

FEDERAL MARITIME AND RIVER TRANSPORT AGENCY
FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER VOCATIONAL EDUCATION
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy

MARITIME RESEARCH IN THE RUSSIAN FAR EAST

The collection of articles by the Third All-Russian
Scientific and Practical Conference
“Maritime Research in the Russian Far East”

Vladivostok
2019

УДК 656.6.08

004

802.0:656.61

Maritime Research in the Russian Far East : The collection of articles by the Third All-Russian Scientific and Practical Conference “Maritime Research in the Russian Far East”. – Vladivostok : The Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy, 2019. – 80 с.

The editorial board:

Pavlikov S.N. – professor

Akmaykin D.A. – associate professor, head of the Department of Radio Electronics and Radio Communications, Maritime State University named after adm. G.I. Nevelsky

Shtaeв D.V. - Head of the educational and scientific laboratory for the diagnosis and reliability of electronic equipment of the Department of Radio Electronics and Radio Communications of Maritime State University named after adm. G.I. Nevelsky

The collection of articles by the Third All-Russian Scientific and Practical Conference “Maritime Research in the Russian Far East” is the result of an event of the conference organized by the Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy. About thirty researchers, teachers, graduate students, cadets and students of Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy, Far Eastern Federal University, Pacific Oceanological Institute named after V.I. Ilyicheva had participated at the conference. The collection of articles contains sections: “Environmental Issues of the Development of the Shelf of the Russian Far East and the Arctic”, “Safety of Navigation”, “Infocommunication Technologies and Communication Systems”, “Maritime Instrument Engineering and Robotics”, “Electrical Engineering and Electrical cycle logic”. The majority of the articles focuses on developments of autonomous maritime navigation, and was carried out as a part of the research work of the department of radio electronics and radio communications at the Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy named «Development of an unmanned maritime ship».

ISBN

© The Maritime State University
named after admiral G.I. Nevelskoy, 2019

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского»

МОРСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Сборник статей Третьей всероссийской
научно-практической конференции
«Морские исследования на Дальнем Востоке»

Владивосток
2019

УДК 656.6.08

004

802.0:656.61

Морские исследования на Дальнем Востоке : Сборник статей Третьей всероссийской научно-практической конференции «Морские исследования на Дальнем Востоке». – Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2019. – 80 с.

Редакционная коллегия:

Павликов С.Н. – кандидат технических наук, профессор

Акмайкин Д.А. – кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой радиоэлектроники и радиосвязи Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского

Штаев Д.В. – зав. учебно-научной лабораторией диагностики и надежности радиоэлектронного оборудования кафедры радиоэлектроники и радиосвязи Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского

Сборник статей Третьей всероссийской научно-практической конференции “Морские исследования на Дальнем Востоке” является результатом проведения одноименного мероприятия, организованного Морским государственным университетом им. адм. Г.И. Невельского, в котором приняли участие около тридцати 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. Сборник содержит разделы: «Экологические вопросы освоения шельфа Дальнего Востока и Арктики», «Безопасность мореплавания», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Морское приборостроение и робототехника», «Электротехника и электроавтоматика». Основная часть статей посвящена теме развития морского автономного судовождения, и выполнена в рамках научно-исследовательской работы кафедры радиоэлектроники и радиосвязи Морского государственного университета им. адм. Г.И. Невельского «Разработка безэкипажного морского судна».

ISBN

© Морской государственный университет
им. адм. Г.И. Невельского, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

Ефремова И.А.

Анализ способов определения параметров морского волнения для целей
безопасного мореплавания..... 8

Иваненко Ю.С.

Метрики оценки интенсивности трафика морской акватории..... 12

Каменев М.С.

Практический эксперимент по отработке снятия первичных данных для
составления радиокарты помещений..... 17

Кислова И.И., Роншина Е.С., Стегостенко Ю.Б.

Цифровые технологии в морском образовании..... 21

Лесогор О.К., Шарлай Г.Н.

Обеспечение безопасности на море при работе с буровыми
платформами..... 25

Дыда А.А., Пляшешник К.Н.

Моделирование движения судна по траектории..... 29

Дыда А.А., Пляшешник К.Н.

Построение модели движения судна по измерениям вектора состояния..... 34

Шуленина А.В.

Оценка опасности трафика морской акватории с учетом неопределенности
при принятии решений судоводителями..... 38

Соболевская Е.Ю., Глушков С.В., Левченко Н.Г.

Этап разработки интеллектуальной транспортно-логистической
информационной системы управления с учетом суровых климатических
условий плавания..... 43

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И АРКТИКИ

Алаторцев А.В., Иванов М.В., Аксентов К.И.

Содержание ртути в донных осадках Восточно-сибирского, Лаптевых
морей и прилегающей части Северного ледовитого океана..... 49

Белогор Р.А.

Система очистки балластных вод..... 54

Соболенко А.Н., Кича Г.П.

Гибридная энергетическая установка для буксира обслуживающего
морские объекты шельфа Дальнего Востока и Арктики..... 58

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА

Адамюк Е.В, Дыда А.А.

Применение оптимальных и прогнозирующих моделей в задаче управления судном..... 63

Борисов С.И.

Токи абсорбции в изоляции обмоток судовых асинхронных двигателей..... 68

Чинчукова Е.П.

Метод настройки системы управления курсом судна, на основе эталонных моделей..... 71

Чинчукова Е.П.

Адаптивная система управления курсом судна с учетом динамики нелинейной рулевой машины на основе локального критерия качества..... 76

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Гареева М.А, Зимарева Е.А, Куликова А.В, Ходжаев Д.

Разработка системы контроля и управления людьми на предприятии..... 82

Донкан Е.П, Андреева А.А, Евдокимов И.В, Миготин Л.Д.

Разработка защиты информационной системы от вредоносных воздействий..... 86

Зимарева Е.А, Стволовая А.К, Атабаева Д., Кудряшова С.Р., Павликов С.Н, Убанкин Е.И.

Разработка системы телекоммуникаций на основе технологий блокчейн..... 90

Масленников А.С, Зимарева Е.А, Павликов С.Н, Коломеец В.Ю.

Кудряшова С.Р, Калашникова П.А.

Разработка комплексной поисковой системы..... 94

Новак А.С.

Методы улучшения цифровой антенной решетки..... 98

Орошук И.М., Соловьев М.В., Сучков А.Н.

Пространственно-корреляционные свойства искусственных (станционных) радиопомех декаметрового диапазона..... 102

Пленник М.Д, Цепелева А.С, Сбоева Л.И, Павликов С.Н.

Разработка системы защиты локальной вычислительной сети от вирусных программ..... 109

Радочинская А.Ж.

Способ оптимального размещения в пространстве беспилотных летательных аппаратов для оперативного развертывания сети мобильной связи..... 113

Акмайкин Д.А, Сторожок Е.А.

Подключение микроконтроллера к локальной вычислительной сети..... 118

Шин М.И, Ганжа И.С.

Радиоэлектронный комплекс беспилотного летательного аппарата..... 121

МОРСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РОБОТОТЕХНИКА

Акмайкин Д.А, Штаев Д.В.

Состояние разработки и классификация морского безэкипажного
судоходства..... 126

Чернов Б.Б, Ву В.М.

Теория формирования осадков при катодной защите в морской воде..... 131

Гузев М.А, Цициашвили Г.Ш, Заболотский В.С.

Задача охраны акватории и поиска объектов автономными необитаемыми
подводными аппаратами в математической постановке..... 137

Иванов В.С., Акмайкин Д.А.

Беспилотные суда..... 141

Козлова Е.Е, Залипаева Е.А.

Стратегия развития электронной навигации..... 146

Штаев Д.В, Солодков О.В.

Перспективы научной работы по обеспечению беспилотного управления
водным транспортом для высшего учебного заведения..... 150

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОГО МОРЕПЛАВАНИЯ

Ефремова И.А.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
iriska_2394@mail.ru

Ключевые слова: морское волнение, штормовые условия, радиолокационная станция, автоматическое определение параметров морского волнения.

Аннотация: В работе проводится анализ влияния морского волнения на мореходные качества судна. Приводится информация об использовании универсальной диаграммы штормования Ю.В. Ремеза. Приведены краткие теоретические сведения о методе обработки эхо-сигналов радиолокационных станций.

ANALYSIS OF THE METHODS FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF SEA WAVE FOR THE PURPOSES OF SAFE SAILING

Efremova I.A.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
iriska_2394@mail.ru

Keywords: sea waves, storm conditions, radar station, automatic determination of sea wave parameters.

Abstract: The paper analyzes the influence of sea waves on the ship's nautical qualities. Information is provided on the use of the universal storm diagram Yu.V. Remeza. Brief theoretical about the method of processing radar echo-signals is given.

Одной из главных причин аварий и гибели судов остаются штормовые условия, поскольку доля работы морского судна в условиях ветра и волнения составляет примерно 65-70% его ходового времени. Одним из путей повышения безопасности штормового плавания является автоматизация контроля мореходности на судне и, как следствие, исключение «человеческого элемента». Современный уровень измерительной техники, математических методов анализа и прогноза мореходности в сочетании с возможностями и высокой производительностью персональных компьютеров сделали возможным решение этой задачи [1, 2, 3].

Методы определения гидрометеорологических параметров, которые существуют сейчас, редко используются на морских судах, т. к. необходимо наличие дополнительного оборудования.

Принцип определения параметров морского волнения по данным радиолокационных станций (РЛС).

На судах применяются системы мониторинга параметров морского волнения (СМПВ) базирующиеся на РЛС, которые служат для:

- получение данных о волнении из эхосигналов РЛС,
- сохранения полученных данных,
- представления судоводителю значений параметров волнения в настоящие и прошлые моменты времени,
- сведения об изменении силы волнения.

Данные о волнении нужны при выборе режима штормования, а также для оптимальной настройки. Волнение может представляться только главной своей гармоникой при популярных пояснениях и при грубых расчетах.

Принцип определения его параметров по данным РЛС, исходя из регулярности волнения, заключается в следующем.

При работе РЛС появляется радиолокационный образ взволнованной субакватории около судна, в результате отражения посылаемых РЛС сигналов от склонов волн, обращенных к антенне, и отсутствию эха от склонов волн, расположенных в зоне радиолокационной тени. Самым лучшим условием для отражения радиоволн соответствует направлению оси антенны в сторону, откуда приходят морские волны. Максимальная амплитуда эхосигналов моря будет наблюдаться в этом случае.

Эхосигналы от моря при обработке представляются в цифровой форме в виде матрицы по x и y , где значения матрицы характеризуют амплитуду эха от каждой точки субакватории. Имея в виду, что скорость вращения антенны достаточно велика, цифровой образ субакватории считается относящимся к одному моменту времени, полученный при одном обзоре антенны.

В результате анализа цифрового образа субакватории, определяется направление q , по которому наблюдается максимальная амплитуда эхосигналов A_u , и определяется частота формы регулярной волны. Для повышения точности эту процедуру выполняют на нескольких последовательных обзорах РЛС и полученные результаты усредняют.

Амплитуда отраженного от склона волны эхосигнала пропорциональна высоте волны. Вид антенны, ее высота и тип РЛС влияют на зависимость между амплитудой эхосигнала и высотой волны. Выражение величины высоты волны будет иметь вид:

$$hw = k_0 + k_1 A_u, \quad (1)$$

где k_0, k_1 – эмпирически определяемые для каждого судна коэффициенты.

К разным моментам времени относятся цифровые образы последовательных обзоров. Скорость бега волн в используемой системе отсчета (S – судовая система, G – связана с неподвижным относительно грунта объектом), определяется путем сравнения данных этих образов. Затем, с учетом

$$\omega_t^{(G)} = \sqrt{g\omega_p \tanh(\omega_p H)} + \omega_p V_{Tp}, \quad (2)$$

или

$$\omega_t^{(S)} = \sqrt{g\omega_p \tanh(\omega_p H)} + \omega_p V'_{Tp} = \sqrt{g\omega_p \tanh(\omega_p H)} + \omega_p (V_p + V_{Tp}), \quad (3)$$

найти собственную t -частоту волнения и определить другие его параметры [1,2].

Проведенный анализ существующих устройств по определению характеристик морского волнения показал необходимость разработки устройства, устраняющего недостатки, а именно повышение точности измерения характеристик морского волнения, упрощение конструктивного исполнения устройства [1, 2].

Способ автоматического определения параметров морского волнения для повышения безопасности плавания судов.

Работа [Хоменко] посвящена оценке состояния морской поверхности на основе обработки информации, поступающей от судовой радиолокационной станции, для снижения количества аварийных ситуаций вследствие движения судна в неблагоприятных сочетаниях курсовых углов и скоростей.

Практическая реализация защищена изобретением [X] и подтверждена экспериментом, в результате которого были получены расчетные значения морского волнения по формуле $h_{cp} = \sqrt{8\pi\sigma_h^2}$. Полученные значения $\rho_{пред}$ и высоты волнения приведены в таблице №1.

Таблица №1.

Расчетные значения морского волнения

№ п/п	Состояние моря	Фактическая высота волнения, м	$\rho_{пред}, N_{пред/м}^2$	Расчетная высота волнения, м
1	Легкий ветер	0,05÷0,10	$0,1 \cdot 10^{-2} \pm 0,04 \cdot 10^{-2}$	0,1
2	Спокойный бриз	0,4÷0,5	$3,2 \cdot 10^{-2} \pm 0,10 \cdot 10^{-2}$	0,3÷0,4
3	Сильный бриз	1,3÷1,5	$7,5 \cdot 10^{-2} \pm 0,55 \cdot 10^{-2}$	1,3÷1,6

Из этого следует, что зная значение $\rho_{пред}$ для нескольких значений высоты морских волн, вокруг РЛС можно определить высоту морского волнения [3].

Оценка точности регистрации волнового поля на экране судового радиолокатора. Рассмотрено определение длин волн по снимку экрана судового навигационного радиолокатора. Получено выражение, определяющее фактическую длину волны через её экранный масштабированный эквивалент и добавочные члены, зависящие от некоторых параметров судовой РЛС. Добавочные члены служат поправками к экранной длине волны, обусловленными конечной угловой скоростью вращения антенны радиолокатора. На рассмотренном примере с реальными длинами волн показано, что величины этих поправок невелики и не выходят за рамки погрешностей измерения экранных длин волн. Так, первая поправка имеет максимальную

величину 0,0129 м вблизи центра экрана. Вторая поправка имеет максимальную величину 1,345 м также вблизи центра экрана. Предложено исключать из обработки центральную зону экрана и полосу экранного изображения, перпендикулярную генеральному направлению распространения волн. В этих зонах изображение не выявляет индивидуальных волн. Сделан вывод о пригодности судового радиолокатора для определения фактического спектра длин волн [4].

Радиолокационное получение статистических характеристик волнения для судовождения. В статье описаны методы оценки волнения с использованием ортогонально-линейного волномера и судового навигационного радиолокатора, которые позволяют получить параметры волнения на ходу судна наблюдениями с ходового мостика. Описаны особенности настройки радиолокатора и обработки снимка экрана РЛС с изображением волнового поля. Результатом обработки являются гистограммы высот и длин волн.

Так как измерения происходят непрерывно, то конечный результат может быть представлен в виде энергетического спектра на гистограмму с вероятностными оценками параметров волн. Это ставит задачу перехода к вероятностной оценке мореходного состояния судна.

Таким образом, судовой навигационный радиолокатор может служить альтернативным инструментом для регистрации фактического волнения на площади, охватываемой установленной дистанцией обзора [5].

Универсальные штормовые диаграммы Ю.В. Ремеза. Были предложены специальные диаграммы для выбора курса и скорости в штормовых условиях для облегчения задачи управления судном в шторм. Диаграмма Ю.В. Ремеза получила наибольшее распространение для больших и произвольных глубин.

Диаграмма Ю.В. Ремеза может существенным образом помочь капитану выбрать оптимальное решение. Также она позволяет определить неблагоприятные сочетания скорости и курсовых углов бега волн так называемых резонансных зон, что дает судоводителю возможность принимать решения о выборе метода штормования.

На судах практическое применение штормовых диаграмм Ю.В. Ремеза затруднено из-за больших погрешностей и сложности визуального определения высоты и направления волн. При осуществлении маневра необходимо сократить время воздействия волн на судно, когда оно в опасном положении.

На основе анализа достоинств и недостатков систем, поставлены следующие задачи:

1. Разработать информационно-физическую модель системы определения характеристик морского волнения по эхо-сигналам РЛС;
2. Получить аналитические выражения параметров морского волнения, используя амплитудно-частотные параметры эхо-сигналов РЛС;
3. Разработать методы маневрирования в штормовых условиях для повышения безопасности мореплавания с использованием комплексной обработки информации полученной от системы мониторинга волнения и информации о математической модели диаграммы Ремеза [3].

Список источников и литературы:

1. Вагущенко Л. Л. Интегрированные системы ходового мостика. – Одесса: Латстар, 2003. – С. 169 .
2. Вагущенко Л. Л., Вагущенко А. Л., Заичко С. И. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности. – Одесса, 2005. – С. 271.
3. Хоменко Д. Б. Разработка способа автоматического определения параметров морского волнения для повышения безопасности плавания судов. Владивосток, 2015. – С. 153.
4. Сичкарев В.И., Оценка точности регистрации волнового поля на экране судового радиолокатора / В.И. Сичкарев, Б.В. Палагушин, Ю.В. Демин, С.В. Горелов// Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал № 4 (42), т. 4, 2018. – С.-Пб.: Научно-исследовательский центр «Морские интеллектуальные технологии», С. 289., С. 156-160. ИФ 0,197
5. Сичкарев В.И., Радиолокационное получение статистических характеристик волнения для судовождения / В.И. Сичкарев, Б.В. Палагушин, Ю.В. Демин, С.В. Горелов// Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал № 4 (42), т. 4, 2018. – С.-Пб.: Научно-исследовательский центр «Морские интеллектуальные технологии», С. 289., С. 161-165. ИФ 0,197

УДК 656.61.052

МЕТРИКИ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАФИКА МОРСКОЙ АКВАТОРИИ

Иваненко Ю.С.

Дальневосточный федеральный университет
yugown92@yahoo.com

Ключевые слова: управление движением судов, опасное сближение, траектория движения, точка кратчайшего сближения, АИС.

Аннотация: Статья посвящена проблеме обеспечения навигационной безопасности движения на морских акваториях. Рассматривается задача определения шаблонов параметров движения (кластеризации) в многомерном фазовом пространстве (координаты, скорость, курс и т.п.). При этом предлагается обратиться к ретроспективным данным о движении судов, предоставляемых Автоматической идентификационной системой (АИС) и доступных на открытых Интернет-ресурсах. Одним из результатов решения общей задачи являются представления об интенсивности движения на акватории. В работе вводится набор метрик интенсивности движения судов, основанных на количестве и траекторных свойствах судов, проходящих через тот или иной участок акватории.

METRICS OF ESTIMATION OF MARINE TRAFFIC INTENSITY

Ivanenko Y.S.
Far Eastern Federal University
yurown92@yahoo.com

Keywords: vessel traffic control, collision avoidance, trace, closest point of approach, AIS.

Abstract: The paper is devoted to the problem of ensuring navigation safety on the sea. The task of determining patterns of motion parameters (clustering) in a multidimensional phase space (coordinates, velocity, course, etc.) is considered. It is proposed to refer to the retrospective data on the movement of vessels provided by the Automatic Identification System (AIS) and available on open Internet resources. One of the results of solving a general problem is the idea of the intensity of movement in the water area. The paper introduces a set of traffic intensity metrics based on the number and trajectory properties of vessels passing through certain water area.

Безопасное судовождение является одной из основных категорий, которые связаны с эксплуатацией морского транспорта. При высокой интенсивности трафика акватории для безопасного движения судов, требуется строгое соблюдение правил судовождения и следование конкретной схеме безопасного движения (правилам движения) [1].

Правила судоходства на конкретной акватории обычно предписывают соблюдение определённой схемы движения, зависящей от географии акватории и особенностей её трафика. Часто возможны различные варианты подобной схемы: выбор в пользу одного из вариантов обусловлен необходимостью обеспечения максимальной безопасности движения на участке акватории и практическими соображениями.

Одним из самых важных показателей, который определяет навигационную безопасность движения на конкретной акватории, является интенсивность движения. Её высокое значение является побудительным мотивом более тщательного изучения существующей схемы движения и предоставления судоводителям соответствующих технических средств, обеспечивающих оперативную поддержку принятия решений в сложной навигационной ситуации. Перспективным путём к оценке интенсивности движения или других свойств трафика акватории, является использование данных автоматической идентификационной системы (АИС). [2]

Основной проблемой при использовании данных автоматической идентификационной системы, предоставляемых различными открытыми Интернет-ресурсами, является ограниченная точность определения навигационных параметров морских судов, а также низкая частота поступления информации. В работе рассмотрен формат представления исходных данных о движении и имеющиеся ограничения, предложены алгоритмы и методы оценки интенсивности движения морских судов. Полученные результаты дают

возможность построения устойчивой картины высоконагруженных участков морских акваторий с точки зрения метрик, а также открывают возможность определить те морские суда, которые не укладываются в динамически определяемые или заранее установленные рамки движения (шаблоны, кластеры) конкретной акватории.

Методы и материалы

Рассмотрим основные модельные представления задачи. Данные о движении судов, доступные на открытых интернет-ресурсах типа [3], представляют собой множество кортежей вида

$$\{SID, LAT, LON, V, K, TIME, AGE\}, \quad (1)$$

где SID — идентификатор судна; LAT — географическая широта; LON — географическая долгота; V — скорость движения; K — курс; $TIME$ — время поступления данных; AGE — возраст данных, определяющий фактический момент времени, которому они соответствуют. Кроме того, доступна дополнительная информация о каждом судне: тип, флаг, порт назначения и др.

В случае, если требуется осуществлять моделирование движения судна по конкретной акватории, размеры которой обычно не достигают сотни километров, целесообразно перейти от географических координат судна к местным прямоугольным, преобразовав их по правилу:

$$\begin{aligned} x &= R \cos(LAT) \sin(LON - LON^*) \\ y &= R \sin(LAT - LAT^*) \end{aligned}$$

где R — средний радиус Земли при представлении её сферой; LAT^* и LON^* — соответственно широта и долгота точки, принимаемой за начало местной прямоугольной системы координат.

Рассматриваются три метрики интенсивности движения: «количество судов», «скорость судов», «размеры судов».

Метрика «количество судов» определяет число судов, которые двигались (или покоились) на определённом участке морской акватории за единицу времени.

Метрика «скорость судов» определяет «количество движения» на определённом участке морской акватории: число судов, которые прошли за единицу времени с учетом скорости их движения. Чем быстрее движется судно, тем больше его «вес» в метрике (по единице за каждые 10 м/с). Покоящиеся суда не учитываются.

Метрика «размер судов» определяет «общую длину» судов, которые прошли через определенный участок морской акватории. Чем длиннее судно, тем больше его «вес» в метрике (по единице за каждые 100 метров длины). Покоящиеся суда также учитываются.

Указанные метрики были рассчитаны на реальных данных трафика нескольких морских акваторий. В данной работе представлены результаты для

Сангарского пролива. Были обработаны данные о трафике за 24 часа и содержащие около 200 000 записей (1).

Результаты

На рисунках 1-3 показаны результаты расчётов интенсивности движения судов в Сангарском проливе. Размер одной клетки равен 1 км.

Рисунок 1 показывает метрику «количество судов». Её значения колеблются в диапазоне от 0.2 (темно-зелёный) до 1 судна в час (ярко-зелёный). В целом интенсивность движения в проливе невысока.

Рисунок 2 показывает метрику «скорость судов». В сравнении с метрикой «количество судов» видны участки, где движутся скоростные суда (жёлтые точки).

Рисунок 3 показывает метрику «размер судов». Видны участки, где движутся самые большие суда (желтые точки). В сравнении с рисунком 2 можно сделать вывод о том, что самые большие суда как правило являются и самыми скоростными.

В целом видна особенность трафика акватории: пересекающиеся судопотоки «север-юг» и «запад-восток».

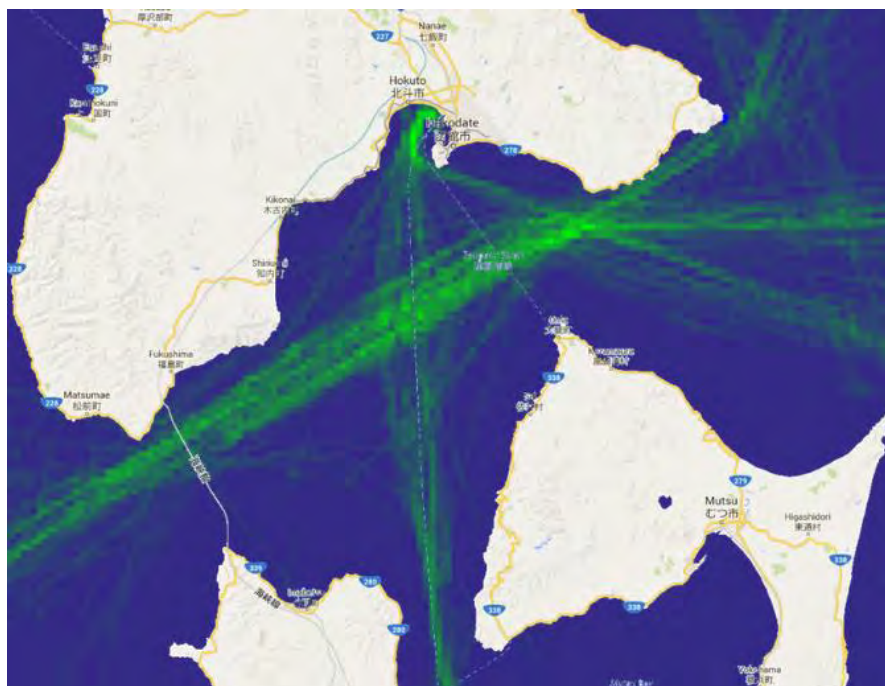


Рис.1. Результаты расчета метрики «количество судов» в Сангарском проливе

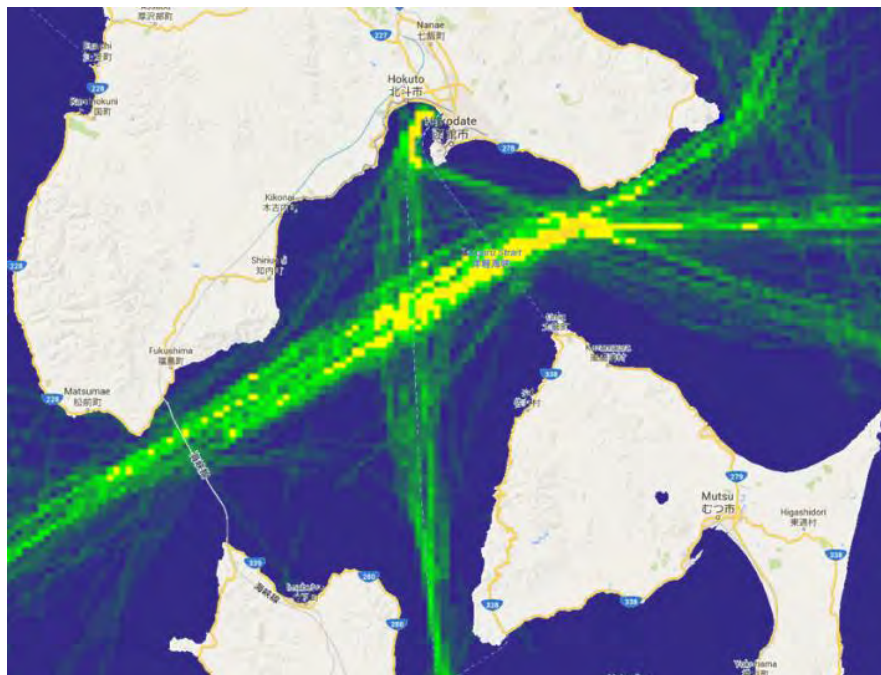


Рис. 2. Результаты расчета метрики «размер судов» в Сангарском проливе

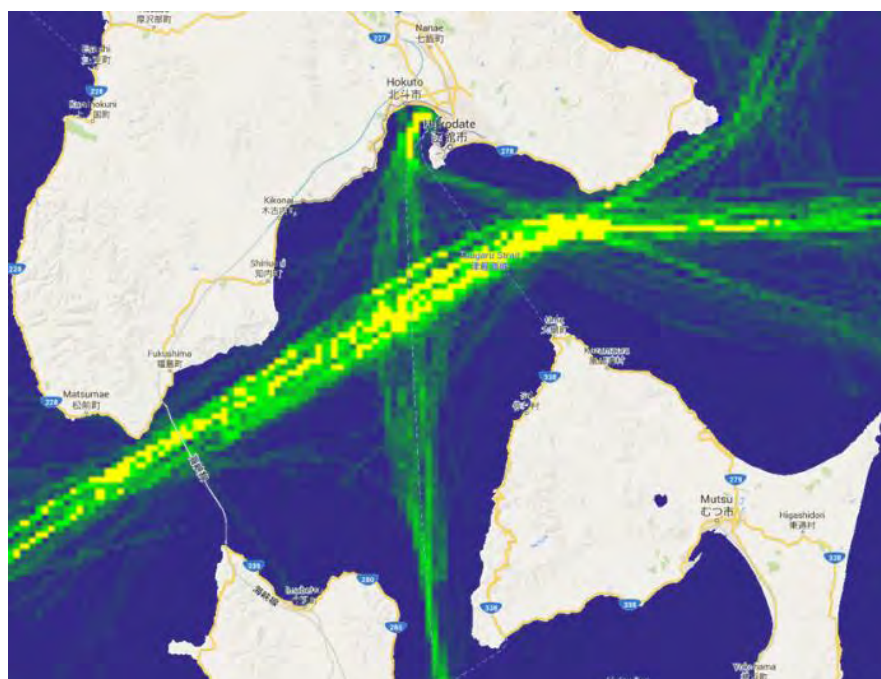


Рис. 3. Результаты расчета метрики «скорость судов» в Сангарском проливе

Полученные в рамках исследования результаты позволят разработать алгоритмы, которые выявляют суда, нарушающие сложившиеся «правила» движения на конкретной акватории, что позволит обеспечивать безопасность судоходства.

