

# МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1001101001101111001100100011000101001110100100011000110101011110100001001001010010011  
0100011011000001101101100010100100111010011100110100111010011010101000011101100111001010  
110010111100010011000011011011101101000100110100111001000100101010000110101110100001  
01010001101110100100010011101100001011001110101001110100110001010101101010010011001110  
11010110000101011110100101001101101010110001011010101101001010011101010101101001101001  
1001101001101111001100100011000101001110100100011000110101011110100001001001010010011  
01000110110000011011011000101001001110100111001101001110100110101000011101100111001010  
1100101111000100110000110110111010001001101001110010001000101000101000110101110100001  
010100011011101001000100111011000010110011101010011101001100010001010101101010010011001110  
11010110000101011110100101001101101010110001011010001100001010011101010001101001101001

№ 1 (31) том 1 2016

ЗУБР



01000110110000011011011000101001001110100111001101001110100110101000011101100111001010  
11001011110001001100001101101110111010001001101001110010001010010101000110101110100001  
01010001101110100100010011101100001011001110101001110100110001010101101010010011001100110  
11010110000101011110100101001101101010110001011010101101001010010100111010101  
1001101001101111001100100011000101001110100101011000110101011110101101  
01000110110000011011011000101001001110100111001101001110100110101000010





# МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал № 1 (31) Т.1 2016 [www.morintex.ru](http://www.morintex.ru) ISSN 2073-7173

Тематика: кораблестроение, информатика, вычислительная техника и управление

## Главный редактор:

Н.В. Никитин, д.т.н., профессор

## Редакционный Совет

### Сопредседатели

И.Г.Захаров, д.т.н., профессор, заместитель генерального директора ЦМКБ «Алмаз»

Е.М. Апполонов, д.т.н., профессор, ректор СПбГМТУ

### Члены Совета

А.В. Архипов, д.т.н., профессор, начальник НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ

А.И. Гайкович, д.т.н., профессор, генеральный директор, НИЦ "МОРИНТЕХ"

Г.Н. Муру, к.т.н., генеральный директор, 51 ЦКТИ судоремонта

Одд М. Фалтинсен, профессор, Норвежский университет науки и технологии, Норвегия

Пентти Куяла, профессор, университет Аалто, Финляндия

К.В. Рождественский, д.т.н., профессор, проректор по международному сотрудничеству, СПбГМТУ

С.П. Столяров, д.т.н., профессор, декан факультета корабельной энергетики и автоматики, СПбГМТУ

В.Н. Тряскин, д.т.н., профессор, проректор, СПбГМТУ по учебной работе

А.К. Филимонов, д.т.н., профессор, проректор СПбГМТУ по научной работе

А.В. Шляхтенко, д.т.н., профессор, генеральный директор-генеральный конструктор, ЦМКБ «Алмаз»

## Редакционная коллегия

### Заместители главного редактора

А.И. Гайкович, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет

А.И. Фрумен, к.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет

П.А. Шауб, д.т.н., профессор, НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ

### Члены Редколлегии

А.В. Алексеев, д.т.н., профессор Санкт-Петербургский государственный университет

А.Е. Богданов к.т.н. — ОАО «Системы управления»

Р.В. Борисов д.т.н. профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Ю.А. Власов, к.ф.-м.н. преподаватель, Флоридский Международный Университет, Майами, США

А.Н. Дядик, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет

В.А. Евтеев, д.т.н., Объединенная судостроительная корпорация

Ю.И. Нечаев, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В.В. Родионов, к.т.н., с.н.с., ЗАО «Си Проект»

В.Ю. Семенова, д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский морской государственный университет

Д.А. Скороходов, д.т.н., профессор, Институт проблем транспорта РАН

О.В. Третьяков, д.т.н., доцент, НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ

Н.А. Тарануха, д.т.н., профессор, Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

## Периодичность издания — 4 номера в год

Журнал включен в систему Российского индекса

научного цитирования (РИНЦ) <http://vak.ed.gov.ru>

Рукописи представляются в редакцию в электронном виде (на диске или по электронной почте:

[mit-journal@mail.ru](mailto:mit-journal@mail.ru))

**Учредитель - издатель:** Общество с ограниченной ответственностью «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

## Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №

ФС77-32382 от 09.06.2008

Редакция в обязательном порядке осуществляет экспертную оценку всех материалов, публикуемых в журнале

## ISSN 2073-7173

Адрес: 190121 г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д.3

Телефон/факс +7 (812) 513-04-51

e-mail: [mit-journal@mail.ru](mailto:mit-journal@mail.ru)

Ответственность за содержание информационных и рекламных материалов, а также за использование сведений, не подлежащих публикации в открытой печати, несут авторы и рекламодатели.

**Перепечатка допускается только с разрешения редакции**

Мнение редакционного совета и членов редколлегии может не совпадать с точкой зрения авторов публикаций

## Редакционная этика журнала «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Редакционная деятельность научного журнала «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» опирается, в частности, на рекомендации Комитета по этике научных публикаций (Committee of Publication Ethics), а также на ценный опыт авторитетных международных журналов и издательств.

<http://morintex.ru/ru/nauchnyj-zhurnal/redakcionnaya-etika/>

**Напечатано в центре полиграфии НИЦ «МОРИНТЕХ»**

Дизайн: А.В. Антонов



# MARINE INTELLECTUAL TECHNOLOGIES

Scientific journal № 1 (31) V.1 2016 www.morintex.ru ISSN 2073-7173

**Subject:** shipbuilding, computer science, computer engineering and management

## Chief Editor:

N. V. Nikitin, Doctor of Engineering, Professor

## Editorial Board

### Co-chairmen

I.G. Zakharov, Doctor of Engineering, Professor, Vice-CEO ZMKB "Almaz"

E.M. Appolonov, Doctor of Engineering, Professor, Rector, Saint-Petersburg State Marine Technical University

### Council Members

A.V. Arkhipov, Doctor of Engineering, Professor, Director, Research Institute of Shipbuilding and armaments of Russian Navy

A.I. Gajkovich, Doctor of Engineering, Professor, CEO, Research Centre "Marine Intelligent Technologies"

G.N. Muru, PhD, CEO, 51 CCIS

Odd M. Faltinsen, Professor, Norwegian University of Science and Technology, Norway

Pentti Kujala, Professor, Aalto University, Finland

K.V. Rozhdestvenskij, Doctor of Engineering, Professor, Vice-Rector for International Science & Education, Saint-Petersburg State Marine Technical University

S.P. Stoljarov, Doctor of Engineering, Professor, Dean of the Faculty of naval power and automation, Saint-Petersburg State Marine Technical University

V.N. Trjaskin, Doctor of Engineering, Professor, Vice-Rector for Education, Saint-Petersburg State Marine Technical University

A.K. Filimonov, Doctor of Engineering, Professor, Vice-Rector for Research, Saint-Petersburg State Marine Technical University

A.V. Shlyakhtenko, Doctor of Engineering, Professor, CEO and Chief Designer, ZMKB "Almaz"

## Editorial Staff

### Deputy Chief Editors

A. I. Gaykovich, Doctor of Engineering, Professor, St. Petersburg State Marine Technical University

A. I. Frumen, PhD, Professor, St. Petersburg State Marine Technical University

P. A. Shaub, Doctor of Engineering, Professor, Institute of Shipbuilding and armaments of Russian Navy

### Members of Editorial Staff

A.V. Alekseev, Doctor of Engineering, Professor, St. Petersburg State Marine Technical University

