может лежать в плоскости создания автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий, где в качестве ее основных элементов могут выступать автономные технические средства и подводные стационарные комплексы [1, 2].

Наиболее эффективная структура системы мониторинга с точки зрения управляемости — это сетевая структура. Из существующих в настоящее время сетевых технологий наиболее распространённой является технология *Ethernet*. Эта технология лучше других технологий программно и аппаратно обеспечена и, следовательно, сравнительно легко может быть реализована.

Измерительные узлы при помощи Ethernet-адаптера и модема объединяются в звукоподводную локальную вычислительную сеть, организованную по клиент-серверной архитектуре. На рис. 1 показана структура измерительного узла [3].

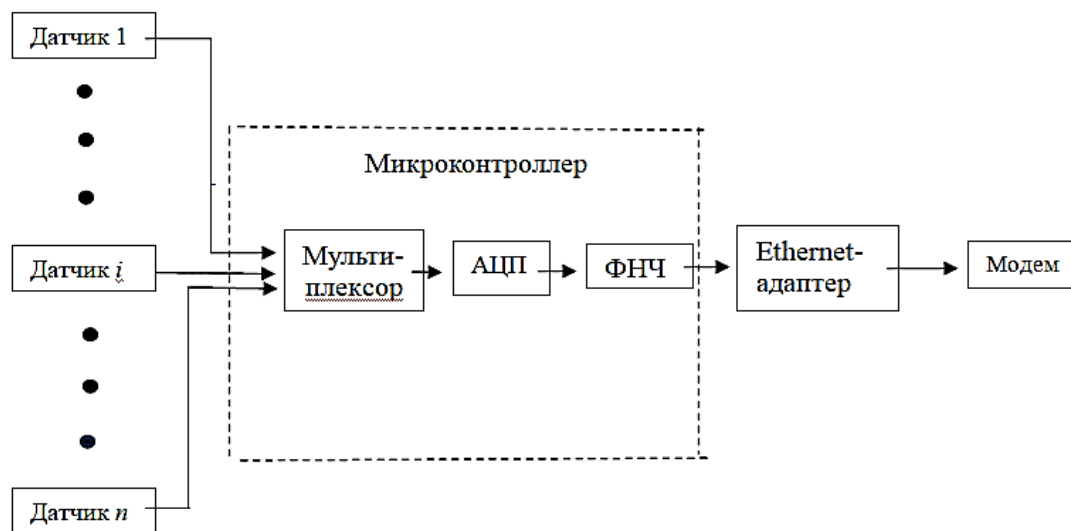


Рис. 1. Структура измерительного узла

Сравнительно легко измерительный узел может быть реализован на аппаратной платформе Arduino Pro Mini, построенной на микроконтроллере ATmega328p семейства AVR фирмы Atmel. Платформа имеет 14 цифровых входов/выходов (6 из которых могут быть использованы как выходы ШИМ), 6 аналоговых выходов,

бортовой резонатор, кнопку сброса, а также отверстия для монтажа выводов. Микроконтроллер ATmega328p работает при напряжении 5 В и тактовой частоте 16 МГц, имеет 32 килобайта флэш-памяти из которых 2 КБ используется загрузчиком.

Программирование микроконтроллера возможно с помощью внутрисхемного «USBasp» программатора, предназначенного для микроконтроллеров AVRAtmel. «USBasp» построен на основе микроконтроллера Atmega8, имеет USB разъем для подключения к компьютеру и разъем ISP (In-System Programming, внутрисхемное программирование) интерфейса для соединения с микроконтроллером.

Ниже рассматривается подключение измерительного узла, реализованного на основе микроконтроллера ATmega328p, к ЛВС (LAN) через Ethernet-адаптер ENC28J60. На рис. 2 представлена принципиальная электрическая схема подключения микроконтроллера к адаптеру в Proteus для моделирования работы интерфейса сопряжения.

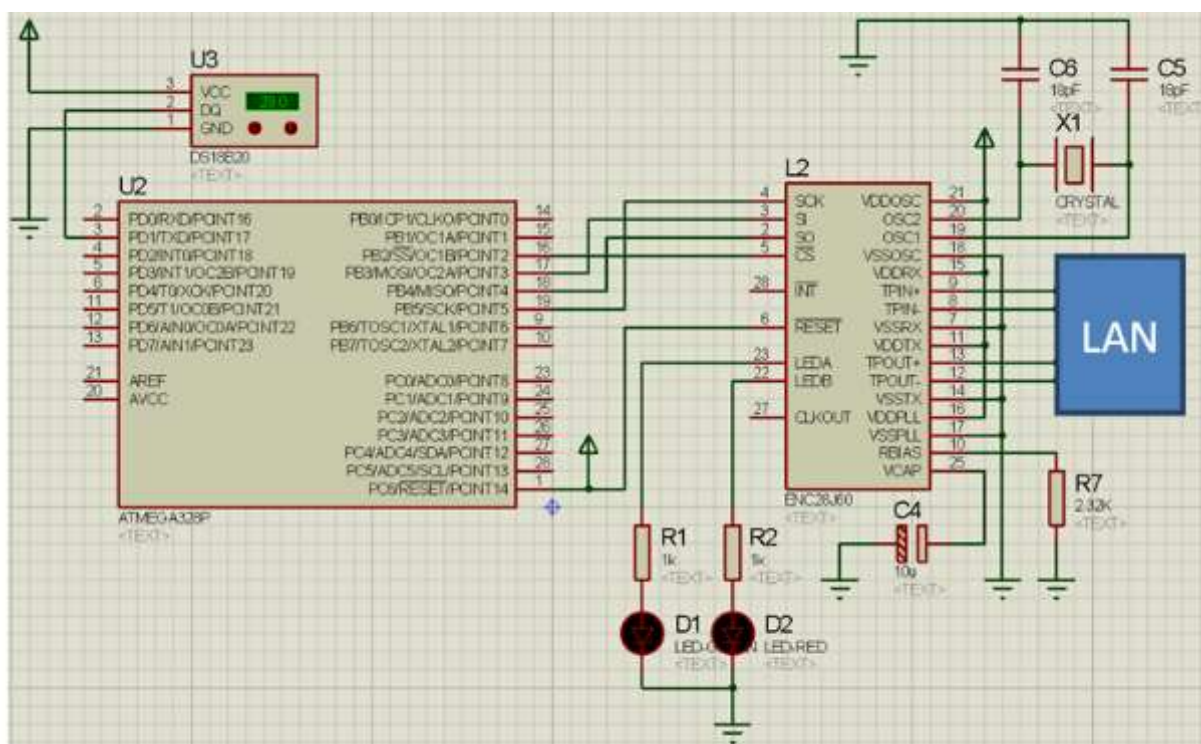


Рис. 2. Подключение микроконтроллера к ЛВС

Микроконтроллер и адаптер связаны через выводы последовательного интерфейса SPI:

- вывод тактирования SCK;
- последовательные входы (выходы) SI (SO) передачи данных;
- вывод выбора ведомого устройства SS.

Оцениваемый параметр окружающей среды — температура, измеряемая при помощи цифрового датчика DS18B20.

- Структура прошивки микроконтроллера состоит из следующих элементов:
- Main.c — файл инициализации функции прерывания и таймера, настройки портов микроконтроллера, инициализации функции конфигурации параметров работы с сетевым модулем ENC28J60;
 - Main.h — заголовочный файл в котором задается тактовая частота микроконтроллера, подключаются стандартные библиотеки языка Си, необходимые AVR библиотеки ввода/вывода, библиотека функций циклов задержки и другие заголовочные файлы проекта;
 - Enc28j60.c — библиотека функций для работы с модулем ENC28J60, и инициализации интерфейса SPI;
 - Enc28j60.h — заголовочный файл конфигурации настроек регистров модуля ENC28J60, установки физического адреса, настройки макросов SPI;
 - Net.c — библиотека функций для работы с кадрами Ethernet, ip и icmp пакетами (фильтрация, прием/передача, вычисление контрольной суммы);
 - Net.h — заголовочный файл объявления сетевых протоколов и их параметров, а также макросы для работы с адресными значениями протоколов;
 - Agr.c — библиотека функций чтения и отправки ARP пакетов;
 - Agr.h — заголовочный файл объявления функций для библиотеки agr.c;
 - Tcr.c — библиотека функций для работы с tcp пакетами (фильтрация, приём/передача) и контролем tcp соединений;
 - Tcr.h — заголовочный файл объявления функций библиотеки tcr.c, параметров tcp соединения, tcp флагов (управляющих битов);
 - Ds18b20.c — библиотека функций для работы с цифровым датчиком температуры DS18B20;
 - Ds18b20.h — заголовочный файл с настройкой порта подключения к датчику DS18B20 и макросами команд.

Источники и литература

1. Минаев Д.Д. Принципы построения региональной автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий с применением автономных технических средств и робототехнических комплексов // Подводные исследования и робототехника. — 2011. — № 2 (12). — С. 64–68.
2. Гайфулин Т.А. Анализ современных систем мониторинга / Т.А. Гайфулин, Д.С. Костомаров // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2013. — № 9. — Ч. 2.
3. Сторожок Е.А. Подводная беспроводная локальная вычислительная сеть как элемент системы морского экологического мониторинга // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. — М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2016. — № 8. — С. 30–34.
4. Джеймс Ф., Куроуз Д., Кит В., Росс Д. Компьютерные сети. Многоуровневая архитектура Интернета. — СПб: Питер, 2004.

Поступила в редакцию 11 марта 2019 г.

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

М.И. Шин¹

Морской государственной университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

И.С. Ганжа²

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,
г. Владивосток

¹ boianich@gmail.com

² notrus3@mail.ru

Аннотация. Многофункциональность беспилотного летательного аппарата зависит от решения оптимизационной задачи построения структуры аппаратно-программного комплекса с целью обеспечения применения в широком диапазоне применения. Построение радиоэлектронного комплекса основано на принципах модульности, многофункциональности, соответствия требованиям по формированию и излучению сигналов, приему, обнаружению и измерению требуемых параметров принятого сигнала, а также проведение пространственно разнесенного мониторинга в активном, пассивном и активно-пассивном режимах. Наиболее важным вопросом построения комплекса является определение типа сигналов, используемых различными каналами получения информации с заданными параметрами в условиях известных ограничений и требований потребителя. Следующий этап включает построение структуры аппаратно-программного комплекса и сопряженного с ним центра управления и других аналогичных радиоэлектронных средств беспилотников, состоящих в системе для решения единого комплекса задач.