Созданные алгоритмы могут быть встроены в интеллектуальные системы управления движением морских судов с целью улучшения морской ситуационной осведомленности и снижения нагрузки на оператора. Реализация

этих методов позволит в будущем перейти от задач апостериорного анализа больших данных, собираемых с судов, к внедрению подобных алгоритмов в реальном времени непосредственно на борту морского судна с целью повышения оперативности принятия решений.

Список источников и литературы:

1. Rong Zhen, Yongxing Jin, Qinyou Hu, Zheping Shao, Nikitas Nikitakos Maritime Anomaly Detection within Coastal Waters Based on Vessel Trajectory Clustering and Naïve Bayes Classifier // The Journal of Navigation. – 2017. – Vol. 70. – Pp. 648–670.
2. Гриняк В.М., Иваненко Ю.С. Использование данных АИС для оценки опасности коллективного движения на морской акватории // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – №3(18)
3. MarineTraffic [Электронный ресурс]. URL: <http://www.marinetraffic.com>

УДК 519.872.6

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ОТРАБОТКЕ
СНЯТИЯ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ
РАДИОКАРТЫ ПОМЕЩЕНИЯ**

Каменев М.С.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
stone-95@mail.ru

Ключевые слова: радиокарта, навигация в помещениях, Bluetooth, пассажирские суда.

Аннотация: В рамках создания системы навигации по внутренним судовым помещениям проведён практический эксперимент по отработке снятия первичных данных, необходимых для составления радиокарты помещения.

**PRACTICAL EXPERIMENT ON DEVELOPMENT OF TAKING
MEASUREMENTS OF PRIMARY DATA FOR MAKING RADIO MAP OF
PREMISES**

Kamenev M.S.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
stone-95@mail.ru

Keywords: radio map, indoor navigation, Bluetooth, passenger ships.

Abstract: As part of the creation of a navigation system for the inner ship premises, a practical experiment on development of taking measurements of primary data needed for making the premise's radio map carried out.

Морские пассажирские перевозки, на сегодняшний день, составляют значительную часть мировой морской транспортной отрасли. В прибрежном плавании они обеспечиваются небольшими пассажирскими скоростными судами и паромами, а в рейсах на дальние расстояния, так называемых «морских круизах» используются намного более крупные суда, например, пассажирский лайнер «Oasis of the Seas» компании Royal Caribbean International, длина которого составляет 361 метр, ширина – 47 метров, имеет 15 только пассажирских палуб и способен разместить на борту до 6307 пассажиров [1]. Все эти огромные площади являются не открытым пространством, а составляют весьма сложную сеть коридоров и помещений, среди которых вовремя найти нужный эвакуационный путь в аварийной обстановке в условиях паники и цейтнота человеку, незнакомому с планировкой данного судна зачастую бывает попросту невозможно. Ярким, но, к сожалению, не единственным примером является крушение пассажирского лайнера «Costa Concordia» у берегов Италии в 2012 году, в результате которого погибло 32 человека [2].

Для предотвращения или, по крайней мере, сокращения количества жертв в аварийной ситуации крайне важно в кратчайший срок организовать эвакуацию, найти и спасти пострадавших, но на огромных пассажирских морских лайнерах это практически невозможно обеспечить без данных о местоположении пострадавших, а также чётким указаниям каждому эвакуирующемуся пассажиру. Следовательно, появляется явная необходимость определения местоположения, количества, а также наличия автоматизированной системы получения персональных эвакуационных указаний. Поставленная задача может быть решена при помощи внутрисудовых систем позиционирования и идентификации.

В рамках создания данной системы был проведён практический эксперимент по отработке снятия первичных данных, необходимых для составления радиокарты помещения, являющейся базой данных системы навигации.

На рисунке 1 показана схема помещения, используемого в качестве испытательного полигона. Красными квадратами на ней отмечены места установки Bluetooth-маяков «SKYLAB Beacon VG02» (см. рис. 2), а синими окружностями – реперные точки (места снятия радиоданных). В качестве инструмента снятия данных использовался смартфон «Sony XPERIA Z1 Compact» с установленным ПО «SkyLabBeaconVG02 Detector 3000 UltraHD» (см. рис. 3).



Рис. 1. Схема испытательного полигона



Рис. 2. Bluetooth-маяк

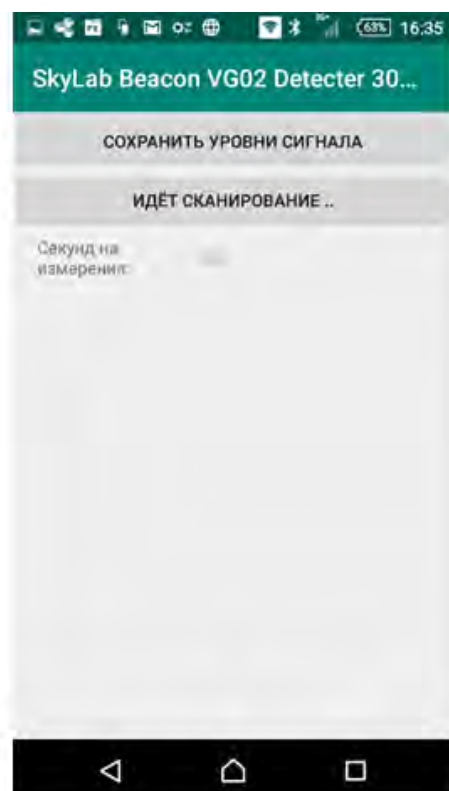


Рис. 3. Смартфон с установленным ПО

Таблица 1.

Показания доступных маяков в каждой реперной точке

реп. точки	I маяк		II маяк		III маяк		IV маяк	
		Ослабевание, db		Ослабевание, db		Ослабевание, db		Ослабевание, db
1	2	-69						
2	2	-67	1	-80				
3	2	-80	1	-81	4	-92	10	-95
4	3	-86	3	-88				
5	1	-54	3	-87				
6	2	-76	11	-86	8	-101		
7	2	-83	6	-93				
8	2	-75	4	-78				
9	4	-65	1	-84	2	-91		
10	5	-75	3	-79	6	-88		
11	5	-60	3	-82	7	-86	2	-90
12	6	-60	8	-84	1	-90		
13	6	-76	8	-91	1	-101		
14	9	-78	7	-78	1	-86	10	-90
15	7	-91	11	-103				
16	8	-62	9	-91	10	-95		
17	7	-85	5	-93	1	-94		
18	8	-77	10	-92				
19	8	-84	11	-94				
20	8	-90	11	-96				
21	8	-83	7	-90				
22	10	-81	11	-87	8	-99		
23	9	-68	8	-74	12	-78		
24	12	85						
25	11	-68	10	-82	9	-91	6	-92
26	7	-100	8	-88				
27	11	-73	12	-77	7	-95	1	-98
28	12	-75	10	-79	9	-89		

Исходя из полученных данных, можно судить о достаточности или недостаточности уровня радиосигналов маяков для стабильного позиционирования в определённой точке помещения, например, поблизости от точек 1 и 24 наглядно видна необходимость размещения дополнительного маяка.

После добавления недостающих маяков и повторного снятия уровней сигнала во всех реперных точках помещения, полученные данные можно использовать для составления финальной радиокарты.

Список источников литературы:

1. Cruisetips.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cruisetips.ru/ship/deckplans/oasis-of-the-seas>
2. Cruise Ship COSTA CONCORDIA. Marine casualty on January 13, 2012. Report on the safety technical investigation. — Министерство инфраструктуры и транспорта Италии, 2012.

УДК 519.876.2

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОРСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Кислова И.И., Роншина Е.С., Стегостенко Ю.Б.
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
kislova@msun.ru
ronshina@msun.ru
stegostenko@msun.ru

Ключевые слова: система электронного обучения, морское образование, цифровые технологии, качество обучения.

Аннотация: Использование в рамках учебного процесса современных информационных технологий позволяет получить навыки безопасного мореплавания, отработать алгоритмы действий в условиях моря. Ввиду глобализации рынка образования, использование цифровых технологий в морском образовании однозначно приведёт к повышению конкурентоспособности университета и привлечению обучающихся.

DIGITAL TECHNOLOGIES IN MARINE EDUCATION

Kislova I.I., Ronshina E.S., Stegostenko Y.B.
Maritime State University named after admiral Nevelskoy
kislova@msun.ru
ronshina@msun.ru
stegostenko@msun.ru

Keywords: LMS, marine education, digital technology, quality of education.

Abstract: The use of actual information technologies within the framework of the educational process makes it possible to acquire the skills of safe navigation, to work out algorithms of actions in the sea. Due to the globalization of the education market, the use of digital technologies in maritime education will definitely lead to an increase in the competitiveness of the university and the involvement of students.

Безопасность мореплавания невозможна без современных знаний, которые будущие профессионалы приобретают в стенах университета. Фундаментом профессиональных знаний является морское образование. МГУ им. адм.

Г.И.Невельского, созданный в далёком 1944 году как высшее мореходное училище для подготовки кадров морской отрасли, сегодня является крупным образовательным центром страны.

Университет осуществляет подготовку по 46 направлениям и специальностям. В их числе 26 программ высшего образования (ВО), 8 программ среднего профессионального образования, 12 программ подготовки кадров высшей квалификации. Кроме того, 11 структурных подразделений университета предлагают более двухсот дополнительных программ для различных категорий пользователей. Каждая из программ непосредственно связана с морской отраслью.

Обеспечение кадрами перспективных направлений развития транспортной отрасли в современных условиях может быть выполнено на основе использования современных образовательных технологий, включая электронное обучение и дистанционные технологии [1]. Кроме того, последние федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) требуют использования информационных технологий при реализации образовательных программ. Поэтому университет активно разрабатывает электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС) для взаимодействия участников образовательного процесса.

Одним из основных требований ФГОС ВО к условиям реализации образовательных программ является обеспечение каждого обучающегося в течение всего периода обучения индивидуальным неограниченным доступом к ЭИОС организации. При этом функционирование ЭИОС должно обеспечиваться соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников ее использующих и поддерживающих. Созданный в университете в 2016 году Центр координации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЦК ЭО и ДОТ) отвечает за соответствие элементов ЭИОС требованиям ФГОС ВО и совершенствование образовательного процесса. Основными направлениями работы ЦК ЭО и ДОТ являются:

- разработка и актуализация локальных нормативных актов, регламентирующих цифровизацию обучения в университете;
- внедрение, техническая поддержка и сопровождение системы электронного обучения университета (СЭО) «Курс»;
- совершенствование СЭО в университете, формирование пользовательской документации, интуитивно-понятного интерфейса;
- участие в научной работе по направлению цифровизации обучения;
- обеспечение соответствия требованиям наличия и использования электронной информационно-образовательной среды при аккредитации образовательных программ.

Для соответствия ФГОС, внедрения в учебный процесс современных образовательных технологий и повышения качества обучения в университете разработаны основные подходы к проведению независимой оценки качества знаний обучающихся с использованием СЭО «Курс». Это потребовало от ЦК ЭО

и ДОТ разработки целого перечня локальных нормативных актов университета по цифровизации учебного процесса, проведения обучающих семинаров, а также проведения секции на указанную тему на ежегодной всероссийской научно-методической конференции «Актуальные вопросы качества образования», проводимой университетом.

По направлениям деятельности разработаны:

- Методические рекомендации по разработке электронного учебного курса для системы электронного обучения МГУ им. адм. Г.И. Невельского;
- Положение об особенностях проведения государственного (итогового) экзамена и защиты выпускной квалификационной работы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- Положение о системе внутренней независимой оценки качества подготовки обучающихся в МГУ им. адм. Г.И. Невельского в системе электронного обучения «Курс»;
- Положение о портфолио обучающегося;
- Актуализация положения об организации образовательного процесса с применением ЭО и ДОТ;
- Нормы времени преподавателей для ЭО и ДОТ;
- Рейтинговые показатели преподавателей для ЭО и ДОТ;
- Инструкция для заполнения портфолио в СЭО «Курс»;
- Инструкция для создания тестов по проверке остаточных знаний в СЭО «Курс»;
- Презентации и выступления перед обучающимися очередного набора;
- Учебные материалы для курсов повышения квалификации преподавателей (по двум дополнительным профессиональным программам), предоставляющие возможность получения компетенции по информационным технологиям преподавателям и сотрудникам университета.

За последний год число пользователей СЭО «Курс» достигло 5130, из них 4280 - студенты, остальные - преподаватели и сотрудники университета, преподаватели зарегистрированы все. Регистрация студентов проводится на сайте университета с помощью электронной формы.

В начале учебного года по каждой из более чем 2800 дисциплин (практик, элективных курсов) образовательных программ университета по очной и заочной формам обучения была создана своя электронная оболочка в СЭО «Курс» с привязкой к конкретному преподавателю и группе обучающихся. То есть, у каждого преподавателя появляется возможность наполнять свою дисциплину в СЭО «Курс» имеющимися электронными материалами для организации, например, самостоятельной работы, а у каждого зарегистрировавшегося обучающегося есть возможность с ними ознакомиться. Если материал разработан в предыдущем году, его достаточно или скопировать из одной оболочки в другую, или, если необходимо, скорректировать [2]. ЦК

ЭО и ДОТ проводил курсы повышения квалификации по обучению соответствующим навыкам работы в СЭО «Курс». В 2018 году преподавателям и сотрудникам университета выдано 93 сертификата о повышении квалификации, теперь каждый второй преподаватель университета прошёл обучение по работе в СЭО «Курс».

В свою очередь, для поступивших на обучение в начале каждого учебного года проводились ознакомительные занятия в формате устного выступления с презентацией по работе в СЭО «Курс». Использование СЭО «Курс» для организации самостоятельной работы обучающихся, для сопровождения учебного процесса расширяет возможности получения качественного образования за счёт:

- быстрого и удобного способа получения учебной информации;
- индивидуализации учебного процесса;
- учёта специфики обучения по программам, соответствующим международным и национальным требованиям к подготовке членов экипажей морских судов и судов внутреннего водного плавания, когда строевая подготовка, несение дежурной службы, выполнение работ по самообслуживанию не позволяют всем обучающимся одновременно присутствовать на аудиторных занятиях.

Для береговых направлений подготовки, имеющих отношение к информатизации, взаимодействие с СЭО «Курс» может быть частью учебной и производственной практики при изучении устройства и функционирования систем электронного обучения. Положительный опыт уже имеется: несколько студентов уже прошли практику в ЦК ЭО и ДОТ в этом направлении. Польза для университета тоже очевидна – внедрение цифровизации в учебный процесс проходит на более глубоком уровне. Работа в этом направлении будет продолжена.

Выполнение совместно с ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова опытно-конструкторской работы по теме «Разработка технических и технологических средств подготовки специалистов в отраслевых учебных заведениях, использование инновационных технологий в образовательном процессе» в части разработки интерактивных элементов для конвенционных дисциплин позволяет расширить сферу деятельности в области цифровизации с целью взаимодействия с коллегами из других учебных заведений отрасли и повышения качества подготовки специалистов морской отрасли. В перспективе - получение возможности использовать разработанные совместно учебные материалы при реализации основных и дополнительных программ подготовки плавсостава. Созданные электронные учебные материалы впоследствии будут размещены в системах электронного обучения морских образовательных учреждений с целью использования в учебном процессе.

Использование в рамках учебного процесса виртуальных лабораторных работ, тренажёров и симуляторов устройств позволяет получить навыки безопасного мореплавания, отработать алгоритмы действий в условиях моря. Ввиду глобализации рынка образования, использование цифровых технологий в

морском образовании однозначно приведёт к повышению конкурентоспособности университета и привлечению обучающихся.

Список источников и литературы:

1. Кислова И. И., Роншина Е. С., Стегостенко Ю. Б. Цифровизация. Вызовы для образования // Проблемы высшего образования: материалы междунар. науч.-метод. конф., Хабаровск, 11–13 апр. 2018 г. / под ред. Т. В. Гомза.— Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – С. 157–159.
2. Дешнер А.И., Кислова И.И., Стегостенко Ю.Б. Электронная поддержка образовательного процесса // Актуальные вопросы качества морского образования: сб. материалов 41-й Всерос. научн.-метод. конф. с междунар. участием, Владивосток, 22-27 июня 2018 г. : в 2 т. / отв. ред. : О. Г. Сикорская. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2018. – Т. 1 – С. 68–71.

УДК 656.618

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРЕ ПРИ РАБОТЕ С БУРОВЫМИ ПЛАТФОРМАМИ

Лесогор О.К, Шарлай Г.Н.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
olenka.lesogor@mail.ru
Gsharlay@msun.ru

Ключевые слова: буровая платформа, буксир, экипаж, суда, метеорологические условия.

Аннотация: В данной статье рассмотрен вопрос безопасности на море при проведении буксировочных операций, при работе с буровыми нефтяными платформами и требования, которые должны при этом выполняться.

ENSURING SAFETY AT SEA, WHEN WORKING WITH DRILLING OIL PLATFORMS

Lesogor O.K, Sharlay G.N.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
olenka.lesogor@mail.ru
Gsharlay@msun.ru

Keywords: drilling platform, tug, crew, ships, meteorological conditions.

Abstract: This article discusses safety at sea during towing operations, when working with drilling oil platforms and , the requirements that must be met.

Буксирным устройством называется комплекс изделий и механизмов, позволяющих судну буксировать другие суда или идти на буксире самому.

Буксировки выполняются, спасательно-буксирными судами, ледоколами, транспортно-буксирными судами (ТБС) (Рис.1). Правилами классификации и постройки морских судов и правилами по оборудованию морских судов (согласно изданию Морского регистра судоходства), касающейся буксирных судов, должны пользоваться этими документами. Проект перегона, должен быть одобрен Морским Регистром Судоходства.

В настоящее время все больше и больше появляется нефтяных платформ, которые планируют бурение скважин и добычу нефти на севере и других месторождениях. Также проблема состоит в буксировке нефтяных платформ особенно в ледовых условиях. Буксировка нефтяной платформы идет до зимнего места базирования, или до порта приписки. Нужно подобрать план перехода, так, чтобы он удовлетворял проекту буксировки (перегону) нефтяной платформы. Чтобы был обучен экипаж, чтобы было продовольствие на судах, экипаж был снабжен рабочей одеждой.

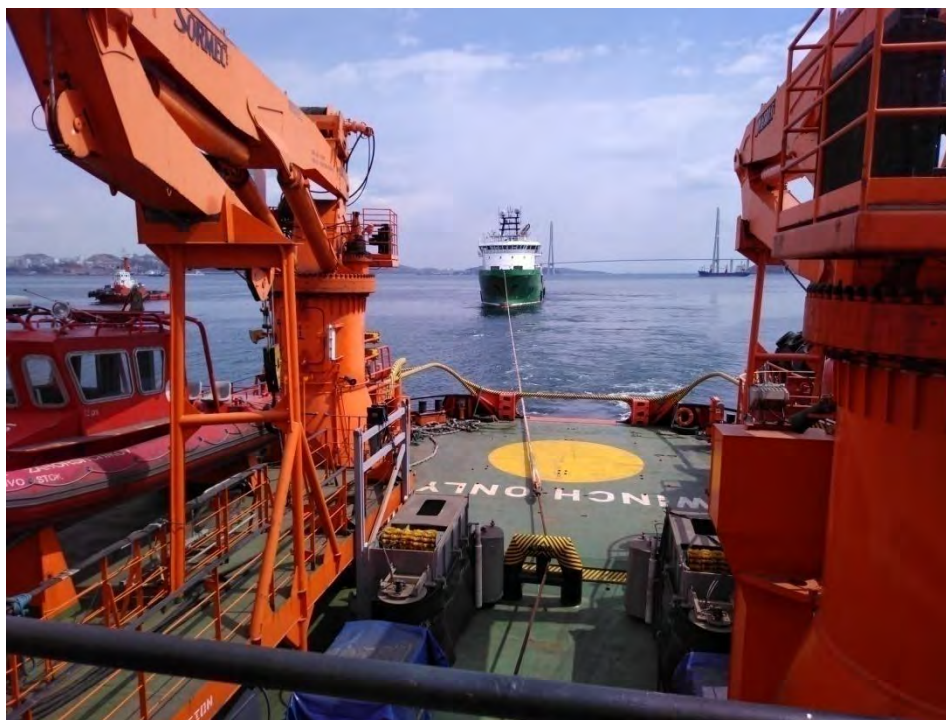


Рис.1.Буксировка ТБС «Сатурн» в порт Славянка

Имеется множество разных вид платформ для бурения в море: от стальных труб на мелководье и до плавучих полу-погружных и буровых платформ, способных работать в очень глубоких водах и на малых глубинах.

В Северном и Охотском морях экипаж и другие работники буровых платформ, перевозятся на вертолете в течение четырехнедельной смены, летом перевозятся на пассажирском судне. Если они стоят в порту – то обычными вспомогательными буксирами, которые их обслуживают. Эта цель обеспечения перевозки рассмотрена в статье. Они обычно получают более высокую зарплату, чем другие работники отрасли. Запасы и отходы транспортируются на судне, и снабжение должно быть хорошо спланировано, поскольку площадь пола на

платформе ограничена. Для это существуют вспомогательные суда, которые с ними работают. На данный момент много усилий направлено на перемещение как можно большего количества персонала на берег, где менеджеры и технические эксперты, директора и другие работники на берегу связываются с платформой посредством видеоконференций, почтой и телефонными звонками. Работа на берегу, более привлекательна для стареющей рабочей силы в нефтяной промышленности. Подводные сооружения легче расширять благодаря новым сепараторам или отдельным модулям для разных типов нефти, которые разрабатываются каждый год, и они не ограничены площадью морской буровой платформы.

Согласно циркулярному письму MSC/Circ.884 ПУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ОКЕАНСКИХ БУКСИРОВОК (принято 11 декабря 1998 года), есть рекомендации по планированию, подготовке, комплектации экипажами, и необходимые стандарты к применяемому оборудованию и снабжению, также указано в книге рекомендации капитанам. Кроме того, на буксирных дугах должны быть нанесены цвета безопасности, а на видных местах с обоих бортов буксира (ледокола) нанесены предупреждающие надписи: "БЕРЕГИСЬ БУКСИРА!" Способность членов экипажей решать поставленные задачи в проведении буксировок отражена в резолюции Международной Морской Организации А.850(20), суть которой состоит в том, что ошибки одного человека, ответственного за судовождение, не должны влиять на безопасность действий всего экипажа или буксирного каравана, или буксировку в целом. Экипаж должен работать слажено, выполнять те или иные функции согласно конвенции ПДМНВ-78, где прописаны функции и обязанности вахтенных помощников и капитанов, старших механиков и электромехаников, и всего экипажа судна. Из этого следует, что разработка технологий безопасных и эффективных буксировочных операций для нефтяных платформ, актуальной задачей. На данный момент идет сильное освоения углеводородного и минерального сырья, добыча нефти и газа на шельфовых районах Мирового океана.

Все расчеты должны быть сделаны заранее, и подготовлен план перехода один для всех судов, которые участвуют в караване. Если возможно, то погода должна быть доступна круглосуточно на протяжении всей буксировочной операции. Буксирующее судно должно иметь отражаемую в соответствующем документе систему обслуживания всех важных судовых систем, включая аппаратуру связи и навигационную, главные и вспомогательные механизмы, рулевое, грузовое и буксирное устройство.

Независимо от вышеизложенных требований, все буксирующие суда, независимо от их размера, должны иметь, как минимум:

- 1) радиолокатор, удовлетворяющий соответствующим признанным эксплуатационным требованиям для судна данного размера и назначения;
- 2) оборудование для борьбы с пожаром (станции пенного тушения и другие);

Должно быть установлено следующее оборудование:

1) установка прожекторов, на ходовом мостике и, чтобы с него производили управление прожекторами.

2) две УКВ радиостанции с цифровым избирательным вызовом, если они еще не установлены в соответствии с Глобальной морской системой связи при бедствии для обеспечения безопасности (ГМССБ);

3) Освещаемый путевой магнитный компас или освещаемый магнитный компас с индукционным чувствительным элементом (с резервным источником питания), показания которого можно снимать с главного поста управления рулем;

4) эхолот, показания которого можно снимать с главного поста управления рулем;

5) электронный прибор определения места;

6) откорректированные морские карты района следования, изданные соответствующей властью в масштабе достаточной величины, для того чтобы обеспечить возможность судовождения в районе;

7) любые другие откорректированные навигационные издания и извещения, также ЭКНИС (электронно-навигационная картографическая система).

Морская нефтяная платформа – это небольшое сообщество со столовой, спальными помещениями, управлением и другими функциями. Известные морские месторождения сегодня находятся в Северном море, в Мексиканском заливе, в Западной Африке, Юго-Восточной Азии и на Сахалине в России.

Для обеспечения безопасности буксируемого судна на его борту может находиться квалифицированный экипаж или его минимально необходимая часть, возглавляемая капитаном. Буксировка судна с пассажирами на борту запрещается. На всех судах и буровых платформ, остается только минимальный экипаж. Также на судне должен быть буклет аварийной буксировке, который должен содержать: название судна, номер ИМО, позывные, осадка «в грузу» и балласте, водоизмещение, схемы буксирного оборудования, безопасные рабочие нагрузки и другое.

При штормовой погоде, если обстоятельства позволяют переждать, лучше судно на буксир не брать. Так как, могут возникнуть трудности во время перегона. Сама буксировка будет иметь риск обрыва буксирного каната и может быть медленной.

Список источников и литературы:

1. Судовые документы Буровой платформы
2. СОЛАС-74, Международная конвенция по охране человеческой жизни на море, издание 2017 год. Санкт-Петербург, ЦНИИМФ.
3. Руководство по безопасности океанских буксировок (от 11 декабря 1998 года) MSC/Circ. 884

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СУДНА ПО ТРАЕКТОРИИ

Дыда А.А., Пляшешник К.Н.

Морской государственный университет им. Г.И. Невельского
ksushechka_1991@mail.ru

Ключевые слова: траектория движения, угол поворота, моделирование, судовождение, координаты.

Аннотация: Рассмотрена актуальность и значимость компьютерного моделирования во всех сферах человеческой деятельности, в частности в судовождении. Приведена математическая модель нахождения угла поворота судна при движении от одной точки к другой, представлены структурные схемы модели и результаты моделирования.

SHIP TRAJECTORY SIMULATION

Dyda A.A., Plyasheshnik K.N.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
ksushechka_1991@mail.ru

Keywords: trajectory, angle of rotation, modeling, navigation, coordinates.

Abstract: The relevance and importance of computer modeling in all spheres of human activity, in particular in navigation, is considered. A mathematical model of finding the angle of rotation of the vessel when moving from one point to another is presented, the structural diagrams of the model and the results of modeling are presented.

Компьютерное моделирование в настоящее время стало очень важным инструментом для изучения динамического поведения технических систем. «Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др. Количественные выводы в основном носят характер прогноза некоторых будущих или объяснения прошлых значений переменных, характеризующих систему» [2].

Одной из важнейших сфер применения моделирования является судовождение, а именно построение траекторий движения судна. Тенденция к сокращению численности судовых экипажей и широкому совмещению профессий значительно усложнили работу на море. Несмотря на оборудование мостиков современными средствами навигации и управления, на море ежегодно 3-4 судна пропадают без вести, происходит в среднем около 220

аварий, в том числе 50 столкновений. Принято считать, что около 10% аварий происходит в результате форс-мажорных обстоятельств, около 15% является следствием отказа технических средств управления судном, их систем и устройств. Оставшиеся 75% относят к субъективным причинам, которые характеризуют обобщенным понятием - влиянием «человеческого фактора», т.е. в результате ошибок человеческой деятельности при управлении судном. Анализ показывает - количество аварий по вине людей, управляющих судами, не сократились.

Одной из базовых систем, определяющих использование современных компьютерных технологий для решения прикладных задач теории управления и моделирования, является математическая среда MATLAB, которая на текущий момент является одним из наиболее признанных мировых стандартов по данному направлению.

Особое значение имеет специальный пакет программных средств Simulink. Это интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем.

Одной из важных задач компьютерного моделирования в сфере судовождения является задача прокладки траектории движения судна от одной точки к другой по принципу кратчайшего расстояния, учитывая навигационную обстановку, погодные условия и т.д.

Рассмотрим пример построения траектории движения судна от одной точки к другой, а конкретнее вычисление угла поворота судна, чтобы перейти к заданной точке. Судну нужно перейти из точки B в точку C . Необходимо вычислить угол поворота судна α , чтобы перейти в точку C . Координаты судна $(x_c; y_c)$, угловой коэффициент k и расстояние BC (обозначим его r) от точки, обозначающей текущее положение судна, до точки, обозначающей следующую точку маршрута судна, заданы (Рисунок 1).

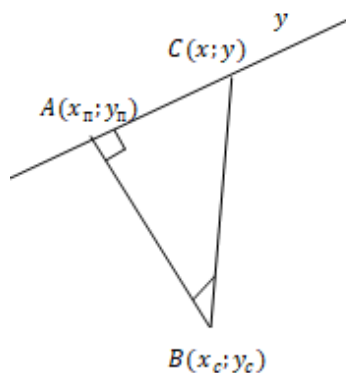


Рис.1. Траектория движения судна от точки В к точке С

Опустим перпендикуляр BA из точки B на прямую y и найдем координаты точки аппроксимации $A(x_n; y_n)$ по следующим формулам:

$$F = \frac{1}{2}(x - x_c)^2 + \frac{1}{2}(kx - y_c)^2 = 0, \quad (1)$$

$$F'_x = (x - x_c) + k(ky - y_c) = 0, \quad (2)$$

$$x(1 + k^2) = x_c + ky_c, \quad (3)$$

$$x_{\Pi} = \frac{x_c + ky_c}{1 + k^2}, y_{\Pi} = \frac{k(x_c + ky_c)}{1 + k^2}, \quad (4)$$

где $(x_c; y_c)$ – координаты судна, k – угловой коэффициент.

В данном случае F – уравнение прямой, F'_x – производная от уравнения прямой. Структурная схема вычисления координат точки аппроксимации $A(x_{\Pi}; y_{\Pi})$ в MATLAB представлена на Рисунке 2.