A. E. Bogdanov, PhD, JSC "Control Systems"

R. V. Borisov, Doctor of Engineering, Professor St. Petersburg State Marine Technical University

Yu. A. Vlasov, PhD, Adjunct Professor, Florida International University, Miami, FL, USA

A.N. Dyadik, Doctor of Engineering, Professor, St. Petersburg State Marine Technical University

V. A. Evteev, Doctor of Engineering, United Shipbuilding Corporation

Yu. I. Nechayev, Doctor of Engineering, Professor, St. Petersburg State Marine Technical University

V. V. Rodionov, PhD, Senior Research Scientist, CJSC "Sea Project"

V. Yu.Semenova, Doctor of Engineering, Professor, St. Petersburg State Marine Technical University

D. A. Skorokhodov, Doctor of Engineering, Professor, Institute of Transportation Problems of the Russian Academy of Science

O. V. Tretyakov, Doctor of Engineering, Associate Professor, Institute of Shipbuilding and armaments of Russian Navy

N. A. Taranukha, Doctor of Engineering, Professor, Komсомolsk-on-Amur State Technical University

Publication frequency — 4 issues per year

The journal is included into the system of Russian Science Citation Index <http://vak.ed.gov.ru>

Manuscripts are to be submitted to the editorial office in electronic form (on CD or via E-mail: [mit-journal@mail.ru](mailto:mit-journal@mail.ru))

Founder-Publisher: Research Centre "Marine Intelligent Technologies", LLC

**Registration Certificate:** ПИ № ФС77-32382 of 09.06.2008

**Address:** Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190121, Russian Federation

Phone/fax +7 (812) 513-04-51

e-mail: [mit-journal@mail.ru](mailto:mit-journal@mail.ru)

The journal is included into the list of periodicals recommended for publishing doctoral research results

<http://vak.ed.gov.ru>

Printed in the Printing-House of Research Centre "Marine Intelligent Technologies", LLC

Authors and advertisers are responsible for contents of information and advertisement materials as well as for use of information not liable to publication in open press. Reprinting is allowed only with permission of the editorial office.

Opinion of editorial staff and editorial board may not coincide with those of the authors of publications

## Editorial ethics of the scientific journal «MARINE INTELLECTUAL TECHNOLOGIES»

EDITORIAL BOARD of the Scientific Journal «Marine Intellectual Technologies» bases its work, in particular, on the guidelines of the Committee of Publication Ethics, as well as on the practices of influential international journals and publishers.

<http://morintex.ru/en/nauchnyj-zhurnal/redakcionnaya-etika/>

Design: A.V. Antonov

# 51

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
КОНСТРУКТОРСКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
СУДОРЕМОНТА



Санкт-Петербург  
190000, Английская наб., д.38  
Тел./факс: (812) 315 4945



Санкт-Петербург, Ломоносов  
198472, ул. Михайловская, д.14  
Тел./факс: (812) 423 1600

51 ЦКТИС - ГОЛОВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ВМФ РФ ПО РАЗРАБОТКЕ ТИПОВОЙ  
ОРГАНИЗАЦИОННОЙ РЕМОНТНО-  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ



## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
О журнале .....	6
<b><i>Проектирование и конструкция судов</i></b>	
<b>Скляров В. В.</b> Электрический отопитель судовых помещений с электродным водонагревателем .....	8
<b><i>Энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)</i></b>	
<b>Аунг Пыйоз Вин</b> Моделирование сухого трения в гидравлическом исполнительном механизме .....	12
<b><i>Физические поля корабля, океана, атмосферы и их взаимодействие</i></b>	
<b>Володичева М. И., Григорьев-Голубев В. В.</b> Поля поверхностной волны, создаваемой колеблющимся диском в слое воды на упругом полупространстве .....	17
<b>Золотухин Д. Е.</b> Анормальное морское подтопление 6-7 февраля 2014 года в районе Охотска: наблюдения и моделирование .....	22
<b><i>Управление в социальных и экономических системах</i></b>	
<b>Алексеев А. В., Антипов В. В., Бобрович В. Ю., Евсеенко С. М.</b> Реализация обобщенного метода квалиметрического анализа факторов развития и технология обеспечения управления развитием критических морских объектов .....	27
<b>Алексеев А. В., Удодова Е. Н.</b> Квалиметрический swot-анализ и его применение в задачах управления развитием критических морских объектов .....	38
<b>Фирмин Дживо Кукуи</b> Модель и механизм побуждения к реализации безопасных технологий при эксплуатации судов компании .....	49
<b><i>Численные методы и комплексы программ</i></b>	
<b>Золотаревич В. П., Салиенко А. Е., Фрумен А. И., Югов Н. В.</b> Исследование собственных частот и форм колебаний лопасти рабочего колеса радиально-осевой гидротурбины на основе применения совместного метода конечных и граничных элементов .....	55

## CONTENTS

	page
About journal .....	6
<b><i>Ship Designing and Structure</i></b>	
<b>Sklyarov V.V.</b> Electric heater of ship premises with the electrode water heater .....	8
<b><i>Ship Power Plants and Their Elements (Main and Auxiliary)</i></b>	
<b>Aung Phyo Win</b> Modeling of dry friction in the hydraulic actuator .....	12
<b><i>Physical Fields of Ship, Ocean, Atmosphere and Their Interaction</i></b>	
<b>Volodicheva M.I., Grigoriev-Golubev V.V.</b> Fields of surface wave generated by an oscillating disk in the water layer on elastic half-space .....	17
<b>Zolotukhin D.E.</b> Anomalous sea flooding 6-7 february 2014 in the Okhotsk area: observations and modeling .....	22
<b><i>Control in Social and Economic Systems</i></b>	
<b>Alekseev A.V., Antipov V.V., Bobrovich V.Y., Evseenko S.M.</b> Implementation of the generalized method of qualimetry analysis of factors of development and technology support managent of critical marine facilities .....	27
<b>Alekseev A.V., Udodova E.N.</b> Qualitative swot analysis and its application in problems of management of critical marine facilities .....	38
<b>Firmin Dzhivo Kukui</b> Model and impulsion mechanism of the safety technology achievement in the process of company's ship operation .....	49
<b><i>Numerical Procedures and Software Systems</i></b>	
<b>Zolotarevich V.P, Salienko A.E., Frumen A.I, Yugov N. V.</b> Study of natural frequencies and mode shapes of the blade of the runner francis turbine on the basis of application coupled BEM-FEM methods .....	55

## О ЖУРНАЛЕ

### Главное

На страницах журнала публикуются новые научные разработки, новые результаты исследований, новые методы, методики и технологии в области кораблестроения, информатики, вычислительной техники и управления.

**Журнал включен в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.**

**Поданы заявки на включение журнала в международные реферативные базы данных SCOPUS и Web of Science**

В журнале обязательно рецензирование статей ведущими специалистами по профилю статьи.

Аннотации выпусков журнала с 2008 по 2014 года и с № 3(25) 2014 полные выпуски размещены на сайте [www.morintex.ru](http://www.morintex.ru)

**Подписной индекс 99366 в «Межрегиональном агентстве подписки» (МАП).**

Журнал распространяется посредством подписки в МАП и в редакции, а также на выставках, конференциях и симпозиумах.