Ключевые слова: комплекс, радио, беспилотный летательный аппарат, функции, структура.

AVIONICS OF UNMANNED AERIAL VEHICLE

M.I. Shin¹

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

I.S. Ganzha²

Vladivostok State University of Economics and service,
Vladivostok

¹ boianich@gmail.com

² notrus3@mail.ru

Abstract. Versatility unmanned aerial vehicle depends on the solution of optimization tasks to build a structure of hardware-software complex with the purpose to ensure the application in a wide range of applications. Construction of radio-electronic complex is based on the principles of modularity, versatility, conformity to the requirements on the formation and emission of signals, the detection and measurement of the required parameters of the received signal, as well as the holding of spatial diversity monitoring in active, passive and active-passive modes. The most important issue is the build type definition signals used various channels for obtaining information with specified parameters in terms of the known constraints and demands of the consumer. The next stage involves building a structure of hardware-software complex and involving him in the control center.

Keywords: complex, radio, unmanned aerial vehicle, functions, structure.

Оригинальность: 76,75 %,
26.03.2019

Объектом исследования является радиоэлектронная комплекс (РЭК) беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

Объектом исследования — разработка РЭК.

Цель — разработать структурную схему радиоэлектронного комплекса с возможностью дистанционного ориентирования на определенный круг задач; создание унифицированной платформы.

Проблема состоит в том, что РЭК создаются для заданного типа БПЛА и для определенного круга задач, что снижает возможности их применения. Следовательно, важно создать унифицированную РЭС, позволяющую снизить стоимость разработки, производства и обслуживания. БПЛА характеризуется ограничением энерговооруженности, массы и объема полезной нагрузки. Это обеспечит дальнейшее распространение данного типа устройств в широкой области применения.

Построение радиоэлектронного комплекса основано на принципах модульности, многофункциональности, соответствия требованиям по формированию и излучению сигналов, приему, обнаружению и измерению требуемых параметров принятого сигнала, а также проведение пространственно разнесенного мониторинга в активном, пассивном и активно-пассивном режимах.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач.

1. Анализ БПЛА: состав функций, задачи, основные характеристики, состав электронной системы и принципа работы
2. Анализ технической части в которой могут использоваться БПЛА; представляется структура и соответствие задач и технических средств РЭС
3. Оценка эффективности.

БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров. Управление БПЛА осуществляется по телекоммуникационному каналу, который позволяет получать в реальном масштабе времени данные от технических средств наблюдения с борта БПЛА.

Основным преимуществом дрона является значительно меньшие ресурсы для решения поставленных задач.

Недостатком традиционной схемы применения БПЛА рассмотренной на рисунке 1 [1], является уязвимой к потере канала управления. Для снижения данного недостатка требуется применение ретрансляторов и повышение связанности беспроводной сети соединяющей дронов с помощью протокола IEEE 801.11s (см. рисунок 2) [1]. Такая сеть позволит увеличить пропускную способность, дальность и адаптацию к изменениям задачи, условий и ограничений.



Рис. 1. Схематическое изображение типичной сетевой структуры [1]



Рис. 2. Схематическое изображение сетевой структуры, с дополнительной одноранговой сетью [1]

В настоящее время в России и за рубежом ведутся интенсивные исследования, направленные на изучение тенденций развития беспилотной авиационной техники.

Сложилась тенденция, что беспилотные авиационные комплексы (БАК) представляют собой совокупность беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), наземных средств управления, систем связи, программного обеспечения и прочих обеспечивающих систем по навигационному и техническому обеспечению.

Состав бортового РЭК БПЛА, согласно проведенных исследований включает в себя следующие системы [2 – 4]:

- бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС);
- спутниковые навигационные системы (СНС, GNSS), в том числе GPS, ГЛОНАСС, Galileo и др.;

- бортовая цифровая вычислительная машина (БЦВМ);
- бортовая радиолокационная станция (БРЛС);
- радиовысотомер (РВ);
- измерители скорости движения (ИСД);
- оптико-электронная станция (ОЭС), с телевизионным, инфракрасным каналом, а также лазерным дальномером;
- радиолокатор бокового обзора;
- станция опознавания «свой — чужой».

Разработка программного обеспечения информационно-управляющего комплекса (ИУК) бортового оборудования является одной из ключевых задач. Для разработчиков, имеющих опыт в разработке бортового программного обеспечения для пилотируемых ЛА, естественный интерес представляет именно работа по созданию программного обеспечения (ПО) для ИУК БПЛА.

В общем случае, задачи, решаемые функциональным программным обеспечением БПЛА, можно разделить на следующие:

- задачи навигации, наведения и управления БПЛА;
- задачи специального применения БПЛА.

Наиболее важным вопросом построения комплекса является определение типа сигналов, используемых различными каналами получения информации с заданными параметрами в условиях известных ограничений и требований потребителя. Следующий этап включает построение структуры аппаратно-программного комплекса и сопряженного с ним центра управления и других аналогичных радиоэлектронных средств беспилотников, состоящих в системе для решения единого комплекса задач.

Источники и литература

1. Seventh framework programme theme 3. Information and Communication Technologies. [Электронный ресурс]. — URL: https://home.inf.unibe.ch/~rvs/research/pub_files/MBZSA12.pdf.
2. Биард Р.У., МакЛейн Т.У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. — М.: Техносфера, 2015. — 312 с.
3. Веремеенко К.К. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / К.К. Веремеенко и др. Под ред. М.Н. Красильщикова, Г.Г. Серебрякова. — М.: Физматлит, 2009. — 556 с.
4. Августов Л.И. Навигация летательных аппаратов в околоземном пространстве / Л.И. Августов и др. Под редакцией Г.И. Джанджгавы. — М.: ООО «Научтехлитиздат», 2015. — 592 с.

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РОБОТОТЕХНИКА

УДК 654.165

СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ МОРСКОГО БЕЗЭКИПАЖНОГО СУДОХОДСТВА

Д.А. Акмайкин¹, Д.В. Штаев

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,

г. Владивосток

¹ akmaykin@msun.ru

Аннотация. В статье рассматривается современное состояние безэкипажного судоходства, на основе кодекса применения таких судов в Великобритании. Дается объяснение основных терминов безэкипажного судоходства, показаны основные критерии классификации таких судов.

Ключевые слова: морское автономное надводное судно, классификация, управление.

THE STATE OF DEVELOPMENT AND CLASSIFICATION OF MARITIME UNMANNED SHIPPING

D.A. Akmaykin¹, D.V. Shtaeв

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,

Vladivostok

¹ akmaykin@msun.ru

Abstract. The article deals with the current state of unmanned shipping, based on the Maritime Autonomous Surface Ships UK Code of Practice. An explanation of the basic terms of the unmanned shipping is given. The main criteria for the classification of such vessels are shown.

Keywords: maritime Autonomous Surface Ships, classification, control.

Оригинальность: 99,18 %,
13.03.2019

Морские автономные надводные суда (МАНС/MASS) развиваются значительными темпами в течение последних нескольких лет, и все большее количество судов вводится в эксплуатацию. Они бывают разных размеров и обладают разнообразным набором операционных возможностей, что предъявляет требования к тем, кто ими владеет и управляет, а также к остальной части морского сообщества. МАНС также являются элементом развития систем робототехники и искусственного интеллекта (RAI) в различных секторах транспорта. Термин MASS был принят Комитетом по безопасности на море (MSC) Международной морской организации (ММО/ИМО) на MSC(98) 13 июня 2017 года.

Цель: Использование MASS создает потребность в нормативно-правовой базе для таких судов, их взаимодействия и сосуществования с пилотируемыми судами.

В связи с этим возникают следующие задачи:

- необходимость внесения изменений в нормативную базу, чтобы обеспечить безопасную, надежную и экологически устойчивую работу МАНС в рамках существующих инструментов ММО;
- анализ типов и размеров автономных надводных судов;
- определение и анализ и классификация степени автономности и автоматизации МАНС;
- анализ операционных возможностей МАНС и количество необходимого для эксплуатации персонала;
- требуется обеспечить определенную степень эквивалентности с положениями действующих инструментов ММО (COLREGS, SOLAS, MARPOL и STCW) и обеспечить ссылки на соответствующую документацию (например ISPS, IMDG, ISM, Кодекс пожарной безопасности и Конвенции о грузовой марке и др.).

Разработчикам и строителям MASS необходимо уделять особое внимание предполагаемой области эксплуатации и условиям работы, которым будет подвергаться МАНС, при выборе стандартов для проектирования и спецификации судна, а также материалов, изделий или компонентов, которые будут использоваться. Строитель, ремонтник или владелец/управляющий агент МАНС, в зависимости от обстоятельств, должен принять меры для обеспечения того, чтобы изделие, материал и компоненты соответствовал предназначенной цели, принимая во внимание его местоположение на борту МАНС, район эксплуатации и погодные условия, которые могут возникнуть (Таблица 1).

Определение различных районов плавания МАНС

Район	Определение
Район 6	В море до 3 миль от номинального пункта отправления и никогда не более 3 миль от берега, при благоприятной погоде и дневное время.
Район 5	На расстоянии 3 миль от берега и в радиусе не более 3 миль от пункта отправления в благоприятную погоду.
Район 4	До 20 миль от безопасной гавани, в хорошую погоду и в дневное время
Район 3	До 20 миль от безопасной гавани
Район 2	До 60 миль от безопасной гавани
Район 1	До 150 миль от безопасной гавани
Район 0	Неограниченное судоходство

Категории конструкции МАНС указаны в Таблице 2. «Категория конструкции» означает ветровые и морские условия, которым отвечает судно в соответствии с Директивой ЕС 94/25 / ЕС от 16 июня 1994 года с поправками, внесенными 2003/44 / ЕС, относительно сближения законов, правил и административных положений государств-членов, относящиеся к прогулочным судам и используемые для применения соответствующих стандартов ISO и CEN [2].

Таблица 2

Категории конструкции МАНС

Категория	Сила ветра (шкала Бофорта)	Значение высоты волны (м)
A — Океан	Более 8	Более 4
B — Море	До 8 включительно	До 4 включительно
C — Прибрежн.	До 6 включительно	До 2 включительно
D — Закр. воды	До 4 включительно	До 0,5 включительно



Рис. 1. Уровни управления МАНС

Основные данные судна для эксплуатации. Эксплуатация МАНС должна быть согласована с Администрацией акватории.