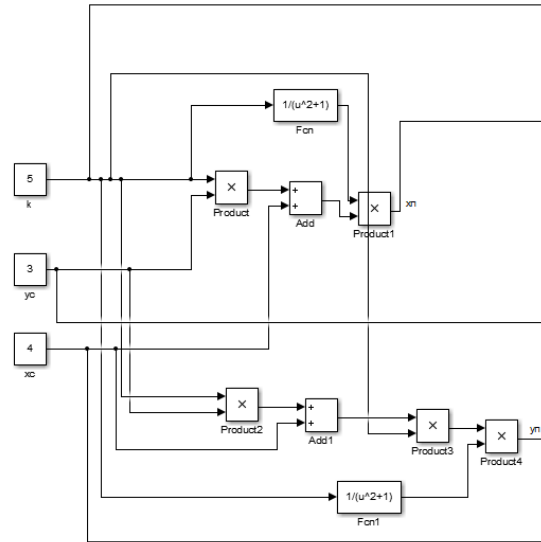


Рис.2. Структурная схема вычисления координат точки аппроксимации

Далее перейдем к выводу формул для непосредственного нахождения угла поворота судна. По формуле нахождения расстояния между двумя точками в координатах найдем AB и AC (5), (6):

$$AB^2 = (x_c - x_{\Pi})^2 + (y_c - y_{\Pi})^2 \quad (5)$$

$$AC^2 = r^2 - ((x_c - x_{\Pi})^2 + (y_c - y_{\Pi})^2) \quad (6)$$

где $(x_c; y_c)$ – координаты судна,
 $(x_{\Pi}; y_{\Pi})$ – координаты точки аппроксимации,
 r – расстояние от текущего местоположения судна до искомого.

Вычислим тангенс угла α и соответственно сам угол α (7):

$$tg\alpha = \frac{AC}{AB} \rightarrow \varphi = \arctg \frac{AC}{AB} = \arctg k \quad (7)$$

Получим, что угол поворота φ равен отношению (8):

$$\varphi = \frac{D_y}{D_x} \quad (8)$$

где D_x и D_y вычисляются по формулам (9), (10):

$$D_x = AB \cdot \cos(\arctg K) \quad (9)$$

$$D_y = AC \cdot \sin(\arctg k) \quad (10)$$

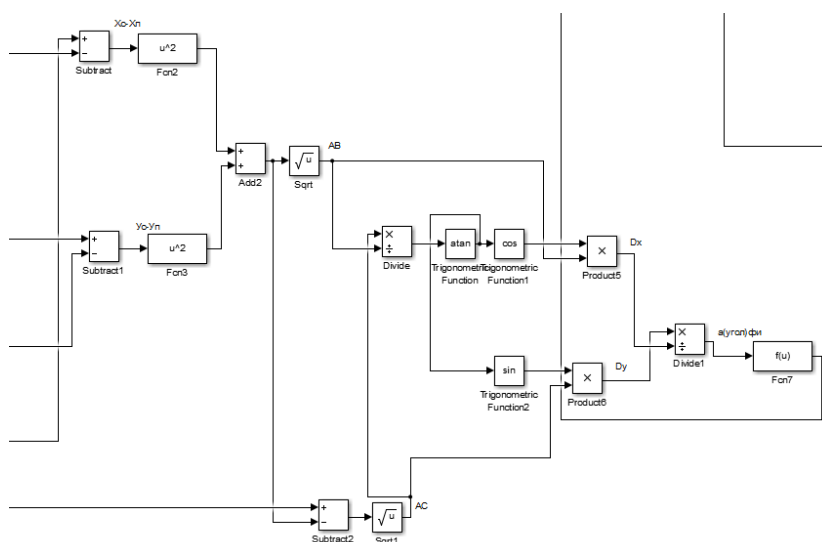


Рис.3. Структурная схема вычисления угла поворота судна

Искомый угол поворота судна (φ_1) – это угол между вертикальной осью и прямой BC (r) от точки, обозначающей текущее местоположение судна, до точки, обозначающей следующую точку маршрута судна (Рисунок 4). Угол (φ_1) вычислим через углы $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ по формулам (11), (12), (13):

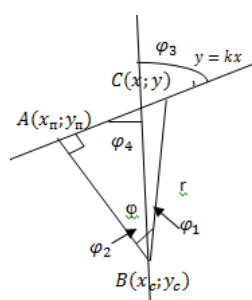


Рис.4. Структурная схема вычисления угла поворота судна

$$\angle \varphi_1 = \angle \varphi - \angle \varphi_2 \quad (11)$$

$$\angle \varphi_2 = 90^\circ - \angle \varphi_4 \quad (12)$$

$$\angle \varphi_2 = \angle \varphi_4 = k \quad (13)$$

Структурная схема вычисления угла поворота судна $\angle\varphi_1$ в MATLAB представлена на рисунке 5.



Рис.5. Структурная схема вычисления угла поворота судна $\angle\varphi_1$

Полученный угол поворота φ подадим структурную схему модели морского судна, представленную на рисунке 6.

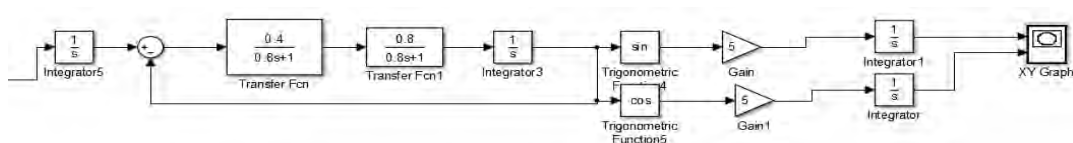


Рис.6. Структурная схема модели динамики морского судна

Результаты моделирования представлены на рисунке 7.

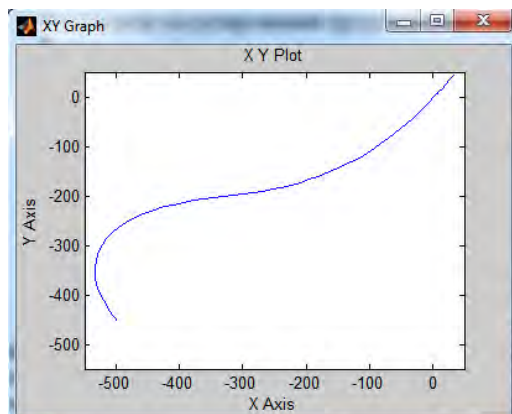


Рис.7. Результаты моделирования

Данную структурную модель движения можно усложнить с учетом динамических параметров судна (скорость ветра, течения и др.), что позволит еще более точно скорректировать траекторию движения судна и учесть все необходимые параметры на этапе разработки и проектирования.

Список источников и литературы:

1. Аванесова Т.П., Язов Д.В., Меланич А.В. Способ решения проблемы уменьшения влияния человеческого фактора при расхождении судов в море / Т.П. Аванесова // Вестник АГУ. – 2014. - №1 (133). – С. 123-126.
2. Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 526 с.

3. Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л. Поддержка решений по расхождению с судами: Феникс, 2010. – 229 с.
4. Системный подход к обеспечению безопасности: тенденции и приоритеты развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pandia.ru/text/77/190/26702.php>.
5. Словари и энциклопедии на Академике. [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/emergency/3235/Человеческий>.
6. Смоленцев С.В. Автоматический синтез решений по расхождению судов в море / С.В. Смоленцев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О.Макарова. – 2015. - №6 (34). – С. 7-14.
7. Шарлай Г.Н. Управление морским судном: учебное пособие/ Г.Н.Шарлай. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – 543с.

УДК 519.872.6

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ СУДНА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ ВЕКТОРА СОСТОЯНИЯ

Дыда А.А., Пляшешник К.Н.
Морской государственный университет им. Г.И. Невельского
ksushechka_1991@mail.ru

Ключевые слова: безопасность мореплавания, матричная модель динамики судна, вектор состояния, идентификация параметров.

Аннотация: Для настройки систем управления движением судна требуется знание параметров его управляемости. В работе строится матричная модель на основе измерений вектора состояния на примере задачи управления курсом судна. Предложен алгоритм определения матричных коэффициентов выбранной модели.

SHIP MOVEMENT MODEL DESIGN BASED ON STATE VECTOR

Dyda A.A., Plyasheshnik K.N.
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
ksushechka_1991@mail.ru

Keywords: safety of navigation, matrix model of ship dynamics, state vector, parameter identification.

Abstract: The knowledge of the parameters of its controllability is required to set up the motion control systems of the vessel. The paper builds a matrix model based on measurements of the state vector by the example of a ship heading control problem. N algorithm of matrix coefficient determination is proposed.

Безопасность мореплавания зависит от множества факторов. В том числе от совершенствования систем управления судна. Одной из важнейших задач при построении систем управления является адекватная математическая модель.

В литературе известны различные математические модели. Построение математической модели движения судна связано с определением структуры и параметров уравнений динамики. Для многих практических задач используются линеаризованные (линейные) модели движения судна. Такие как модели Номото 1 и 2 порядка и др.

В настоящей работе предлагается подход к построению матричной модели динамики судна на основе измерений вектора состояний управляемого объекта. Предлагаемый подход рассматривается на простом примере, который далее будет обобщен. Например, построим модель. Пусть движение судна на курсе описывается моделью Номото 1 порядка. Общий вид уравнений:

$$\begin{aligned}\dot{\varphi} &= \omega, \\ \dot{\omega} &= -\frac{1}{T}\omega + \frac{k}{T}\delta,\end{aligned}\tag{1}$$

где δ - угол поворота пера руля,

φ – курс,

ω – угловая скорость,

T – постоянная времени,

k – коэффициент передачи.

Выполним дискретизацию модели с шагом по времени Δt . Заменяя производные в уравнении (1) конечными разностями получим:

$$\begin{aligned}\frac{\varphi(t_{i+1}) - \varphi(t_i)}{\Delta t} &= \omega(t_i), \\ \frac{\omega(t_{i+1}) - \omega(t_i)}{\Delta t} &= -\frac{1}{T}\omega(t_i) + kT\Delta t_i,\end{aligned}\tag{2}$$

Введем вектор состояния $x(i) = \begin{pmatrix} x_1(i) \\ x_2(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varphi(t_i) \\ \omega(t_i) \end{pmatrix}$ и $\delta(t_i) = \delta(i)$.

Преобразуем уравнение (2) и получим:

$$\begin{aligned}x_1(i+1) &= x_1(i) + \Delta t \cdot x_2(i), \\ x_2(i+1) &= x_2(i) - \frac{\Delta t}{T} \cdot x_2(i) + \frac{\Delta t}{T} k\delta(i) = \left(1 - \frac{\Delta t}{T}\right)x_2(i) + \frac{\Delta t}{T} k\delta(i).\end{aligned}$$

И в матричной форме:

$$\begin{pmatrix} x_1(i+1) \\ x_2(i+1) \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x_1(i) \\ x_2(i) \end{pmatrix} + B\delta(i),\tag{3}$$

$$\text{где } A = \begin{pmatrix} 1 & \Delta t \\ 0 & 1 - \frac{\Delta t}{T} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{\Delta t}{T} k \end{pmatrix}.$$

Матрицы A и B полностью описывают динамику рассматриваемого объекта управления. Задача заключается в нахождении этих матриц, т.е. в идентификации параметров динамики судна.

Представим выражение (3) через блочную матрицу:

$$\begin{pmatrix} x_1(i+1) \\ x_2(i+1) \end{pmatrix} = (A : B) \cdot \begin{pmatrix} x_1(i) \\ x_2(i) \\ \delta(i) \end{pmatrix} \quad (4)$$

Формула позволяет при заданном исходном номере шага получить следующие значения. Предлагается, что для конкретного рассматриваемого случая выполнено три шага в дискретном времени. В результате справедливо следующее соотношение (блочные матрицы обозначили через L, S, R):

$$L = SR, \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{где } L &= \begin{pmatrix} x_1(1) & x_1(2) & x_1(3) \\ x_2(1) & x_2(2) & x_2(3) \end{pmatrix}, \\ R &= \begin{pmatrix} x_1(0) & x_1(1) & x_1(2) \\ x_2(0) & x_2(1) & x_2(2) \\ \delta(0) & \delta(1) & \delta(2) \end{pmatrix}, \\ S &= A : B. \end{aligned}$$

Очевидно, что матрица R является квадратной, и для нахождения матрицы S , представляющей собой объединение матриц A и B , достаточно умножить на обратную матрицу R^{-1} :

$$S = LR^{-1} \quad (6)$$

R и L формируются на основе измерений вектора состояния (курса, угловой скорости и т.д.).

Численный пример. Для проверки предлагаемого подхода зададимся конкретными параметрами модели Номото: $\Delta t = 1, T = 20, k = 0,2$. Тогда матрицы A и B соответственно будут равны:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0,95 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0,01 \end{pmatrix}.$$

Проверим, позволяет ли полученная формула получить LR^{-1} . Моделирование уравнения Номото в дискретном времени при заданных $\delta(i)$

позволяет сформировать матрицы, составленные из измерений вектора состояний, матрицы L и R примут вид:

A	B	C	D	E
i	0	1	2	3
x1(i)	1	1	0,995	0,98625
x2(i)	0	-0,005	-0,00875	-0,03831
δ(i)	-0,5	-0,4	-3	3

Рис. Матрицы L и R

$$L = \begin{pmatrix} 1 & 0,995 & 0,98625 \\ -0,005 & -0,00875 & -0,03831 \end{pmatrix};$$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0,995 \\ 0 & -0,005 & -0,00875 \\ -0,5 & -0,4 & -3 \end{pmatrix}.$$

$$\text{Обратная матрица } R^{-1} = \begin{pmatrix} 0,85901 & 194,3604 & -0,28197946 \\ 0,326797 & -186,928 & 0,653594771 \\ -0,18674 & -7,46965 & -0,37348273 \end{pmatrix}.$$

$$\text{Произведение } LR^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 5,55112E-17 \\ -1,73472E-18 & 0,95 & 0,01 \end{pmatrix}.$$

Как видно выполнена параметрическая идентификация модели Номото.

Рассмотренный выше случай является идеализированным. На практике компоненты вектора состояния измеряются с погрешностью и в результате идентификации матрицы A и B могут существенно изменяться для вычислений, выполняемых в различные моменты дискретного времени. Для повышения точности определения параметров матриц модели, представляется естественным использование избыточного количества измерений.

Список источников и литературы:

1. Аванесова Т.П., Язов Д.В., Меланич А.В. Способ решения проблемы уменьшения влияния человеческого фактора при расхождении судов в море / Т.П. Аванесова // Вестник АГУ. – 2014. - №1 (133). – С. 123-126.
2. Боев В.Д., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 526 с.
3. Вагущенко Л.Л., Вагущенко А.Л. Поддержка решений по расхождению с судами: Феникс, 2010. – 229 с.
4. Международные правила предупреждения столкновений судов в море 1972 г. (МППСС – 72). – 5-е изд. – М.: Моркнига, 2011. – 142 с.
5. Системный подход к обеспечению безопасности: тенденции и приоритеты развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pandia.ru/text/77/190/26702.php>.
6. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/emergency/3235/Человеческий>.
7. Смоленцев С.В. Автоматический синтез решений по расхождению судов в море / С.В. Смоленцев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О.Макарова. – 2015. - №6 (34). – С. 7-14.

8. Смоленцев С.В. Проблема оценки навигационной ситуации в море / С.В. Смоленцев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О.Макарова. – 2015. - №6 (34). – С. 23-28.
9. Шарлай Г.Н. Управление морским судном: учебное пособие/ Г.Н.Шарлай. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – 543с.

УДК 656.61.052

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ТРАФИКА МОРСКОЙ АКВАТОРИИ С УЧЁТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ СУДОВОДИТЕЛЯМИ

Шуленина А.В.
Дальневосточный федеральный университет
shuleninaav@mail.ru

Ключевые слова: безопасность движения судов, принятие решений, опасное сближение, управление движением судов.

Аннотация: Статья посвящена проблеме обеспечения навигационной безопасности движения морских судов. Рассматривается задача оценки опасности навигационных ситуаций и степени сложности принятия решений судоводителями в условиях реального трафика конкретных морских акваторий. Исходными данными для анализа являются ретроспективные навигационные данные судов, предоставляемые Автоматической идентификационной системой (АИС) и доступные на открытых интернет-ресурсах. Степень сложности принятия решений судоводителями является важным показателем, определяющим безопасность движения на акватории в целом. Метрику опасности того или иного участка акватории предлагается ввести на основе вычисления соотношения скоростей и курсов, при которых возможно опасное сближение судов, и безопасных скоростей и курсов.

ESTIMATION OF MARINE TRAFFIC SAFETY IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY IN MAKING DECISIONS BY NAVIGATOR

Shulenina A.V.
Far Eastern Federal University
shuleninaav@mail.ru

Keywords: safety vessel traffic, decision making, vessel traffic control, collision avoidance.

Abstract: This paper is about the problem of marine traffic safety. The problem of assessing dangerous situations and the degree of complexity of decision-making by navigators is considered on the basis of a retrospective analysis of the movement of ships. The source data for the analysis are the navigation data of ships provided by the

Automatic identification system (AIS) and available on open Internet resources. It is proposed to introduce the danger metric of a certain part of the aquatic area on the basis of calculating the ratio of speeds and courses at which dangerous convergence of vessels is possible, and safe speeds and courses.

Навигационная безопасность движения судов - актуальная проблема мореплавания [1]. Основная ответственность за безопасность движения судна ложится на судоводителя, который должен суметь на основании данных о текущей обстановке на акватории, с учётом её специфики, выбрать подходящий курс для движения или манёвра. Принятие этого решения происходит в условиях неопределённости: у судоводителя есть как разрешенные (безопасные) возможные значения скорости и курса, так и запрещенные (ведущие к опасному сближению) в условиях коллективного движения. Соотношение запрещенных и разрешенных скоростей и курсов движения судна может служить показателем (метрикой) эмоциональной нагрузки на судоводителя при принятии решения. Для решения поставленной задачи необходимо определить точки опасного сближения для каждого возможного значения скорости и курса, оценить характерное значение отношения опасных значений скоростей и курсов к безопасным в каждой точке акватории и сделать удобную визуальную интерпретацию полученных результатов. В целом такое представление даст возможность оценить существующую схему движения судов с точки зрения эмоциональной нагрузки на судоводителя, связанной со сложностью принятия им решений.

Модельные представления. Данные о движении судов, доступные в открытых источниках [2] представляют собой множество кортежей следующего вида

$$\{SID, LAT, LON, V, K, AGE, TIME\}, \quad (1)$$

где SID - идентификатор судна; LON - географическая долгота; LAT - географическая широта; V - скорость движения; K - курс; AGE - возраст данных, определяющий фактический момент времени, которому они соответствуют; $TIME$ - время поступления данных.

В случае, если требуется осуществлять моделирование движения судна по конкретной локальной акватории, размеры которой не превышают сотни километров, целесообразным является переход от географических координат судна к местным прямоугольным, как в работе [3], с преобразованием их по следующему правилу:

$$x = R \cdot \cos(LAT) \cdot \sin(LON - LON^*); y = R \cdot \sin(LAT - LAT^*)$$

где LAT^* и LON^* - широта и долгота точки, принимаемой за начало местной прямоугольной системы координат; R - средний радиус Земли в случае представления её сферой. В силу локальности задачи погрешности,

обусловленные представлением Земли сферой будут несущественными.

Рассматривая задачу «судно - судно» для каждой пары судов на акватории, приведём следующие уравнения движения судов:

$$x_1(t) = x_1(t_1^0) + V_1 \cdot \sin(K_1)(t - t_1^0); y_1(t) = y_1(t_1^0) + V_1 \cdot \sin(K_1)(t - t_1^0)$$

$$x_2(t) = x_2(t_2^0) + V_2 \cdot \sin(K_2)(t - t_2^0); y_2(t) = y_2(t_2^0) + V_2 \cdot \sin(K_2)(t - t_2^0)$$

где V_1, K_1, V_2, K_2 - соответственно скорости и курсы первого и второго судна; $x_1(t), y_1(t), x_2(t), y_2(t)$ - координаты судов в момент времени t ; t_1^0, t_2^0 - моменты времени, соответствующие возрасту данных каждого судна, так что $t_i^0 = \text{TIME}_i - \text{AGE}_i$.

При таких представлениях расстояние между судами в момент времени t составляет:

$$r(t) = \sqrt{((x_1(t) - x_2(t))^2 + (y_1(t) - y_2(t))^2)}$$

Решая уравнение вида $\frac{dr(t)}{dt} = 0$ относительно переменной t , получим момент времени кратчайшего сближения судов t_{CPA} , соответствующую ему величину $r_{CPA} = r(t_{CPA})$, а так же координаты судов:

$$x_1(t_{CPA}), y_1(t_{CPA}), x_2(t_{CPA}), y_2(t_{CPA})$$

Величина r_{CPA} , сопоставленная с геометрическими размерами судов, характеризует степень опасности ситуации в момент кратчайшего сближения, координаты судов и величина t_{CPA} - место и предполагаемое время её возникновения. Обработывая такие наборы данных о движении судов такого вида за большой период времени можно получить представление о локализации точек кратчайшего сближения, соответствующих «опасным» значениям - r_{CPA} , а так же о частоте опасных сближений.

Данные о состоянии судов в момент кратчайшего сближения, получаемые описанным выше способом, характеризуются тем, что для каждой пары судов будем иметь различные наборы данных:

$$\{r_{CPA}, t_{CPA}, x_1(t_{CPA}), y_1(t_{CPA}), x_2(t_{CPA}), y_2(t_{CPA})\}, \quad (2)$$

которые получены на основе множества (1) при различных значениях TIME .

По данным (2) для каждого судна возможно построить диаграмму опасных и безопасных значений скорости и курса. Эта диаграмма строится следующим образом: описываем коллективное движение двух судов с координатами $x^{(1)}, x^{(2)}, y^{(1)}, y^{(2)}$ и скоростями $v_x^{(1)}, v_y^{(1)}$ и $v_x^{(2)}, v_y^{(2)}$ набором величин $s = (r_x, r_y, v_x, v_y)$ - вектором состояния коллективного движения двух судов, где $v_x = v_x^{(1)} - v_x^{(2)}, v_y = v_y^{(1)} - v_y^{(2)}$ - компоненты вектора относительной скорости

движения судов v , $r_x = x^{(2)} - x^{(1)}$, $r_y = y^{(2)} - y^{(1)}$ - компоненты вектора относительного положения судов r .

Основным условием безопасного движения является избегание опасного сближения судов, которое обеспечивается соблюдением зоны навигационной безопасности вокруг судна, называемой также «корабельным доменом». В данной работе корабельный домен является статическим, жёстко привязанным к судну с номером n и интерпретируется окружностью радиусом R_n . Совокупность величин r_x, r_y, v_x, v_y подтверждает потенциально опасное движение двух судов в случае выполнения нижеперечисленных условий: направление вектора скорости относительного движения судов такое, что вектор v находится внутри сектора, который определяется расстоянием между судами и размером корабельного домена (рис. 1); суда движутся равномерно и прямолинейно; время, которое осталось до максимального сближения судов, ниже допустимого.

Судно под номером 1 будем считать управляемым. При переходе от относительного движения судов к абсолютному в процессе определения потенциально опасного сближения, будем иметь множество значений вектора скорости первого (управляемого) судна $v^{(1)}$, которые соответствуют «опасным» значениям вектора относительной скорости движения судов v (область серого цвета в окружности на рис. 1).

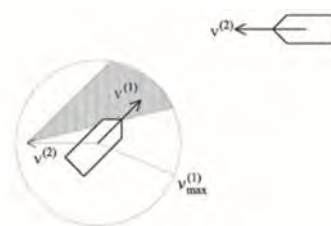


Рис. 1. Принцип построения диаграммы «скорость-курс»

Имея ретроспективные данные о движении судов, возможно описанным способом оценить характерные значения отношения опасных скоростей и курсов к безопасным в той или иной точке акватории. На рис. 2 и 3 показаны результаты расчётов в акватории Сангарского пролива и в районе порта Пусан. Красным цветом обозначены районы акватории с наибольшей степенью сложности принятия решений (более 80% курсов и скоростей являются опасными), зеленым – с наименьшей степенью (опасных курсов и скоростей до 50%), желтым – со средней (от 50-80% опасных курсов и скоростей).

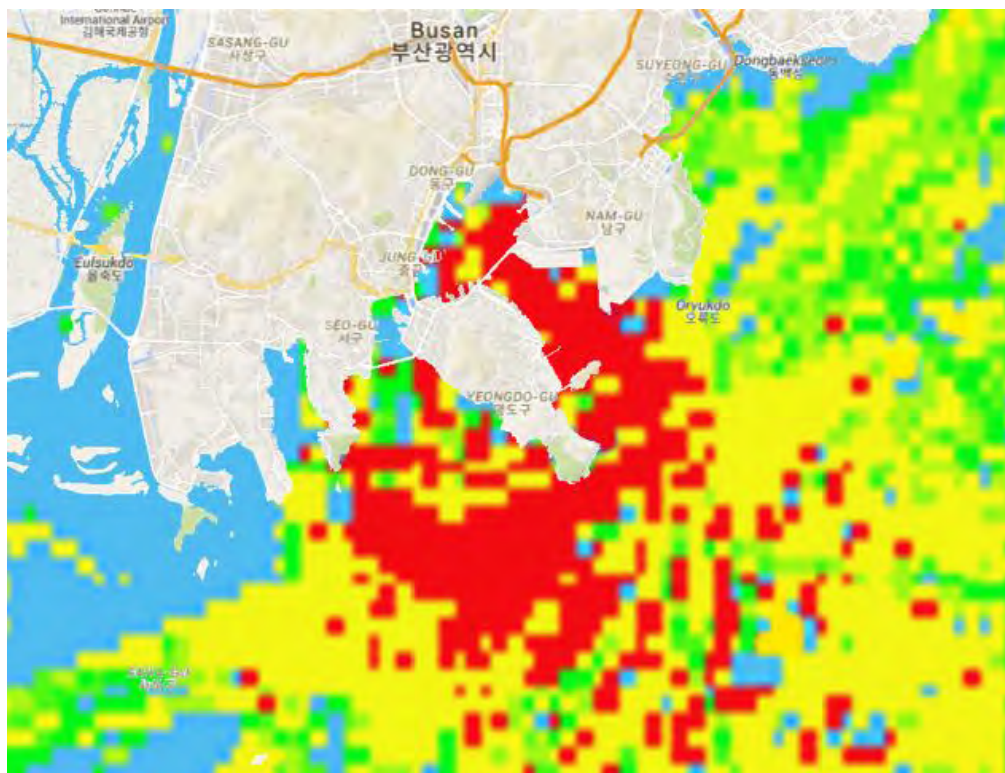


Рис. 2. Результаты расчётов в акватории, прилегающей к порту Пусан

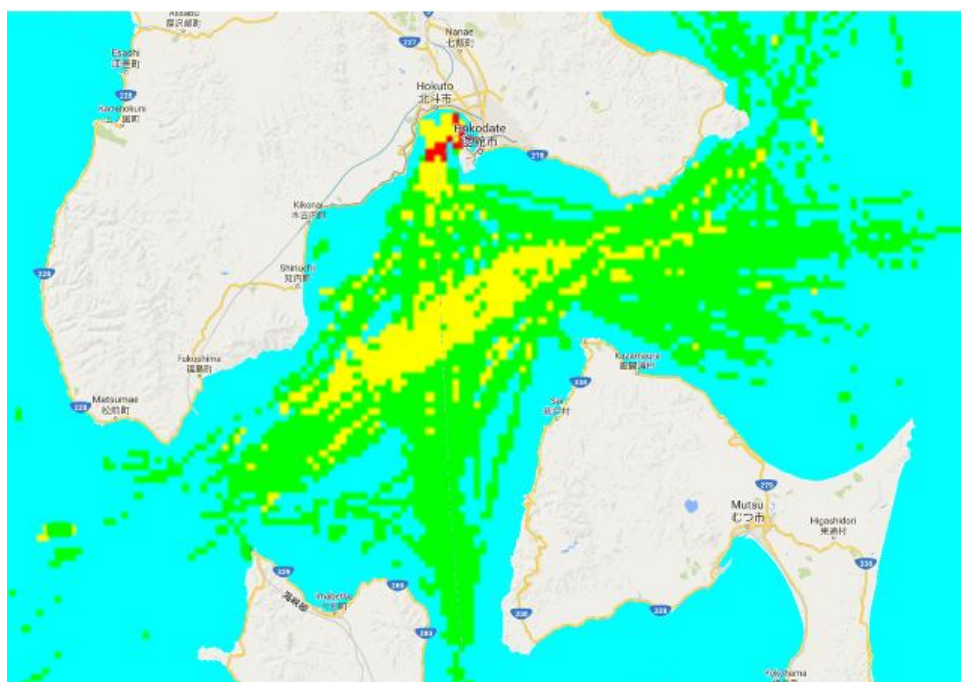


Рис. 3. Результаты расчётов в Сангарском проливе

Из рисунков 2 и 3 видно, что наиболее сложными для судоводителей, как и следовало предполагать, являются районы, прилегающие к морским портам (красные зоны рис. 2 и 3). Результаты расчетов в Сангарском проливе также показывают зону повышенной опасности участка с пересекающимися судопотоками «запад-восток» и «север-юг» (жёлтый участок в центре пролива).

Полученные результаты расчётов и моделирования позволяют сформировать адекватное представление о степени опасности движения на различных участках морских акваторий с учётом степени сложности принятия решений. Соотношение опасных и безопасных курсов и скоростей является удобной метрикой, позволяющей оценить эмоциональную нагрузку на судоводителя [4].

Список источников и литературы:

1. Международные правила предупреждения столкновений судов в море 1972 (МППСС- 72). — М.: РКонсульт, 2004. — 80 с.
2. MarineTraffic [Электронный ресурс]. URL: <http://www.marinetraffic.com>
3. Гриняк В. М. Оценка опасности трафика морской акватории по данным автоматической идентификационной системы / В.М. Гриняк, А.С. Девятисильный, В.И. Люлько // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 4. — С. 681–690.
4. Гриняк В.М. Оценка и представление параметров безопасного движения судна / В.М. Гриняк, М.В. Трофимов, В.И. Люлько // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. — 2016. — № 4. — С. 51–61.

УДК 004.8:656.614.3(985)

ЭТАП РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С УЧЕТОМ СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПЛАВАНИЯ

Соболевская Е.Ю., Глушков С. В., Левченко Н. Г.