### Тематика

Тематика журнала соответствует следующим специальностям научных работников номенклатуры ВАК: кораблестроение (теория корабля и строительная механика, проектирование и конструкция судов, технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства, судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные), физические поля корабля, океана, атмосферы и их взаимодействие); информатика, вычислительная техника и управление (системный анализ, управление и обработка информации, автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, управление в социальных и экономических системах, математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, системы автоматизации проектирования, теоретические основы информатики, математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)

### Основные направления

- Интеллектуальные технологии в проектировании кораблей и судов, компьютеризация процессов проектирования (управление и организация проектирования, системы автоматизированного проектирования). Морская история и техника.
- Интеллектуальные технологии в строительстве и ремонте кораблей и судов (перспективные технологии в строительстве и ремонте судов, автоматизированные системы подготовки производства, использование роботов).
- Интеллектуальные технологии в эксплуатации кораблей и судов (системы автоматизации кораблей и судов, автоматизированные системы управления, проблемы судовой эргономики, экология).
- Интеллектуальные технологии в прикладных исследованиях (математическое моделирование и компьютерный эксперимент, строительная механика, гидроаэродинамика, термодинамика, физические поля корабля).
- Интеллектуальные технологии в морской и судовой энергетике. Энергосберегающие технологии.
  - Интеллектуальные технологии морского приборостроения.
  - Искусственный интеллект в морских технологиях.
  - Интеллектуальные технологии в маркетинговых исследованиях.
  - Экономика и финансы в судостроении
  - Кораблестроительное образование

## ABOUT JOURNAL

New scientific developments, new research results, new methods, procedures and technologies in the area of ship building, information science, computer engineering and control are published in the magazine.

**The magazine is included into the List of Supreme Attestation Commission of leading reviewed scientific magazines and editions, in which basic scientific results of theses for application of science-degrees of Doctor and Candidate of Science shall be published.**

In the magazine the articles shall be reviewed by leading specialists in the field of the article.

The magazine is intended for a wide range of scientists and specialists, as well as heads of scientific research and design organizations, industry, educational institutions, navy, as well as teachers, post-graduate students and students of higher educational institutions.

**Subscription index is 99366 in Interregional Subscription Agency.**

The magazine is circulated in Russia and abroad by subscription in Interregional Subscription Agency and in editorial office, as well as in exhibitions, conferences and symposiums.

**BY the organizations' request the magazine editorial office can send any magazine issue or the whole set of magazines in general.**

## Subject

The magazine subject corresponds to the following specialities of scientific workers cording to the list of Supreme Attestation Commission: Ship Building, Theory of Ship and Structures , Ship Designing and Structure, Technology of Ship Building, Ship Repair and Organization of Shipbuilding Production, Ship Power Plants and Their Elements (Main and Auxiliary), Physical Fields of Ship, Ocean, Atmosphere and Their Interaction); Information Science, Computer Engineering and Control System Analysis, Control and Processing of Information, Automation and Control of Processes and Productions, Control in Social and Economic Systems, Software for Computers, Complexes and Computer Networks, Designing Automation Systems, Foundations of Information Science Mathematical Modelling, Numerical Procedures and Software Systems).

## Basic Magazine Trends

- Intelligent technologies for designing of ships and vessels, computing of design process (control and organization of designing, automated designing systems). Marine History and Equipment.
- Intelligent technologies for ship and vessel building (advanced technologies for ship building, automated systems of production preparation, robot using).
- Intelligent technologies for ship and vessel operation (ship and vessel automation systems, automated control systems, problems in ergonomics, ecology).
- Intelligent technologies in applied researches (mathematical modelling and computer experiment, theory of structures, aerohydrodynamics, thermodynamics, physical fields of ship).
- Intelligent technologies in marine and ship power engineering. Energy-saving technologies.
- Intelligent technologies of marine instrument engineering.
- Artificial intelligence in marine technologies.
- Intelligent technologies in marketing researches.
- Intelligent technologies in logistics.
- Editorial Office Address.



## **Проектирование и конструкция судов**

УДК 62.184

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ОТОПИТЕЛЬ СУДОВЫХ ПОМЕЩЕНИЙ С ЭЛЕКТРОДНЫМ ВОДОНАГРЕВАТЕЛЕМ**

**Скляр Вадим Викторович**

начальник цикла учебного военного центра  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3  
e-mail: sklyarov.65@yandex.ru

#### **Аннотация**

В статье рассматривается возможность применения электродного водонагревателя малой мощности, работающего в составе замкнутого контура установки для обогрева судовых помещений. Электродный водонагреватель является разновидностью печи сопротивления и используется в различных отраслях хозяйства. Разработанный электродный водонагреватель работает в однофазной и трехфазной электрических сетях. Во всех случаях контур естественной циркуляции изолируется от корпуса. Приводятся экспериментальные данные по работе электродного водонагревателя в особых режимах, в частности, изучался аварийный режим с потерей теплоносителя.

Проведенные испытания показали, что использование проницаемых электродов возможно и целесообразно при создании электродного водонагревателя, предназначенного для различных технологических и бытовых целей в качестве воздушонагревателя бытовых, судовых и промышленных помещений, устройства подогрева токопроводящих жидкостей, парогенератора различных мощностей для получения влажного или перегретого пара.

**Ключевые слова:** электродный водонагреватель малой мощности, проницаемые электроды, оптимальные геометрические характеристики «электродного блока».

### **ELECTRIC HEATER OF SHIP PREMISES WITH THE ELECTRODE WATER HEATER**

**Sklyarov Vadim Viktorovich**

head of the department of military training center  
State marine technical university of Saint-Petersburg  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190008, Russian Federation  
e-mail: sklyarov.65@yandex.ru

#### **Abstract**

The article focuses on the possibility to use low-power electrode boiler operating as a component of the closed circuit of heating system for ship rooms. Electrode boiler is a variety of resistance furnace and is used in different industries. Electrode boiler designed operates in single-phase and three-phase electric power system. In all cases the circuit of natural circulation is isolated from boiler body. Experimental data on the operation of electrode boiler in specific modes are provided. In particular, emergency mode with a loss of heat transfer was studied. Numerous experiments on putting the boiler into operation with a completely frozen heat transfer within different ranges of temperatures below zero were carried out.

The experiments showed that the use of permeable electrodes is possible and reasonable for producing electrode boiler to be used for different technological and household purposes as an air-heater in dwelling, ship and industrial rooms, as a heater of current-conducting liquids, as a steam generator of various capacity to obtain wet or overheated steam.

**Key words:** low-power electrode boiler; permeable electrodes; optimum geometric features of "electrode block".

### Введение

Электродный водонагреватель (ЭВН) является разновидностью печи сопротивления и используется в различных отраслях хозяйства. Его преимуществами перед другими электропечами являются высокая экономичность и простота конструкции. Результаты исследований работы электротермического оборудования описаны в научно-технической периодике [1] и защищены многочисленными патентами. Большой интерес представляют электродные водонагреватели малой мощности, предназначенные для подогрева судовых, промышленных и жилых помещений, а также для обеспечения автономного горячего водо- и пароснабжения.