Пилотируемый	• МАНС управляется оператором на борту
Управляемый	• Все функции МАНС управляются оператором по радио или кабелю
Направленный	• Часть функций реализована в МАНС. МАНС может предлагать действия. Решение принимает оператор
Делегированный	• МАНС выполняет часть функций и сообщает свои намерения. Оператор может возразить в течении определенного времени
Контролируемый	• МАНС анализирует обстановку, принимает решения, действует. Оператор отслеживает события
Автономный	• МАНС решает и действует максимально автономно без уведомления оператора

Рис. 2. Классификация способов управления МАНС

Классы МАНС

Класс МАНС	Характеристики
Ультра-лёгкие	Общая длина <7 м и максимальная скорость <4 узлов
Легкие	Общая длина ≥ 7 м до <12 м и максимальная скорость <7 узлов
Малые	Общая длина ≥ 12 м до <24 м
Большие	Длина ≥ 24 м (и 100 GT)
Высокоскоростные	Рабочая скорость V не менее $V = 7,19 \sqrt{L/6}$ узлов

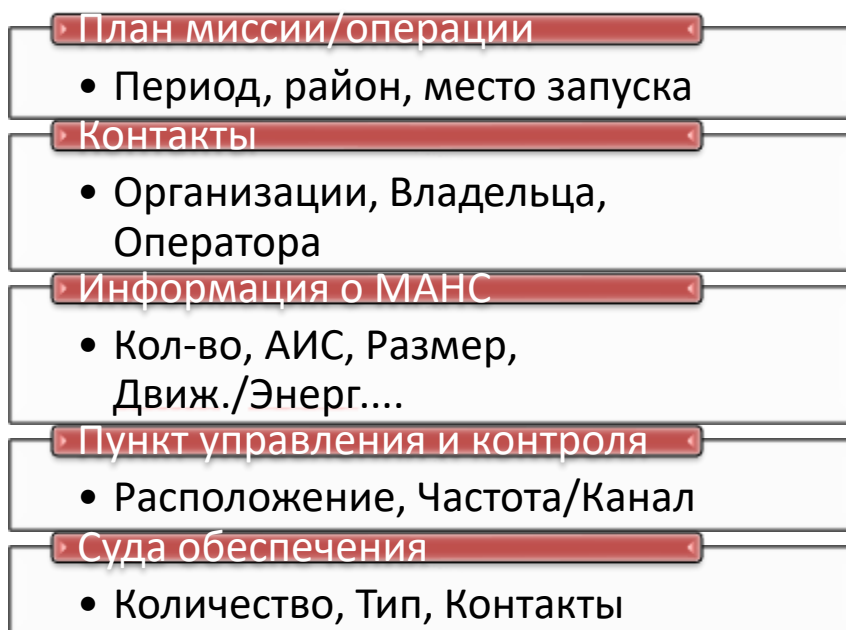


Рис. 3. Составляющие информационного обеспечения МАНС

Краткая информация о МАНС

Unmanned craft details:			
Total number of unmanned craft		Telephone number(s)	
Please complete the following, and create a separate table for each craft involved in the trial:			
Name(s)			
AIS Transmission?	Yes/No. Note – AIS should normally be fitted.	MMSI:	
Length overall		Beam	
Draught		Displacement	
Max speed		Operational speed	
Propulsion type	[e.g. twin propeller]	Fuel	[e.g. Lithium ion battery]
Payloads	[and detail any towed sensors: size and depth]		
Visual & sound identification	[e.g. port of Origin & Destination, vessel description; shapes, lights, sound signals, flags]		
Design and Build Assurance details if available (Including Load Line requirements if appropriate)			
Picture of Vessel	Add attachment picture, for visual identification		

Дополнительные требования к конструкции МПСС

МПСС	Навигационные огни
	Звуковые сигналы
Связь	ГМССБ
	Управление
Оценка рисков	МАРПОЛ
	Кибербезопасность
	ПДНВ

Подготовка и аттестация операторов МАНС.

1. Подготовка эксплуатационного персонала.
2. Подготовка операторов/капитанов МАНС.
3. Повышение уровня/квалификации.
4. Аттестация [1].

При проектировании и разработке МАНС необходимо определить район, категорию, класс МАНС.

В процессе эксплуатации МАНС должны быть определены эксплуатационные риски и разработаны процедуры предотвращения наступления события и снижения последствий.

Подготовка операторов и тех. Персонала МАНС должна быть регламентирована законодательно.

Источники и литература

1. Korabel.RU. Российский морской регистр судоходства [Электронный ресурс]. — URL: https://www.korabel.ru/catalogue/company/rs_class/news.html
2. Maritimeuk. Maritime Autonomus Surface Ships — UK Code of Practice [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.maritimeuk.org/media-centre/publications/maritime-autonomous-surface-ships-uk-code-practice/>

Поступила в редакцию 11 марта 2019 г.

ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДКОВ
ПРИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЕ В МОРСКОЙ ВОДЕ

В.М. Ву, Б.Б. Чернов¹

Морской государственной университет им. адм. Г.И. Невельского,

г. Владивосток

¹ chernov@msun.ru

Аннотация. Процессы формирования известковых отложений определяют оптимальные режимы умягчения жестких вод и катодной защиты. В работе методом физико-химического моделирования изучен массоперенос ионов OH^- , CO_3^{2-} и HCO_3^- в диффузионном слое морской воды под действием постоянного тока с учетом кристаллизации CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$ на поверхности катода. Показано, что с ростом плотности тока вначале достигается ток кристаллизации CaCO_3 , а затем $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Ключевые слова: массотранспорт, электрохимическая защита, морская вода, жесткая вода, плотность тока, кристаллизация.

THEORY OF DEPOSIT FORMATION
DURING CATHODIC PROTECTION

V.M. Vu, B.B. Chernov¹

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,

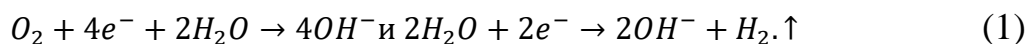
Vladivostok

¹ chernov@msun.ru

Abstract. The processes of deposits formation determine the optimal modes of softening of hard water and cathodic protection. In the work, the method of mathematical modeling studied the mass transfer of ions in the diffusion layer under the action of direct current, taking into account the crystallization of CaCO_3 and $\text{Mg}(\text{OH})_2$ on the cathode surface. It is shown that with an increase in the current density, the crystallization current of CaCO_3 is first reached, and then $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Keywords: mass transport, electrochemical protection, sea water, current density, crystallization.

Известно, что при электролизе водных растворов электролитов у поверхности катода всегда происходит подщелачивание электролита за счет протекания реакций



В условиях наличия общей жесткости при определенных плотностях катодного тока возможно достижение и превышение величин произведения растворимости карбоната кальция и гидроксида магния с возможностью их кристаллизации на поверхности электродов. При наличии в воде временной жесткости повышение pH у поверхности катода под действием катодного тока буферизируется ионами гидрокарбоната [1] согласно равновесию



Это повышает концентрацию ионов карбоната у поверхности катода, и в присутствии достаточного количества ионов кальция или магния могут быть достигнуты значения соответствующих произведений растворимости, что может обеспечить начало процесса формирования осадков на поверхности катода.

Концентрация ионов карбоната у поверхности катода повышается, и при наличии достаточного количества ионов кальция может быть достигнуто произведение растворимости карбоната кальция, что инициирует начало процесса его формирования на поверхности катода. Для осаждения гидроксида магния достаточно генерации ионов гидроксида по реакциям (1) и (2).

Определение количественной модели кинетики формирования известковых отложений является основным фактором для нахождения оптимальных составов СКО и режимов катодной защиты.

В теоретических исследованиях формирования солевых отложений широко применяются методы численного моделирования массопереноса, диффузии, миграции и конвекции [2, 3], хотя они громоздки и не позволяют получать требуемые зависимости в явном виде, а значит могут нести в себе скрытые неточности.

В изучении кристаллизации гидроксидов и карбонатов может успешно использоваться модель диффузионного массопереноса при гальваностатическом электролизе, позволяющая количественно оценить парциальные скорости кристаллизации карбоната кальция и гидроксида магния в водных электролитах типа морской воды в зависимости от плотности внешнего катодного тока.

При избытке постороннего электролита не требуется учитывать перенос под действием электрического поля, а распределение концентраций ионов гидроксида, гидрокарбоната и карбоната (соответственно C_1 , C_2 и C_3) в диффу-

зионном слое определяется их диффузионным транспортом с учетом гомогенного карбонатного равновесия (2). Определение распределения концентраций ионов гидроксида, ионов гидрокарбонатов и ионов карбоната в диффузионном слое при возможной совместной кристаллизации карбоната кальция и гидроксида магния сводится к решению системы

$$\left. \begin{aligned} D_2 \cdot \frac{dc_2}{dx} + D_3 \cdot \frac{dc_3}{dx} &= \frac{i_1}{F} \\ D_1 \cdot \frac{dc_1}{dx} + D_3 \cdot \frac{dc_2}{dx} &= \frac{-i}{F} + \frac{i_1}{f} + \frac{i_2}{F} \\ C_1 \cdot C_2 &= K \cdot C_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где C_1, C_2, C_3 и D_1, D_2, D_3 — соответственно концентрации и коэффициенты диффузии ионов гидроксида, гидрокарбоната и карбоната в диффузионном слое; K — кажущаяся константа гомогенного карбонатного равновесия ($K = 1,3 \cdot 10^{-5}$ моль/л); i — плотность внешнего тока; i_1 и i_2 — соответственно плотности токов начала кристаллизации карбоната кальция и гидроксида магния; F — число Фарадея.

Первое уравнение системы (3) описывает баланс потоков ионов карбоната и гидрокарбоната, второе — потоков ионов гидроксида и карбоната, а третье — учитывает наличие гомогенного равновесия между этими ионами.

В случае морской воды, решая систему (3), получаем следующие выражения для токов, с которых начинаются процессы кристаллизации $Mg(OH)_2$ и $CaCO_3$:

$$i_1 = B_1 \cdot (C_3^5 - C_3^0), \quad (4)$$

где $B_1 = F \cdot \frac{k_{CaCO_3}}{K_{sp,CaCO_3}} \cdot \gamma_{Ca^{2+}} \cdot \gamma_{CO_3^{2-}} \cdot C_{Ca^{2+},bulk}$, C_3^5 — концентрация ионов карбоната на поверхности катода; $C_3^0 = \frac{K_{sp,CaCO_3}}{\gamma_{Ca^{2+}} \cdot \gamma_{CO_3^{2-}} \cdot C_{Ca^{2+},bulk}}$ — концентрация ионов карбоната при равновесии с твердой фазой $CaCO_3$; $C_{Ca^{2+},bulk}$ — концентрации ионов кальция в глубине раствора, моль/м³.

