

УДК 656.6.08

Д. А. Акмайкин,
канд. физ.-мат. наук, доц.

С. Ф. Ключева,
канд. техн. наук

П. А. Салюк,
канд. физ.-мат. наук, доц.

ПРОЕКТ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ МОРСКИХ СУДОВ

OPERATIONAL SYSTEM DESIGN ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF MARITIME TRAFFIC

Рассмотрен проект информационной телекоммуникационной системы управления и навигации морских судов. Разрабатываемая система объединяет судовую и береговую программно-аппаратные комплексы и предназначена для оптимизации маршрута судна на основе оперативных спутниковых данных о параметрах атмосферы и океана, а также прогноза гидрометеорологической обстановки. Описаны структурные компоненты системы, выполняемые функции и проблемы, связанные с решением поставленных задач.

В рамках реализации проекта разработано устройство для определения состояния морской поверхности, которое запатентовано и успешно прошло натурные испытания в заливе Петра Великого. Разрабатываемая система позволит улучшить безопасность мореплавания и снизить экономические издержки при морских перевозках. Система будет востребована различными судоходными компаниями и частными судовладельцами.

This paper presents project of marine vessel navigation and control telecommunication system. Described system is based on integration of on-board and coastal appliance and is intended to optimize ship route using satellite data on ocean and atmosphere and hydrometeorological forecast. Paper describes structural components of the system, its performed functions and associated problems. The project developed a device for determining the condition of the sea surface, which is patented and successfully passed field tests in the Gulf of Peter the Great. The developed system will improve maritime safety and reduce the economic costs of maritime transport. The system will be in demand by various shipping companies and private shipowners.

Ключевые слова: навигация, информационная телекоммуникационная система, навигация морских судов, оптимизации маршрута, компоненты системы, береговая система, бортовая система, состояние морской поверхности, безопасность мореплавания.

Key words: navigation, control telecommunication system, marine vessel navigation, route optimization, components of the system, coastal system, onboard system, the state of the sea surface, safety of navigation.

В СООТВЕТСТВИИ с основными тенденциями развития глобальной стратегической программы e-Navigation и планами Международной морской организации (ИМО) разработка и создание автоматизированных и информационных систем сбора, анализа и передачи информации на борту судна (бортовые автоматизированные информационные системы) и береговых систем (береговые автоматизированные информационные системы навигации) является важнейшей задачей по реализации нового поколения технологии навигации [1]. В рамках этой программы Морским государственным университетом им. адм. Г. И. Невельского совместно с Дальневосточным отделением Российской академии наук ведется разработка концептуального проекта информационной телекоммуникационной системы управления и навигации «Солярис» (ИТС «Солярис»). Проект основан на современных гибких методологиях проектирования и разработки ПО автоматизированных информационных систем навигации морских судов [2]–[4].