Изобретение относится к области электронагревательных приборов, предназначенных для подогрева и испарения воды в расходном режиме и в составе замкнутых водяных и пароводяных контуров.

Простейший электродный водонагреватель показан на рис. 1. Он является печью сопротивления [1]. Тепло выделяется в воде, в межэлектродном промежутке. В качестве теплоносителя используются токопроводящие жидкости: пресная вода, антифризы.

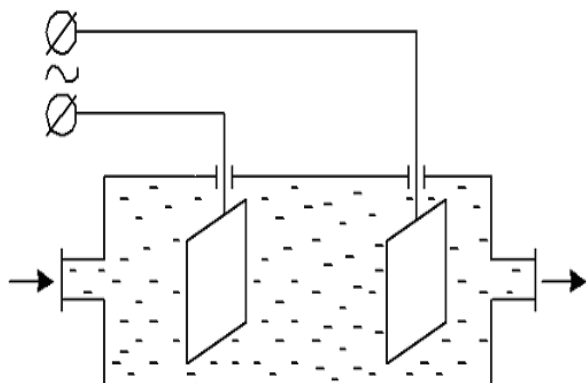


Рис. 1. Электродный водонагреватель

Преимуществами электродных водонагревателей перед другими водонагревателями являются: надежность, электро- и пожаробезопасность, высокий КПД, компактность.

### Описание эксперимента

В межкафедральной физико-энергетической лаборатории филиала СПбГМТУ был разработан, изготовлен и испытан отопитель корабельных и судовых помещений (рис. 2), который защищен свидетельством на полезную модель [2].

Особенностью его является использование разработанных в физико-энергетической лаборатории проницаемых электродов [3], проходящих сквозь которые вода нагревается. Основой тепловой схемы отопителя, представленного на рис. 2, является контур естественной циркуляции. Подогрев воды происходит в ЭВН, расположенном в нижней части подъемной ветви контура, его малая высота (65 мм) способствует получению большего движущего напора теплоносителя. Общий объем

контура  $V_k = 0,7$  л, он снабжен расширителем объемом  $0,2 V_k$ , мощность блока подогрева – 1 кВт, его диаметр – 70 мм. Контур естественной циркуляции располагается в сетчатом корпусе размерами 700x450x80 мм.

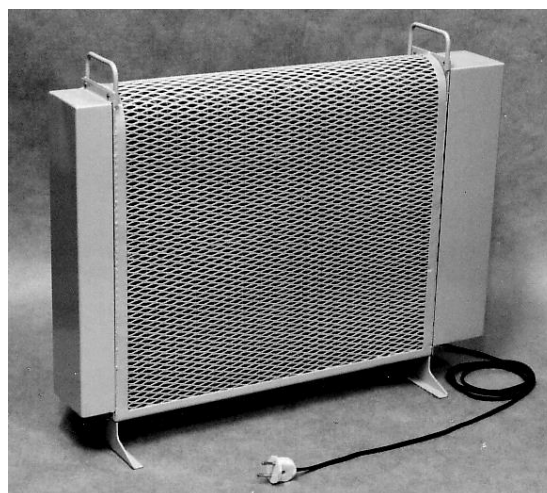


Рис. 2. Отопитель корабельных и судовых помещений

Разработанная электродная группа была изготовлена в ряде вариантов (табл. 1) и испытана в физико-энергетической лаборатории. Результаты испытаний показаны на рис.3.

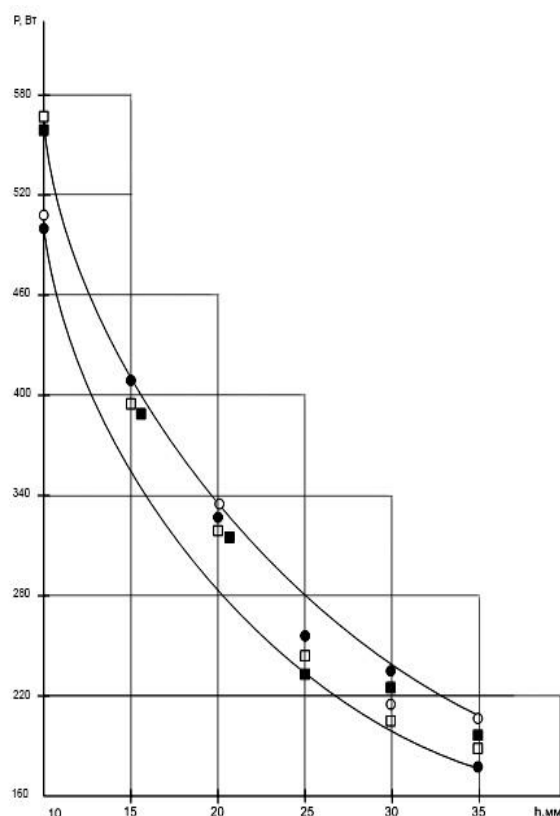


Рис. 3. Зависимость мощности (P) от величины межэлектродного расстояния (h) для различных типов электродов

● – сплошной электрод (№ 1 в табл. 1);

■, □, ○ – электроды с различной степенью проницаемости (№ 2, № 3, № 4 в табл. 1).

Очевидно, что проницаемые электроды имеют высокую эффективность – получаемая мощность при прочих равных условиях примерно такая же, как и у сплошных электродов. Использование проницаемых электродов, кроме того, существенно расширяет возможности компоновки водонагревателя.

Таблица 1

#### Исследованные проницаемые электроды

Номер варианта электрода	Размер ячейки, мм x мм	Диаметр проволоки, мм	Размер электродов, мм x мм
1	сплошной	–	50 x 70
2	2 x 2	0,3	50 x 70
3	1,6 x 1,6	0,3	50 x 70
4	22 x 12	3,0	50 x 70

Разработанный электродный водонагреватель работает в одно- и трехфазной электрических сетях. Во всех случаях контур естественной циркуляции изолируется от корпуса.

При испытаниях проверялась работа электродного водонагревателя и в особых режимах, в частности, изучался аварийный режим с потерей теплоносителя. Установлено, что при этом происходит безопасное прекращение работы отопителя.

Изучен также запуск при полностью замерзшем теплоносителе. Отопитель безаварийно входит в рабочий режим через короткое время.

Достоинства такого образца в следующем:

- повышенная экономичность (КПД составляет 0,94 – 0,96%);
- повышенная компактность контура;
- возможность использования в качестве теплоносителя искусственной (подсоленной) или водопроводной воды;
- возможность запуска при условии замерзания всей воды в контуре;
- повышенная безопасность – остановка при осушении контура;
- возможность работы при одно- и трёхфазном питании.

#### Заключение

Проведенные работы подтвердили перспективность данного отопителя для использования на кораблях и судах.

Проведенные испытания показали, что использование проницаемых электродов возможно и целесообразно при создании электродных водонагревателей, предназначенных для различных технологических и бытовых целей в качестве:

- воздухонагревателей бытовых, судовых и промышленных помещений;
- устройств подогрева токопроводящих жидкостей;
- парогенераторов различных мощностей для получения влажного или перегретого пара.