Величина B_1 теоретически не оценивается, а может быть взята только из экспериментальных данных. В наших расчетах B_1 бралась из работы [4].

$$B_1 = F \cdot \frac{k_{CaCO_3}}{K_{sp,CaCO_3}} \cdot \gamma_{Ca^{2+}} \cdot \gamma_{CO_3^{2-}} \cdot C_{Ca^{2+},bulk} = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ (А} \cdot \text{м/моль)}.$$

и
$$i_2 = B_2 \cdot (C_1^{S^2} - C_1^{O^2}), \quad (5)$$

где $B_2 = F \cdot k_{Mg(OH)_2} \cdot C_{Mg^{2+},bulk}$, C_1^S — концентрация ионов OH^- на поверхности катода; $C_{Mg^{2+},bulk}$ — концентрации ионов магния в глубине раствора, моль/м³;

$C_1^O = \sqrt{\frac{K_{sp,Mg(OH)_2}}{\gamma_{Mg^{2+}} \cdot \gamma_{OH^-} \cdot C_{Mg^{2+},bulk}}}$ — концентрация ионов OH^- при равновесии с твердой фазой $Mg(OH)_2$.

Величина B_2 теоретически не оценивается, а может быть взята только из экспериментальных данных. В наших расчетах величина бралась из работы [4].

$$B_2 = F \cdot k_{Mg(OH)_2} \cdot C_{Mg^{2+},bulk} = 2,01 \text{ (А} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2\text{)}$$

Решение системы уравнений (3) в аналитическом виде представляет сложности, поэтому для расчетов использовалась программа МАТЛАБ.

В расчеты были заложены параметры из табл. 1 и 2, которые соответствуют реальным величинам для естественной морской воды.

Таблица 1

Коэффициенты диффузии и концентрации ионов в глубине морской воды

Ионы	Коэффициенты диффузии (м ² /с)	Концентраций ионов в глубине (моль/м ³)
ОН ⁻	52,7·10 ⁻⁹ [4]	1,6·10 ⁻³ [4]
НСО ₃ ⁻	1,19·10 ⁻⁹ [4]	1,54 [4]
СО ₃ ²⁻	9,55·10 ⁻¹⁰ [4]	~0 [11]
Са ²⁺	7,93·10 ⁻¹⁰ [4]	10,5 [4]
Мg ²⁺	7,05·10 ⁻¹⁰ [4]	54,5 [4]

Таблица 2

Величины, используемые в модели

Параметр	Значение	Источник
δ	2·10 ⁻⁴ (м)	[11]
k_{CaCO_3}	1,13·10 ⁻⁸ (моль/м ²)	[4]
$k_{Mg(OH)_2}$	3,7·10 ⁻⁷ (м ⁷ /с·моль ²)	[4]
$\gamma_{Ca^{2+}}$	0,2	[5]
$\gamma_{CO_3^{2-}}$	0,02	[5]
$\gamma_{Mg^{2+}}$	0,4	[5]
γ_{OH^-}	0,7	[5]
$K_{sp,CaCO_3}$	5·10 ⁻³ (моль ² /м ⁶)	[6]
$K_{sp,Mg(OH)_2}$	5,5·10 ⁻⁴ (моль ³ /м ⁹)	[6]
F	9,65·10 ⁴ (Кл/моль)	[6]
K	1,3·10 ⁻² (моль/м ³)	[7]

Из рис. 1, где показано распределение концентрации ионов при $i = 0 \div 5$ А/м² в диффузионном слое, видно, что концентрации ионов ОН⁻, СО₃²⁻ возрастают с увеличением плотности тока, а концентрация ионов НСО₃⁻ уменьшается.

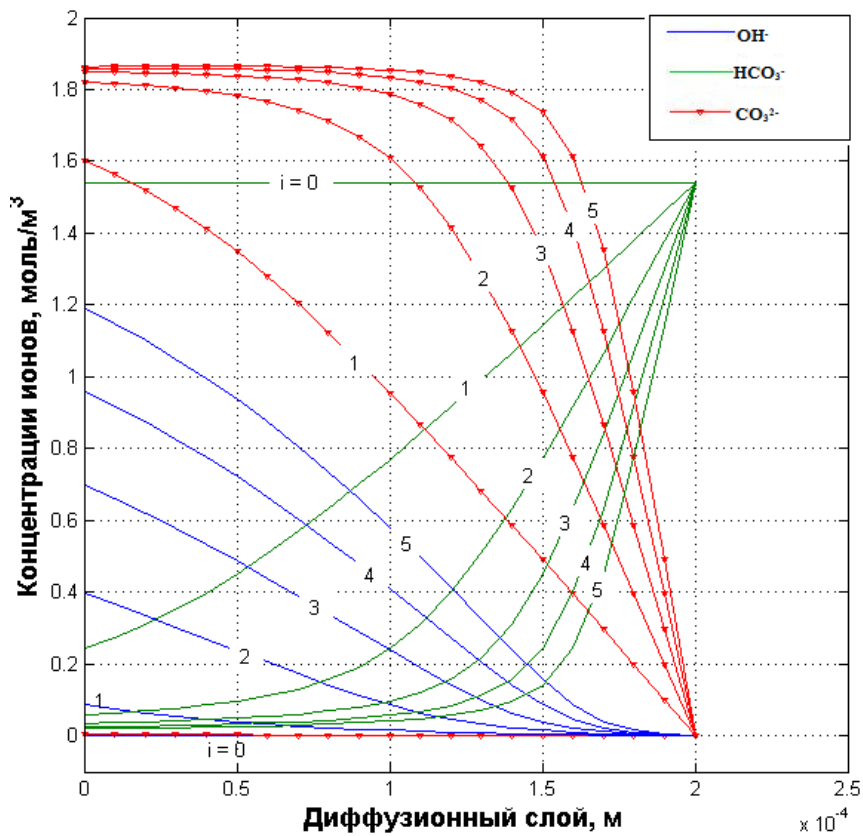


Рис. 1. Распределение концентрации ионов OH^- , CO_3^{2-} и HCO_3^- в диффузионном слое δ при $i = 0 \div 5 \text{ A/m}^2$

Ток кристаллизации карбоната кальция от внешней плотности тока представлен на рис. 2, из которого следует, что скорость кристаллизации CaCO_3 увеличивается в диапазоне плотностей тока $0 \div 2 \text{ A/m}^2$ и остается постоянной с дальнейшим увеличением плотности тока.

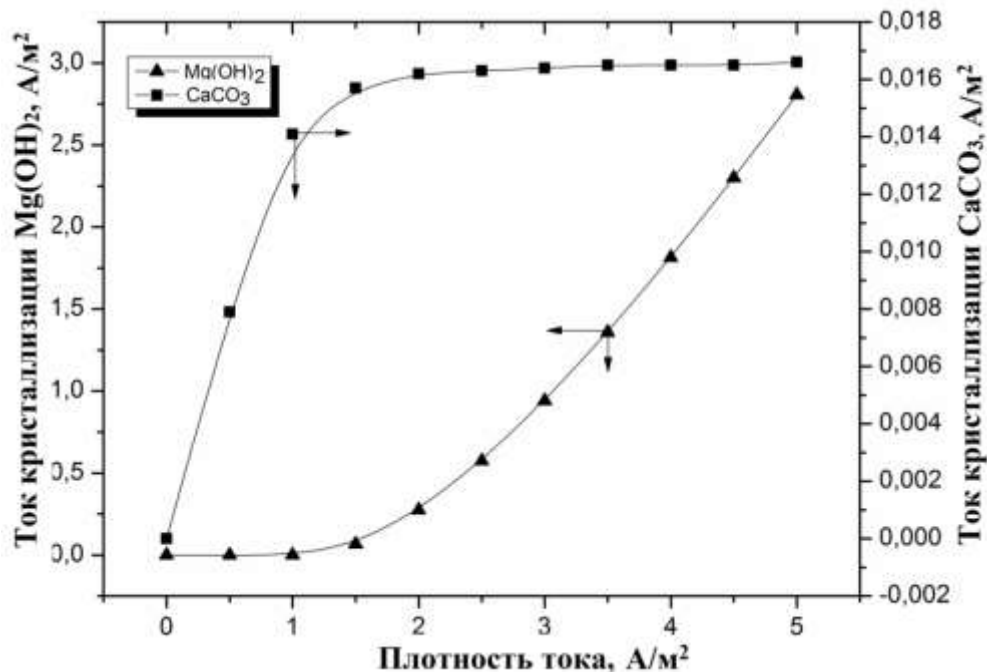


Рис. 2. Токи кристаллизации Mg(OH)_2 и CaCO_3 от плотности внешнего тока

Такую закономерность можно объяснить достижением предельного тока по ионам HCO_3^- , которые имеют ограниченную концентрацию в глубине электролита.

В самом деле, при значениях плотностей внешнего тока до 1 A/m^2 ток кристаллизации гидроксида магния равен нулю, поскольку не достигается величина произведения растворимости гидроксида магния (рис. 2). При больших токах скорость кристаллизации постепенно растет по зависимости близкой к параболической.

Приводится количественная оценка парциальных скоростей кристаллизации карбоната кальция и гидроксида магния в водных электролитах типа морской воды в зависимости от плотности внешнего катодного тока. Такие закономерности позволяют глубже понять процессы использования солевых покрытий при катодной защите морских сооружений с использованием солнечных панелей.

Источники и литература

1. Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — С. 118.
2. Феттер К. Электрохимическая кинетика. — М.: Химия, 1967. — С. 204.
3. Чернов Б.Б. Углекислотно–карбонатное равновесие у поверхности корродирующего металла // Защита металлов. — 1985. — Т. 21. — № 1. — С. 129–132.
4. Yan J.F., Nguyen T.V., White R.E., Griffin R.B. Mathematical modeling of the formation of calcareous deposits on cathodically protected steel in seawater // J. Elec. Soc. — 1993. — Vol. 140. — P. 733–742.
5. Хорн Р. Морская химия. — М.: Мир, 1972. — С. 379.
6. Добош Д. Электрохимические константы. — М.: Мир, 1980. — С. 13, 201, 203.
7. Попов Н.И., Федоров К.Н., Орлов В.М. Морская вода. — М.: Наука, 1979. — С. 127.

Поступила в редакцию 07 марта 2019 г.