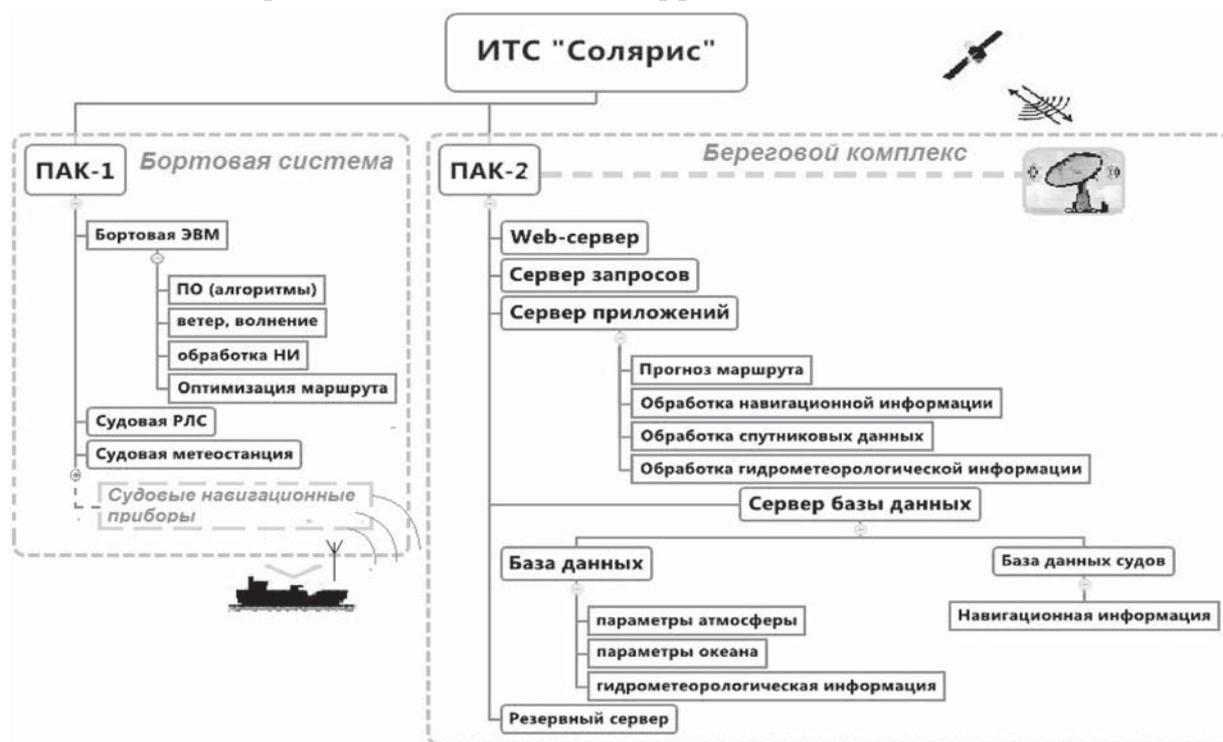
Отличительной особенностью разрабатываемой системы является оптимизация маршрута на основе оперативной, архивной судовой и спутниковой информации о гидрометеорологической обстановке вдоль маршрута судна. Система может быть использована при первоначальном планировании с учетом данных сезонной изменчивости течений, волнения, ветра и экспертных оценок стоимости эксплуатации, безопасности судоходства и иным факторам, влияющим на эффективность использования судна. Далее по мере движения и поступления новой оперативной информации, обрабатываемой и передаваемой ИТС «Солярис», возможна корректировка маршрута.

Информационная телекоммуникационная система представляет собой объединение двух видов программно-аппаратных комплексов (ПАК), один из которых устанавливается на судне, а другой — на берегу и решает следующие задачи [5]–[8]:

— автоматическое определение параметров ветра, волнения и других гидрометеорологических параметров вокруг судна для выдачи рекомендаций по управлению движением судна и оптимизации его движения при неблагоприятных сочетаниях курса и скорости судна и состояния окружающей среды;

— обработка, анализ и хранение спутниковых данных о параметрах атмосферы и океана для расчета и прогноза гидрометеорологической обстановки вдоль маршрута судна;

— анализ оперативной локальной и синоптической гидрометеорологической обстановки на маршруте судна для выдачи рекомендаций судоводителям по оптимизации движения с точки зрения безопасности мореплавания и экономической эффективности.



Структурная схема ИТС «Солярис»

Представленные задачи реализуются следующим образом.

1. Судовой программный комплекс основан на использовании штатной судовой радиолокационной станции, к которой подключены АЦП и компьютер с программным обеспечением, дополнительно может быть использована судовая метеостанция для повышения точности измерений [8]. В настоящее время разработано соответствующее устройство для определения состояния морской поверхности, которое запатентовано [9] и прошло натурные испытания в заливе Петра Великого. Данный подход позволяет дистанционно определять волнение вокруг судна, соответствующие методы радиолокационного зондирования хорошо проработаны, использование

штатного судового оборудования позволит увеличить надежность системы и снизить ее себестоимость. Другим подходом могло бы быть применение оптических детекторов с поляризационным каналом, однако их использование ограничено ночью и плохими погодными условиями, кроме этого они обладают меньшей надежностью.

Для создания судового комплекса необходима методика калибровки и настройки устанавливаемой АЦП, метеостанции, а также штатной судовой радиолокационной станции, при этом разрабатываются способы:

- определения высоты, скорости, периода и направления морского волнения по данным судовой метеостанции и штатной судовой радиолокационной станции;
- учета влияния метеорологических характеристик атмосферы на точность определения параметров морского волнения вокруг судна;
- расчета оптимальных параметров движения судна при неблагоприятных сочетаниях скорости судна, курсовых углов морского волнения и ветра;
- расчета траектории маневрирования судов при различных сочетаниях курсовых углов бега волн и скоростей судна.