Для улучшения эксплуатационных характеристик электродных водонагревателей (экономичности, эффективности и безопасности) целесообразно проводить дальнейшие детализированные исследования по следующим направлениям:

- изучение внутренних процессов ЭВН;
- исследование распределения потенциалов в «электродном блоке»;
- решение задачи снижения потенциалов на корпусе;
- исследование зависимости выделяемой мощности от соотношения между линейным размером ячейки и межэлектродным расстоянием;
- сравнение мощностных характеристик сплошных и проницаемых электродов;
- поиск оптимальных геометрических характеристик «электродного блока» с целью достижения мощностей, характерных для сплошных электродов;
- исследование возможностей запуска электродного водонагревателя при замерзшем теплоносителе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электротермическое оборудование. Справочник. Под общей редакцией А.П. Альтгаузена. М.: Энергия, 1980
2. Нагревательная система. Свидетельство на полезную модель №15598. Приоритет от 15.11.99 г. Е.М. Аин, А.В. Агеев, А.Г. Горобец, В.В. Складов
3. Заявка на изобретение (19) RU (11) 95114849 (13) А (51) 6F24H1/20. Электродный водонагреватель. Е.М. Аин

### References

1. Thermal-electric equipment. Directory. Edited by A.P. Altgauzen. M.: Energy, 1980
2. The heating system. The certificate on useful model №15598. The priority of 15.11.99, the E.M. Ain, A.V. Ageev, A.G. Gorobetс, V.V. Sklyarov
3. An application for the invention (19) RU (11) 95114849 (13) A (51) 6F24H1 / 20. An electrode boiler. E.M. Ain

## **Энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)**

УДК 62-522.2

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ СУХОГО ТРЕНИЯ В ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ МЕХАНИЗМЕ**

**Аунг Пьюэ Вин**

Республика Союз Мьянмы  
аспирант кафедры «Судовая автоматика и измерения»  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская,  
e-mail: saharaprince9@gmail.com

#### **Аннотация**

Известно, что сухое трение в подвижной части технического устройства может вызывать автоколебательный режим. Исключительное внимание к подобным режимам, объясняется тем, что автоколебания являются помехой в работе большого количества измерительных и автоматических устройств, приводных двигателей, исполнительных механизмов и пр. Автоколебания получили название фрикционных автоколебаний.

Долгое время практика учета трения в механических элементах автоматических систем, при выводе уравнений движения, была ориентирована на его простейшие идеализации, что не позволяло получить новые знания об исследуемом явлении и выработать допускающие обобщения концепции.

В работе предлагается принципиально новая математическая модель исполнительного механизма с жестко присоединенной инерционной нагрузкой при учете сухого трения. Сухое трение моделируется по некулоновской идеализации, при которой учитывается не только наличие отрицательного участка в характеристике трения, но и превышение сил трения покоя над силами трения движения. Модель относится к моделям логико-динамического класса. При численном интегрировании исходных уравнений динамики модель уверенно демонстрирует возникновение фрикционных автоколебаний.

Ключевые слова: фрикционные автоколебания, исполнительный механизм, математическая модель, некулоновская идеализация сухого трения.

### **MODELING OF DRY FRICTION IN THE HYDRAULIC ACTUATOR**

**Aung Phyo Win**

Republic of the union of Myanmar  
Postgraduate, Department «Ship automation and measurement»  
State Marine Technical University of Saint-Petersburg  
190008, Saint-Petersburg, Lotsmanskya Street, 3.  
e-mail: saharaprince9@gmail.com

#### **Abstract**

It is known that dry friction in the moving parts of the device can cause technical oscillatory mode. Exceptional attention to such regimes, due to the fact that self-oscillations are a hindrance to the work of a large number of measurement and automation devices, drives motors, actuators, and so on. Self-oscillations are called frictional self-oscillations.

For a long time, the practice of taking into account the friction in the mechanical elements of automatic systems, in the derivation of the equations of motion, has been focused on its simplest idealization that is not possible to obtain new knowledge about the studied phenomenon and develop a concept can be generalized. We propose a fundamentally new mathematical model of the actuator is rigidly connected to the inertial load at the account dry friction. Dry friction is modeled on the non-Coulomb idealization, which takes into account not only the presence of negative friction characteristic in the area, but the excess of static friction forces over the forces of friction movement. The model applies to models of logic-dynamic class. In the numerical integration of the original equations of dynamics model confidently demonstrates the occurrence of frictional self-oscillations.

Keywords: friction self-oscillation, the actuator, mathematical model, non-Coulomb idealization of dry friction.

**Введение**

В основе широкого применения гидравлических систем управления лежит стремление создать точное управление достаточно большими мощностями, массами и скоростями. Высокое отношение выходной мощности к весу дает гидравлическим системам преимущество тогда, когда допустимые размеры и вес системы существенно ограничены, что чрезвычайно важно для задач автоматизации судовых энергетических установок и судового энергетического оборудования. В качестве исполнительного механизма в системах управления широко распространен гидравлический сервомотор.

В данной работе рассмотрен сервомотор без обратной связи, с жестким соединением с регулирующим органом, управляемый гидроусилителем с отсечным золотником, работающим от источника с постоянным давлением (рисунок 1).

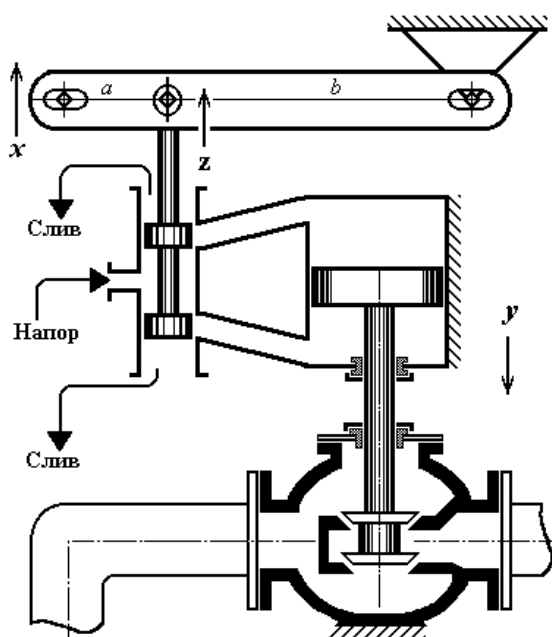


Рис. 1 – Условная принципиальная схема исполнительного механизма

Рабочей жидкостью большинства автоматических систем (кроме систем, работающих на воде) являются минеральные масла. Среди других своих свойств таких, как вязкость, смазывающая способность и пр. масло обладает свойством сжимаемости, что является важным фактором в объяснении динамического поведения систем автоматического управления.

Нередко, на малых скоростях перемещения подвижных элементов механизма, возникают, так называемые, фрикционные автоколебания - перемещения регулирующего органа, чередующиеся с его остановками. Причиной

такого поведения является сухое трение в элементах механизма.

**1. Математическая модель механизма**

Для исследования данного явления предлагается следующее математическое описание динамики, в структурном виде представленное на рисунке 2.