УДК 519.878

ЗАДАЧА ОХРАНЫ АКВАТОРИИ И ПОИСКА ОБЪЕКТОВ
АВТОНОМНЫМИ НЕОБИТАЕМЫМИ ПОДВОДНЫМИ АППАРАТАМИ
В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ

В.С. Заболотский¹

Дальневосточный федеральный университет,

г. Владивосток

М.А. Гузев², Г.Ш. Цициашвили³

Институт прикладной математики

Дальневосточного отделения Российской академии наук,

г. Владивосток

¹ zabolotskiy.vs@dvfu.ru

² guzev@iam.dvo.ru

³ guram@iam.dvo.ru

Аннотация. Дана математическая постановка задач защиты и поиска автономными аппаратами. Рассмотрены модели движения автономных аппаратов. Показано преимущество галсовых траекторий перед траекториями, идущими вдоль границы охраняемой области.

Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, защита от проникновения, поиск.

PROBLEM OF PROTECTION OF AQUATORIA AND SEARCH
OF OBJECTS BY AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLES
IN MATHEMATICAL FORMULATION

V.S. Zabolotskiy¹

Far Eastern Federal University,

Vladivostok

M.A. Guzev², G.S. Tsitsiashvili³

Institute for Applied Mathematics FEB RAS,

Vladivostok

¹ zabolotskiy.vs@dvfu.ru

² guzev@iam.dvo.ru

³ guram@iam.dvo.ru

Abstract. Given the mathematical formulation of the problems of protection and search by autonomous vehicles. The models of autonomous vehicles movement

are considered. The advantage of tack trajectories over trajectories running along the boundary of the protected area is shown.

Keywords: autonomous underwater vehicle, penetration protection, search.

Оригинальность: 95,13 %,
11.03.2019

Одними из важных приложений подводной робототехники являются задачи охраны водных акваторий от проникновения посторонних объектов группой автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) с заданной вероятностью.

Основные вопросы, которые ставятся перед исследователями связаны с выбором оптимальных траекторий и законов движения АНПА, минимального их числа, необходимого для решения поставленной задачи (охраны некоторой акватории от проникновения постороннего объекта) с заданной вероятностью.

Несмотря на некоторую казалось бы очевидность ответов на поставленные вопросы, задача математического моделирования, получение строгих соотношений и доказательств утверждений является далеко не тривиальной. В [1 – 4] средствами системного и математического анализа, математического моделирования, теории вероятностей решены задачи минимизации числа АНПА, необходимых для обнаружения постороннего объекта, стремящегося проникнуть внутрь охраняемой области с прямолинейной и круговой границей, выбора оптимальной стратегии защиты таких областей.

Математическая постановка задачи и основные результаты.

Рассмотрим задачу защиты группой АНПА некоторой области в предположении, что проникновение постороннего объекта возможно только через прямолинейный участок её границы. Выполнение этой задачи требуется осуществить при условии минимизации увеличения числа АНПА по сравнению с первичной задачей охраны.

Введем обозначения: G — охраняемая область; Γ — охраняемая граница области G ; L — длина Γ ; r — радиус кругового обзора локатора АНПА. В [2] рассмотрена задача охраны в такой модели, получены следующие результаты: минимальное число АНПА, необходимое для защиты области от проникновения с единичной вероятностью равно $\frac{L}{r}$; оптимальная траектория движения совпадает с Γ ; АНПА движутся на расстоянии не превышающем $2r$, а дойдя до конца охраняемой границы поворачивают и движутся обратно (см. рис. 1).

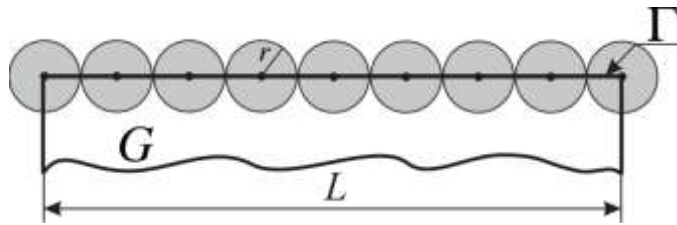


Рис. 1. Охрана прямолинейной границы

Пусть вне охраняемой области на расстоянии A от ее границы расположен объект, который требуется обнаружить. Для осуществления дополнительного поиска к основной задаче охраны выберем в качестве траектории движения АНПА непрерывную периодическую функцию $x = x(t), y = y(t)$, удовлетворяющую следующим условиям:

$$x_k(t) = x_1(t) + 2r(k - 1) \quad (1)$$

$$y_k(t) = y_1(t),$$

где $(x_1(t); y_1(t)), \dots, (x_k(t); y_k(t))$ являются траекториями движения аппаратов.

Такие траектории принято называть галсами. Использование галсов по фигуре типа: меандр, циклоида, зигзаг в качестве траекторий в поисковых задачах традиционно применяется на практике [5].

На рисунке 2 показана возможная траектория движения АНПА при комплексной постановке задачи защиты и поиска галсами по фигуре типа зигзаг.

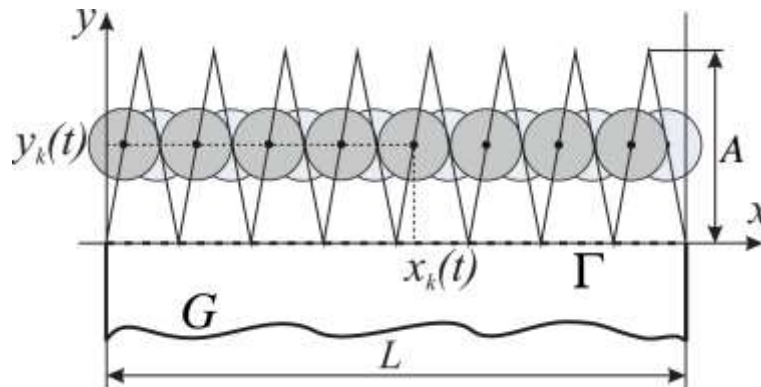


Рис. 2. Галсы по фигуре типа зигзаг

Для определения минимального числа АНПА, необходимого для решения комплексной задачи, проанализируем две модели размещения АНПА: в первой из которых АНПА размещаются вдоль всей траектории движения, а во второй на каждом периоде траектории размещается лишь один АНПА (см. рис. 3, 4).

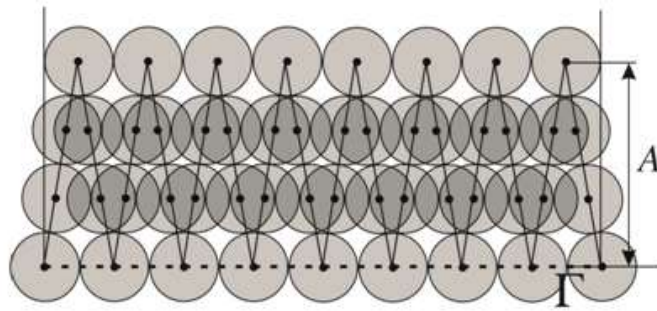


Рис. 3. Модель 1

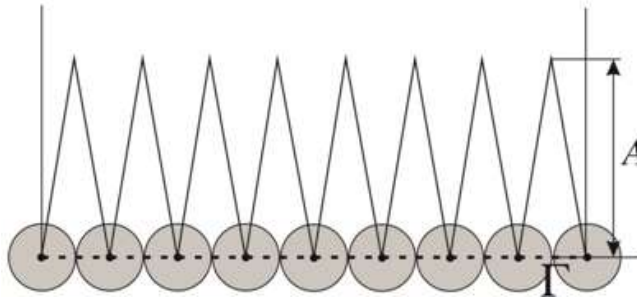


Рис. 4. Модель 2

При размещении АНПА согласно модели 1, с учетом результатов, полученных в [2], рассматривая траекторию движения как совокупность прямолинейных участков, для обеспечения единичной вероятности защиты необходимо выполнить условие касания радиусов кругов обзора. Тогда минимальное число аппаратов будет равно $\frac{l}{r}$, где l — длина траектории движения.

В начальный момент движения по модели 2 АНПА находятся на Γ . При движении всех АНПА равномерно (с одинаковой мгновенной скоростью), в силу условий (1) прямолинейные отрезки траекторий АНПА, движущихся по разным периодам траектории будут параллельны, а круги обзора локаторов соседних АНПА будут касаться, обеспечивая единичную вероятность обнаружения постороннего объекта, образуя тем самым плавающую границу защиты $y = y(t)$ в произвольный период времени t . Минимальное число аппаратов в этой модели будет равно $\frac{l}{r}$.

Таким образом, стратегия размещения и движения системы АНПА по модели 2 не увеличивает числа АНПА по сравнению с первичной задачей охраны (размещение АНПА вдоль границы Γ), обеспечивая при этом поиск стационарного объекта на расстоянии не меньшем, чем A от границы Γ . При движении АНПА вдоль прямолинейного участка границы Γ обеспечивается поиск стационарного объекта лишь на расстоянии r от границы охраняемой области.

Обозначим n_1 и n_2 — минимальное число аппаратов, движущихся по модели 1 и 2 соответственно. Не трудно получить:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{4r^2}{\sqrt{16r^2A^2 + L^2}} \leq \frac{r}{A} \quad (2)$$

откуда очевидно, что с ростом параметра A , т. е. увеличивая глубину полосы поиска, отношение $\frac{n_2}{n_1}$ будет существенно уменьшаться, что дает значительное преимущество модели 2 перед моделью 1 (см. рис. 5).

Полученные результаты не изменятся если задать траекторию движения аппаратов в виде произвольной непрерывной периодической функции с периодом не превышающим $2r$.

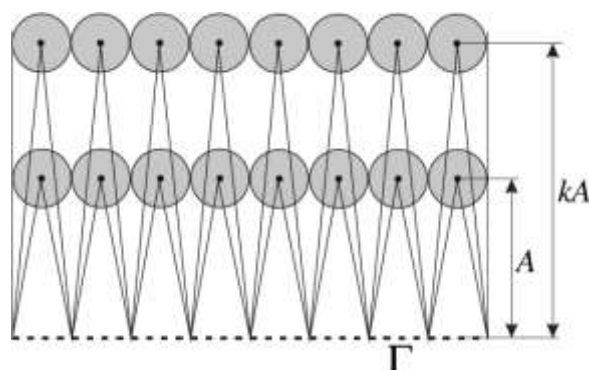


Рис. 5. Увеличение глубины поиска

Использование галсовых траекторий движения без увеличения числа аппаратов можно обобщить на случай криволинейных границ.