2. Береговой программно-аппаратный комплекс предназначен для хранения, обработки, анализа, передачи спутниковых данных, судовой и аналитической информации. Это система, состоящая из кластера серверов, навигационной и специализированной аппаратуры, что позволяет реализовать отказоустойчивую систему [10], [11].

Для функционирования комплекса необходимо создать базу спутниковых данных параметров приводной атмосферы и гидросферы верхнего слоя морской поверхности в северо-западной части Тихого океана. База должна содержать:

- профили температуры и влажности атмосферы, позволяющие рассчитывать скорость и направление ветра;
- скорости поверхностных течений;
- сплоченность льда;
- дрейф льда в условиях сплошной облачности;
- зоны и направления сжатия льда; композиционные карты температуры поверхности океана (ТПО);
- основные элементы циркуляции океана — вихри и фронтальные течения синоптического масштаба; скорости приводного ветра и волнения.

В проекте реализована часть серверов и баз данных гидрометеорологических параметров в рамках программы «Дальневосточный плавучий университет», утвержденной решением ЮНЕСКО №ЮОС-XXII/3 от 30 июля 2003 года.

Следующий шаг создания системы ИТС «Солярис» — разработка [5]–[8]:

- алгоритма расчета полей ветра и морского волнения вдоль предполагаемого маршрута, по данным спутниковых скаттерометров;
- методики автоматического расчета направления и скорости течений по спутниковым изображениям океана, формируемым в видимом и ИК-диапазонах спектра, и альтиметров;
- метода расчета дрейфа льда в облачных условиях по микроволновым данным радиометра AMSR2;
- методики детектирования экстремальных погодных явлений по данным спутникового зондирования (штормовые ветра; высоты волн; ледовые поля; зоны сжатия льда; тропические циклоны).

ИТС «Солярис» в целом должна объединять судовой и береговой программно-аппаратные комплексы. На борту судна на основе оперативной и архивной спутниковой информации будут выдаваться рекомендации по прокладке судового маршрута с точки зрения обеспечения безопасности мореплавания и экономической эффективности.

Реализация данных задач включает создание:

- метода автоматизированной передачи спутниковой информации о гидрометеорологической обстановке вдоль маршрута судна между судовым и береговым комплексами ИТС «Солярис»;

- способа построения маршрута оптимального по времени прохождения дистанции и безопасности судоходства;
- способа расчета высоты и времени приливов и отливов по архивным и оперативным океанографическим, астрономическим и спутниковым данным;
- информационного портала обработки спутниковых данных о параметрах атмосферы и океана;
- тарифных планов пользования системой в зависимости от выбранных потребителем функциональных возможностей;
- оценки экономической эффективности разрабатываемой системы;
- судовых маршрутов в северо-западной части Тихого океана, на которых используемая система дает наибольшую выгоду;
- процедуры корректировки прогнозных карт береговой базы данных на основе данных о состоянии атмосферы и гидросферы, получаемых от судовых программно-аппаратных комплексов.

Таким образом, судовая часть ИТС «Солярис» может быть использована для автоматического предупреждения судоводителей о сочетании неблагоприятных параметров морского волнения, ветра и движения судна. Береговая часть на основе архивных и вновь поступающих оперативных и судовых данных, в том числе от других судов, находящихся в рассматриваемом районе, позволит строить оптимальные морские маршруты. Разрабатываемая система позволит повысить безопасность мореплавания и снизить экономические издержки при морских перевозках.