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

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

study_z@list.ru

gluskov@msun.ru

levchenko@msun.ru

Ключевые слова: морская логистика, Арктика, информационная система управления, нечеткая логика, нечеткая система Мамдани.

Аннотация: Сформированы таблицы основных термов для формирования правил базы знаний интеллектуальной информационной транспортно-логистической системы управления с учетом характеристик ледовых условий плавания в Арктической зоне России и субарктической зоне Дальнего Востока России на основе математического аппарата нечеткой логики. Проанализированы карты-схемы ледовой обстановки и сформирована таблица для формирования правил в системе нечеткого вывода Мамдани.

THE STAGE OF DEVELOPMENT OF INTELLIGENT TRANSPORT AND LOGISTICS INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM TAKING INTO ACCOUNT THE HARD CLIMATIC OF NAVIGATION CONDITIONS

Sobolevskaya E.Yu., Glushkov S.V., Levchenko N.G.
Vladivostok State University of Economics and Service
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
study_z@list.ru
gluskov@msun.ru
levchenko@msun.ru

Keywords: sea logistics, Arctic, information management system, fuzzy logic, Mamdani fuzzy system

Abstract: The tables of the basic terms for the formation of the rules of the knowledge base of an intelligent information transport and logistics management system have been formed taking into account the characteristics of ice navigation conditions in the Arctic zone of Russia and the subarctic zone of the Russian Far East based on the mathematical apparatus of fuzzy logic. Maps of the ice situation have been and analyzed a table for the formation of rules in the Mamdani system of fuzzy inference has been formed.

Арктическая зона России и субарктическая зоны Дальнего Востока в данный момент времени является перспективным направлением развития, о чем свидетельствуют принятые государственные программы по развитию данного региона. Впервые очередь это связано с богатым природным шельфом, изменением климата в данном регионе, и, как следствие, интенсификация морских грузоперевозок.

Был проведен анализ существующих программных средств и информационных ресурсов в сфере организации морских грузоперевозок в данном регионе, который показал необходимость разработки внедрения искусственного интеллекта [1].

Основной подход в разработке интеллектуальной информационной транспортно-логистической системы управления основан на применении интеллектуальных технологий, таких как нейронные сети, математический аппарат нечеткой логики.

Выбор данных технологий обоснован тем, что большое количество показателей, участвующих и влияющих на процесс Арктической и субарктической грузоперевозки, имеют качественный, лингвистический или размытый характер. Также важным моментом в выборе технологий является необходимость обработки и использования накопленных знаний экспертов – специалистов в сфере судовождения и морских грузоперевозок [2].

Для того, чтобы описать навигационную обстановку района плавания в зависимости от времени года и возможных рисков безопасности, перевозки грузов в систему нечеткой логики, необходимо составить базу правил нечеткого вывода. База правил для нечеткого вывода формируется на основе знаний

экспертов в данной предметной области. Проанализировав «природу» входных переменных, был выбран нечеткий вывод Мамдани. Необходимо выделить основные классификационные факторы и их весовые коэффициенты. База знаний Мамдани задается нечеткими термами, поэтому требуется сформировать термы лингвистических переменных.

Основной целью повышения безопасности мореплавания и эффективности грузоперевозок в арктической и субарктической зоне Дальнего Востока России, является минимизация рисков доставки с учетом не нарушения графика и изменения стоимости.

Базовый компонент информационной транспортно-логистической системы управления — это блок нечеткого вывода для модуля расчета эффективности организации морских грузоперевозок в арктических условиях. При разработке данного модуля основной входной параметр – это вектор навигации, который включает:

- Торосистость
- Сплоченность льда
- Возраст льда
- Форма льда
- Сжатие
- Заснеженность

Данные параметры дадут возможность учитывать безопасность мореплавания в данном регионе при планировании маршрута следования.

При анализе данного региона плавания, были рассмотрены следующие документы: Закон о Северном морском пути; Приказ об утверждении правил плавания в акватории Северного морского пути; Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах; Атлас ледовых образований; Номенклатура морских льдов; Лоции морей [3-10].

Выделены ледовые классы судна в зависимости от периода навигации (таблица 1).

Таблица 1

Ледовые классы судна в зависимости от периода навигации.

Период навигации	Ледовый класс судна
летне-осенний	Ice 1
	Ice 2
	Ice 3
	Arc 4
	Arc 5
	Arc 6 - Arc 9
зимне-весенний	Arc 4
	Arc 5
	Arc 6 - Arc 9
	Icebreaker 6 - Icebreaker 8

В данной работе, для примера, маршрут будем включать в себя порты (Магадан, Петропавловск-Камчатский, Анадырь, Провидения, Певек) в разных вариациях, то есть в разной очередности и количестве посещений.

Периоды навигации в морском порту:

- Магадан и Петропавловск-Камчатский: круглогодичная;
- Анадырь: с 01.07. по 01.10;
- Провидения: с 01.06. по 01.12;
- Певек: с 03.07 по 25.10.

Воспользовавшись данными из лоции морей, обозначим самый протяженный маршрут с включением всех портов, рассчитаем расстояние в морских милях, так как оно потребуется в дальнейшем для расчета тарифа и времени в пути:

- Магадан – 722 морских миль
- Петропавловск-Камчатский – 1077 морских миль
- Анадырь – 253 морских миль
- Провидения – 744 морских миль – Певек
- Петропавловск-Камчатский – 1117 морских миль –

Провидения

Период навигации в морском порту также необходимо соотносить с ледовым классом судна. Для данного района плавания характерна особая ледовая обстановка, которую разделяют на легкую, среднюю и тяжелую. Зависит ледовая обстановка от возраста льда, торосистости, сплоченности льда и формы льда.

Проанализировав все вышеперечисленное, переходим к выявлению/выделению основных классификационных факторов и их весовых коэффициентов для перехода к нечеткому выводу Мамдани.

Выделим термы лингвистических переменных: «Период», «Торосистость», «Сплоченность льда», «Возраст льда», «Форма льда», «Сжатие», «Заснеженность», «Судно», «Маршрут». Для примера один из них приведен в таблице 2.

Таблица 2

Термы лингвистической переменной «Торосистость».

Диапазон значений	Характеристика терма	Обозначение терма
[0..1.25]	низкий	L Н
[1.25..2.5]	средний	М Н
[2.5..5]	высокий	Н Н

Проанализировав часть карт-схем ледовой обстановки (фрагмент представлен на рис.), составим таблицу для дальнейшего формирования правил в системе нечеткого вывода Мамдани (таблица 3).

Также при составлении правил с учетом выбранного ледового класса судна, зная расстояния между портами по выбранным маршрутам, скорость в узлах, используя таблицы времени и скорости, определим примерное время в пути, что в дальнейшем послужит для составления правил в системе нечеткого вывода Мамдани. Это позволит в дальнейшем обучить нечеткую нейронную систему.

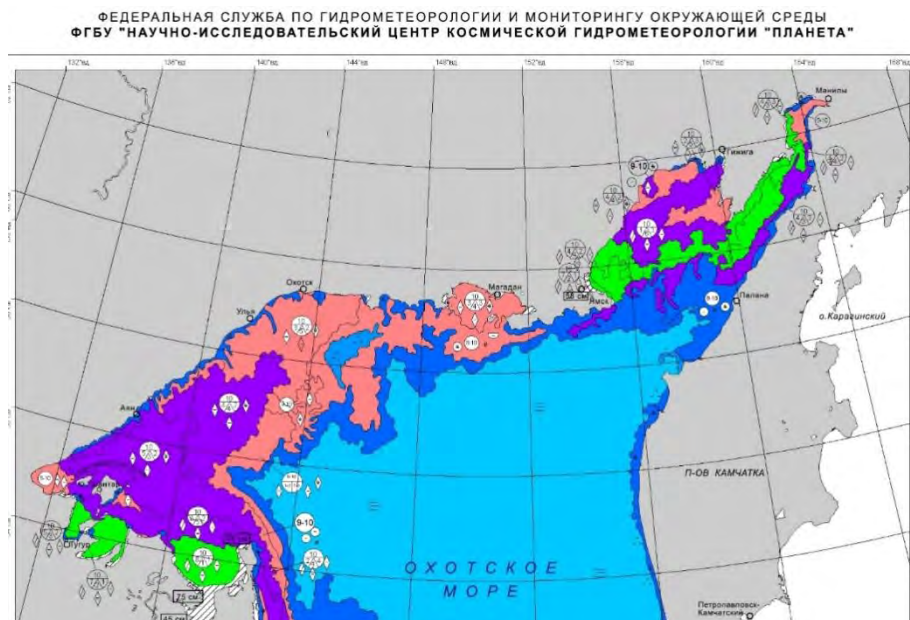


Рис. 1. Фрагмент карты-схемы ледовой обстановки Охотского моря

Таблица 3

Ледовая обстановка по маршрутам следования.

Маршрут	Порт	Период/Дата	Возраст льда	Торосистость	Сплоченность льда	Форма льда
2	Магадан	13-15/01/2019	Серый лед (10-15 см)	-	8-10	Мелкобитый лед 2 - 20 м
	Анадырь	8-10/01/2019	Тонкий лед (30-70 см)	-		100 - 500 м

Таким образом, в работе были составлены таблицы основных термов для формирования правил базы знаний с учетом характеристик ледовых условий плавания. При разработке системы нечеткого вывода для модуля расчета эффективности организации морских грузоперевозок в арктических условиях используются аналитические методы исследования, а также компьютерного моделирования и экспериментальные исследования. Следующий этап — это формирование базы правил для системы нечеткого вывода. База правил формируется на основе базы знаний, а она, в свою очередь, на знаниях экспертов

в данной области. После формирования базы правил осуществляется переход к этапу «Дефаззификация».

Список источников и литературы:

1. Development of intellectual system for managing the arctic and sub-arctic sea freight. Levchenko N.G., Sobolevskaya E.Yu., Glushkov S.V. Asia-Pacific Journal of Marine Science & Education. 2018. V. 8. №1. pp. 10-22.
2. Соболевская Е.Ю., Глушков С.В., Левченко Н.Г. Архитектура интеллектуальной системы организации арктических морских грузоперевозок // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. Научный журнал Выпуск №4(19) 2017. - [Электронный ресурс]. URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2017/10/Sobolevskaya_4_1_17.pdf – (дата обращения: 15.02.2019)
3. Таблицы морских расстояний. Управление начальника Гидрографической службы ВМФ, 1958. 225 с.
4. Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс). International code for ship operating in polar waters (Polar code). – СП.: АО «ЦНИИМФ», 2016. 232 с.
5. Бушуев А.В., Волков Н.А., Лошилов В.С. Атлас ледовых образований. Гл. упр. гидрометеорологической. службы при Совете Министров СССР. Арктики и Антарктики науч.-исслед. ин-т. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 139 с.
6. Номенклатура морских льдов условные обозначения для ледовых карт ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ Ленинград, 1974. 63 с.
7. Лоция Охотского моря. Выпуск 1. Южная часть моря Адм.№1406, 1984. 332 с.
8. Лоция Берингова моря. Часть 1. Адм.№1408, 1981. 586 с.
9. Таблицы морских расстояний. Том III. М., ЦРИА «Морфлот», 1981. 132 с.
10. Лоция Восточно-Сибирского моря. Адм. №1119. 1998. 352 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И АРКТИКИ

УДК 66.974.434

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОСТОЧНО- СИБИРСКОГО, ЛАПТЕВЫХ МОРЕЙ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Алаторцев А.В., Иванов М.В., Аксентов К.И.
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
alatortsev@poi.dvo.ru
Zer1909@mail.ru

Ключевые слова: ртуть, донные осадки, геоэкология, Арктика, Восточно-Сибирское море, море Лаптевых.

Аннотация: Изучено содержание ртути в донных осадках Восточно-Сибирского, Лаптевых, Чукотского морей и примыкающей части Северного Ледовитого океана. Установлена зависимость содержаний ее от гранулометрического состава осадков и редокс-условий придонных вод, что в общем виде проявляется как батиметрическая зональность распределения.

MERCURY CONTENT IN THE BOTTOM SEDIMENTS OF THE EAST SIBERIAN, LAPTEV SEAS AND THE ADJACENT PART OF THE ARCTIC OCEAN

Alatortsev A.V. Ivanov M.V. Aksentov K.I.
V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute
alatortsev@poi.dvo.ru
Zer1909@mail.ru

Keywords: mercury, bottom sediments, geochemistry, Arctic, East Siberian sea, Laptev sea.

Abstract: The mercury content in the bottom sediments of the East Siberian, Laptev, Chukchi seas and the adjacent part of the Arctic Ocean was studied. The dependence of its contents on the granulometric composition of sediments and redox conditions of bottom waters is established, which generally manifests itself as the bathymetric zonality of the distribution.

Определено содержание ртути в 35 поверхностных донных осадках, в 4 коротких колонках, полученных малтикорером, и в одной длинной колонке, полученных в 77 и 83 рейсах НИС Академик М.А.Лаврентьев (рис.1). Для определения ртути, использовался анализатор ртути Ра-915+ с пиролитической приставкой ПИРО-915. Нижний предел обнаружения – 0,5 нг/г. Погрешность

анализа составляла 2-3%. Стандартными образцами на ртуть служили СПДС-1,2,3. Внешний контроль ежегодно выполнялся в лаборатории фирмы-производителя (ООО Люмэкс, г. Санкт-Петербург). Статистические параметры распределения были определены с помощью программы GeoStat (версия 7.06).

Ртуть в донных осадках. В результате обработки данных было установлено, что в распределении ртути проявляется батиметрическая зональность. Район исследований характеризуется выборкой 35 проб поверхностных донных осадков (0-5 см), которые подразделяются на 2 группы: 1) до глубин 100 м ($n = 31$) и 2) интервале глубин 1000-2400 м ($n = 4$). Содержания ртути для данного района варьирует от 3 до 50 мкг/кг, при среднем и медианном содержании 27 и 29 мкг/кг соответственно. За фоновое содержание принято значение медианы, что хорошо согласуется с ранее определенным фоном, который составляет 28 мкг/кг для донных осадков Чукотского моря и прилегающей части Северного Ледовитого океана. [Иванов, 2014]. Для колонки LN77-36 (рис. 4), длина которой составляет 3.7м, содержание ртути варьирует от 29 до 53 мкг/кг, при медианном значении 38мкг/кг. Отслеживается так же четкий тренд, увеличивающийся с глубиной колонки.

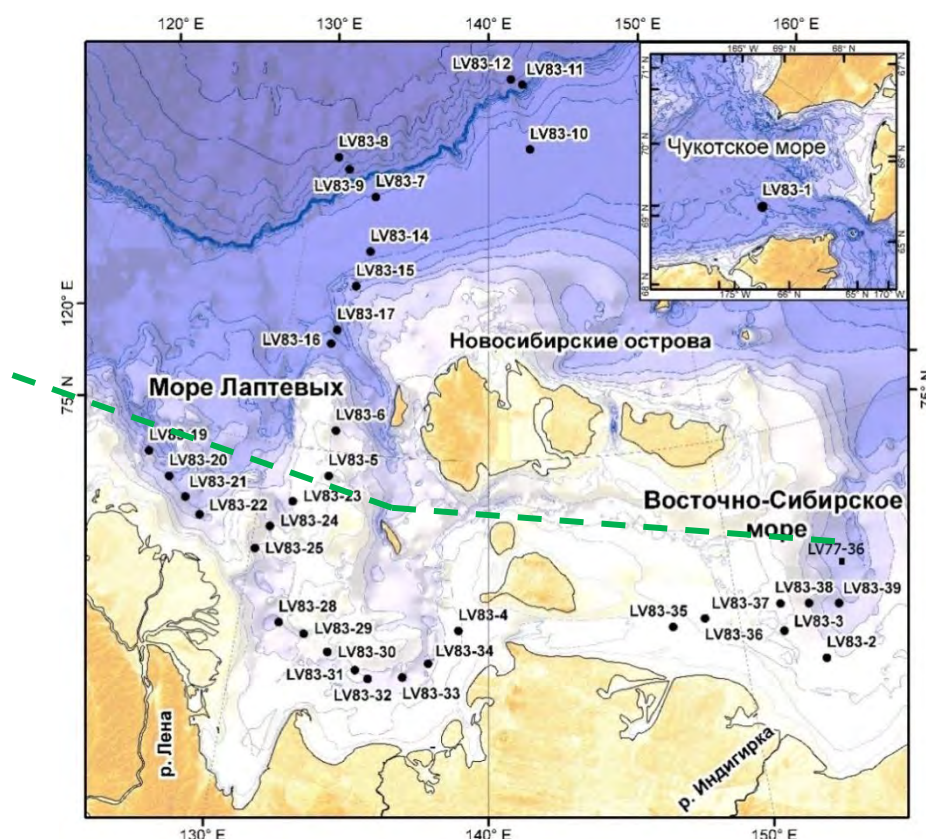


Рис.1. Карта станций. Зеленой штриховой линией показана трасса Северного морского пути.

Основным фактором, определяющим изменчивость содержания ртути в донных осадках, является наличие окисленных или восстановленных осадков. Превышение над фоном в 2 раза характерно для глубоководной части (глубина 1000-2400 м) района (рис.2), где распространены окисленные осадки. В мелководной части (0-50 м) море Лаптевых, где распространены

восстановленные осадки различного состава, содержания ртути значительно меньше, однако также прослеживается влияние р. Лены. Необходимо учитывать, что поступление терригенного органического вещества в море определяется продуктами термической и волновой абразии материала берегового ледового комплекса. В пробах поверхностных донных осадках, отобранных в устье р. Лены в 2008-2009 гг., были получены аналогичные содержания ртути [Иванов, 2011].

Подобная картина распределения ртути в поверхностных донных осадках характерна для других районов Арктики с природными источниками её поступления. В центральной части Северного Ледовитого океана, где распространены окисленные осадки содержания ее, составляют 80-100 мкг/кг, в поверхностных осадках прибрежной части моря Бофорта составляют – 20-100 мкг/кг, прибрежной части Восточно-Сибирского и моря Лаптевых – 20-40 мкг/кг, в районе устья крупных рек около 60-80 мкг/кг [Экологический атлас Арктики. 2000].

Таблица 1.

Содержания ртути (мкг/кг) в поверхностных донных осадках арктических и дальневосточных морей.

Объект	Количество проб	Hg, ср.	Фон	Пределы вариаций фона	Аномально высокие содержания	Источник
Чукотское море и прилегающая часть Северного Ледовитого океана	263	36	26	7-92	146	Иванов, 2014
Котловина Дерюгина Охотского моря	51	61	29	6-197	371	Иванов 2014
Амурский залив Японского моря	119	50	13	12-198	550	Иванов 2018
Восточно-Сибирское, Лаптевых морей	35	27	28	3-50	-	Нашидан ные 2018
Карское море	-	28	-	-	-	Федоров 2018
Море Бофорта	-	-	-	17-74	-	Федоров 2018

При анализе распределения ртути в малтикорерах донных осадков можно отметить, что в глубоководной части оно характеризуется весьма большой изменчивостью по вертикали, что связано с чередованием в разрезе окисленных и восстановленных осадков, накапливавшихся, соответственно, в периоды потепления и похолодания.

Содержания ртути в малтикоре LV83-8-3, отобранных в глубоководном районе составляют от 25 до 51 мкг/кг (рис. 3). В малтикорерах LV83-1-2 и LV83-

17-3, расположенных на шельфе (рис. 3), содержания ртути значительно меньше, около 25 мкг/кг.

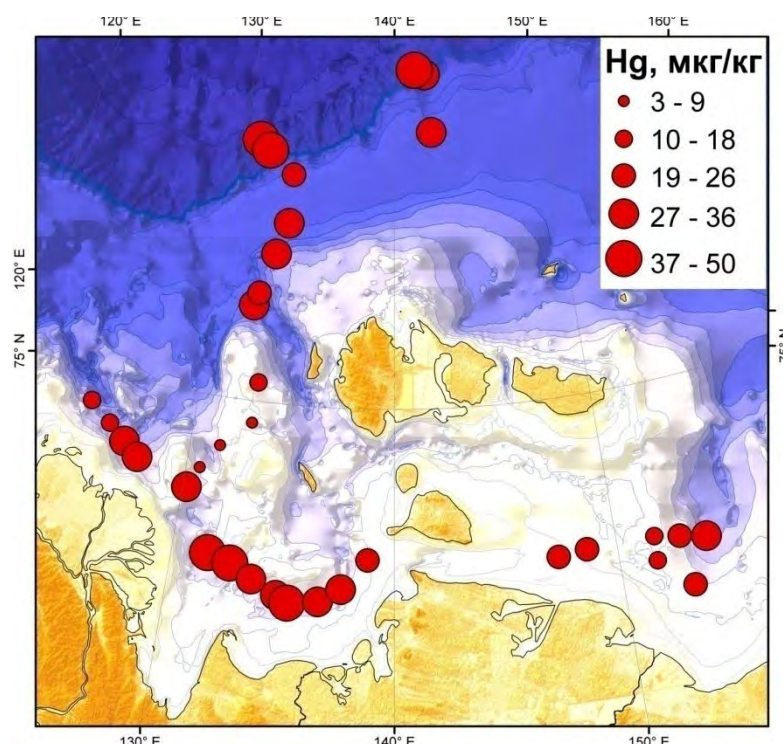


Рис.2. Распределение ртути в поверхностных донных осадках.

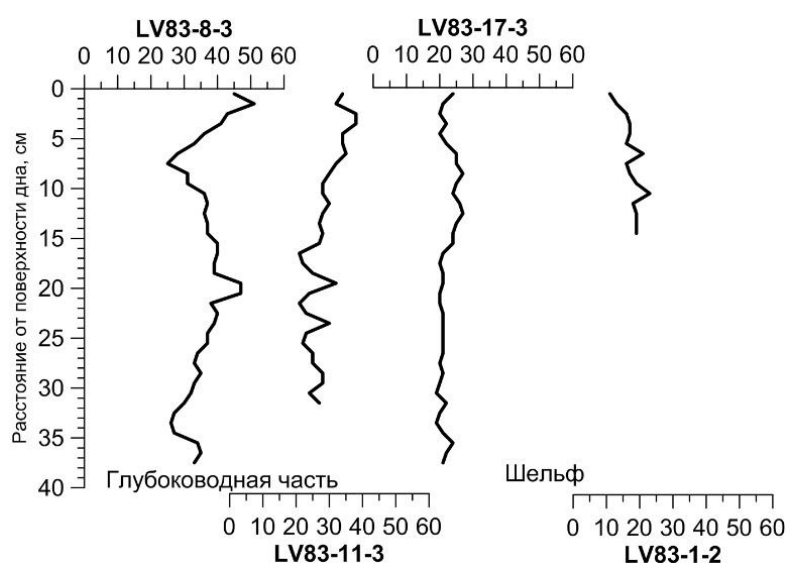


Рис. 3. Содержание ртути (мкг/кг) в некоторых малтикорерах.

Результаты исследований показали, что основным фактором, определяющим изменчивость содержаний ртути в поверхностных донных осадках и кернах исследуемого района, являются условия накопления осадков – окислительные или восстановительные. В связи с этим проявлено существенное различие в содержаниях между глубоководными и шельфовыми осадками (рис. 3). Так же, как и для других морей Арктики содержания ртути зависит от гранулометрического состава донных осадков.

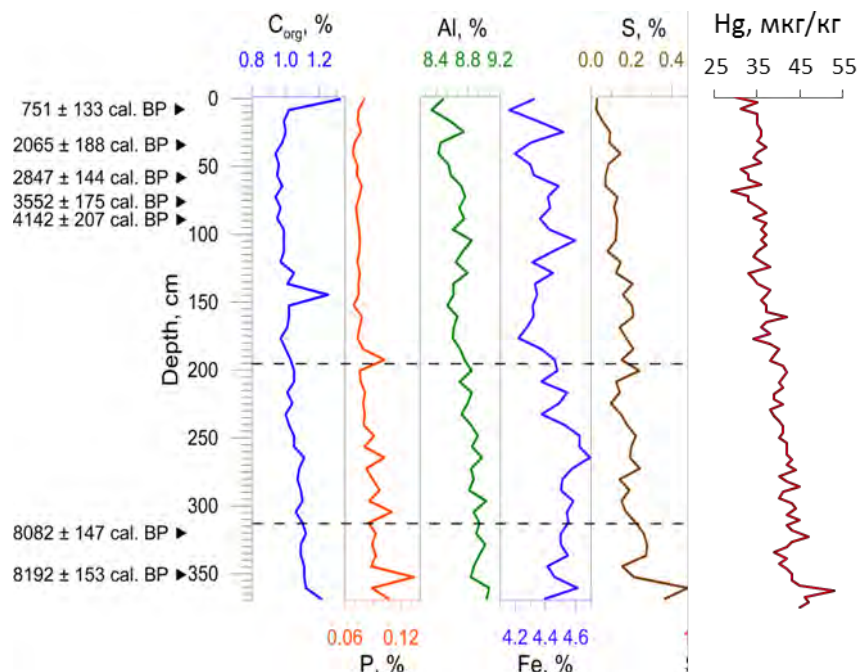


Рис. 4. Вариации химического состава, радиоуглеродные датировки (лет) (по Astakhov et al., in print) и содержания ртути в колонке LV77-36

Антропогенное загрязнение осадков ртутью нами не отмечено, но нельзя исключать, что какая-то её часть, поступающая с речными водами р. Лены и накапливающаяся в мелководной части моря Лаптевых, может иметь антропогенное происхождение. Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-05-60104.

Список источников и литературы:

1. Иванов М.В. Ртуть в донных осадках окраинных морей северо-восточной Азии // Тихоокеанская геология, 2014, №4, с. 63-74.
2. Экологический атлас Арктики. [Электронный ресурс]. URL: 2000. <http://www.arctic.noaa.gov/aro/atlas/>
3. Иванов М.В. Ртуть в поверхностных донных осадках моря Лаптевых. //Строение литосферы и геодинамики: Материалы XXIV Всероссийской молодежной конференции. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2011. с. 95- 96.
4. Yury A. Fedorov, Asya E. Ovsepyan, Alina A. Zimovets Et al., //Mercury Distribution in Bottom Sediments of the White Sea and the Rivers of Its Basin //Sedimentation Processes in the White Sea. 2018, pp 207-240.
5. Astakhov A.S., Sattarova V.V., Shi X.-F., Hu L.-M., Aksentov K.I., Kolesnik O.N., Vasilenko Yu.P., Alatorcev A.V. //Rare earths elements in the bottom sediments of East Siberian and Chukchi Seas. Polar Science. in print.

СИСТЕМА ОЧИСТКИ БАЛЛАСТНЫХ ВОД

Белогор Р.А.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
rombelogor@gmail.com

Ключевые слова: способы очистки балласта, MARPOL, конвенция по управлению балластными водами, предотвращение загрязнения вод.

Аннотация: В данной статье рассмотрена проблема миграции балластных вод и ее влияние на окружающую среду, а также устройство и принцип действия установки BSKYBWMC для очистки балластных вод, показаны плюсы и минусы данного агрегата.

BALLAST WATER CLEANING SYSTEM.

Belogor R.A.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
rombelogor@gmail.com

Keywords: the ballast water cleaning methods, MARPOL, ballast water management convention, water pollution prevention.

Abstract: This article is devoted to the problem of ballast water migration was reviewed and its impact on the environment, also BSKY BWMC plant design and principle of operation for ballast water cleaning was reviewed. The plus and mines of this plant have been reviewed.

Ни для кого не является открытием, что большая часть поверхности нашей планеты занята океаном. Огромные неизведанные просторы и глубины, уникальная флора и фауна.

Казалось бы, океан огромное единое целое, но не все так просто. Например, все замечали, что море в разных местах имеет различную окраску. Например, в Карибском море вода голубая, в Северном – темно-синяя, в Атлантическом океане – зеленоватая. Зависит данный фактор от ряда причин, таких как глубина моря, наличие в воде мелкодисперсных примесей, положения солнца и количества микроорганизмов

Перевоз грузов морским транспортом предусматривает наличие в балластных танках большого количества забортной воды. Само собой разумеется, что в воде могут содержаться различные живые организмы – бактерии, водоросли и т.д. которые могут проникнуть через трубопроводы и арматуру. Кроме того, в балластных водах могут содержаться различные вредные бактерии. Сброс балластных вод, принятых в другой точке земного шара, может нанести ущерб местной фауне и стать причиной возникновения заболеваний.

И конечно же есть примеры этих случаев. В 1990-2000х североамериканский гребневик (*Mnemiopsis leidyi*) попавший вместе с судовыми балластными водами из восточного побережья Америки в Черное, Азовское и Каспийское моря. Этот вид истощает зоопланктон; нарушил пищевую цепочку и функции экосистемы. Этот вид значительно повлиял на катастрофическое падение промысла в Азовском, Черном и Каспийском морях

Амурская морская звезда (*Asterias amurensis*) попала в балластной воде из северной части Тихого океана в южную Австралию. Морской организм воспроизводится в большом количестве, быстро достигая критического порога в оккупированных средах. Этот вид привел к значительным экономическим потерям, поскольку питается моллюсками, в том числе коммерчески ценными видами гребешка, устрицы и моллюсков.

Возрастающие объемы морских грузоперевозок и рост числа судов только обостряют эту проблему. Эту проблему сложно увидеть невооруженным взглядом. Если разлив нефтепродуктов легко заметить и ликвидировать, то влияние чужеродных морских микроорганизмов сложно отследить без специальных исследований. Такие микроорганизмы могут значительно нарушить баланс и привести к вымиранию местных видов флоры и фауны. Это происходит, потому что, занесенные микроорганизмы, в большинстве случаев, не имеют «противников», следовательно, они быстро размножаются и угнетают местные формы жизни. Самое сложное в этой ситуации то, что следствие такого выброса практически невозможно устранить.

В связи с активным освоением арктического шельфа данная зона также оказывается в опасности. В погоне за углеводородами, которых в данном регионе значительное количество, увеличивается число судов, а значит местные обитатели (ламинария, моллюски, которые могут быть использованы в пищевой промышленности) могут быть уничтожены. Поэтому крайне важно в погоне за нефтью и газом не нанести ущерб экологии.

Как было указано ранее увеличение скорости и акватории работы морских судов приводит к более частой смене балласта. Что ведет к увеличению шанса загрязнения вод.