Выбор траекторий движения группы АНПА галсами при охране прямолинейной границы некоторой акватории может быть обусловлен лабиринткой. Более того, используя такие траектории, без увеличения затрат (числа аппаратов) можно дополнительно выполнить задачу обнаружения некоторого объекта внутри области, являющейся окрестностью границы охраняемой области.

Источники и литература

1. Гузев М.А., Цициашвили Г.Ш., Осипова М.А. Вероятность обнаружения постороннего необитаемыми подводными аппаратами // Материалы седьмой Всероссийской научно-технической конференции «Технические проблемы освоения мирового океана». — 2017. — С. 426–433.
2. Гузев М.А., Цициашвили Г.Ш., Осипова М.А., Спорышев М.С. Вероятность обнаружения постороннего мобильного объекта автономными необитаемыми подводными аппаратами

- как решение задачи Бюффона // Дальневосточный математический журнал. — 2017. — 17:2. — С. 191–200.
3. Guzev M.A., Tsitsiashvili G.Sh., Osipova M.A., Sporyshev M.S. Probability of detection of an extraneous mobile object by autonomous unmanned underwater vehicles as a solution of the Buffon problem, ArXiv: 1801.10318 [cs.RO], 2018.
 4. Гузев М.А., Цициашвили Г.Ш., Осипова М.А. Защита сетевой структуры автономными аппаратами // Дальневосточный математический журнал. — 2018. — 18:2. — С. 177–182.
 5. Багницкий А.В., Инзарцев А.В. Автоматизация подготовки миссии для автономного необитаемого подводного аппарата в задачах обследования акваторий // Подводные исследования и робототехника. — 2010. — 10:2. — С. 17–24.

Поступила в редакцию 09 марта 2019 г.

БЕСПИЛОТНЫЕ СУДА

В.С. Иванов, Д.А. Акмайкин¹

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

¹ akmaykin@msun.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается внедрение автономных беспилотных морских судов, оценка безопасности, технических, экономических и легальных аспектов работы автономных судов в открытом море.

Ключевые слова: Rolls-Royce, беспилотные суда, автоматизация, сертификация.

UNMANNED SHIPS

V.S. Ivanov, D.A. Akmaykin¹

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

¹ akmaykin@msun.ru

Abstract. In this paper, I consider the introduction of autonomous unmanned sea vessels. Evaluation of safety, technical, economic and legal aspects of the operation of autonomous vessels on the high seas.

Keywords: Rolls-Royce, unmanned ships, automation, certification.

Оригинальность: 86,74 %,
13.03.2019

Предполагается, что первые полностью автоматизированные суда будут либо портовые буксиры, либо паромы, перевозящие машины с одного берега реки на другой. И они появятся на рынке уже в ближайшие пару лет. Автономные океанские суда — дело 10-15 лет.

Rolls-Royce запустил в Финляндии проект Передовых автономных водных технологий (AAWA). Его участники надеются уже до конца этого десятилетия разработать технологию управляемых и полностью автономных кораблей, способных действовать в прибрежных водах.

Проект Евросоюза MUNIN (Морская беспилотная навигация при помощи ИИ и сетей), которым руководит гамбургский Центр морской логистики и услуг

Фраунгофера, сейчас оценивает основные аспекты работы автономных судов в открытом море.

Исследователи в DNVGL, международной организации по сертификации судов, сейчас разрабатывают возможность запуска беспилотных судов на батареях вдоль берегов Норвегии.

Очевидно, что разработкой беспилотных судов сегодня занимаются многие. Причина подобного интереса достаточно проста — такие корабли будут безопаснее, эффективнее и дешевле в обслуживании. Согласно докладу мюнхенской страховой компании Allianz, в 2012 году от 75 до 96 % аварий на воде были результатом человеческой ошибки, которые, в свою очередь, часто вызывала усталость.

Дистанционно управляемые или автономные корабли снизят риск подобных ошибок, а также ранений или смерти членов команды, не говоря об угрозах самому судну.

Существенно снизятся и риски из-за пиратства. Беспилотные суда можно строить так, чтобы их было крайне сложно взять на бордаж. И даже если пираты смогут попасть на борт, доступ к системам управления также может быть перекрыт. Электроника может просто заблокировать судно или заставить его ходить кругами. Команду, которую можно взять в заложники — тоже не будет. Собственно, без людей, за которых можно требовать выкуп, смысла у пиратства становится сильно меньше.

Еще один плюс подобных судов в том, что их можно создавать с большей грузоподъемностью и лучшей аэродинамикой. Без экипажа можно избавиться сразу от многих элементов: рубки на палубе, кают, части вентиляции, систем отопления и канализации. Таким образом, судно станет легче и обтекаемее. В результате снизится потребление топлива, сократятся стоимость эксплуатации и постройки, а для груза станет больше места.

Наконец, корабли с искусственным интеллектом решат проблему недостатка персонала с достаточным уровнем навыков. Сегодня, корабли становятся все сложнее. Чтобы использовать их, требуются специально обученные техники. Одновременно с этим, морское дело становится все менее привлекательным в качестве карьеры. Все меньше людей из развитых стран готовы проводить недели и месяцы вдали от семьи и дома.

Автономные или дистанционно управляемые корабли создадут новые рабочие места с высокими требованиями к образованию и навыкам в портах и центрах управления. Такая карьера может быть куда более привлекательна для молодежи.

В принципе, все технологические элементы для создания роботизированных кораблей уже существуют. Куда сложнее может оказаться вопрос легальности их использования. В данный момент, международные правила судоходства

ничего не говорят про то, можно ли использовать подобные плавательные средства, как их страховать, а также как действовать в случае аварии.

Проект AAWA и еще, как минимум, две группы в Европе изучают возможность внести в правила изменения, чтобы решить эти вопросы.

Первая базируется в Швеции — SARUMS (Безопасность и правила для европейских беспилотных морских систем). А в Великобритании находится вторая — Группа по разработке законодательства для морских автономных систем. Конечная цель состоит в том, чтобы в следующем варианте Международной конвенции по охране человеческой жизни на море были отражены последние технологические достижения.

Те, кто будет принимать решения об изменении правил, точно захотят узнать, насколько новые корабли безопасны. Поэтому, главная задача инженеров — совместить все существующие технологии так, чтобы избежать всех возможных опасностей.

Одним из ключевых факторов для работы автономных кораблей будет их способность воспринимать окружающую обстановку и передавать эту информацию. Разрабатывается система ситуационной осведомленности, которая комбинирует изображение с высококачественных камер видимого и инфракрасного света с показаниями лидаров и радаров. Все эти данные либо передаются в удаленный центр управления, где ими воспользуется шкипер, либо используются бортовыми компьютерами для принятия решения о следующем действии.



Рис. 1. Системы информирования и управления судна

Также командующий кораблем или его навигационная система будут пользоваться множеством других источников информации: спутниковой навигацией, сводками о погоде, данными с других кораблей о их местоположении и состоянии.

Собственно, экипажи кораблей уже сегодня используют подобные данные в своей работе. Уже существуют системы, которые следят за курсами других судов и состоянием основных модулей корабля.

В будущем, данных от всех элементов судна будет еще больше: от основных двигателей, кранов и прочей палубной техники, винтов и рулей, электрических генераторов, систем фильтрации топлива и много другого. Эта информация поможет определить, все ли системы работают в штатном режиме и наиболее эффективны. Когда обнаруживается проблема, может быть запланировано превентивное обслуживание в ближайшем порту, а, если есть такая потребность, то к месту поломки может быть отправлена ремонтная бригада.

Естественно, когда речь идет об автономном или удаленно управляемом корабле, доставка этих данных вовремя - критический фактор. Соответственно, потребуются системы связи в реальном времени. В августе 2015 года партнер AAWA Inmarsat запустил свой третий спутник Global Xpress. Теперь компания может предоставлять широкополосную связь практически в любой точке мира. Так что Inmarsat может обеспечить беспилотные корабли будущего связью из космоса.

Конечно же, крайне важно обеспечить защищенность этой связи и самих кораблей от хакеров. Требуемый уровень безопасности заявляют в компании Rolls-Royce может быть достигнут.



Рис. 2. Монитор управления судном

Даже когда корабли будут действовать полностью самостоятельно, на суше всегда будет кто-то, кто готов перехватить управление в критической ситуации. Разные типы кораблей в разные моменты своего пути будут нуждаться в разном уровне стороннего вмешательства. Грузовому судну посреди моря много внимания нужно не будет. Один человек сможет следить за десятками таких. Однако

корабль, действующий на загруженном маршруте, близко к берегу или входящий в порт, потребует полного внимания одного работника.

В результате, важным компонентом этих систем станут как сами алгоритмы, так и центры управления. Здесь важна не только эргономика, но и простота использования, а также способ наиболее реалистичного отображения происходящего на корабле и вокруг него.

Маловероятно, что появится некая единая схема построения и использования роботизированных кораблей. Часть из них будет работать вообще без команды и радикально отличаться от всего, что существует сегодня. Другие будут использовать комбинацию автономных систем и удаленного управления, человек будет вести такие корабли в наиболее сложные моменты пути. Каким-то судам, например, круизным лайнерам, в любом случае будет нужна команда, чтобы обслуживать гостей и делать их отдых спокойнее. Однако наверняка все корабли будущего будут использовать хотя бы часть из автономных систем, которые повысят безопасность.

Источники и литература

1. Rolls-Royce [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.rolls-royce.com>
2. MUNIN — Maritime Unmanned Navigation through [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.unmanned-ship.org>

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ НАВИГАЦИИ

Е.Е. Козлова¹, Е.А. Залипаева²

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,

г. Владивосток

¹kozlovalova97@mail.ru

²jhenya.1996@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается стратегия развития электронной навигации, перспективы развития совместно с внедрением беспилотного управления судном.

Ключевые слова: e-Navigation, безопасность мореплавания, беспилотное управление, портовые системы.

STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF E-NAVIGATION

E.E. Kozlova¹, E.A. Zalipaeva²

Maritime State University after admiral G.I. Nevelskoy,

Vladivostok

¹kozlovalova97@mail.ru

²jhenya.1996@mail.ru

Abstract. The article discusses the development strategy of electronic navigation, the development prospects together with the introduction of unmanned ship control.

Keywords: e-Navigation, safety of navigation, unmanned control, port systems.