В модели обозначено: а) переменные:  $y, \dot{y}, \ddot{y}$  - перемещение, скорость и ускорение нагрузки (подвижной части сервомеханизма);  $x$  - управляющее воздействие на исполнительный механизм;  $z$  - смещение золотника;  $F, \dot{F}$  - усилие и скорость изменения усилия, возникающие в гидроприводе; б) коэффициенты (параметры):  $K_Q$  - коэффициент передачи по расходу;  $\alpha$  - коэффициент вязкого трения;  $K_F$  - коэффициент передачи по усилию;  $M$  - масса нагрузки и поршня;  $A$  - площадь поршня;  $V$  - эффективный объем рабочей жидкости;  $B$  - объемный модуль упругости рабочей жидкости;  $-a, b$  - длины плеч рычага;  $M \cdot \ddot{y}$  - сила инерции;  $M \cdot \dot{y}$  - предыстория (предыдущее значение силы инерции на момент определения последующего значения); в)  $F_{с.тр.дв}$  - сила сухого трения при движении; г) параметры, характеризующие сухое трение в механизме:  $F_{тр.0}$  - сила трения покоя;  $F_{тр.ост.}$  - сила трения при прекращении движения;  $F_{тр.min}$  - минимальная сила трения при движении, при этом ( $F_{тр.0} > F_{тр.ост.} > F_{тр.min}$ );  $R \cdot \dot{y}$  - положительно вогнутая убывающая функция, характеризующая зависимость силы сухого трения от скорости перемещения;  $\alpha'$  - коэффициент, характеризующий максимальную «отрицательность» характеристики сухого трения при движении. Сухое трение сосредоточено, в основном, в уплотнительных устройствах сервомотора и регулирующего органа.

**Примечание.** Обозначения в модели (см. рис. 2), в основном соответствуют обозначениям в источнике [1]. Учет сухого трения осуществлен по некулоновской идеализации [2].

Данная математическая модель относится к классу логико-динамических моделей, является существенно нелинейной и требует для исследования применения нелинейного анализа. При этом модель позволяет наблюдать фрикционные автоколебания, получаемые численным интегрированием исходных уравнений динамики.

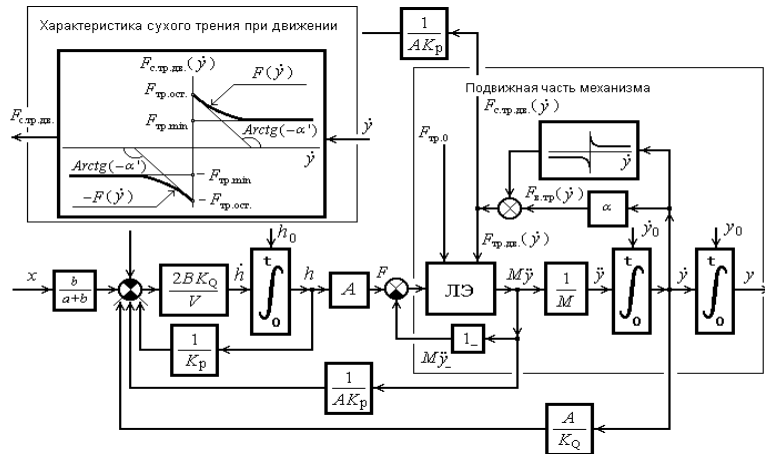


Рис. 2. Математическая модель сервомотора в структурном виде

Логико-динамическая модель создана с привлечением двух разделов математики: теории обыкновенных дифференциальных уравнений и булевой алгебры [2 - 4]. Логическую часть в модели представляет логический элемент (ЛЭ). Структура алгоритма логического элемента представлена на рисунке 3.

2. Вычислительный эксперимент

В качестве примера рассмотрим динамическое поведение модели при следующих значениях ее параметров:  $A = 314 \text{ см}^2$ ;  $K_Q = 11.658 \text{ см}^2 / \text{мс}$ ;  $V = 2200 \text{ см}^3$ ;  $B = 125 \text{ кН} / \text{см}^2$ ;  $M = 100 \text{ кН} \cdot \text{мс}^2 / \text{см}$ ;  $\alpha = 1000 \text{ кН} \cdot \text{мс} / \text{см}$ ;  $\alpha' = 1500 \text{ кН} \cdot \text{мс} / \text{см}$ ;  $a = 0.5 \text{ см}$ ;

$b = 5 \text{ см}$ ;  $F_{тр.0} = 2.25 \text{ кН}$ ;  $F_{тр.ост.} = 2.00 \text{ кН}$ ;  $F_{тр.мин} = 0.25 \text{ кН}$ . Допустим, максимальный ход золотника составляет около  $z = 0.35 \text{ см}$ . Рассмотрим динамическое поведение модели при  $x = 0.35 \text{ см}$  ( $z \approx 0.318 \text{ см}$ ) – представлено на рисунке 4. Из полученных графиков видно, что через 1.25 миллисекунды устанавливается скорость перемещения подвижной части механизма  $\dot{y} \approx 7.5 \text{ см} / \text{с}$ , при этом перепад давления на поршне составляет  $1 \text{ кгс} / \text{см}^2$ , что характерно для регулирования, например, частоты вращения паровых турбин. Рассмотрим этот же пример, но уже для  $x = 0.02 \text{ см}$  ( $z \approx 0.0182 \text{ см}$ ) – на рис. 5.

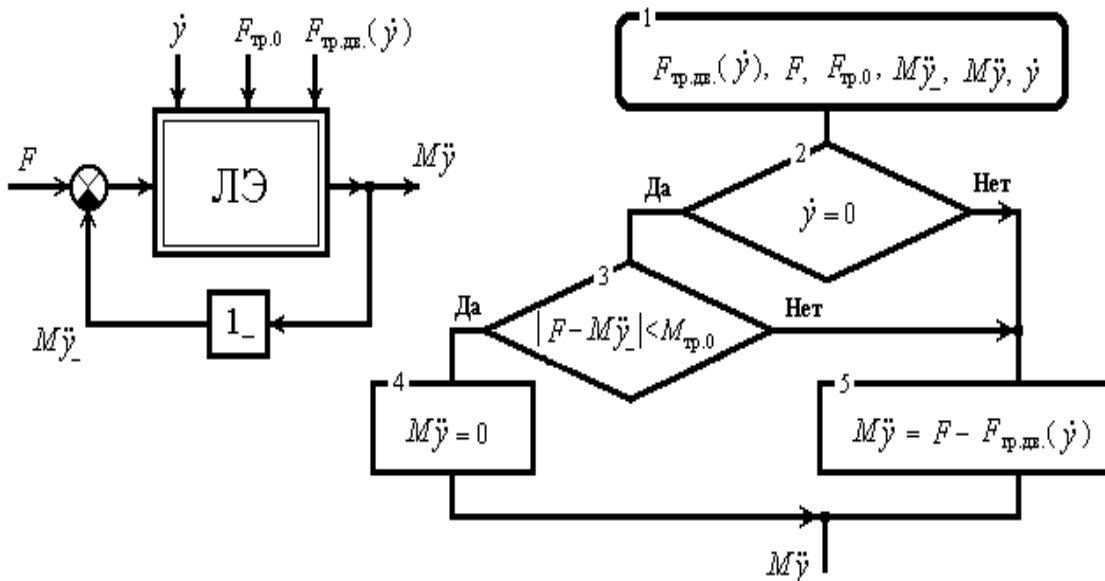


Рисунок 3 – Структура алгоритма функционирования в модели логического элемента (ЛЭ)