Мировой океан является объектом пристальной охраны и наблюдения. Для предотвращения и контроля над загрязнением вод международной морской организацией ИМО (*International Maritime Organization*) принята конвенция МАРПОЛ (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*). Для осознания масштабности проекта стоит отметить, что ИМО является специализированным учреждением ООН, служит аппаратом для сотрудничества и обмена информацией по техническим вопросам, связанным с международным торговым судоходством. Основная задача организации обеспечению безопасности на море и предотвращению загрязнения с судов окружающей среды.

ИМО занимается проблемой судовых балластных судов с 1980-х годов, когда государства-члены организации, испытывающие особые проблемы, обратились в Комитет ИМО по защите морской среды (MEPC). Конечно же,

проблема с миграцией балласта не осталась без внимания организации ИМО и с 8 сентября 2017 года вступает в силу Международная конвенция по балластным водам (Ballast Water Management Convention). Ранее вступление Конвенции в силу было перенесено на год в связи с тем, что не был набран необходимый для ее ратификации процент подписантов (34,56% при необходимых 35%). Кроме того, страны-члены ИМО все это время пытались прийти к консенсусу по вопросам норм и сроков переоборудования судов. Конвенция затрагивает все морские суда, способные брать балласт. Она требует, чтобы все суда вместимостью более 400 рег. Тонн иметь международный сертификат по управлению балластными водами International Ballast Water Management Certificate (IBWMC). Требования конвенции не распространяются на суда, не спроектированные для использования водяного балласта, суда, которые используют один и тот же балласт без его сброса.

В соответствии с Конвенцией все торговые суда обязаны контролировать сброс и обмен балластных вод. Для этого суда необходимо оборудовать системами для очистки балластных вод путем удаления, обезвреживания, предотвращения поступления или сброса морских организмов и патогенов в балластных водах и осадках. С целью реализации требований Конвенции были разработаны два стандарта. Стандарт D-1 означает, что судно будет осуществлять обмен балластных вод в открытом море, на расстоянии не менее 200 морских миль от берега и на глубине не менее 200 м. Стандарт D-2 определяет максимальное количество жизнеспособных организмов, которые могут содержаться в балластных водах.

Суда, которые строятся, в настоящее время должны будут соответствовать стандарту D-2. Этот стандарт подразумевает оборудование по очистке балластных вод. Такие установки могут включать технологии с использованием фильтрации, УФ излучения или электрохлорирования. Системы очистки, которые используют активные вещества для очистки балластной воды, должны пройти строгую процедуру утверждения и быть проверены ИМО.

После третьего курса обучения практику я проходил на контейнеровозе “SEATRADEORANGE”судоходной компании Seatrade Groningen. Поскольку судно 2016 года постройки, на нем установлена система по очистке балластных вод.

Установка фирмы BSKYBWMS, которая состоит из трех ступеней очистки: центробежного сепаратора для удаления тяжелых частиц, ультразвукового фильтра, ультрафиолетового модуля. Производительность системы 350 м³/ч. *Первая ступень – «гидроциклон».* Гидроциклон используется для сепарации частиц, находящихся в жидкости, эффект основан на разнице плотностей. За счет центробежной силы частицы отводятся к периферии. Эта ступень удаляет из воды осадок и органику.

Вторая ступень – ультразвуковой фильтр. Особые преимущества ультразвукового фильтра – колебания, позволяет получить высокую скорость и качество очистки частиц без ручной работы и ущерба компонентов. Бактерицидный эффект от высокой частоты ультразвуковых волн достигается кавитацией, повышенным давлением и как следствие нагрева, образования свободных радикалов с помощью звуколюминесценции.

Третья ступень – ультрафиолетовый модуль. На этой стадии происходит физическая дезинфекция, как противоположная форма хлору и другим химикатам.

Все это позволяет сделать вывод, что проблема балластных вод может быть эффективно решена. На новых судах с момента постройки. На старых же судах требуется установка дорогостоящего оборудования и время на его установку.

В рамках судов, которые посещают Арктику, а это танкера серии Panamax, мощность балластных насосов уже около 1500 м³/ч, а значит мощность и энергопотребление модулей будет значительно выше (примерно 170 кВт). В рамках мощности судовых энергоустановок это незначительная величина. Основные расходы это конечно же закупка и установка данных установок, стоимость установки с вышеуказанными степенями очистки 1,2 млн. \$. (около 80 млн. рублей). И разумеется увеличенные затраты на перевозку грузов в конечном итоге пойдут в виде увеличения стоимости грузоперевозок и роста цен на углеводороды.

И, конечно, стоит помнить, чистая и безопасная окружающая среда — это процесс, а не результат.

Список источников и литература:

1. Ballast water management convention от 8 сентября 2017 года. (Принята резолюцией ИМО в 2004 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx>
2. Википедия. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: <https://en.wikipedia.org>
3. Горбонос В.А. Проблемы загрязнения морской среды сбросами балласта и методы очистки балластных вод [Текст] / В. Горбонос // Вологодские чтения. – 2010. – С. 164-165
4. Морской бизнес - электрон. журн. 2014. [Электронный ресурс]. URL: <http://mbsz.ru/>

ГИБРИДНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ БУКСИРА ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО МОРСКИЕ ОБЪЕКТЫ ШЕЛЬФА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И АРКТИКИ

Соболенко А.Н., Кича Г.П.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
sobolenko_a@mail.ru

Ключевые слова: судовая энергетическая установка, природный газ, гибридная.

Аннотация: рассмотрены строящиеся гибридные энергетические установки судов с газовым и электрическим питанием. Предложена гибридная энергетическая установка для буксира, включающая в себя два главных дизель-генератора, преобразователи тока, блок аккумуляторов, гребные электромоторы постоянного тока. Главные дизели двухтопливные – работают как на жидком топливе, так и на природном газе.

THE HYBRID PROPULSION FOR TUG SERVICING THE FAR EASTERN AND ARCTIC MARINE OFFSHORE

Sobolenko A.N., Kicha G.P.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
sobolenko_a@mail.ru

Keywords: ship power plant, natural gas, hybrid

Abstract: ship power installations using Gas Mode and Electric Mode are considered. The hybrid power installation for tug is proposed. It consists of two main diesel generators, current transformers, battery pack, and constant current electric motor for screw. Main engines are dual fuel. They can use as liquid fuel, so natural gas.

При освоении арктического шельфа и Северного Ледовитого океана огромное внимание должно быть уделено экологической безопасности СЭУ. В этой связи предпочтительнее использование топлива, которое не производит загрязнений в окружающую среду, как в атмосферу, так и в льяльные воды. Таким топливом по нашему мнению является природный газ, который не только экологически чище жидкого топлива, но и многократно дешевле жидкого топлива.

В данном докладе предлагается рассмотреть проект энергетической установки судна для обслуживания морских объектов шельфа.

Выбирая главные двигатели для пропульсивной установки, следует учитывать рабочий диапазон режимов работы с таким расчетом, чтобы их наилучшая экономичность была в диапазоне наибольших мощностей. Также учитываются их габариты и масса, что особенно важно для буксиров. В этой

связи целесообразно использование на данных судах средне- и высокооборотных дизелей в качестве главных двигателей.

Для буксиров характерным является длительная работа на переменных режимах. Энергетическая установка должна работать на газомоторном топливе. Но при этом следует иметь в виду, что фирмы изготовители двухтопливных двигателей рекомендуют при нагрузке менее 80 % переходить на жидкое дизельное топливо. Газомоторное топливо можно использовать исключительно при нагрузке выше 80 %. Для буксира такое ограничение неприемлемо. Какой же здесь выход ?

Первый выход – это использовать двигатели автотракторного типа, для которых имеются разработанные системы топливоподачи жидкого топлива и газа, с быстрым переходом из одного вида топлива на другой. Но что мы в таком случае выиграем? Наше судно в этом случае будет работать в основном на дизельном топливе и в редких случаях на газомоторном.

Второй выход – это переход на гибридную СЭУ. В этом случае двигатель будет работать в режиме постоянной нагрузки на аккумулятор, а расход энергии для движения судна будет происходить от аккумулятора на электромоторы.

В этом направлении работает ряд компаний при проектировании и изготовлении рыболовецких судов будущего.

Норвежская компания Liafjord инвестирует в новое судно. К настоящему времени представлены первые эскизы новых судов серии Libas. Два гибрида уже строятся, а третий находится на подходе.

Libas станет первым в мире рыболовецким судном, оборудованным газовым и аккумуляторным энергопитанием, на его борту будет установлен резервуар для сжиженного природного газа (СПГ) объемом 350 куб. м, сообщает Морской журнал Salt Ship Design.

Судно-ярусолов ледового класса с гибридной энергетической установкой (ЭУ) строится в норвежском городе Олесунн. Благодаря использованию гибридной технологии судно сэкономит несколько десятков тонн дизельного топлива в год. Это приводит к мощному сокращению выбросов парниковых газов. Аккумулятор, который будет на борту судна, работающего в Атлантике, будет в первую очередь снабжать главный двигатель, так что он может работать на более выгодных частотах вращения. В дополнение к батарейному блоку на судне предусмотрена система утилизации теплоты.

Компания Reiarlaget Lie Group в Мичигане (США) недавно заключила контракт на судно с гибридным энергопитанием с использованием сжиженного природного газа и электричества.

Использование СПГ с электричеством позволяет осуществить большой шаг в направлении снижения воздействия выбросов на климат. Выбросы окислов азота NOx сокращаются на 90 процентов, а выбросы углекислого газа CO₂, создающего парниковый эффект, – на 20 процентов.

Энергетическая установка с гибридным энергопитанием включает в себя один или несколько дизель-генераторов, и источник или ряд источников электрической энергии, например, аккумуляторные батареи [1].

Железникелевые аккумуляторные батареи (АБ) и свинцово-кислотные АБ обладают наименьшей стоимостью.

Для подзарядки АБ целесообразно установить на судне солнечные элементы в составе гибридной энергетической установки.

Успешное применение гибридных энергоустановок на наземных транспортных средствах - автомобилях типа ToyotaHarrier, LexusGS 450h, ToyotaPrius, HondaCivic, ToyotaAlphard и ряд других показывают целесообразность испытания подобных агрегатов на морских прибрежных малотоннажных судах, работающих с частыми маневренными режимами. Применение гибридной энергетической установки позволяет уменьшить потребление горюче-смазочных материалов, сократить вредные выбросы в атмосферу, улучшить условия работы теплового двигателя.

Для малотоннажного судна гибридная ЭУ имеет ограничение по массе, поэтому источник должен обладать наибольшей удельной энергией и в то же время его мощности должно хватать для пиковых нагрузок на валу гребного электродвигателя. В вышеупомянутых автомобилях применяются литий-ионные (Li-Ion) и никель-маталл-гидридные (NiMH) аккумуляторы. Плотность энергии первого типа батарей составляет 60-80 Вт·ч/кг, второго – 100. Электроход с аккумуляторной батареей массой 500 кг может обеспечить работу малотоннажного судна водоизмещением 300 тонн в течение суток без подзарядки.

Железникелевые аккумуляторные и свинцово-кислотные и батареи являются одними из самых дешёвых источников питания электрическим током с плотностью энергии порядка 30 Вт·ч/кг. Преимуществом щёлочных аккумуляторов типа ТНЖК по сравнению со свинцовыми является низкая зависимость ёмкости от режима разряда. Поэтому запас судна-электрохода с таким аккумулятором будет больше, чем в случае применения других АБ с такой же ёмкостью. По сравнению с кислотными АБ щёлочные АБ требуют менее тщательного ухода, не подвержены сульфатации, обладают повышенной взрыво- и пожаробезопасностью, большей механической прочностью, не боятся ударов, вибрации, хорошо выдерживают короткие замыкания.

Таким образом, можно сделать заключение следующее. Использование гибридных энергоустановок на малотоннажных судах возможно и целесообразно.

С точки зрения наименьшей цены следует использовать свинцово-кислотные или железоникелевые АБ. При использовании гибридной дизель-аккумуляторной установки для подзарядки АБ целесообразно установить на судне кроме дизель-генераторов также солнечные элементы.

Для предлагаемого проекта буксира водоизмещением 300 тонн можно принять главную гибридную дизель-электрическую установку с двумя дизель-генераторами с дизелями 12ГЖЧ15/18 производства ОАО «Барнаултрансмаш» г. Барнаул мощностью по 330 кВт каждый. Дизели выпускаются для работы на газомоторном топливе [2]. Выходная мощность каждого дизель-генератора будет по 300 кВт.

В качестве гребного электродвигателя принимаем электродвигатель постоянного тока. Для преобразования переменного тока в постоянный, принимаем к установке специальные преобразователи.

Гибкая схема позволяет суммировать энергию, вырабатываемую ГД и ВДГ на ГРЩ с целью увеличения скорости судна, либо замещать ВДГ главным дизель-генератором с целью энергосбережения.

Принимаем к установке никель-железные щелочные аккумуляторные батареи 36ТНЖК-1000 по ГОСТ 22492–77 в количестве 10 штук, соединённых последовательно. Это позволяет получить выходное напряжение порядка 400 В. Такие батареи выпускаются для безрельсового транспорта. Удельная энергия аккумуляторов серии ТНЖК составляет $31 \div 36$ Вт·ч/кг, ресурс 7 000 ч 10 аккумуляторов будут весить 660 кг и занимать объём $0,6 \text{ м}^3$.

Аккумуляторные батареи устанавливаем в специальном помещении вне машинного отделения. Помещение выполнено из несгораемых материалов. Вход в аккумуляторное помещение должен осуществляться через тамбур.

Температура аккумуляторного помещения на уровне расположения аккумуляторов не должна быть ниже $+15^\circ\text{C}$. Отопление и вентиляция осуществляются специальным калориферным устройством, располагаемым вне аккумуляторного помещения и подающего тёплый воздух в вентиляционный канал.

Аккумуляторные батареи должны иметь проходы для обслуживания шириной не менее 1 м при двустороннем расположении аккумуляторов и не менее 0,8 м при одностороннем расположении. Расстояние между стенами и сосудами должно быть не менее 150 мм.

В качестве гребного электродвигателя принимаем сверхкомпактные тяговые электродвигатели постоянного тока ТЭД 18-300 мощностью по 330 кВт [3]. Масса ТЭД 18-300 не более 80 кг. Он является доработкой тягового электродвигателя для проекта автомобиля на топливных элементах «Лада АНТЭЛ-2».

Конструктивно ТЭД 18-300 состоит из трёх частей: корпуса, сверхлёгкого ротора, который крепится на валу в подшипниковых опорах и статорного модуля, который крепится к корпусу. Внутри статорного модуля располагаются обмотки, магнитопроводы и датчик положения ротора. Обмотки имеют непосредственное жидкостное охлаждение трансформаторным маслом. Для ограничения величины силового напряжения обмотки ТЭД 18-80 выполнены шестифазными.

Принципиальная схема гибридной энергетической установки для буксирного судна приведена на рисунке.

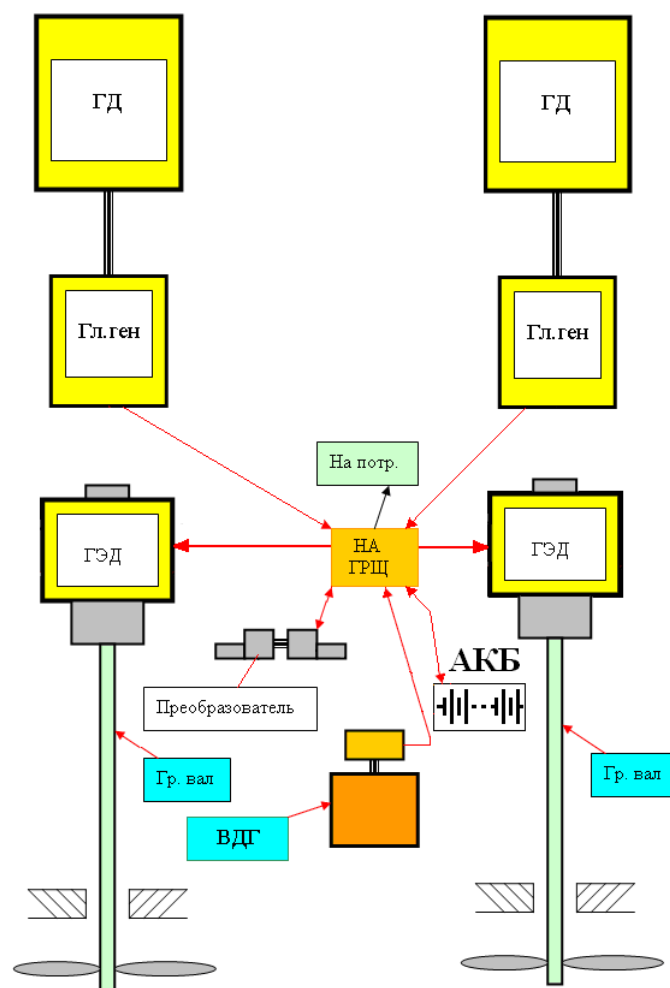


Рис. Принципиальная схема распределения электроэнергии энергетической установки проектируемого судна

Коммерческими фирмами в России отработана технология перевода автомобильных двигателей на природный газ. Имеется много коммерческих предложений по переводу двигателей со стоимостью в пределах 100 тыс. рублей. Российскими заводами уже выпускаются двухтопливные дизели небольшой мощности вполне пригодные для установки на небольших судах. В этой связи проект энергетической установки работающей на двойном топливе для буксира представляется весьма актуальным.

Список источников и литературы:

1. Вережкин В.Ф., Миханович В.В. Возможности использования комбинированных энергоустановок на малотоннажных судах. Проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. № 1, 2009, с. 259-262.
2. Able Observer [Электронный ресурс]. URL: <http://www/rosavtodiesel.ru>.
3. Центр исследований силовых и энергетических установок. Корабельная силовая установка. [Электронный ресурс]. URL: http://nild/narod/ru/gibrid_korabel.html.

**ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ И ПРОГНОЗИРУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ
В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ**

Адамюк Е.В, Дыда А.А.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Adamyuk@msun.ru

Ключевые слова: оптимизация, ТАУ, MPC, прогнозирующие модели.

Аннотация: Статья посвящена оптимизационному и MPC подходу в ТАУ. В ней рассмотрены теоретические аспекты оптимизации, рассмотрена задача оптимального управления и ее связь с прогнозирующими моделями.

**APPLICATION OF THE MODEL PREDICTIVE CONTROL,
OPTIMIZATION IN THE PROBLEM OF CONTROL OF THE VESSEL**

Adamyuk E.V, Dyda A.A.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
Adamyuk@msun.ru

Keywords: optimization, MPC, control automatic theory, model predictive control.

Abstract: The article is devoted to the optimization and MPC approach in automatic control theory. It discusses the theoretical aspects of optimization, considers the problem of optimal control and its connection with predictive models.

Существует множество математических моделей используемых для решения задач управления судном. В частности, с точки зрения теории автоматического управления можно рассмотреть линейные и нелинейные модели, непрерывные и дискретные модели ит.д. Используя оптимизационный подход можно рассмотреть эти же самые модели с использованием различного математического аппарата.

Оптимизация – крайне желательный аспект нашей жизни. Нам нравится работать и использовать наше время оптимальным образом, оптимально использовать ресурсы и так далее. Объектом оптимизации может быть все, что угодно. Его (объект) можно рассматривать по-разному. В зависимости от подхода (определение управляющих сигналов, которые заставят процесс (объект) удовлетворять некоторым физическим ограничениям, и в то же время находить экстремум (максимизировать или минимизировать) выбранный критерий производительности (индекс производительности или функция стоимости) алгебраического или геометрического, числа выходов (одного или

нескольких), характера сигналов (детерминированных или стохастических) и стадии (один или несколько), используемых в оптимизации.

В оптимизации для синтеза моделей используется критерий, объединяющий требования к модели. В случае, если мы говорим о модели движения судна, это могут быть, например, требования к ограничениям на переключку руля и т.д.

Целью синтеза такой модели может являться корректировка движения судна, стабилизация показателей работы систем, предупреждение сбоя работы систем и устройств, и так далее.

Оптимизационная модель довольно популярна и часто используется для синтеза сложных процессов. Кроме того, она неоднократно синтезирована и использована в широчайшем спектре устройств.

В результате синтеза такой модели можно получить устройство, которое корректирует работу рулевой машины таким образом, что курс будет оптимальным, траектория – минимальна.

Рассмотрим простейшую модель движения судна. Пусть функция φ задает курс. При этом $\varphi(0)$ – начальный курс (постоянная величина), $\varphi(N)$ – в T -й момент времени, $\varphi(D)$ – желаемый курс, δ – угловое положение руля, $\delta(i)$ – в i -й момент времени.

Рассмотрим варианты решения задачи об оптимизации. Решение задачи об оптимизации в канонической форме будет сводиться к поиску критерия J :

$$J = \frac{1}{2}[\varphi_d - \varphi_N]^2 + \sum_{i=0}^{N-1} \delta^2(i) \quad (1)$$

Прежде чем обратиться к решению, рассмотрим разностную модель процесса и попробуем его дискретизировать, чтобы свести аналитические рассуждения к уже известным методам решения задачи.

Рассмотрим скорость ω как производную от φ и дискретизируем модель:

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{\varphi(i+1) - \varphi(i)}{\Delta t} \approx \omega(i) \quad (2)$$

$$\frac{\omega(i+1) - \omega(i)}{\Delta t} = -\frac{1}{T} \omega(i) + \frac{K}{T} \delta(i) \quad (3)$$

$$\frac{\omega(i+1) - \omega(i)}{\Delta t} = -\frac{1}{T} \omega(i) + \frac{K}{T} \delta(i) \quad (4)$$

Определим функции, по которой можно рассчитать курс φ и скорость ω :

$$\varphi(i+1) = \varphi(i) + \Delta t * \omega(i)$$

$$\omega(i+1) = \omega(i) + \Delta t \left(-\frac{1}{T} \omega(i) \right) + \frac{K}{T} \delta(i) \quad (5)$$

Минимизируя φ ($\varphi \rightarrow \min$), можно получить значение $\varphi(D)$ и таким образом решить задачу оптимизации.

Рассмотрим дискретную модель до 3 шага. При этом определим, что $\varphi(0)$, $\omega(0)$ – начальные условия, N – известное дискретное количество шагов, определяющее горизонт прогноза, T – постоянная времени.

$$\varphi(1) = \varphi(0) + \Delta t * \omega(0)$$

$$\omega(1) = a * \omega(0) + b * \delta(0), \text{ где } a \text{ и } b \text{ – постоянные коэффициенты}$$

$$\varphi(2) = \varphi(1) + \Delta t * \omega(1) = (\varphi(0) + \Delta t * \omega(0)) + \Delta t(a * \omega(0) + b * \delta(0))$$

$$\omega(2) = a * \omega(1) + b * \delta(1) = a * (a * \omega(0) + b * \delta(0)) + b * \delta(1) \quad (6)$$

$$\varphi(3) = \varphi(2) + \Delta t * \omega(2) = (\varphi(0) + \Delta t * \omega(0)) + \Delta t(a * \omega(0) + b * \delta(0)) + \\ + \Delta t * (a * (a * \omega(0) + b * \delta(0)) + b * \delta(1))$$

$$\omega(3) = a * \omega(2) + b * \delta(2) = a * (a * (a * \omega(0) + b * \delta(0)) + b * \delta(1)) + b * \delta(2)$$

Установим целевую функцию:

$$F = \frac{1}{2}(\varphi(N) - \varphi_d^2 + \frac{1}{2} + \delta(2)^2) \quad (7)$$

Метод неопределенных множителей Лагранжа позволит найти экстремум этой функции, и таким образом, решить задачу оптимизации.

Кроме разностной модели, можно рассмотреть матричную:

$$x(i) = \begin{pmatrix} \varphi(i) \\ \omega(i) \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \varphi(i+1) \\ \omega(i+1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \Delta t \\ 0 & 1 - \frac{\Delta t}{T} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \varphi(i) \\ \omega(i) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \Delta t * b \end{pmatrix} * \delta(i) \quad (8)$$

$$x(i+1) = A * x(i) + B * \delta(i)$$

Далее – можно реализовать задачу через матричные выражения.

Можно рассмотреть задачу оптимизации движения судна и в среде Matlab Simulink.

На подготовительном этапе можно построить такую простейшую разомкнутую схему:

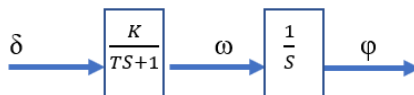


Рис. 1. Разомкнутая схема

На рисунке 1 та же самая модель представлена комбинацией двух элементов – P_i -регулятора (P_i –пропорционального интегрального) и интегратора. Данная модель является линейной. Она неустойчива.

Усложним модель. Добавим отрицательную обратную связь, еще один Pi -регулятор и посмотрим на характеристики работы модели на осциллографе (Рис.2):

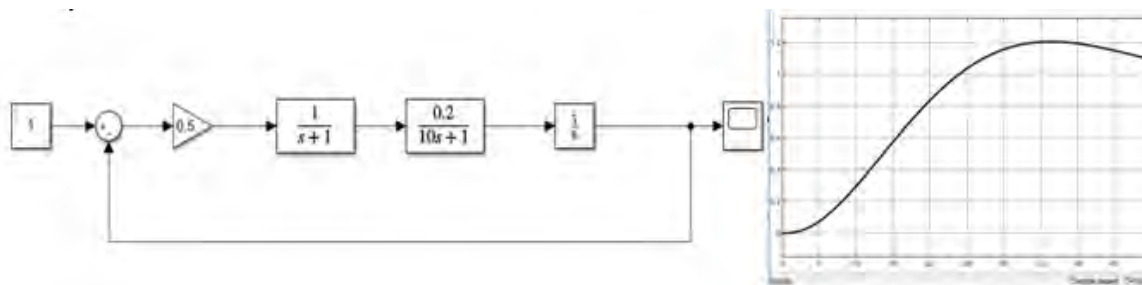


Рис. 2. Усложненная модель и показания осциллографа

На показаниях осциллографа видно, что в интервале 50 секунд модель по-прежнему не достигла устойчивости при данных коэффициентах Pi -регуляторов.

Изменим модель. Уберем интегратор, а усилитель перенесем в обратную связь.

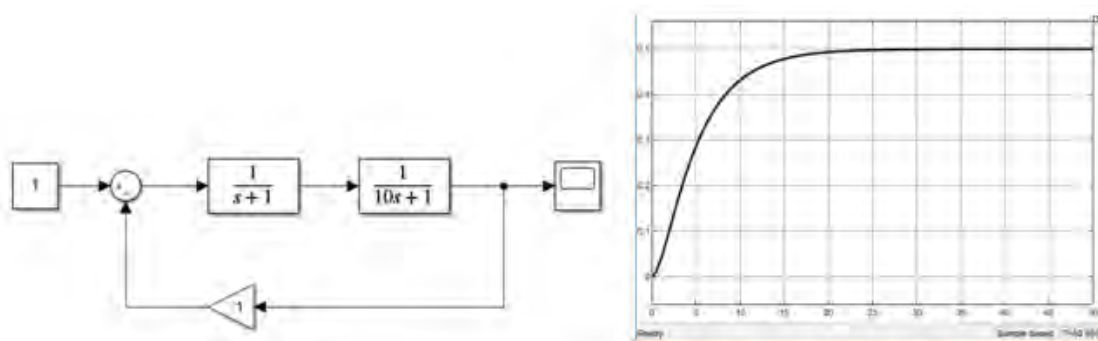


Рис. 3. Измененная модель и показания осциллографа

На показаниях осциллографа видно, что с 25 секунды модель достигает состояния устойчивости. Путем изменения показателей Pi -регуляторов можно уменьшить промежуток времени, который требуется системе, чтобы достичь устойчивого состояния.

В современной теории автоматического управления есть направление, которое изучает оптимизационные модели с обратной связью, причем в аспекте наиболее успешного и многократного применения оптимизации различного рода задачам, в том числе к синтезу модели движения. Этот аспект позволяет управлять сложными структурированными объектами, в том числе нелинейными, оптимизировать процессы в режиме реального времени, учитывая переменные разной степени влияния, неопределенности в возмущениях и объектах. Направление называется прогнозирующим управлением. В иностранной литературе используется термин MPC – Model Predictive Control.

В формате данной модели оптимизация – всего лишь часть прогноза. Сущность МРС-подхода составляет следующая схема управления динамическими объектами по принципу обратной связи:

- Создается математическая модель объекта с определенными переменными, находящаяся в п. При определенном управлении выполняется интегрирование уравнений этой модели, что позволяет получить горизонт прогноза (как будет двигаться объект).

- Реализуется оптимизация программного управления, целью которого служит приближение регулируемых переменных прогнозирующей модели к соответствующим задающим сигналам на горизонте прогноза. Оптимизация осуществляется с учётом всего комплекса ограничений, наложенных на управляющие и регулируемые переменные.

- На шаге вычислений, составляющем фиксированную малую часть горизонта прогноза, реализуется найденное оптимальное управление и осуществляется измерение (или восстановление по измеренным переменным) фактического состояния объекта на конец шага.

- Горизонт прогноза сдвигается на шаг вперед, и повторяются пункты 1 - 3 данной последовательности действий.

Приведенная схема может быть объединена с предварительным проведением идентификации уравнений модели, используемой для выполнения прогноза (Рисунок 4).

Коррекция может в свою очередь определяться курсом, внешними возмущениями, состоянием устройства, условиями управления.

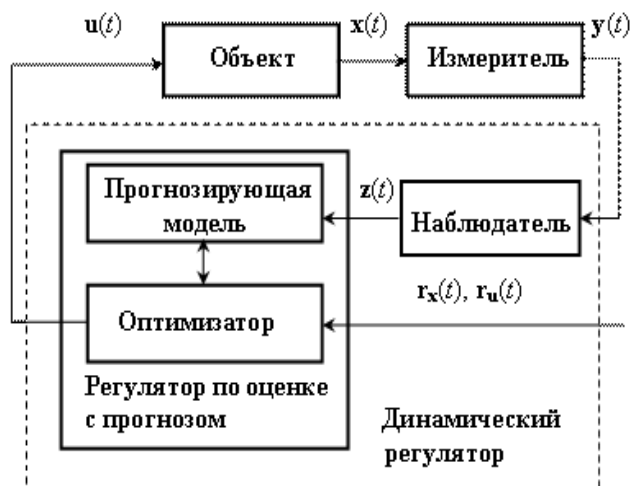


Рис. 4. Схема, объединенная с предварительным проведением идентификации уравнений модели

Усложнив оптимальную модель до прогнозирующей, добавив дополнительные элементы в обратную связь, можно достигнуть устойчивого состояния быстрее, а так же получить необходимые показатели переменных, соответствующих заданным критериям.