Оригинальность: 79,06 %,

13.03.2019

Статистика учета морских аварий показывает, что наиболее частыми и затратными являются столкновения и посадки на мель. Существует множество примеров столкновений и посадок на мель, которых можно было бы избежать, с использованием современных навигационных решений. Исследования показывают, что около 60 % столкновений и посадок на мель вызваны непосредственно человеческим фактором. С точки зрения анализа надежности человеческих ресурсов, присутствие человека, проверяющего процесс принятия решений, повышает надежность в 10 раз. Электронная навигация может помочь в улучшении этого аспекта, благодаря хорошо спроектированным бортовым системам риск столкновения и посадки на мель могут быть значительно снижены.

E-Navigation — согласованный сбор, интеграция, обмен, представление и анализ морской информации на борту и берегу с помощью электронных средств для улучшения и навигации от причала к причалу и соответствующих сервисов, обеспечивающих безопасность мореплавания и защиту окружающей среды.

На данный момент существует необходимость снабдить экипаж судна, и тех, кто отвечает за безопасность мореплавания, современными инструментами, которые позволяют сделать морскую навигацию и связь более надежной.

Одна из целей e-Navigation Состоит из обеспечения безопасности судоходства и повышении эффективности мер по защите окружающей среды. Это предусматривает повышение информированности судоводителя и поддержку принятия решений при планировании и выполнении рейса. Бортовые системы навигации, адаптированные к цифровой навигации, должны быть способны принять данные с бортового оборудования, береговых систем и систем мониторинга, преобразовать и отобразить их эргономичным способом. Такие интеллектуальные системы должны минимизировать человеческий фактор и радикально повысить безопасность и эффективность судовождения.

В настоящее время для обеспечения безопасности мореплавания на морском и речном транспорте используются различные береговые и судовые системы навигации и связи: AIS (Automated Information System) — автоматическая идентификационная система, ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) — электронные картографические навигационно-информационные системы, INS (Inertial Navigation System) — интегрированные навигационные системы, RADAR — радиолокационные станции, ARPA — средства автоматической радиолокационной прокладки, GNSS, PS, ГЛОНАСС — глобальные навигационные спутниковые системы и их функциональные дополнения, GMDSS — глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности и т. п.

Однако возможности приведенных систем связи и навигационных систем используются далеко не полностью. Эффективное решение задач по управлению движения судов возможно только при комплексном использовании судовых и береговых систем связи и навигации, разработанных и применяемых по единым стандартам и правилам. Идея создания интегрированной глобальной электронной системы морской навигации давно обсуждалась в рамках мероприятий, проводимых заинтересованными организациями: ИМО, Международная организация маячных служб, Международная гидрографическая организация. После обсуждения было принято решение взять за основу концепцию системы автоматического зависимого наблюдения, существующей в гражданской авиации. Система АЗН-В была создана на основе концепции, разработанной ICAO (International Civil Aviation

Organization) — Международная организация гражданской авиации и утверждена Минтрансом России в 2002 г. Концепция базируется на использовании рационального сочетания технологических решений в условиях конкретного географического района. Концепция предполагает унификацию и стандартизацию оборудования (воздушного и наземного), создание единой базы данных о воздушном движении и использовании единых правил и руководств по управлению воздушным движением. Международная морская организация разработала основополагающие документы для практического внедрения стратегии e-Navigation, а так же проделала большую работу по реализации плана совместных действий по ее внедрению.

Ключевые технические компоненты.

Инфраструктуру e-Navigation можно определить как комплекс средств, направленных на повышение безопасности и эффективности морской и речной области за счет применения следующих современных технологий:

- мониторинга, контроля и управления судов с использованием комплекса систем бортовой автоматической идентификации, систем берегового наблюдения космических систем мониторинга;
- инфраструктура эффективного и прямого информационного обмена между участниками отрасли — судами, портами, береговыми властями, судоходными и логистическими компаниями и другими участниками на основе стандартизированных информационных и коммуникационных технологий и единых стандартов обмена информацией и документооборота;
- интеллектуальных интегрированных бортовых систем, способных автоматически взаимодействовать с системами других участников e-Navigation, обеспечивающих максимальный уровень автоматизации судовождения как инструмента снижения рисков, связанных с человеческим фактором, несогласованности действий и повышение эффективности;
- эффективных портовых систем, обеспечивающих быстрое и унифицированное прохождение грузов и обеспечение судов портовыми сервисами на основе единых стандартов электронного документооборота и гармонизированных таможенных процедур.

Текущие проекты в мире.

Сейчас активные работы по развитию стандартов ведутся в Европейском союзе, где с помощью грантов ЕС реализуются научно-исследовательские проекты в области e-Navigation: Safe Sea Net, Mona Lisa, Efficient Sea и др. В Австралии, Швеции, Норвегии, Канаде, Японии, Южной Корее навигационные программы по развитию цифровой навигации выполняются в рамках структуры государственных органов, отвечающих за обеспечение безопасности мореплавания.

Рассмотрим подробнее некоторые из них:

1. Проект «Мона Лиза 2» (2013 – 2015 гг.) финансируется из бюджета ЕС, бюджет 21 млн. евро; лидер и координатор проекта — Шведская морская администрация, участники — 37 партнёров из стран Северной и Южной Европы (национальные Морские администрации, научные институты, индустрия); проект сфокусирован на разработке концепции эффективности управления морским транспортом, на безопасности, поисково-спасательных операциях;

2. Проект «Управления движением транспорта — подтверждение концепции» (STMValidation, 2015 – 2018 гг.) финансируется ЕС, бюджет 43 млн. евро, 43 партнёра участника; это продолжение проекта «Mona Lisa» с целью создания тестовых площадок e-Навигации в Балтийском, Северном и Средиземном морях.

3. В России реализуются два связанных между собой проекта в области e-Навигации. В рамках федеральной целевой программы Министерства транспорта «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 – 2020 годы», утвержденной постановлением правительства РФ от 03 марта 2012 г. № 189, предусматривает создание физической инфраструктуры пилотной зоны e-Navigation в восточной части Финского залива. Запланированы технические и организационные меры для создания физической инфраструктуры e-Navigation в акватории тестовой зоны: установка консолей для размещения АРМе-Навигации, установка компьютеров, модернизация сети передачи данных, установка судовых картографических систем, поставка планшетов для персональных лоцманских комплексов и другое.

4. В рамках Национальной технологической инициативы реализуется проект разработки технических средств e-Navigation, направленный на опережающее создание решений и технических стандартов в этой области российскими компаниями. Направление e-Navigation признано приоритетным рыночным сегментом плана мероприятий.

Из этого можно сделать вывод, что e-Navigation на сегодняшний день является актуальной технологией, которая имеет перспективу развития для всего флота. Существует проблема определения стандартов и правил, обязательных для судоходства в мировом масштабе. Для России является принципиально важным внедрение e-Navigation, для поддержания конкурентоспособности для наших портов и судоходных компаний.

Источники и литература

1. Елагин А.В. E-navigation: научно-практический прогноз // Навигация и гидрография. — 2002. — № 15.
2. Patraiko D. Introducing the e-Navigation revolution // Seaways. — 2007. — March. — P. 5–6.
3. Mitropoulos E. E-navigation: a global resource // Seaways. — 2007. — March. — P. 7–9.
4. IMO MSC 85/26 /Add.1 Annex 20 «Strategy for the development and implementation of e-Navigation».
5. IMO MSC 85/26 /Add.1 Annex 21 «Framework for the implementation process for the e-Navigation strategy».
6. IMO MSC 94/21 NCSR 1/28 Annex 7 «Draft e-Navigation strategy implementation plan».

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.

УДК 519.876.2

ПЕРСПЕКТИВЫ НАУЧНОЙ РАБОТЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
БЕСПИЛОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ
ДЛЯ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Д.В. Штаев¹, О.В. Солодков²

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
г. Владивосток

¹ shtaevdv@mail.ru

² force008@mail.ru

Аннотация. В статье описываются выгоды, получаемые учебным заведением от проведения научно-исследовательской работы по моделированию системы обеспечения беспилотного управления водным транспортом, а также задаются основные направления работы и обзор современного состояния данной технологии.

Ключевые слова: Автоматизированная система управления движением судна (АСУДС), роботизированный объект водного транспорта (РОВТ), микроконтроллер, интерфейс.

PERSPECTIVES OF SCIENTIFIC WORK FOR ENSURING UNMANNED
WATER TRANSPORT MANAGEMENT FOR HIGHER EDUCATION

D.V. ShtaeV¹, O.V. Solodkov²

Maritime State University after admiral G.I. Nevelskoy,
Vladivostok

¹ shtaevdv@mail.ru

² force008@mail.ru

Abstract. The article describes the benefits received by the educational institution from carrying out research work on modeling the system for providing unmanned water transport control, as well as sets the main directions of work and an overview of the current state of this technology.

Keywords: Automated ship traffic control system, Unmanned Marine Vehicles (UMV), microcontroller, interface.

Оригинальность: 90,72 %,
15.03.2019

Объект исследования: теория мобильной связи и управления техническими системами. Предмет исследования: технологии беспроводного дистанционного управления сложными автономными техническими объектами.

Цель: анализ выгод от проведения научно-исследовательской работы по моделированию системы обеспечения беспилотного управления водным транспортом, выявление основных направлений работы, схемы реализации и обзор современного состояния существующей технологии.

Возможны три режима автоматизированного управления судном:

1. автономный;
2. полуавтономный;
3. управляемый.

Полностью автономное — неконтролируемое и управляемое только заданной программой движение используется крайне редко, обычно в безопасных и неизменных условиях и не требует высокой точности. Удаленное управление (дистанционное) может напротив, потребоваться в опасных для человека условиях (при шторме, при загрязнении окружающей среды, например, при нефтяном разливе, в военных операциях и т.п.). Однако, этот режим малофункционален из-за ограничений в наборе действий, сниженных скорости реакции и адаптивной подстройки под изменяющиеся условия окружающей среды. К тому же в соответствии с международным морским правом беспилотное управление морским транспортом запрещено, и для его внедрения потребуется полный пересмотр режима регулирования мореплавания.

Поэтому для решения более востребованных и сложных, но менее опасных задач, например, для грузоперевозок, выгодно прибегать к полуавтономному управлению судном. Оно способствует снижению нагрузки и затрат на экипаж, и, соответственно, его количественный состав. При этом выгодно регулировать степень автономности в процессе одного рейса. Например, в прибрежных и портовых зонах интенсивного движения, ввиду обеспечения безопасности, она должна быть сведена к минимуму или применяться как дублирующая система, а на транс-океанских маршрутах — наоборот применяться в полной мере, позволяя значительно сэкономить затраты. Такая же зависимость устанавливается от погодных условий и множества других факторов [1].