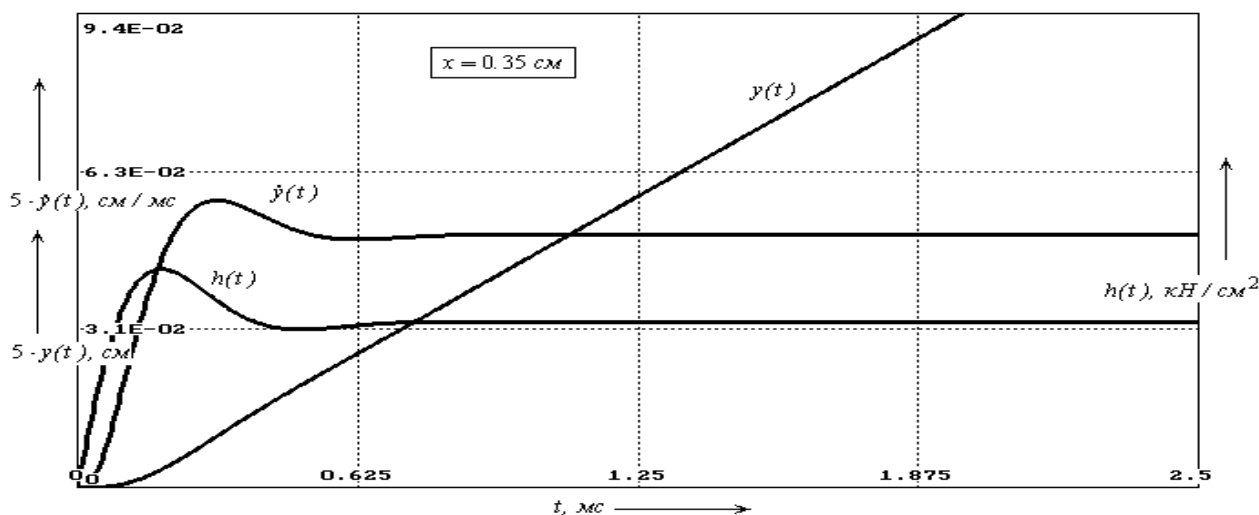


Рис. 4 – Переходные процессы в модели исполнительного механизма при  $x = 0.35 \text{ см}$  (с учетом сухого трения)

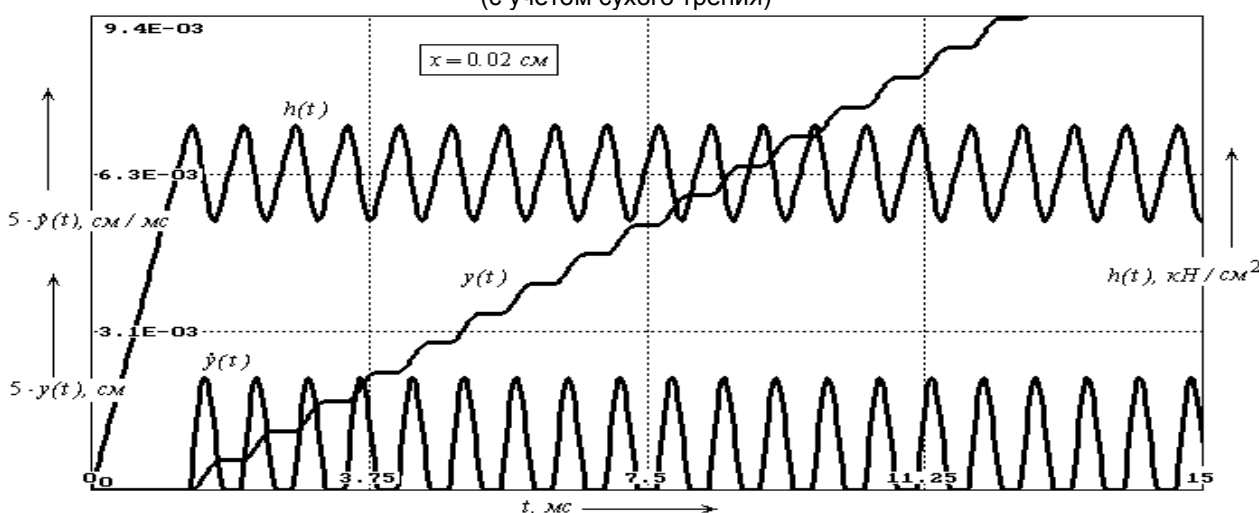


Рис. 5 – Переходные процессы в модели исполнительного механизма при  $x = 0.02 \text{ см}$  (с учетом сухого трения)

Из представленных графиков на рисунке 5 видно, что при достаточно малом управляющем сигнале ( $x = 0.02 \text{ см}$ ) в механизме возникают фрикционные автоколебания с частотой около  $1000 \text{ Гц}$ . Такие колебания могут восприниматься на слух, например, как «скрип».

**Заключение**

Создание современных средств автоматизации технических объектов предъявляют повышенные требования к точности управления. С точностью управления связано надежное управление объектом на малых скоростях перемещения управляющего устройства с регулирующим органом. Из представленного материала очевидно - без учета сухого трения в моделях механических

элементов автоматических систем невозможно понять и объяснить возникновение при малых значениях управляющих сигналов фрикционных автоколебаний.

Целью исследования является установление причинно-следственной связи между параметрами механизма, параметрами трения и возникновением того, или иного динамического поведения. Решение проблемы в данном случае возможно только на основе нелинейного анализа. Для успешного проведения анализа необходима содержательная математическая модель этого явления. Представленная в работе модель доступна строгому анализу и в достаточной степени отражает динамическое поведение исследуемого объекта



**Литература**

1. Льюис, Э. Гидравлические системы управления / Э.Льюис, Х.Стерн. Перевод с англ. А.М.Баштыка и А.М.Плунгяна. под ред. И.М.Крассова. М: Мир, 1966. - 407 с.
2. Шамберов, В.Н. Влияние сухого трения на устойчивость работы машин / В.Н. Шамберов. В кн.: Проблемы машиноведения: точность, трение и износ, надежность, перспективные технологии / Под ред. В.П.Булатова.– СПб.: Наука, Институт проблем машиноведения РАН. 2005. – 740 с.
3. Шамберов В.Н. Фрикционные колебания в гидравлических системах // Гидравлика и пневматика. – СПб.: 2005, № 21, с. 15 – 17.
4. Шамберов В.Н. Влияние сухого трения на возникновение автоколебаний в машинах (аналитическое исследование) // Акустические проблемы большого города. Конверсионные вопросы: Труды ЦНИИ им. акад.А.Н. Крылова. Выпуск 15(299) – СПб.: ЦНИИ им. акад.А.Н. Крылова, 2003. - С. 125 – 132.
5. Шамберов В.Н., Аунг П.В. Автоколебания в машинах с сухим трением // Современные проблемы механики и ее преподавание в вузе: материалы Всероссийской научно-методической конференции (к 100 - летию со дня рождения профессора Н.В.Бутенина). – СПб.: МО РФ. Военно-космическая академия им. А.Ф.Можайского. С. 132 – 137.