Оптимизация, как часть прогнозирующей модели, многократно повторяется в каждом такте времени. Это позволяет увеличить как число объектов модели, так и сферу задач, к которой можно их применить.

Вопрос исследования МРС моделей в управлении подвижными объектами развивается в направлении создания алгоритмов управления с предсказанием с различающимися целями для всевозможных классов подвижных объектов, включая различные типы объектов в водной среде.

В рамках работы в этом направлении авторами планируется усложнить модель, во-первых, добавлением новых переменных в систему, во-вторых, преобразованием оптимизационной модели в прогнозирующую.

Список источников и литературы:

1. Мирошник, И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы / И. В. Мирошник. – СПб: Питер, 2005. – 271 с.
2. Bishop R.H Modern control system analysis and Designn using Matlab. /Bishop R.H.// Austin. – 2015.. – P. 84.
3. EdoardoMosca. Optimal, Predictive, And Adaptive Control /Mosca E// Robotics & Automation. – 2009. — P. 425.
4. Model Predictive Control Toolbox User's Guide/The MathWorks, Inc// The MathWorks, Inc. – 1998. – p. 250
5. Optimal control theory/Donald E. Kirk/Prentice Hall. – 2004. – p. -472

УДК 621.313.3.013

ТОКИ АБСОРБЦИИ В ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК СУДОВЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Борисов С.И.

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

borisovS@msun.ru

Ключевые слова: ток абсорбции, диагностика, изоляция, асинхронный двигатель.

Аннотация: Рассматривается расчет токов абсорбции в изоляции обмоток асинхронных двигателей по электрической схеме замещения

ABSORPTION CURRENTS IN THE INSULATION OF WINDINGS OF SHIP INDUCTION MOTORS

Borisov S.I.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy

borisovS@msun.ru

Keywords: absorption current, diagnostics, isolation, asynchronous motor

Abstract: The calculation of absorption currents in the insulation of the windings of asynchronous motors is considered according to the electrical equivalent circuit

Абсорбционный метод определения качества изоляции основан на анализе абсорбционных характеристик тока заряда или разряда при постоянном напряжении, характеризующих процесс междуслойной поляризации [1-3]. Процессы междуслойной поляризации связаны с изменениями структуры изоляции.

Электрическая схема замещения изоляции асинхронного двигателя для анализа токов абсорбции должна быть с максимальным количеством слоев пазовой изоляции и лобовой изоляции для того, чтобы выполнялись все допущения при расчетах. Выбираем схему замещения с тремя слоями пазовой изоляции и двумя слоями лобовой изоляции, что характерно для судовых асинхронных двигателей типов АМ, АМЛ, АМШ, МАП, МАФ

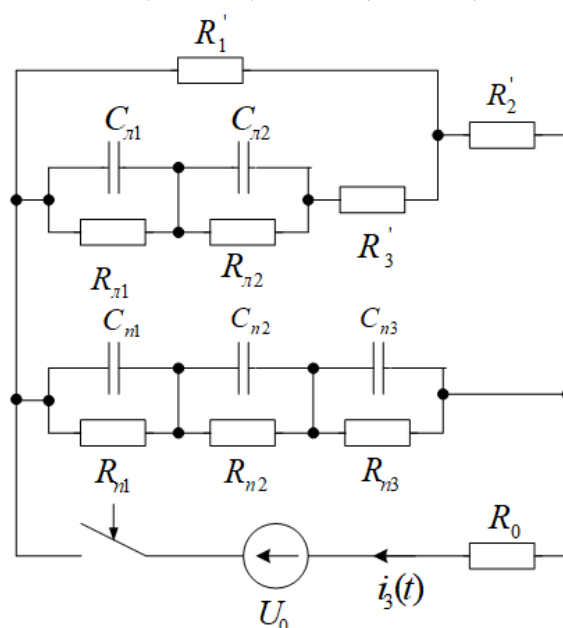


Рис. 1. Схема замещения изоляции асинхронного двигателя

На рис.1 обозначено:

$R_{лk}$ - объемное сопротивление k слоя лобовой изоляции;

$R_{пk}$ - объемное сопротивление k слоя пазовой изоляции;

R_1', R_2', R_3' - эквивалентные сопротивления, учитывающие сопротивления изоляции клемного плато, выводного провода и других участков обмотки;

R_0 - внутреннее сопротивление источника постоянного напряжения U_0 , которым можно пренебречь;

$C_{лk}, C_{пk}$ - емкость k слоя лобовой и пазовой изоляции.

Ток объемной сквозной проводимости пазовой изоляции определяется:

$$I_n(0) = \frac{U_0}{\sum_{k=1}^3 R_{пk}} \quad (1)$$

Ток сквозной проводимости лобовой изоляции равен:

$$I(0) = U_0 / ((R_{12} \sum_{k=1}^3 R_k + R_{123}) / (\sum_{k=1}^2 R_k + R_{13})), \quad (2)$$

где

$$R_{12} = R_1 + R_2; R_{13} = R_1 + R_3; R_{123} = R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3$$

Свободная составляющая тока заряда, обусловленная процессами межслоевой поляризации пазовой изоляции, определяется:

$$i_{св.п} = \sum_{j=1}^2 (U_0 / (\sum_{k=1}^3 (R_{nk} T_{nk} \tau_j / (\tau_j - T_{nk})^2))) e^{-\frac{t}{\tau_j}} \quad (3)$$

Для определения τ_j необходимо решить уравнение:

$$\sum_{k=1}^3 \frac{R_{nk}}{\tau_j - T_{nk}} = 0 \quad (4)$$

где

$$T_{nk} = R_{nk} C_{nk}$$

Свободная составляющая, обусловленная процессом заряда геометрической емкости лобовой изоляции и процессами её межслоевой поляризации:

$$i_{св.л} = \sum_{s=1}^2 (U_0 / ((\frac{R_{12}}{R_1})^2 \sum_{k=1}^2 (R_{лк} T_{лк} \tau_s / (\tau_s - T_{лк})^2))) e^{-\frac{t}{\tau_s}} \quad (5)$$

Для определения τ_s необходимо решить уравнение:

$$\sum_{k=1}^2 \frac{R_{лк} \tau_s}{\tau_s - T_{лк}} = -\frac{R_{123}}{R_{12}}, \quad (6)$$

где $T_{лк} = R_{лк} C_{лк}$

Зарядный ток можно представить в виде:

$$i_3(t) = I_n(0) + I_l(0) + i_{св.п}(t) \quad (7)$$

Производная зарядного тока абсорбции равна:

$$i_3(t) = -\frac{1}{\tau_j} \sum_{j=1}^2 \frac{U_0}{\sum_{k=1}^3 \frac{R_{nk} T_{nk} \tau_j}{(\tau_j - T_{nk})^2}} e^{-\frac{t}{\tau_j}} - \frac{1}{\tau_s} \sum_{s=1}^2 \frac{U_0}{(\frac{R_{12}}{R_1})^2 \sum_{k=1}^2 \frac{R_{jk} T_{jk} \tau_s}{(\tau_s - T_{jk})^2}} e^{-\frac{t}{\tau_s}} \quad (8)$$

Сопротивление изоляции при постоянном напряжении определяется:

$$R(t) = U_0 / i_3(t) \quad (9)$$

Зависимости тока абсорбции $i_3(t)$, сопротивления изоляции $R(t)$ и производной тока $i_3'(t)$ могут быть использованы для оценки состояния изоляции [1-3].

Список источников и литературы:

1. Белоногов В.П., Гуменюк В.М., Тенёткин Ю.П. Методы оценки степени старения изоляции судовых электрических машин. Судовая электротехника и связь, вып. 27, 1980
2. Володин Н.М. Определение годности изоляции методом поляризации. Челябинск, 1959
3. Казарновский Д.М., Тареев Б.М. Испытание электроизоляционных материалов. М., Госэнергоиздат, 1963

УДК 519.872.6

МЕТОД НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КУРСОМ СУДНА, НА ОСНОВЕ ЭТАЛОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Чинчукова Е.П.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Chinchukova_lena@mail.ru

Ключевые слова: эталонная динамика, адаптивная настройка, движение судна по курсу, параметры регулятора.

Аннотация: В статье представлен метод настройки параметров регулятора системы управления движением судна по курсу. Достижение эталонной динамики системы, на примере системы управления курсом судна, позволяет настроить параметры системы управления. Это возможно после идентификации параметров объекта управления (судна). Модель системы настройки, представленный в работе, подтверждает работоспособность метода.

THE METHOD OF PARAMETERS DESIGN FOR SHIP COURSE CONTROL SYSTEM BASED REFERENCES MODEL

Chinchukova E.P.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
Chinchukova_lena@mail.ru

Keywords: the reference dynamics, adaptive tuning, ship course, the parameters of the regulator.

Abstract: The approach to regulator parameter design for ship course control system is proposed in the paper. It is supposed that dynamics ship control system should satisfy a desirable referents aquarist. It makes possible to determine regulator parameter after ship parameter identification. Examples to illustrate the approach a given in the paper.

Судно, как объект управления обладает достаточно сложной [3, 5, 7], нелинейной динамикой, для практических целей, в общем случае, часто используют линеаризованные модели Номото первого и второго порядка и подобные им. Для настройки регулятора (авторулевого) системы управления, в частности, курсом судна, первостепенное значение имеет знание параметров управляемости судна. Процедура их определения – идентификация может быть выполнена различными методами [2, 4, 6, 8]. После выполнения идентификации следующим шагом является настройка параметров регулятора. В теории и практике систем автоматического управления известны подходы к настройке регуляторов, обеспечивающих желаемое качество процессов управления [1]. Ниже рассматривается задача синтеза параметров регулятора, обеспечивающего оптимальное управление курсом судна.

Для настройки параметров регулятора системы управления движением судна по эталонной динамике необходимо, привести характеристическое уравнение системы к нормированной форме, например - Вышнеградского.

$$W = \frac{k}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + 1}, \quad (1)$$

Где W -передаточная функция системы, K -коэффициент, s -оператор дифференцирования $s = \frac{d}{dt}$, a_n - коэффициент при n -степени дифференцирования.

Переход к нормированной форме Вышнеградского осуществляется введением нормированного оператора q

$$q = \sqrt[n]{a_n} s \rightarrow s = \frac{q}{\sqrt[n]{a_n}} \quad (2)$$

После подстановки характеристический полином системы:

$$D(p) = q^n + b_{n-1} q^{n-1} + \dots + b_1 q + 1 \quad (4)$$

Параметры в нормированном уравнении должны соответствовать определенным численным значениям параметров уравнения, при которых достигается эталонная динамика системы.

Пример эталонной динамики – достижение технического или симметричного оптимума или переходный процесс минимальным временем.

Сочетание коэффициентов характеристического полинома, при которых система будет близка к техническому оптимуму для различных значений n , представлено в табл. 1.

Таблица 1.

Характеристические полиномы, соответствующие техническому оптимуму системы.

n	Характеристический полином
2	$q^2 + 1.41q + 1$
3	$q^3 + 2.06q^2 + 1.31q + 1$
4	$q^4 + 2.6q^3 + 3.8q^2 + 2.8q + 1$

Кроме технического оптимума, систему возможно настроить параметры регулятора для достижения минимального времени переходного процесса, для этого воспользуемся параметрами из таблицы 2.

Таблица 2.

Характеристические полиномы, соответствующие апериодическому переходному процессу с минимальным временем.

n	Характеристический полином
2	$q^2 + 2q + 1$
3	$q^3 + 3q^2 + 3q + 1$
4	$q^4 + 4q^3 + 6q^2 + 4q + 1$

Определим характеристическое уравнение для системы управления движением судна по курсу.

Пусть модель движения судна по курсу, описывается уравнением (Номото I порядка) [9, 10]:

$$\frac{K}{s(Ts+1)} \quad (5)$$

Так же в математической модели будем учитывать динамику рулевой машины:

$$\frac{K_p}{T_p s + 1} \quad (6)$$

Уравнение ПИД-регулятора:

$$\frac{K_d s^2 + K_p s + K_i}{s}$$

Приведем характеристическое уравнение системы (6) к нормированной форме Вышнеградского (4)

$$T_c T_p s^4 + (T_c + T_p) s^3 + (1 + K K_p K_d) s^2 + K K_p K_i s + K K_p K_i = 0 \quad (7)$$

$$s^4 + \frac{(T_c + T_p)}{K K_p K_i} \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}} s^3 + \frac{(1 + K K_p K_d)}{K K_p K_i} \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}} s^2 + \frac{K_i}{K_i} \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}} s + 1 = 0 \quad (8)$$

Введем замену - $q = s \sqrt{\frac{T_c T_p}{K K_p K_i}}$, и $s = q \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}}$. Далее определим, что коэффициенты характеристического уравнения четвертого порядка рассчитываются согласно формулам (2.24).

$$a_1 = \frac{(T_c + T_p)}{K K_p K_i} \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}}$$

$$a_2 = \frac{(1 + K K_p K_d)}{K K_p K_i} \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}} \quad (9)$$

$$a_3 = \frac{K_i}{K_i} \sqrt{\frac{K K_p K_i}{T_c T_p}}$$

Модель системы управления, реализованная в среде Matlab Simulink, с настроенными параметрами регулятора для обеспечения технического оптимума системы управления движением судна по курсу или для обеспечения минимального времени переходного процесса системы управления движением судна по курсу.

Результаты моделирования изображены на рисунках 3 – 5.

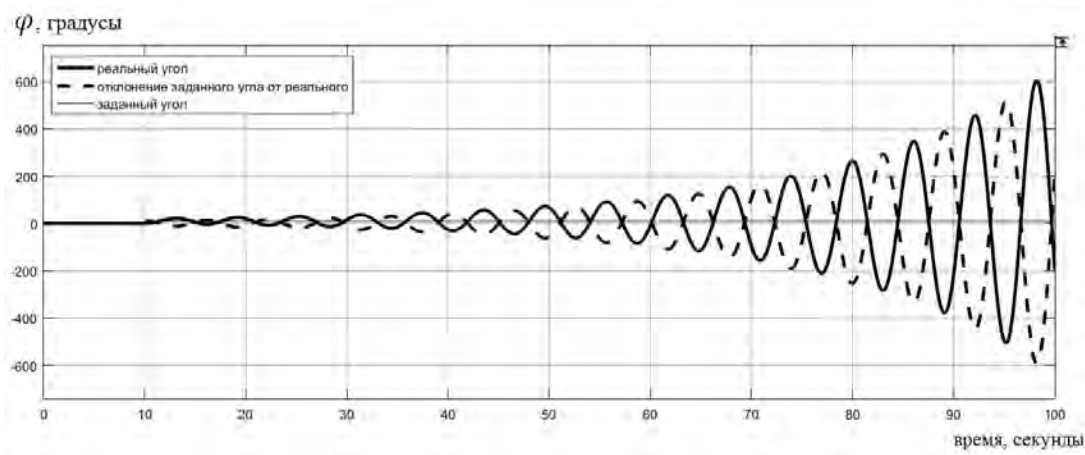


Рис. 3. Графики, отображающие работу системы управления движением судна по курсу, без настройки регулятора по техническому оптимуму.

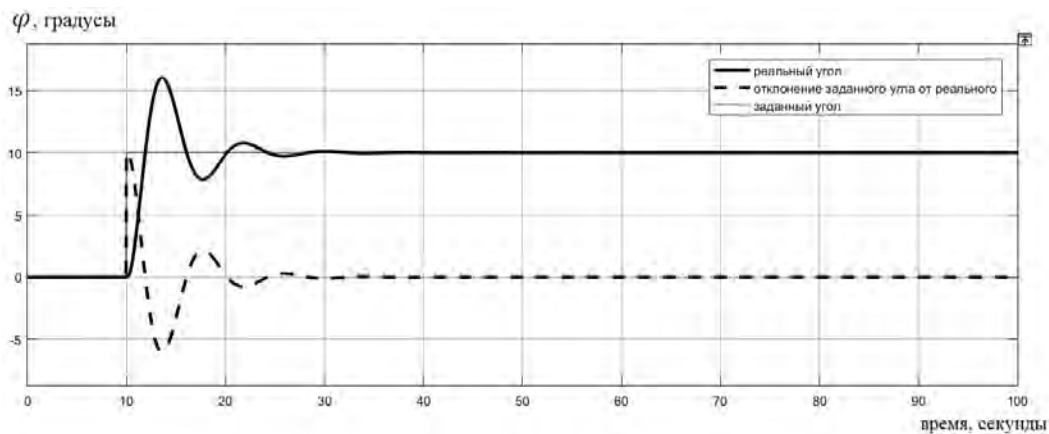


Рис. 4. Графики, отображающие работу системы управления движением судна по курсу, с настроенным регулятором по техническому оптимуму, при входном сигнале 10 градусов.

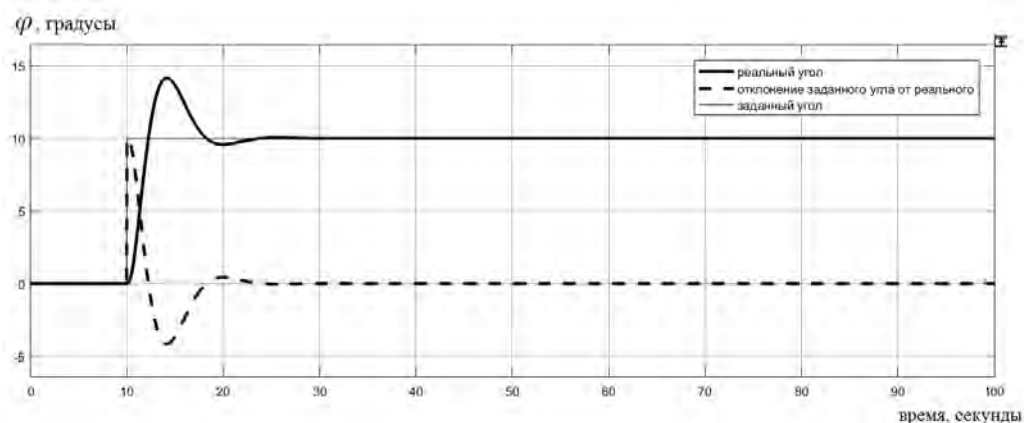


Рис. 5. Графики, отображающие работу системы управления движением судна по курсу, с настроенным регулятором с минимальным временем переходного процесса.

Как видно из рисунков 4 и 5 система управления движением судна по курсу с ПИД-регулятором, настроенным по техническому оптимуму и минимальному времени переходного процесса достаточно работоспособна.

Список источников и литературы:

1. Башарин А. В. Управление электроприводами: учебное пособие для вузов / А. В. Башарин, В. А. Новиков, Г. Г. Соколовский. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 392 с.
2. Дыда, А.А. Адаптивная идентификация параметров моделей судна на основе алгоритма скоростного градиента / А.А. Дыда, П.А. Дыда, Е.Б. Осокина, Д.А. Оськин // СПб: НИЦ Моринтех. – 2016. – №3 (33), Т.1. – С.250–257.
3. Дыда, А.А., Адаптивное и нейросетевое управления сложными динамическими объектами : Владивосток : Дальнаука, 2006. 149 с.
4. Дыда, А.А. Задача идентификации в проблеме управления беспилотным судном / Дыда, Е.П. Чинчукова, Осокина Е.Б. // В сборнике: Перспективы беспилотных технологий на водном транспорте Сборник докладов национальной научно-практической конференции. 2018. С. 17-22.
5. Лукомский, Ю. А. Управление морскими подвижными объектами : учебник / Ю. А. Лукомский, В. М. Корчанов. – СПб.: Элмор, 1996. – 320 с.
6. Осокина, Е.Б. Адаптивная идентификация параметров судна на основе простых моделей / Е.Б. Осокина, А.А. Дыда, Д.А. Оськин. // Вестник государственного

университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2015. – №2. – С.24-31.

7. Суевалов, Л.В. Справочник по расчетам судовых автоматических систем / Л.В. Суевалов. – Л.: Судостроение, 1989. – 408 с.

8. Dyda, A.A. Algorithms of ship parameters' identification via speed gradient method / Asia-pacific journal of marine science&education vol. 8, No. 1, 2018 A.A. Dyda, E.B. Osokina, E.P. ChinchukovaP. 4-9

9. Nomoto, K. On the Steering Quality of Ships / K. Nomoto, K. Taguchi, K. Honda and S. Hirano / Int. Shipbuilding Progress, – Vol. 4. – P. 354–370.

10. Nomoto, K. Simulators from the naval architects' point of view / K. Nomoto // Proceedings of MARSIM. – Southampton. – UK. – 1978. – P. 554-556.

УДК 519.872.6

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КУРСОМ СУДНА С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ НЕЛИНЕЙНОЙ РУЛЕВОЙ МАШИНЫ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА

Чинчукова Е.П.

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

Chinchukova_lena@mail.ru

Ключевые слова: адаптивное управление, курс судна, нелинейная рулевая машина, локальный критерий качества, моделирование.

Аннотация: В статье решается проблема адаптивной настройки параметров системы управления курсом судна. Алгоритмы адаптивной настройки основываются на методе скоростного градиента. Оптимизационный локальный критерий для настройки параметров выбран в квадратичной форме.

SHIP COURSE ADAPTIVE CONTROL SYSTEM WITH NON-LINEAR STEERING MACHINE DYNAMICS AND LOCAL QUALITY CRITERION

Chinchukova E.P.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy

Chinchukova_lena@mail.ru

Keywords: adaptive control, Ship course, non-linear steering machine, local quality criterion.

Abstract: The paper is devoted to the problem of adaptive regulated tuning for ship course control system. Adaptive algorithms are derived on the bases of speed gradients method. Local optimization criterion to design parameter tuning algorithms is chosen in the quadratic foam.

Качество систем управления курсом судна имеет большое значение для безопасности судоходства [2, 3, 5]. В традиционных системах управления

курсом судна, как правило, судоводитель настраивает коэффициенты регулятора в зависимости от различных условий функционирования судна – его загруженности, глубины и так далее [3, 5].

В работе предлагается подход к построению адаптивных систем управления курсом судна, основанный на методе скоростного градиента [1, 2, 4, 7].

Система управления курсом судна должна обеспечивать с одной стороны высокую точность движения вдоль траектории, или малую ошибку, и с другой стороны желательны малые отклонения пера руля, для предотвращения потерь скорости судна. Таким образом, выбор критерия качества процессов управления движением судна определяется двумя указанными требованиями.

Синтез адаптивной системы управления курсом судна.

Для представления динамики судна воспользуемся моделью Номото первого порядка [8, 9]. Модель Номото 1-го порядка имеет простейший вид линейного дифференциального уравнения 1-го порядка,

$$T_c \dot{\omega} + \omega = K_c, \quad (1)$$

Где ω – угловая скорость рысканья, имеющего два параметра T_c и K_c – параметры управляемости судна.

Для иллюстрации предлагаемого подхода к синтезу системы управления, в качестве примера, выберем ПИД-регулятор, параметры которого далее будут настраиваться. В этом случае передаточная функция регулятора $W(s)$ имеет следующий вид:

$$W(s) = K_p + K_i \frac{1}{s} + K_d s \quad (2)$$

где K_p , K_i , K_d – пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты ПИД-регулятора соответственно.

Применение метода скоростного градиента предполагает выбор критерия в качестве процесса управления [6]. Зададимся следующим локальным критерием качества [6].

С учетом сказанного выше, выберем локальный критерий в следующей форме:

$$Q = \frac{1}{2} \varepsilon^2 + \frac{c}{2} \delta^2, \quad (3)$$

где ε – отклонение курса судна от заданного значения, δ – отклонение пера руля, c – весовой коэффициент критерия.

Следуя рекомендациям [6], запишем законы настройки (алгоритмы) ПИД-регулятора:

$$\dot{K}_d = \gamma c \delta \ddot{\epsilon}, \quad \dot{K}_n = \gamma c \delta \dot{\epsilon}, \quad \dot{K}_u = \gamma c \delta \epsilon \quad (4)$$

где γ – константа, скорость настройки параметров

Очевидно, что минимизация этого критерия обеспечивает одновременное уменьшение ошибки по курсу и отклонение пера руля (что способствует, как отмечалось выше для сохранения продольной скорости хода судна).

Математическая модель рулевой машины может быть представлена, как нелинейная рулевая машина:

$$\dot{\delta} = K_p f(u - \delta) \quad (5)$$

Воспользуемся разработанным алгоритмом настройки параметров регулятора (4) для системы управления курсом судна с учетом динамики нелинейной рулевой машины на основе более упрощенной модели судна.

Для проверки работоспособности предложенного метода реализуем схема системы управления движением судна по курсу с учетом динамики нелинейной рулевой машины и с адаптивной настройкой параметров регулятора по локальному критерию качества в среде Matlab Simulink.

Сравним результаты двух систем управления движением судна по курсу с учетом динамики нелинейной рулевой машины – одна модель с адаптивно-настраиваемыми параметрами ПИД-регулятора и вторая модель – без адаптивной настройки параметров регулятора. Начальные условия в регуляторах одинаковы.

На рисунке 2 представлены результаты моделирования – графики, показывающие курс судна без настройки параметров регулятора и с адаптивной настройкой, при желаемом курсе судна (рис.1)

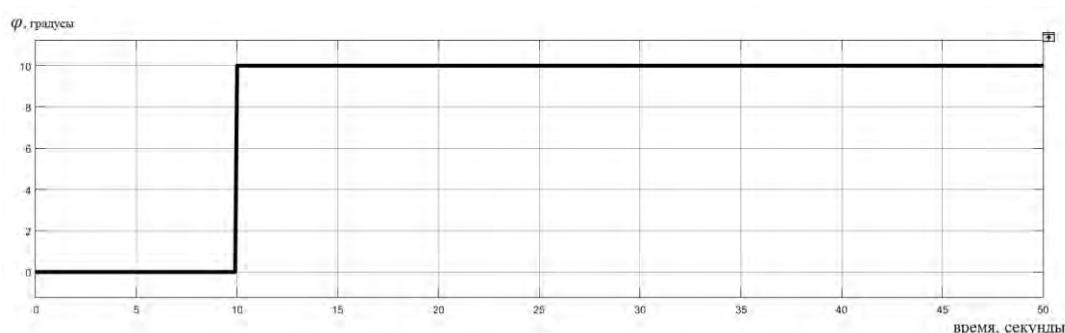


Рис. 1. Входной сигнал модели судна

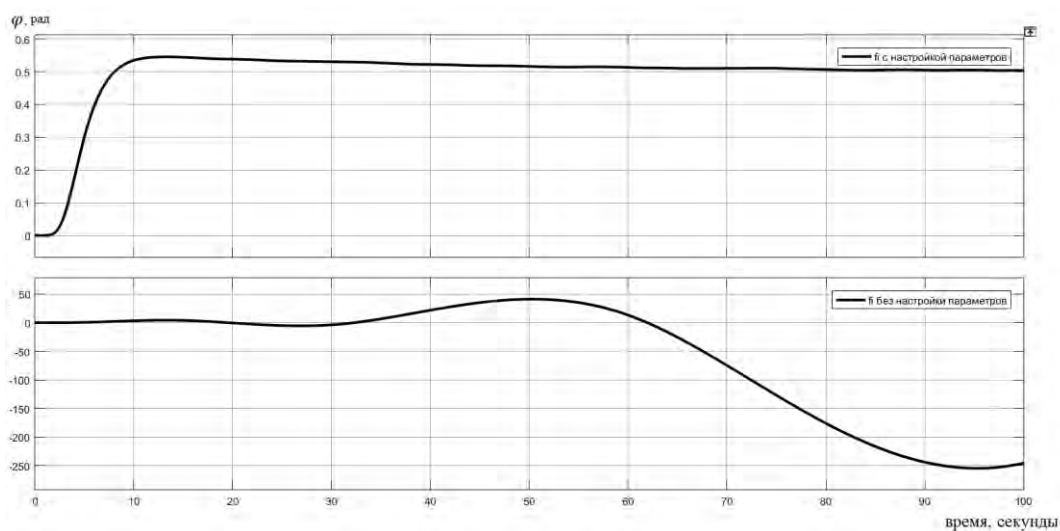


Рис. 2. Выходной сигнал модели

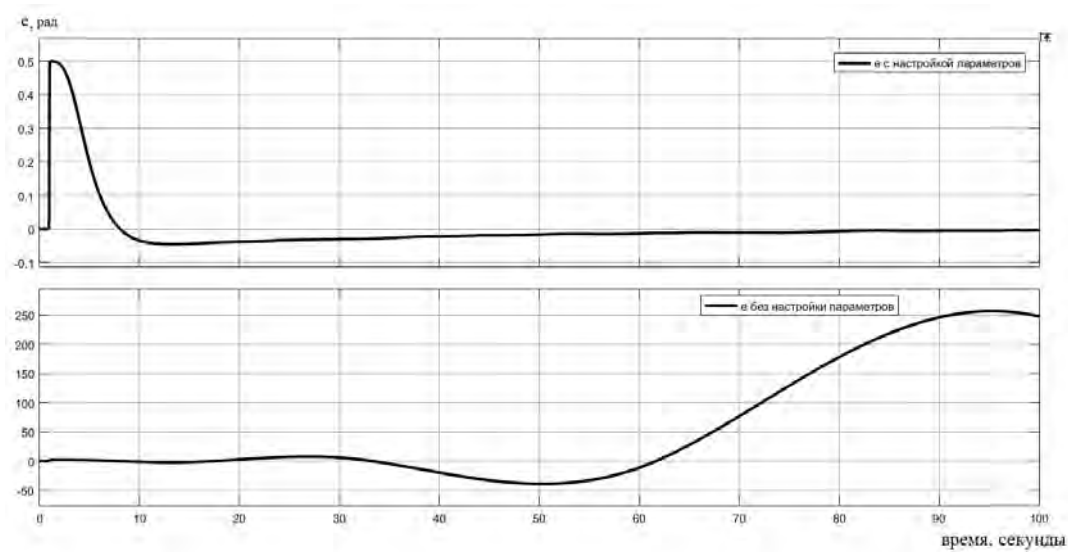


Рис. 3. Отклонение сигнала управления движения судна по курсу от реального

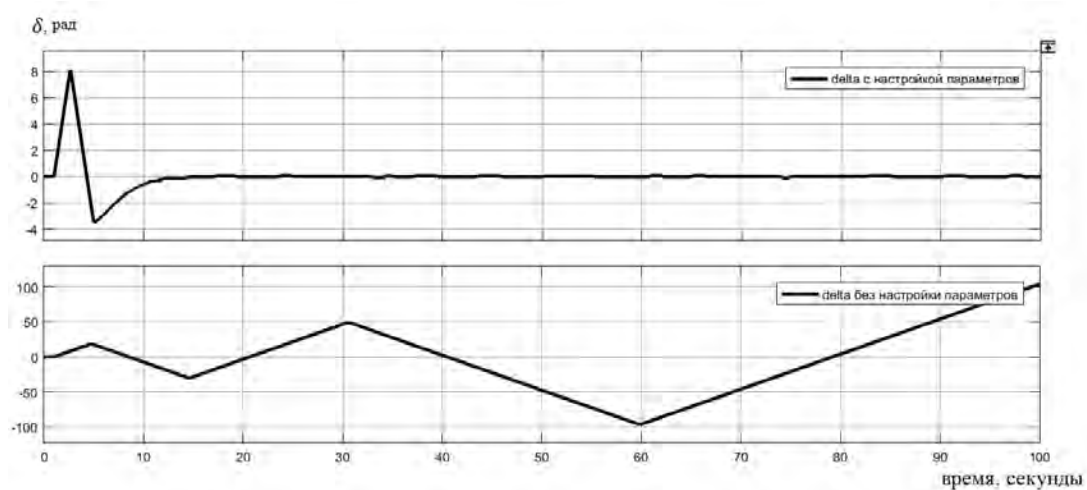


Рис. 4. Угол поворота пера руля рулевой машины судна.