Необходимость автоматизации управления судном диктуется не только экономическим эффектом, но и невозможностью человека с должной частотой рассчитать и проанализировать множество постоянно изменяющихся факторов. Такая система будет задавать оптимальный режим движения судна на разных участках пути в разные моменты времени, что обеспечит безопасность и оптимальность расходования ресурсов. Автоматизация процессов не требующих сложного

реагирования уменьшит штат сотрудников и нагрузку на них. В зависимости от показателей датчиков центральный процессор ЭВМ — электронный регулятор движения (ЭРД) будет выбирать или создавать подходящий режим движения [2].

Такая система в разных источниках может называться: автоматизированной системой управления движением судна (АСУДС), судовым электронным управляющим комплексом (СЭУК) или автоматизированной информационной системой (АИС), а суда с такой системой установленной на борту — роботизированными объектами водного транспорта (РОВТ). Согласно стратегии развития концепции электронной навигации (e-Navigation) такие судовые системы должны входить в единый комплекс, объединяющий их, в том числе, с береговыми центрами управления движением судов (ЦУДС).

На АСУДС могут возлагаться такие задачи, как: автономное причаливание, автономная динамическая погодная маршрутизация, предупреждение аварийного столкновения судов, автономный докинг и др. АСУДС производит сбор необходимой информации, непрерывно обновляет его и анализирует, а затем на его основе выстраивает оптимальный маршрут движения и меняет его в соответствии с обновленными данными [1].

Разработка среднеразмерной модели РОВТ переходного этапа между простой радиоуправляемой моделью и реальной полноразмерной системой позволит с одной стороны сэкономить средства на ее построение, а с другой — максимально приблизит испытание к реальному. Кроме этих преимуществ разработка данной модели в рамках научно-исследовательской работы университета поможет решить множество других сопутствующих задач, представленных на рисунке 1.

В данной схеме можно выделить три основных направления работы в рамках проекта, а также несколько последовательно связанных уровней его осуществления.

I. Цели

1. Научная

Дистанционно управляемая модель судна, как сложное многокомпонентное устройство, является отличной платформой для проведения научных исследований в широком спектре областей. Например, для разработки и испытания новых способов и систем связи, телеуправления, телеметрии и других подобных научных задач.

2. Инженерно-техническая

С инженерно-технической точки зрения проект позволит разработать технические задания, спроектировать, выбрать технологию и внедрить в использование оборудование автоматизации работы различных узлов системы, таких как двигатели, рулевое устройство и регуляторы скорости для управления движением судна.

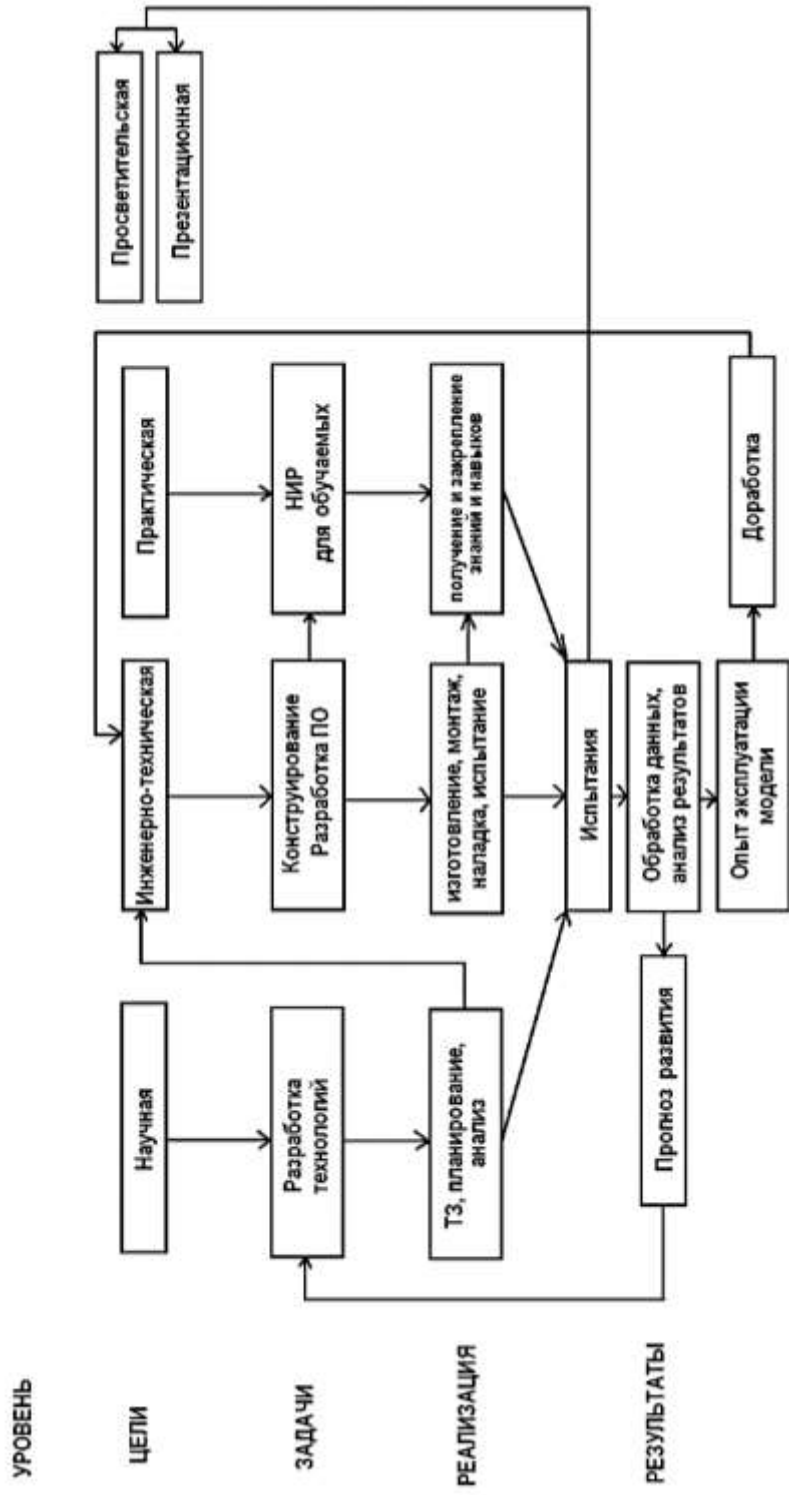


Рис. 1. Схема проекта научно-исследовательской работы «Разработка модели безэкипажного судна»

3. Практическая

Модель может быть использована для практических задач, не преследующих основную научную цель проекта, сопутствующих другим научным исследованиям — сбор данных об объектах и акватории (трансляция изображения, гидролокация, фотосъемка, исследование водной среды и т. п.).

4. Просветительская

Научно-исследовательская работа позволит не только изучать новые технологии и проводить исследования, но и просвещать обучающихся на примере уже известных технологий, осуществленных на практике, а также вовлекать студентов и курсантов в научную работу над проектом.

5. Презентационная (Общественно-просветительская)

Модель может использоваться в презентационных культурно-массовых мероприятиях с целью популяризации ВУЗа, привлечения внимания общественности к научной деятельности и профориентации абитуриентов.

II. Задачи

1. Разработка технологий

Научное направление проекта должно решать задачи по определению характеристик объекта и расчетам параметров модели, степени ее соответствия реальному объекту, по формированию четких целей, задач и выбору способов их реализации, выбору тем и направлений научно-исследовательской работы, обоснование их актуальности и новизны.

2. Конструирование деталей и разработка ПО

В инженерно-технические задачи проекта входят: конструирование управляемых двигательных механизмов, датчиков, систем связи, систем их сопряжения с управляющим контроллером, ЭВМ и пультом оператора, разработка программ управления, передачи команд и интерфейса управления.

3. НИР для обучающихся

Модель может являться источником формирования новых научно-исследовательских, курсовых и дипломных работ для обучающихся.

III. Реализация

1. Процесс осуществления **научного направления** деятельности над проектом должен выражаться в: составлении технических заданий на конструирование экспериментального оборудования и схемы сборки модели, планировании, подготовке и составлении графика проведения испытаний/экспериментов, обработке полученных данных, анализе и сравнении полученных результатов.

2. Реализация **инженерно-технических задач** должна заключаться в проектировании и макетировании устройств и функциональных узлов модели, их изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях, в том числе программного обеспечения.

3. В ходе выполнения практических работ учащиеся смогут получить новые и закрепить ранее полученные практические знания и навыки, такие как: выполнение расчетных заданий, проведение монтажно-сборочных работ, использование контрольно-измерительных приборов и материалов, диагностика оборудования, тестирование программного обеспечения и т.п.

IV. Результаты

1. Проведение полноценных испытаний и дальнейшая эксплуатация модели.
2. Обработка полученных данных и анализ результатов.
3. Анализ опыта эксплуатации модели судна.
4. Поиск новых способов проведения испытаний, направлений исследований, формирование новых тем научно-исследовательских работ.
5. Определение способов конструктивного усовершенствования модели и поиск решений по ее техническому усовершенствованию.

Кроме того, что научно-исследовательская работа даст университету вышеперечисленные выгоды, она также соответствует концепции e-Navigation, принятой в июле 2008 года на 54-й сессии Подкомитета по безопасности мореплавания (ПКБМ НАВ-54) — одной из ключевых инициатив ИМО (Международной морской организации — межправительственной организации, регламентирующей вопросы, связанные с международным торговым судоходством) [3].

Источники и литература

1. Каретников В.В., Пащенко В., Зайцев А.И. Основные аспекты использования современных инфокоммуникационных технологий для обеспечения беспилотного судовождения на водном транспорте // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. — Выпуск 1 (35). — 2016. — С. 170–179.
2. Пачурин Г.В., Васильев С.А., Ребушкин М.Н. Эффективный судовой электронный управляющий комплекс // Технические науки. — № 2–19. — С. 4171–4177.
3. International Maritime Organization. E-navigation [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>

Поступила в редакцию 10 марта 2019 г.

Научное издание

ВЕСТНИК
МОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Спецвыпуск
Материалы III Региональной
научно-практической конференции
«Морские исследования на Дальнем Востоке»,
14-15 марта 2019 г.

Вып. 87 / 2020

Научный редактор
кандидат технических наук, профессор
С. Н. Павликов

3,6 уч.–изд. л. Формат 60 × 84 1/16

Подготовлено в Морском государственном университете
им. адм. Г. И. Невельского
690059, Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а