Список литературы

1. *Губернаторов С. С.* Навигация будущего — стратегическая программа e-Navigation / С. С. Губернаторов // Морской и речной транспорт. — 2014. — № 1. — С. 52–56.
2. *Кон М.* Scrum. Гибкая разработка ПО / Кон М. — М.: Вильямс, 2011. — 576 с.
3. *Мартин Р. С.* Быстрая разработка программ. Принципы, примеры, практика / Р. С. Мартин, Д. В. Ньюкирк, Р. С. Косс. — М.: Вильямс, 2004. — 752 с.
4. Манифест гибкой разработки программного обеспечения. [Электронный ресурс]. URL: <http://agilemanifesto.org/iso/ru/principles.html> (дата обращения: 25.12.2014).
5. *Акмайкин Д. А.* Обработка радиолокационной информации программно-аппаратными средствами / Д. А. Акмайкин, Д. Б. Хоменко, Д. В. Клюев, Е. С. Фалина // Автоматизация процессов управления. — 2012. — № 4. — С. 62–66.
6. *Хоменко Д. Б.* Использование программно-аппаратных средств в обработке радиолокационной информации / Д. Б. Хоменко // Сб. докл. 58-й науч.-техн. конф. «Молодежь — наука — инновации» (Владивосток 24–26 ноября 2010 г.). — Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2010. — Т. 1. — С. 23–26.
7. *Хоменко Д. Б.* Учет динамических характеристик судов при маневрировании / Д. Б. Хоменко, Д. А. Акмайкин. // Сб. докл. XVI Intern. Conf. Modern Technique and Technologies (12–16 апреля 2010 г.). Томск: НИТПУ, 2010. — Т. 1. — С. 280–282.
8. *Akmaykin D. A.* Solaris' information system for ship's navigation, using operational analysis of shipboard and satellite remote sensing data of hydrosphere and atmosphere / D. A. Akmaykin, D. B. Homenko, P. A. Salyuk, I. E. Stepochkin, K. A. Smirko // SPIE Proceedings, Ocean Remote Sensing and Monitoring from Space. — 2014. — № 9261-41. — P. 1–10.
9. Устройство для определения состояния морской поверхности: пат. 2510040 Рос. Федерация. 2012125680; заявл. 19.07.12; опубл. 20.03.2014.
10. *Потресов Д. К.* Кластерная система компьютерной обработки данных высокой готовности / Д. К. Потресов, Д. В. Скоморохов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — № S5. — С. 128–133.
11. About GIS server clusters [Электронный ресурс] // ArcGIS Resources: [сайт]. URL: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//015400000418000000> (дата обращения: 25.12.2014).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Акмайкин Денис Александрович

Кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт
им. В. И. Ильичева Дальневосточного отделения
Российской академии наук
akmaykin@msun.ru

Андрианов Евгений Николаевич

Кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
fkt_pt@gumrf.ru

Башмаков Алексей Васильевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
abashm@mail.ru

Безпальчук Сергей Николаевич

Инженер
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный политехнический университет»
ua1aes@mail.ru

Ботнарюк Марина Владимировна

Кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова»
mia-marry@mail.ru

Буцанец Артем Александрович

Начальник отдела НТИ и ИС
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
govorlivii@gmail.com

Бырбыткин Андрей Александрович

Аспирант
Научный руководитель: Курошева Галина
Михайловна, доктор экономических наук,
профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
vodenoyspb@mail.ru

Вербило Олег Михайлович

Соискатель
Научный руководитель: Степанов Андрей Львович,
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
8069026@inbox.ru

Веселков Вячеслав Васильевич

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
VeselkovVV@gumrf.ru

Водахова Валентина Аркадьевна

Кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова»
ktffa_kbgu@mail.ru

Головченко Борис Сергеевич

Аспирант
Научный руководитель: Гриняк Виктор
Михайлович, кандидат технических наук, доцент
Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса (ВГУЭС)
Boris.Golovchenko@vvsu.ru

Григорьев Андрей Владимирович

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
a.grigorev@eds-marine.ru

Гриняк Виктор Михайлович

Кандидат технических наук, доцент
Дальневосточный федеральный университет
(ДВФУ)
Victor.Grinyak@gmail.com

Гуляевский Сергей Евгеньевич

Кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
univer-help@yandex.ru

Девятисильный Александр Сергеевич

Доктор технических наук, профессор
Институт автоматизации и процессов управления
ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН)
devyatis@iacp.dvo.ru

Ефимов Константин Иванович

Аспирант
Научный руководитель: Некрасов Сергей
Николаевич, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
kiefimov@gmail.com

Железняк Александр Александрович

Старший преподаватель
Керченский государственный морской
технологический университет
Zheleznyak13@mail.ru

Жиленков Антон Александрович

Кандидат технических наук,
старший преподаватель
Керченский государственный морской
технологический университет
zhilenkovanton@gmail.com

Иванов Анатолий Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
fkt_pt@gumrf.ru

Иванова Мария Борисовна

Кандидат экономических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф. Ф. Ушакова»
max-ivanov@mail.ru