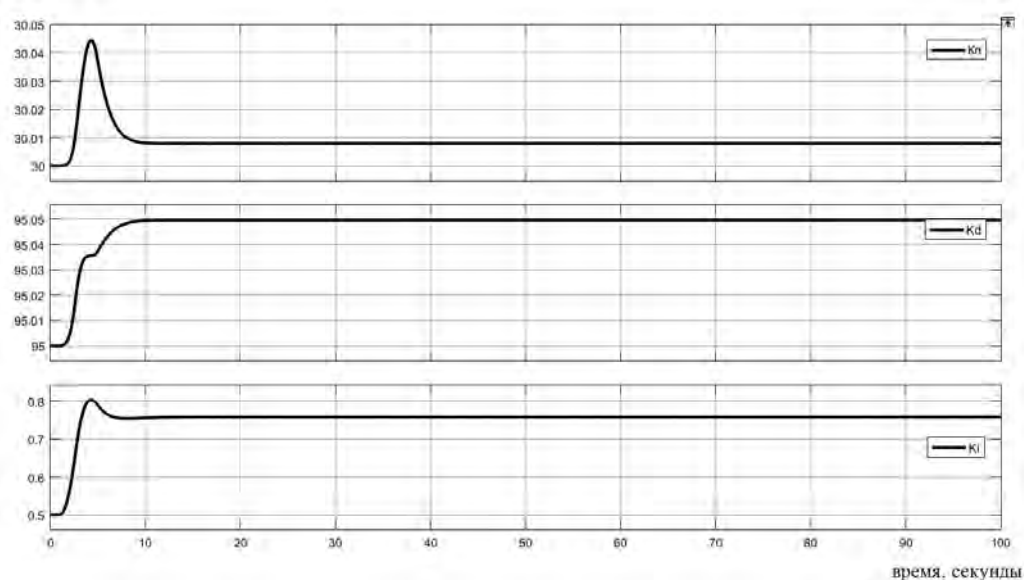


Рис. 5. Графики настройки параметров регулятора.

Графики настройки параметров регулятора, изображенные на рисунке 5, показывают настроенные значения коэффициентов ПИД-регулятора.

На рисунках 4 и 3 показаны графики, показывающие, что при адаптивной настройке параметров системы управления минимизируется ошибка по курсу и минимизируется угол отклонения рулевой машины.

Разработанная система адаптивного управления курсом судна, основанная на применении локального квадратичного критерия качества, объединяет в себе требования к точности движения судна по курсу с малыми отклонениями пера руля. Что способствует уменьшению потерь полезной скорости движения судна и сохранению (рациональному использованию) ресурса рулевой машины.

Результаты моделирования подтвердили эффективность и работоспособность предложенного адаптивного алгоритма управления курсом судна.

Список источников и литературы:

1. Дыда, А.А., Адаптивное и нейросетевое управления сложными динамическими объектами : Владивосток : Дальнаука, 2006. 149 с.
2. Дыда, А.А. Задача идентификации в проблеме управления беспилотным судном / Дыда, Е.П. Чинчукова, Осокина Е.Б. // В сборнике: Перспективы беспилотных технологий на водном транспорте Сборник докладов национальной научно-практической конференции. 2018. С. 17-22.
3. Лукомский, Ю. А. Управление морскими подвижными объектами : учебник / Ю. А. Лукомский, В. М. Корчанов. – СПб.: Элмор, 1996. – 320 с.
4. Осокина, Е.Б. Адаптивная идентификация параметров судна на основе простых моделей / Е.Б. Осокина, А.А. Дыда, Д.А. Оськин. // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2015. – №2. – С.24-31.
5. Суевалов, Л.В. Справочник по расчетам судовых автоматических систем / Л.В. Суевалов. – Л.: Судостроение, 1989. – 408 с.
6. Фрадков, А.Л. Адаптивное управление в сложных системах: беспоисковые методы / А.Л. Фрадков. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.-296с.

7. Dyda, A.A. Algorithms of ship parameters' identification via speed gradient method / Asia-pacific journal of marine science&education vol. 8, No. 1, 2018 A.A. Dyda, E.B. Osokina, E.P. ChinchukovaP. 4-9
8. Nomoto, K. On the Steering Quality of Ships / K. Nomoto, K. Taguchi, K. Honda and S. Hirano / Int. Shipbuilding Progress, – Vol. 4. – P. 354–370.
9. Nomoto, K. Simulators from the naval architects' point of view / K. Nomoto // Proceedings of MARSIM. – Southampton. – UK. – 1978. – P. 554-556.

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ЛЮДЬМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

Гареева М.А, Зимарева Е.А, Куликова А.В, Ходжаев Д.
Морской государственный университет им. Г.И. Невельского
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
zavertannay6@mail.ru
djahongir1996@mail.ru

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

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.

**DEVELOPMENT OF SYSTEM FOR MONITORING AND MANAGING
PEOPLE IN THE ENTERPRISE**

Gareeva M.A, Zimareva E.A, Kulikova A.V, Khodjaev D.
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
Vladivostok State University of Economics and Service
zavertannay6@mail.ru
djahongir1996@mail.ru

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

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.

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.

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.

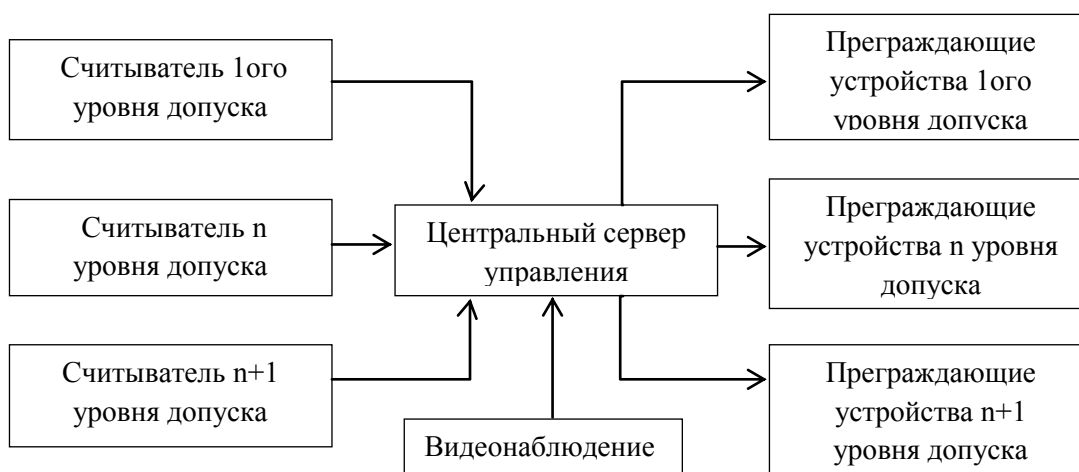


Рис .1. Структурная схема системы контроля

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.

Список источников и литературы:

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

РАЗРАБОТКА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Донкан Е.П, Андреева А.А, Евдокимов И.В, Миготин Л.Д.
Морской государственный университет им. Г.И. Невельского
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Doncan-egor@mail.ru

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

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.

DEVELOPMENT OF THE DEFENCE INFORMATION SYSTEM FROM MALICIOUS INFLUENCES

DonkanY.P, Andreeva A.A, Evdokimov I.V, Migotin L.D.
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
Vladivostok State University of Economics and Service
Doncan-egor@mail.ru

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

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. Intheworkof 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.

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 киберинцидентам 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 включенные 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.

2. Закрывать информационный канал от несанкционированных излучений, проникновений извне.

3. 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.

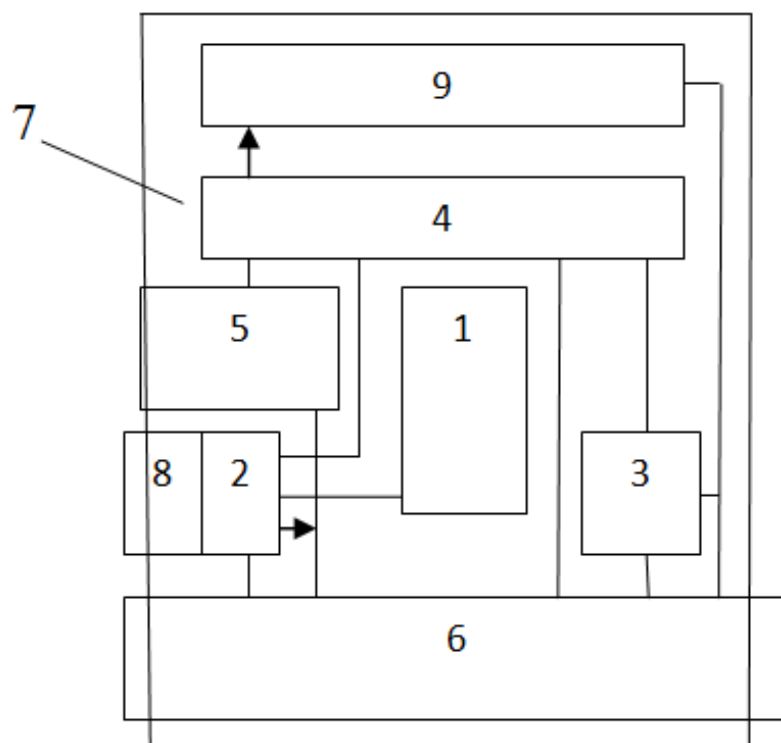


Рисунок 1 – Структурная схема устройства, где обозначены: 1- мобильный телефон; 2 – блок питания; 3 – генераторы шума; 4 – антенна; 5 – индикаторы ЭМП; 6 – блок управления; 7 – экранированный корпус; 8 – электрический фильтр; 9 – звуковая антенна

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.

Список источников и литературы:

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

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН

Зимарева Е.А, Стволовая А.К, Атабаева Д., Кудряшова С.Р., Павликов
С.Н, Убанкин Е.И.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
fogetmenots@mail.ru
psn1953@mail.ru

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

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.

ELABORATION OF TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS BASED ON BLOKCHEJN TECHNOLOGIES

Zimareva E.A, Stem A.K, Atabaeva D., Kudryashova S.R.
Pavlikov S.N, Ubankin E.I.

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy
psn1953@mail.ru
fogetmenots@mail.ru

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

Abstract: The article deals with the method of transmitting information using the data control, protecting information from unauthorized access. Blokchejn 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 blokchejn, 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, blokchejn

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.

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].



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

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.

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.

Список источников и литературы:

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. Разработка алгоритма и визуализация пространственного распределения трасс доставки сообщений в условиях угрозы несанкционированного съема: сб. статей науч. ред. журнал «Современные наукоемкие технологии» / А.К. Стволовая, С.Н. Павликов. - М: журнал «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>

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ

Масленников А.С, Зимарева Е.А, Павликов С.Н, Коломеец В.Ю.

Кудряшова С.Р, Калашникова П.А.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

fogetmenots@mail.ru

Kudryashova-98@mail.ru

Alecsandr_006@mail.ru

psn1953@mail.ru

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

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. 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; построение ПС с возможностью настройки; построение комплексной ПС в виде иерархии на нижнем уровне используются известные лицензионные, хорошо зарекомендовавшие себя поисковые системы и алгоритма принятия решения в условиях неопределенности принятия частных решений. - результатов 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.

DEVELOPMENT OF INTEGRATED SEARCH ENGINE

Maslennikov A.S., Zimareva E.A, Pavlikov S.N, Kolomeets V.Yu.,

Kudryashova S.R, Kalashnikova P.A.

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy

Vladivostok State University of Economics and Service

fogetmenots@mail.ru

Kudryashova-98@mail.ru

Alecsandr_006@mail.ru

psn1953@mail.ru

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

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. There is no objective formula information cluster, allowing you to manipulate the databases at the level of concepts agreed formula with components of information and search language. The object of the research is the hierarchical information search engine.

The subject of the research is shaping an integrated search engine (FS) and the required components for the joint information processing. The goal is to increase the effectiveness of search engine information system. The scientific novelty of the proposed technical solution is: selecting a functional software and hardware structures search engine; build a PIT, with possibility to adjust; build integrated FP as a hierarchy on the lower level used by the famous licensed, proven search engines algorithm and decision under uncertainty the adoption of private decisions. -the individual's performance accessory. To do this, 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.

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.

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 – мировая 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.

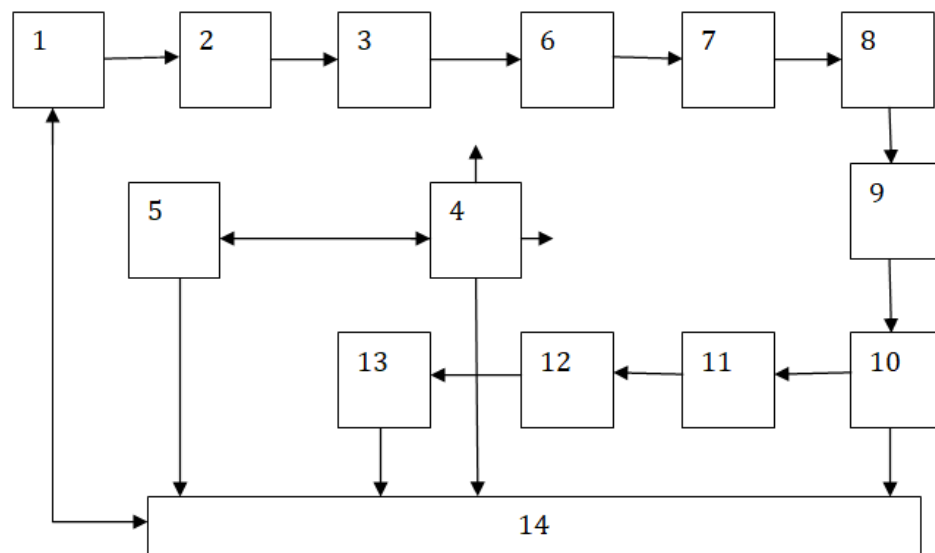


Рис .1. Функциональная структура обобщенной ПС

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 обработку запроса. В перспективе система должна быть нацелена на модернизацию с использованием современных алгоритмов теории нечетких множеств.

Список использованных источников и литературы:

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

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЦИФРОВОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Новак А.С.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,
anastasiya-viy.96@mail.ru

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

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

IMPROVEMENT METHODS DIGITAL ANTENNA ARRAY

Novak A.S,

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
anastasiya-viy.96@mail.ru

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

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.

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 приемопередающий 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, не смотря 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.

Список источников и литературы:

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]. <http://www.wifiantenna.org.ua/antennas/tsifrovaya-antennaya-reshetka-tsar/>
3. ЦАП и АЦП. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/2154593/page:5/>

УДК 519.876.5

ПРОСТРАНСТВЕННО-КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ (СТАНЦИОННЫХ) РАДИОПОМЕХ ДЕКАМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Орошук И.М., Соловьев М.В., Сучков А.Н.

Тихоокеанское высшее военное морское училище имени С.О. Макарова,
г. Владивосток
Oroshchuk@yandex.ru

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

Аннотация: В докладе представлены результаты экспериментальных исследований пространственно-корреляционных свойств искусственных (стационарных) радиопомех. Проведен анализ потенциальных возможностей

передачи широкополосных сигналов на фоне искусственных радиопомех декаметрового диапазона.

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

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

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

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 decameter range is carried out.

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 односкачковых 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.

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).

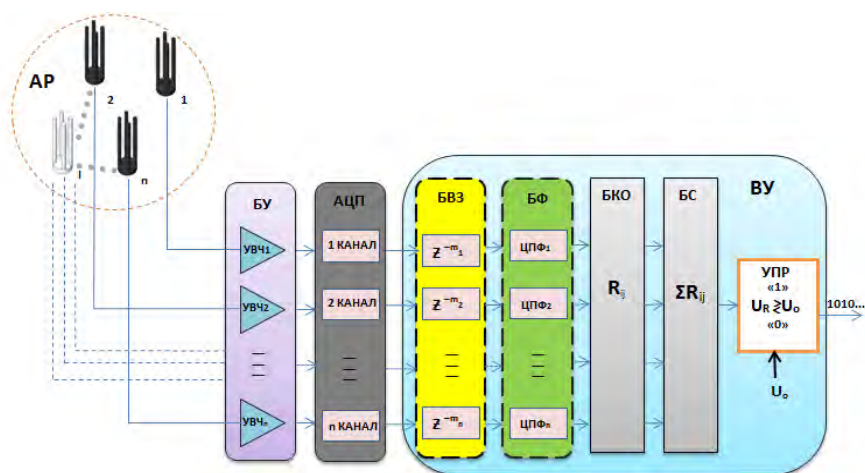


Рис. 1. Функциональная схема приемного тракта обработки ЦАР с пространственно-корреляционной обработкой сигнала

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

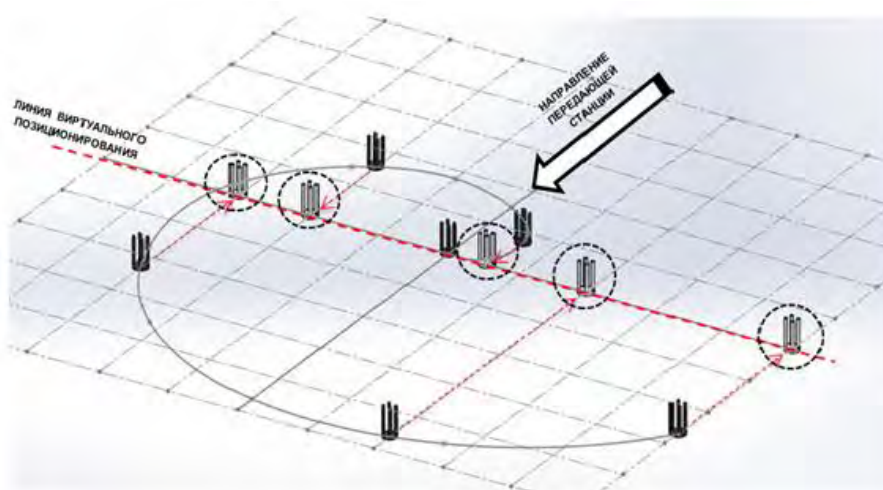


Рис. 2. Виртуальное позиционирование ЦАР с пространственно-корреляционной обработки сигналов

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.

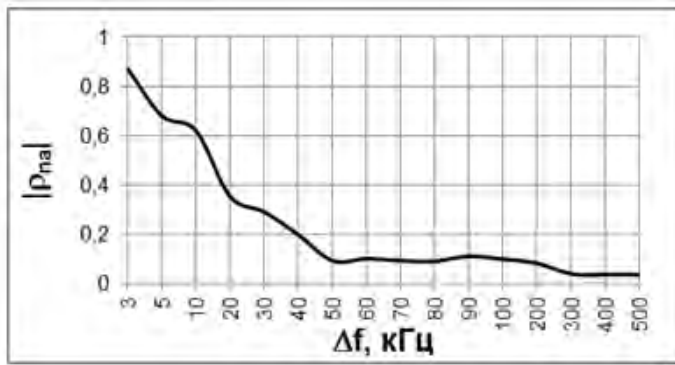
Экспериментальные данные представляли собой оцифрованные синхронные записи пространственно-разнесенных сигналов на расстояниях от 20 до 500 метров. Обработка проводилась в трех поддиапазонах частот (3 – 9 МГц, 9 – 14 МГц, 14 – 20 МГц).

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

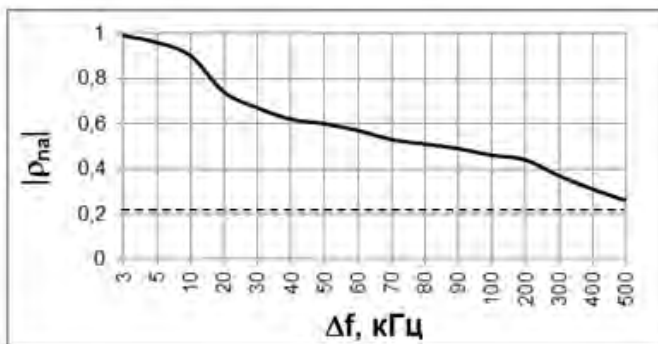
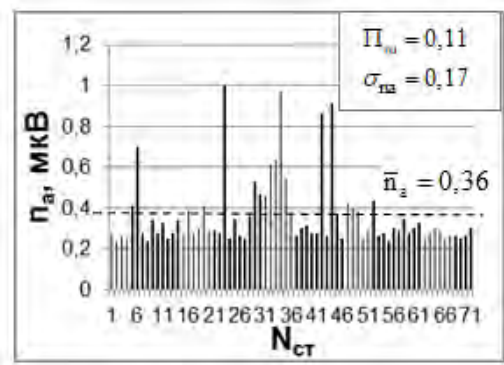
На основе анализа результатов обработки получены зависимости коэффициента взаимной корреляции (КВК) искусственных (станционных) помех (взятый по модулю) – $\rho_{\text{на}}$ от полосы пропускания приемного тракта – Δf , анализ которых показал, что с увеличением полосы пропускания КВК снижается (рис.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

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 станционных помех $N_{\text{ст}}$ в исследуемой полосе пропускания приемника. Определено, что высота асимптоты (см. рис. 3) определяется неравномерностью уровней станционных помех через нормированный пик-фактор спектра $\Pi_{\text{на}} = n_{\text{а max}}^2 / (\bar{n}_{\text{а}}^2 N_{\text{ст}})$, где $n_{\text{а max}}$, $\bar{n}_{\text{а}}$ – максимальный и средний уровни станционных 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 станционных 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.



а)



б)

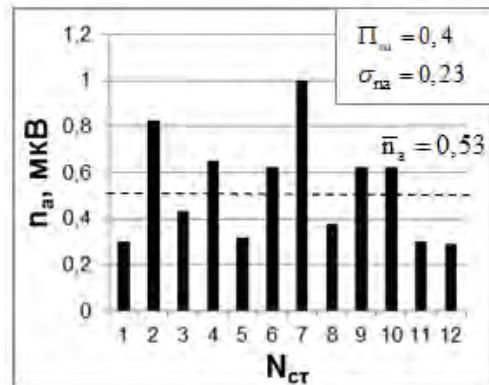
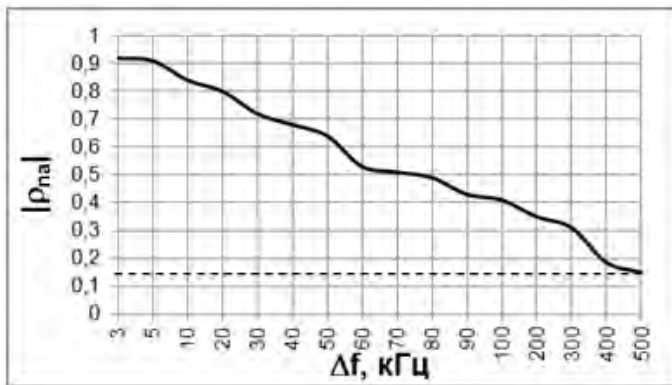
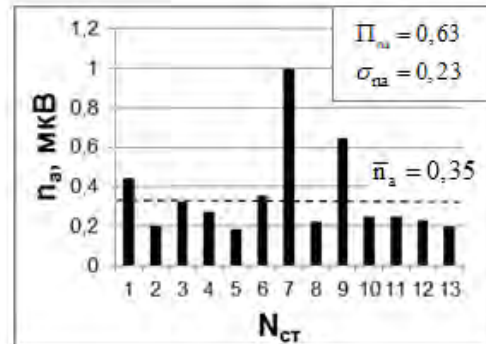


Рис.3.Результаты исследований пространственно-корреляционных свойств искусственных (станционных) радиопомех, при разное антенных элементов на 500 метров: а) в диапазоне частот (3-9МГц);б) в диапазоне частот (9-14 МГц);в) в диапазоне частот (14-20 МГц).

Также анализ показал, что в наиболее загруженном под диапазоне 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 станционных 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].

Список источников и литературы:

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. – Омск, 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.; опубл.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». – Москва, Российское НТОРЭС им. А.С. Попова. Россия. Доклады. 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>

УДК 004.056.57

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ОТ ВИРУСНЫХ ПРОГРАММ

Пленник М.Д, Цепелева А.С, Сбоева Л.И, Павликов С.Н.
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
fogetmenots@mail.ru
milkatim@yandex.ru

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

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.

DEVELOPMENT OF LOCAL AREA NETWORK PROTECTION SYSTEM FROM VIRUS PROGRAMS

Plennik M.D, Cepeleva A.S, Sboeva L.I, Pavlikov S.N.
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
fogetmenots@mail.ru
milkatim@yandex.ru

Keywords: virus, radio channel, processing efficiency

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.

Объект исследования – информационные сети.

Предмет исследования – метод защиты от вредоносных программ.

Цель является анализа 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.

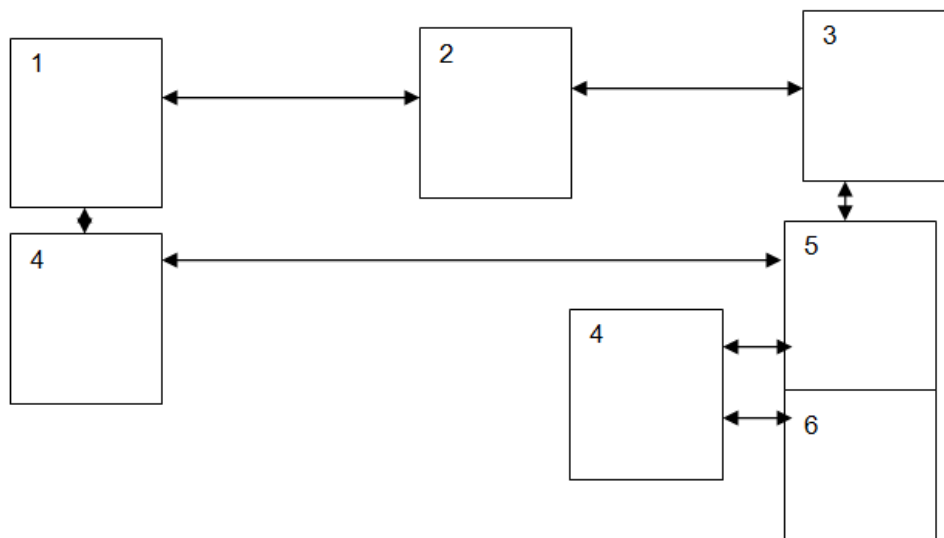


Рис.1. Структура устройства, где обозначены: 1 – защищаемый компьютер; 2- незащищенная сеть; 3 – сетевой ресурс; 4 – блок безопасного обмена данными; 5 – сервер безопасности; 6 – база данных

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.

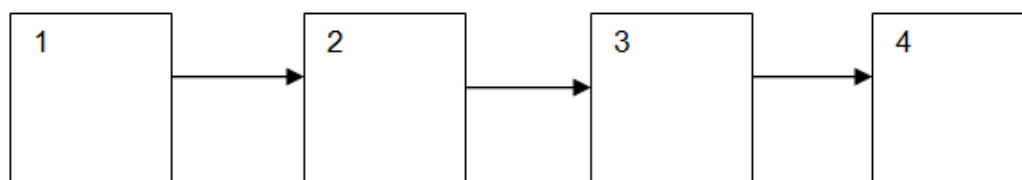


Рис. 2. Алгоритм работы блока безопасного обмена данными, где обозначены: 1 - устанавливают первое защищенное соединение между блоком безопасной передачи данных и компьютером; 2 - собирают данные об используемых сетевых соединениях на компьютере; 3 - устанавливают второе защищенное соединение между блоком 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.

Список источников и литературы:

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

УДК 519.816

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

Радочинская А.Ж.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
anzhela.radochinskaia@mail.ru

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

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.

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

Radochinskaia A.Zh.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
anzhela.radochinskaia@mail.ru

Keywords: unmanned aerial vehicle, wireless repeater.

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.

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].