Кайгородов Андрей Викторович

Генеральный директор
ООО «Инвестиционный торговый дом»
Spb.info@mail.ru

Кайзер Адам

Преподаватель
Польская Морская Академия, Гдыня
thunder1950@yandex.ru

Караваев Василий Игоревич

Кандидат технических наук, аналитик
ЗАО «Степ Пазл»
K_v_i@mail.ru

Караваева Елена Дмитриевна

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
Karavaeva_ed@mail.ru

Каракаев Александр Бахтыреевич

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
a.karakaev@gma.ru

Клюева Светлана Федоровна

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «МГУ им. адм. Г. И. Невельского»
klsvetlkl@gmail.com»

Кобец Мария Александровна

Инженер-конструктор 3-ей категории
ЗАО Спецсудопроект
Научный руководитель: Веселков Вячеслав
Васильевич, доктор технических наук, профессор
leska-korn@rambler.ru

Ковалева Екатерина Николаевна

Старший преподаватель
Научный руководитель: Королева Елена
Арсентьевна, доктор экономических наук,
профессор
Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
dimarxkot@yandex.ru

Колесниченко Виталий Юрьевич

Аспирант
Научный руководитель: Григорьев Андрей
Владимирович, кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
ni-hm@mail.ru

Королев Владимир Ильич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
vlikor2007@yandex.ru

Королева Елена Арсентьевна

Доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
Kaf_logistics@gumrf.ru

Кузнецов Александр Львович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
thunder1950@yandex.ru

Ластовцев Алексей Юрьевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
lastovcev@mail.ru, LastovcevAJ@gumrf.ru

Лепехина Юлия Александровна

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова»
rew777@yandex.ru

Львов Владимир Евгеньевич

Ассистент
Одесская Национальная Морская Академия,
Украина
VolodymyrLvov@yahoo.com

Макшанов Андрей Владимирович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
kaf_vsi@gumrf.ru

Марлей Владимир Евгеньевич

Доктор технических наук, старший научный
сотрудник
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
MarleyVE@gumrf.ru

Некрасов Сергей Николаевич

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
snn00707@rambler.ru

Олейник Андрей Юрьевич

Аспирант
Научный руководитель: Марлей Владимир
Евгеньевич, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала

С. О. Макарова»
oleynik89@gmail.com

Петров Владимир Маркович

Доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский
государственный политехнический университет»
tribotex@narod.ru

Пластинин Андрей Евгеньевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО Волжская государственная академия
водного транспорта
plastininae@yandex.ru

Салюк Павел Анатольевич

Кандидат физико-математических наук,
заведующий лабораторией
ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт
им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения
Российской академии наук
pavel.salyuk@gmail.com

Саушев Александр Васильевич

Кандидат технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
saushev@bk.ru, ep-gumrf@bk.ru

Соляков Олег Владимирович

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
solyakov1@yandex.ru

Трененков Дмитрий Валерьевич

Аспирант
Научный руководитель: Некрасов Сергей
Николаевич, доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
trenenkov_d@mail.ru

Филатова Евгения Валентиновна

Кандидат экономических наук, старший
преподаватель
ФГБОУ ВПО «ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова»
makashinaevg@mail.ru

Фирсов Юрий Георгиевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
gidrograph@mail.ru

Хлюпин Леонид Алексеевич

Кандидат технических наук, старший научный
сотрудник
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
Leonid-Khlupin@yandex.ru

Хохлов Евгений Сергеевич

Аспирант
Научный руководитель: Каракаев Александр
Бахтыреевич, доктор технических наук,
профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
elengkhokhlovevgeny@gmail.com

Чепалис Иван Васильевич

Аспирант
Научный руководитель: Козьминых Николай
Анатольевич, кандидат технических наук, доцент
trunonma@gmail.com
Одесская национальная морская академия
chepalis@mail.ru

Черный Сергей Григорьевич

Кандидат технических наук, доцент
Керченский государственный морской
технологический университет
sergiiblack@gmail.com

Шахнов Сергей Федорович

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
sfshah@yandex.ru

Ширунов Гурий Николаевич

Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
С. О. Макарова»
guriyn@mail.ru

Научное периодическое издание

**Вестник Государственного университета морского
и речного флота имени адмирала С. О. Макарова**

Выпуск 1 (29)

2015 год

Выпускающие редакторы
Е. А. Юдакова, Н. А. Карамзина, Т. В. Середова
Дизайн и верстка М. Н. Евсюткина
Технический редактор Е. И. Тюленева

Подписано в печать с оригинал-макета 26.02.15. Формат 60x90/8
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 29,5. Тираж 500 экз. Заказ № 98/2015

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова
198035, Санкт-Петербург, ул. Двинская, 5/7