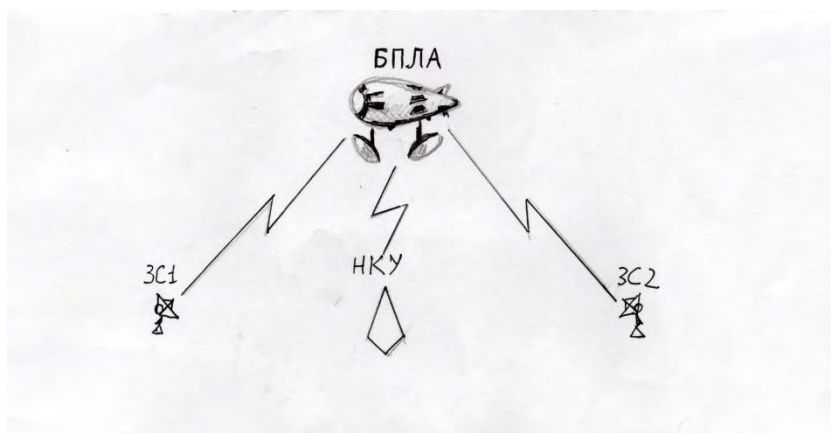


Рис. 1. Схема связи с применением БПЛА

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 (рисунок 2). Покрываем всю заданную плоскость шестиугольниками, вписанными в окружность радиуса R . Будем называть эти шестиугольники «сота́ми». 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.

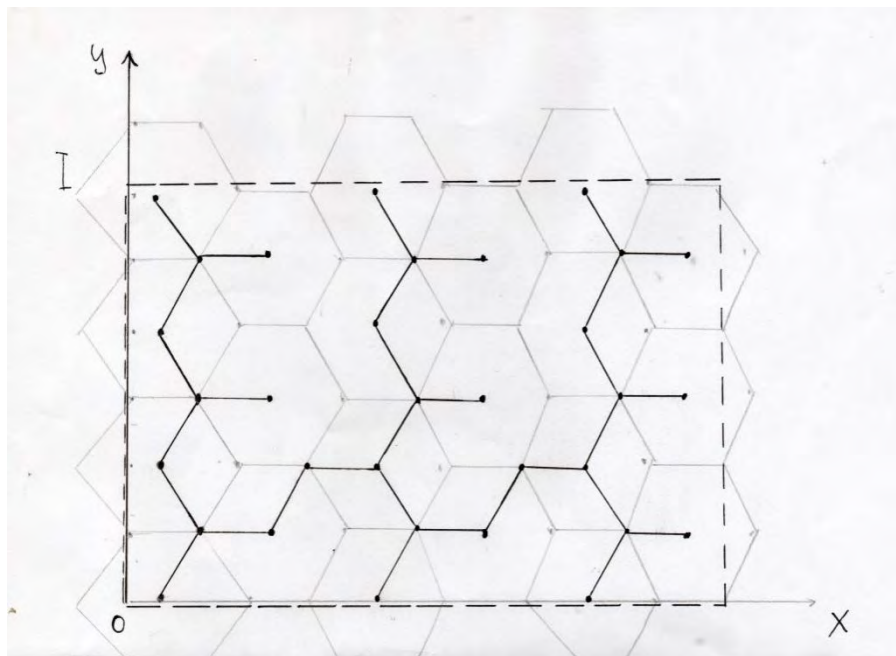


Рис. 2. Графический метод решения задачи оптимального размещения БПЛА на обслуживаемой территории

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.

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

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

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.

Список источников и литературы:

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

ПОДКЛЮЧЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА К ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Акмайкин Д.А, Сторожок Е.А.
Морской государственный университет им. Г.И. Невельского
akmaykin@msun.ru
storea@mail.ru

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

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.

CONNECT MCU TO THE LOCAL AREA NETWORK

Akmaykin D.A, Storozhok E.A,
Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy
akmaykin@msun.ru
storea@mail.ru

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

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.

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].

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 разъём ISP (In-System Programming, Внутрисхемное программирование) интерфейса для соединения с микроконтроллером.

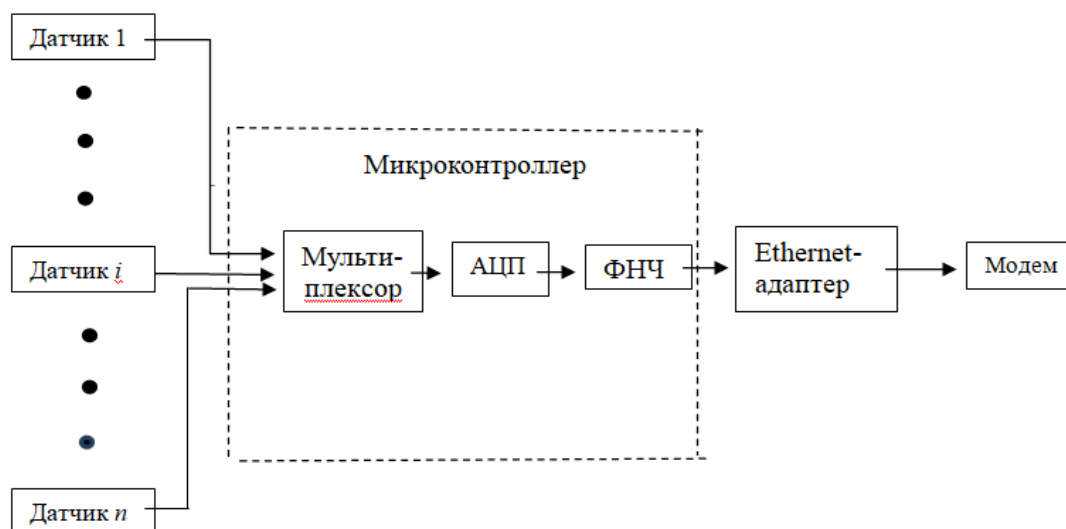


Рис. 1. Структура измерительного узла

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.

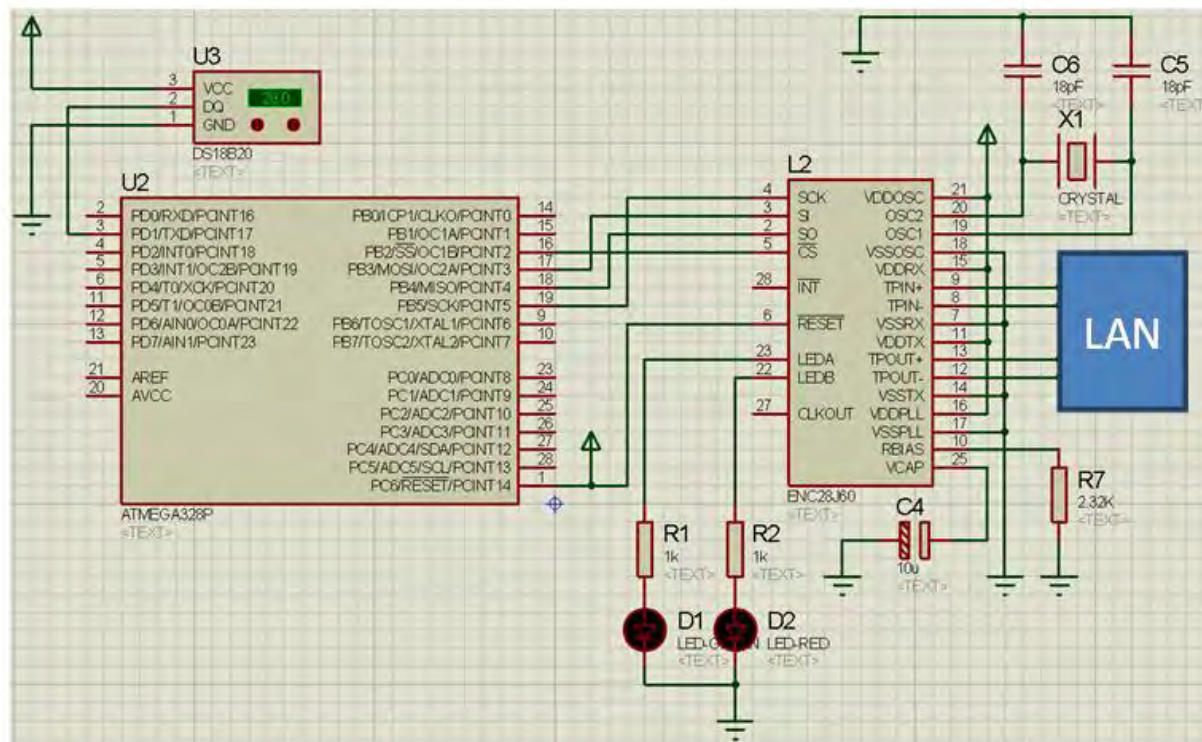


Рис. 2. Подключение микроконтроллера к ЛВС

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;
- Arp.c – библиотека функций чтения и отправки ARP-пакетов;
- Arp.h – заголовочный файл объявления функций для библиотеки arp.c;
- Tsr.c – библиотека функций для работы с tcp пакетами (фильтрация, приём/передача) и контролем tcp-соединений;
- Tsr.h – заголовочный файл объявления функций библиотеки tsr.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.

Список источников и литературы:

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. Изд. «Питер», 2004.

УДК 654.165

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Шин М.И, Ганжа И.С.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
boianich@gmail.com
notrus3@mail.ru

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

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.

AVIONICS OF UNMANNED AERIAL VEHICLE

Shin M.I, Ganzha I.S.

Maritime State University named admiral G.I. Nevelskoy

Vladivostok State University of Economics and service

boianich@gmail.com

notrus3@mail.ru

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

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.

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 потери 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. Схематичное изображение типичной сетевой структуры [1]



Рис. 2. Схематичное 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.

Список источников и литературы:

1. SEVENTH FRAMEWORK PROGRAMME 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. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / Веремеенко К.К. и др. Под редакцией М.Н. Красильщикова, Г.Г. Серебрякова М.: Физматлит, 2009. 556 с.
4. Навигация летательных аппаратов в околоземном пространстве / Л.И. Августов [и др.]; Под редакцией Г.И. Джанджгавы М.: ООО «Научтехлитиздат», 2015. 592 с.

**СОСТОЯНИЕ РАЗРАБОТКИ И КЛАССИФИКАЦИЯ
МОРСКОГО БЕЗЭКИПАЖНОГО СУДОХОДСТВА**

Акмайкин Д.А, Штаев Д.В.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
akmaykin@msun.ru

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

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.

**THE STATE OF DEVELOPMENT AND CLASSIFICATION
OF MARITIME UNMANNED SHIPPING**

Akmaykin D.A, ShtaeV D.V.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
akmaykin@msun.ru

Keywords: maritime Autonomous Surface Ships, classification, control

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.

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/IMO) 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).

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

Таблица 3.

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 $V = 7,19 \nabla 1/6$ узлов

▶ План миссии/операции ◀ • Период, район, место запуска
▶ Контакты ◀ • Организации, Владельца, Оператора
▶ Информация о МАНС ◀ • Кол-во, АИС, Размер, Движ./Энерг....
▶ Пункт управления и контроля ◀ • Расположение, Частота/Канал
▶ Средства обеспечения ◀ • Количество, Тип, Контакты

Рис. 3. Составляющие информационного обеспечения МАНС

Таблица 4.

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 МППСС

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.

Список источников и литературы:

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/>

УДК 66.974.434

ТЕОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОСАДКОВ ПРИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЕ В МОРСКОЙ ВОДЕ

Чернов Б.Б, Ву В.М.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
chernov@msun.ru

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

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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

THEORY OF DEPOSIT FORMATION DURING CATHODIC PROTECTION

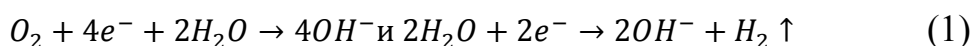
Chernov B. B. Vu V. M.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
_chernov@msun.ru

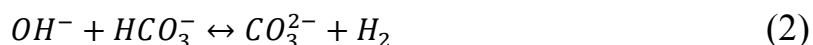
Keywords: mass transport, electrochemical protection, sea water, current density, crystallization.

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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

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 буферруется 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 диффузионном 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^s - концентрация ионов карбоната на поверхности катода; $C_0^3 = \frac{K_{sp,CaCO_3}}{\gamma_{Ca^{2+}} \cdot \gamma_{CO_3^{2-}} \cdot C_{Ca^{2+},bulk}}$ - 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; $C_1^o = \sqrt{\frac{K_{sp,Mg(OH)_2}}{\gamma_{Mg^{2+}} \cdot \gamma_{OH^-} \cdot 2 \cdot C_{Mg^{2+},bulk}}}$ - 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].

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

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
	$2 \cdot 10^{-4}$ (м)	[11]
k_{CaCO_3}	$1,13 \cdot 10^{-8}$ (моль/м ²)	[4]
$k_{Mg(OH)_2}$	$3,7 \cdot 10^{-7}$ (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]
$K_{sp,CaCO_3}$	$5 \cdot 10^{-3}$ (моль ² /м ⁶)	[6]
$K_{sp,Mg(OH)_2}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$ (моль ³ /м ⁹)	[6]
F	$9,65 \cdot 10^4$ (Кл/моль)	[6]
K	$1,3 \cdot 10^{-2}$ (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 OH^- , CO_3^{2-} возрастают с увеличением плотности тока, а концентрация ионов HCO_3^- уменьшается.

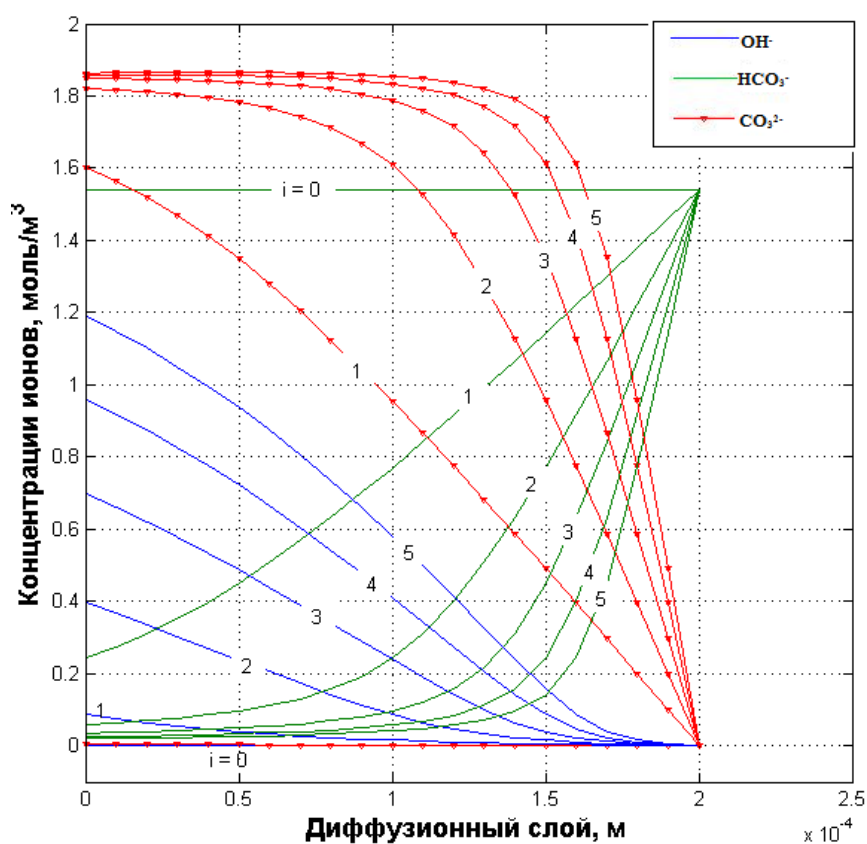


Рис. 1. Распределение концентрации ионов OH^- , CO_3^{2-} и HCO_3^- в диффузионном слое δ при $i = 0 \div 5$ А/м².

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 $0 \div 2 \text{ А/м}^2$ и остается постоянной с дальнейшим увеличением плотности 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 А/м^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.

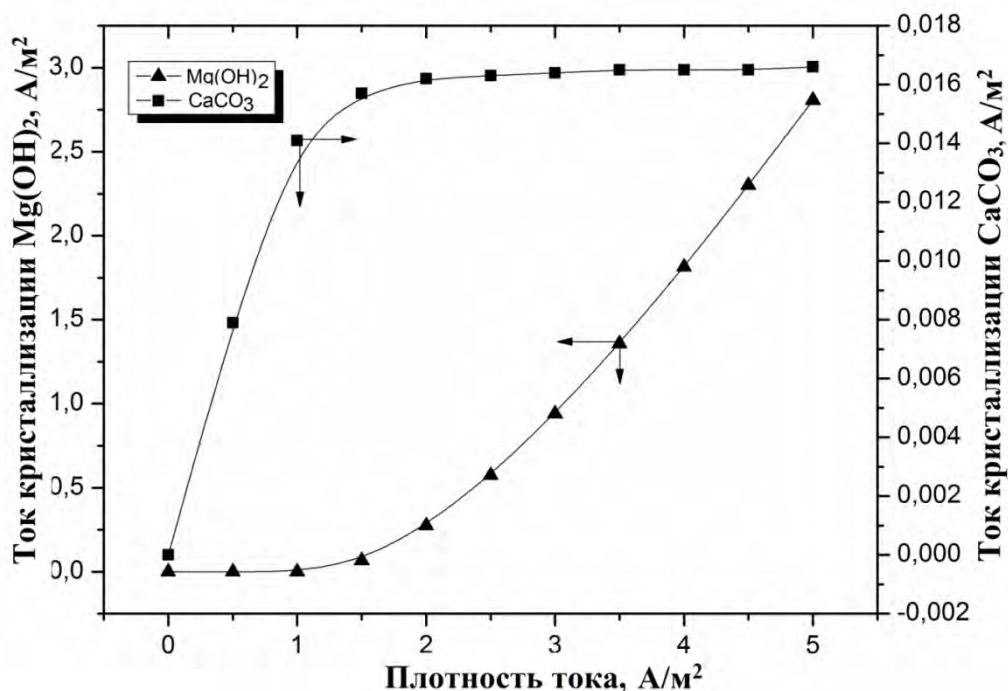


Рис. 2. Токи кристаллизации Mg(OH)_2 и CaCO_3 от плотности внешнего тока.

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.

Список источников и литературы:

1. Алекин О.А. Ляхин Ю.И., Химия океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. С.118.
2. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М.: Химия, 1967. С. 204.
3. Чернов Б. Б. // Защита металлов. 1985. Т. 21. №1. С.129-132.
4. Yan J.F., Nguyen T.V., White R.E., Griffin R.B. // 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.

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

Гузов М.А., Цициашвили Г.Ш., Заболотский В.С.
Институт прикладной математики Дальневосточного отделения
Российской академии наук
Дальневосточный федеральный университет
guzev@iam.dvo.ru
guram@iam.dvo.ru
zabolotskiy.vs@dvfu.ru

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

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.

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

Guzev M.A., Tsitsiashvili G.S., Zabolotskiy V.S.
Institute for Applied Mathematics FEB RAS
Far Eastern Federal University
guzev@iam.dvo.ru
guram@iam.dvo.ru
zabolotskiy.vs@dvfu.ru

Keywords: autonomous underwater vehicle, penetration protection, search.

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.

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).

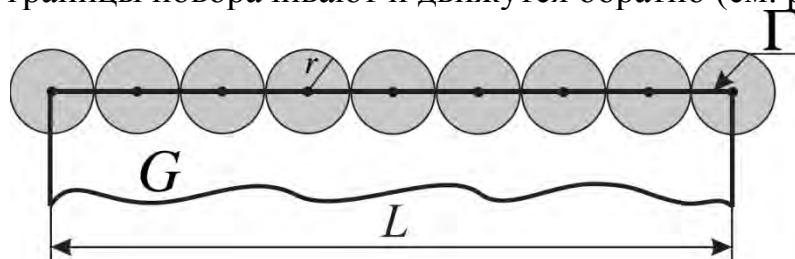


Рис. 1. Охрана прямолинейной границы

Пусть вне охраняемой области на расстоянии A от её 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.

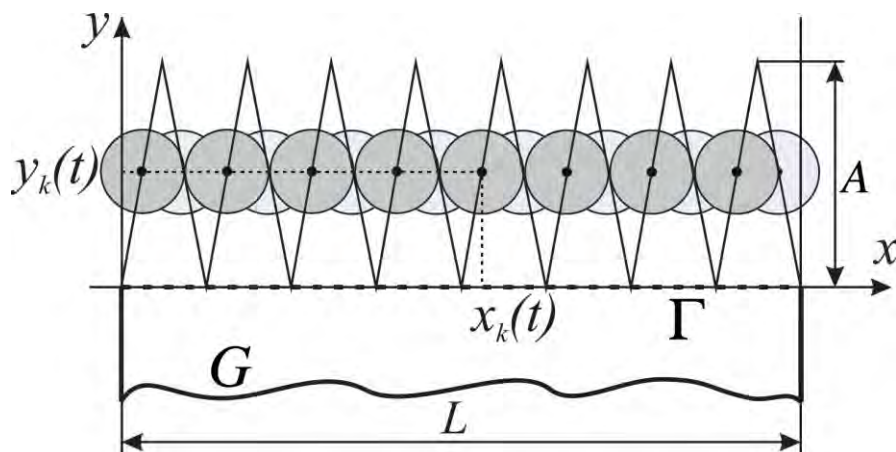


Рис. 2. Галсы по фигуре типа зигзаг

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).

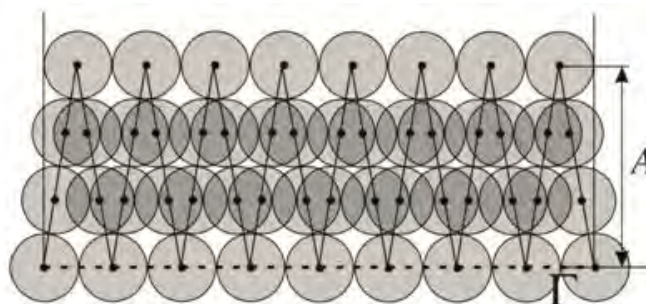


Рис. 3. Модель 1

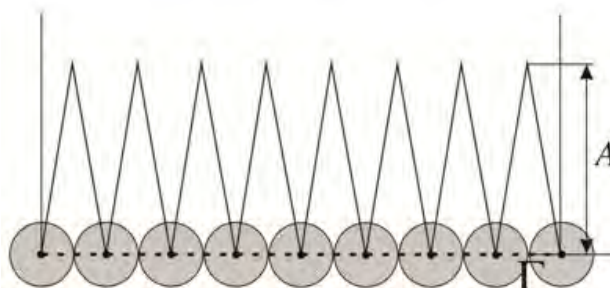


Рис. 4. Модель 2

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).

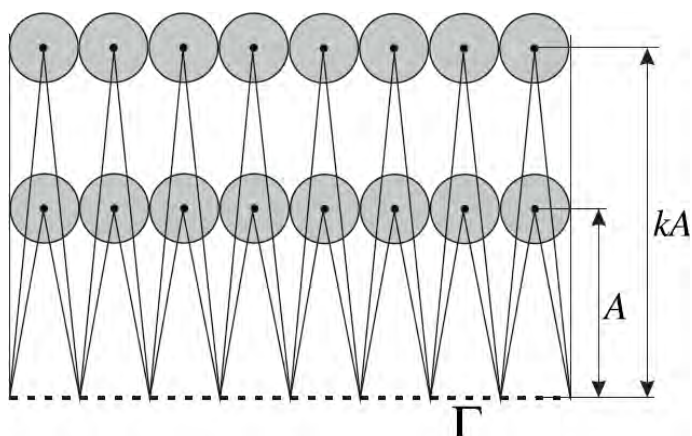


Рис. 5. Увеличение глубины поиска

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

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 лавировкой. Более того, используя такие траектории, без увеличения затрат (числа аппаратов) можно дополнительно выполнить задачу обнаружения некоторого объекта внутри области, являющейся окрестностью границы охраняемой области.

Список источников и литературы:

1. М.А. Гузев, Г.Ш. Цициашвили, М.А. Осипова, Вероятность обнаружения постороннего необитаемыми подводными аппаратами, Материалы седьмой Всероссийской научно-технической конференции «Технические проблемы освоения мирового океана», 2017, 426–433.
2. М.А. Гузев, Г.Ш. Цициашвили, М.А. Осипова, М.С. Спорышев, Вероятность обнаружения постороннего мобильного объекта автономными необитаемыми подводными аппаратами как решение задачи Бюффона Дальневост. матем. журн., 17:2, 2017, 191–200.
3. М.А. Guzev, G.Sh. Tsitsiashvili, M.A. Osipova, M.S. Sporyshev, 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. М.А. Гузев, Г.Ш. Цициашвили, М.А. Осипова, Защита сетевой структуры автономными аппаратами, Дальневост. матем. журн., 18:2, 2018, 177–182.
5. А.В. Багницкий, А.В. Инзарцев, Автоматизация подготовки миссии для автономного необитаемого подводного аппарата в задачах обследования акваторий, Подводные исследования и робототехника, 10:2, 2010, 17–24.

УДК 654.165

БЕСПИЛОТНЫЕ СУДА

Иванов В.С., Акмайкин Д.А.

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
office@msun.ru

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

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

UNMANNED SHIPS

Ivanov V.S., Akmaykin D.A.
Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy
office@msun.ru

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

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.

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 процентов 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 абордаж. 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 грузопместимостью 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 обтекаемое. 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.

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.



Рис. 2. Монитор управления судном

Список источников и литературы:

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>

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ НАВИГАЦИИ

Козлова Е.Е, Залипаева Е.А.

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

kozlovalova97@mail.ru

jhenya.1996@mail.ru

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

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

STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF E-NAVIGATION

Kozlova E.E, Zalipaeva E.A.

Maritime State University after admiral G.I. Nevelskoy

kozlovalova97@mail.ru

jhenya.1996@mail.ru

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

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

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 ИКАО (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 Кореи 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, 201-2018 гг.) финансируется ЕС, бюджет 43 млн. евро, 43 партнёра участника; это продолжение проекта «Mona Lisa» с целью создания тестовых площадок е-Навигации в Балтийском, Северном и Средиземном морях.

3. В России реализуются два связанных между собой проекта в области е-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 е-Navigation в восточной части Финского залива. Запланированы технические и организационные меры для создания физической инфраструктуры е-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 е-Navigation, направленный на опережающее создание решений и технических стандартов в этой области российскими компаниями. Направление е-Navigation признано приоритетным рыночным сегментом плана мероприятий.

Из этого можно сделать вывод, что е-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 е-Navigation, для поддержания конкурентоспособности для наших портов и судоходных компаний.

Список источников и литературы:

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.
3. Mitropoulos E. E-navigation: a global resource // Seaways. – 2007. – March.
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».

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

Штаев Д.В, Солодков О.В,
Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
shtaevdv@mail.ru
force008@mail.ru

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

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.

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

Shtaev D.V, Solodkov O.V,
Maritime State University after admiral G.I. Nevelskoy
shtaevdv@mail.ru
force008@mail.ru

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

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.

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 трансокеанских 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 (POBT). 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 POBT 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.

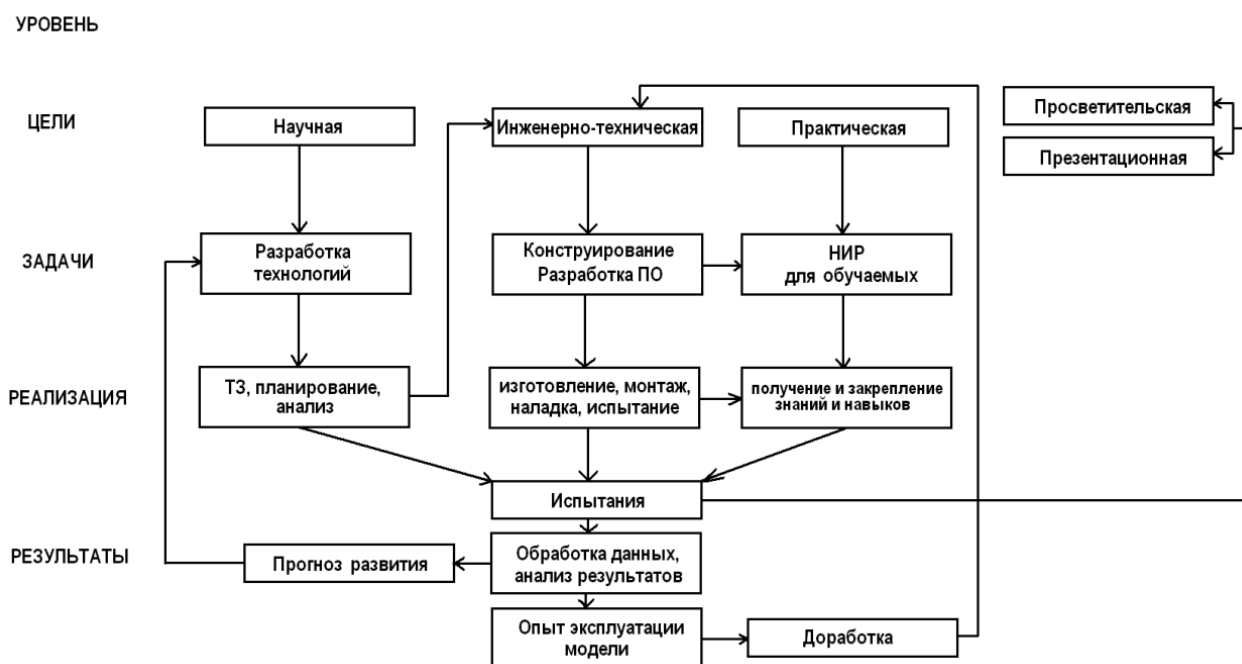


Рис. 1. Схема проекта научно-исследовательской работы «Разработка модели безэкипажного судна».

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.

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 обучаемых.

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

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].

Список источников и литературы:

1. Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. Выпуск 1 (35) 2016. Основные аспекты использования современных инфокоммуникационных технологий для обеспечения беспилотного судовождения на водном транспорте. В.В. Каретников, В. Пашенко, А.И. Зайцев. С.

2. Журнал «Технические науки». Эффективный судовой электронный управляющий комплекс. Пачурин Г.В., Васильев С.А., Ребушкин М.Н. С. 4171-4177

3. International Maritime Organization. E-navigation. [Электронный ресурс] URL: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx>

Научное издание

Морские исследования на Дальнем Востоке

Компьютерная верстка: Д.В. Штаев
Научный редактор: С.Н. Павликов

5.0 уч.-изд.л.
Тираж 100 экз.
Формат 60 x 84/16
Заказ №150

Отпечатано в типографии
ИПК МГУ им. адм. Г.И. Невельского
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а