**References**

1. Design of hydraulic control systems. Ernest E. Lewis (General Electric Company), Hansjoerg Stern (General Electric Company). McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC. NEW YORK-TORONTO-LONDON. 1962. – 407p.
2. Shamberov, V.N. Vliyaniye sukhogo treniya na ustoychivost' raboty mashin / V.N. Shamberov. V kn.: Problemy mashinovedeniya: tochnost', treniye i iznos, nadezhnost', perspektivnyye tekhnologii / Pod red. V.P.Bulatova. – SPb.: Nauka, Institut problem mashinovedeniya RAN. 2005. – 740 p.
3. Shamberov V.N. Friksionnyye kolebaniya v gidravlicheskiykh sistemakh // Gidravlika i pnevmatika. – SPb.: 2005, № 21, pp. 15 – 17.
4. Shamberov V.N. Vliyaniye sukhogo treniya na vznikoveniye avtokolebaniy v mashinakh (analiticheskoye issledovaniye) // Akusticheskiye problemy bol'shogo goroda. Konversionnyye voprosy: Trudy TSNII im. Akad.A.N.Krylova. Vypusk 15(299) – SPb.: TSNII im. Akad.A.N. Krylova, 2003. - pp. 125 – 132.
5. Shamberov V.N., Aung P.W. Avtokolebaniya v mashinakh s sukhim treniyem // Sovremennyye problemy mekhaniki i yeye prepodavaniye v vuze: materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii (k 100 - letiyu so dnya rozhdeniya professora N.V.Butenina). – SPb.: MO RF. Voenno-kosmicheskaya akademiya im. A.F.Mozhayskogo. pp. 132 – 137.

## **Физические поля корабля, океана, атмосферы и их взаимодействие**

УДК 534.26

### **ПОЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОЛНЫ, СОЗДАВАЕМОЙ КОЛЕБЛЮЩИМСЯ ДИСКОМ В СЛОЕ ВОДЫ НА УПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ**

**Володичева Маргарита Ивановна**

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математики  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лощманская, 3  
e-mail: mvolodicheva@mail.ru

**Григорьев-Голубев Владимир Викторович**

кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лощманская, 3  
e-mail: grig\_golubev@mail.ru

#### **Аннотация**

Рассмотрены скалярные и векторные акустические поля поверхностной волны в слое воды конечной толщины над упругим полупространством, возникающие при гармонических колебаниях диска, расположенного перпендикулярно и параллельно относительно граничных плоскостей. Аналитические выражения, полученные для давления, а также смещения, скорости и ускорения частиц воды, позволяют сопоставлять дальние акустические поля, создаваемые колеблющимися вертикальным и горизонтальным дисками, при различных характеристиках упругого полупространства, различных длинах излучаемой волны и различных толщинах водного слоя. Показано, что давление, создаваемое низкочастотными колебаниями горизонтального диска в водном слое над гранитом и песком значительно больше давления, обусловленного низкочастотными колебаниями вертикального диска. В случае высокочастотных колебаний дисков давление в слое воды над гранитом, создаваемое вертикальным диском, больше, чем давление, создаваемое горизонтальным диском, тогда как над песком эти значения почти одинаковы.

**Ключевые слова:** скалярные и векторные акустические поля, поверхностная волна, колебания диска.

### **FIELDS OF SURFACE WAVE GENERATED BY AN OSCILLATING DISK IN THE WATER LAYER ON ELASTIC HALF-SPACE**

**Volodicheva Margarita Ivanovna**

Cand. Sci. Phys.-Math., the associate professor of department of mathematics  
State Marine Technical University of St. Petersburg  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg, 190008, Russian Federation  
e-mail: mvolodicheva@mail.ru

**Grigoriev-Golubev Vladimir Viktorovich**

Cand. Sci. Phys.-Math., the head of department of mathematics  
State Marine Technical University of St. Petersburg  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg, 190008, Russian Federation  
e-mail: grig\_golubev@mail.ru

#### **Abstract**

The scalar and vector acoustic fields of the surface wave in the water layer of a finite thickness, placed on an elastic half-space, arising from the harmonic vibrations of the disk, located perpendicular and parallel to the boundary planes, are studied. The analytical expressions obtained for the pressure and displacement, velocity and acceleration of water particles allow one to compare the distant acoustic fields generated by the vibrating vertical and horizontal disks at different characteristics of the elastic half-space, the various wavelengths of the emitted wave and different thicknesses of the water layer. It is shown that the pressure generated by low-frequency oscillations of the horizontal disk in the water layer above the granite and sand considerably more the pressure caused by low-frequency vibrations of the vertical disk. In the case of high-frequency oscillations the pressure in the water layer above the granite

produced by the vertical disk is larger than that caused by the horizontal disk, while these values over the sand almost equal.

**Key words:** scalar and vector acoustic fields, surface wave, disk vibration.

### Введение

Исследование звуковых возмущений, создаваемых колеблющимися объектами, в частности однослойными и многослойными пластинами как бесконечных, так и конечных размеров проводилось в работах [1-3], в которых наряду с изучением колебаний самих пластин при различных способах их возбуждения рассматривались создаваемые пластинами акустические поля, при этом среда, в которой распространяется акустическое возмущение, считалась безграничной.

В предлагаемой работе рассматривается дальнейшее акустическое поле, создаваемое колеблющейся круглой пластиной (диском) в ограниченной среде – слое воды конечной толщины, расположенном на упругом полупространстве. При этом предполагается, что основной волной в рассматриваемом поле является поверхностная волна. Результаты теоретического исследования поля поверхностной волны, создаваемой точечным источником в слое воды, лежащем на упругом полупространстве, изложены в работах [4-6]. Для решения волнового уравнения для точечного источника с соответствующими граничными условиями на свободной поверхности и дне обычно используется метод нормальных волн, метод интегральных преобразований и лучевой метод. Связь между этими подходами к решению задачи и условия применимости каждого из них приведены в [4-6].

Потенциал поля диска, колеблющегося в безграничной среде, был рассмотрен в работе [7], из которой следует, что при  $R \gg R_0$ , где  $R$  – расстояние от точки наблюдения до центра круглого диска радиуса  $R_0$ , при любом соотношении между длиной  $\lambda$  излучаемой диском волны и расстоянием  $R$  осциллирующий диск создает примерно такое же поле, что и соответствующим образом подобранный диполь. Этот вывод может служить основой для теоретического исследования полей, создаваемых колеблющимся диском, расположенным в слое воды конечной толщины над различными грунтами.

### 1. Постановка задачи

Пусть в точке с декартовыми координатами  $(0,0,z_0)$  в слое воды находится центр круглого диска радиуса  $R_0$ , плоскость которого перпендикулярна граничным плоскостям водного слоя (вертикальное расположение диска). Оси  $Ox$  и  $Oy$  расположены на нижней границе водного слоя, причем ось  $Ox$  перпендикулярна плоскости диска. Диск совершает монохроматические колебания с частотой  $\omega$  по закону

$$\xi = -A \cdot e^{-i\omega t}, \text{ где } \xi \text{ – смещение диска в}$$

направлении нормали,  $A$  – максимальная амплитуда смещения. Источники эквивалентного диполя располагаются в точках  $(R_0,0,z_0)$  и  $(-R_0,0,z_0)$ .

Поле поверхностной волны в водном слое  $0 \leq z \leq h$ , создаваемое точечным источником звука частоты  $\omega$ , помещенным в точку с координатами  $(0,0,z_0)$ , описывается потенциалом скорости  $\varphi$ , который имеет различный вид в зависимости от соотношения волновых чисел  $k = \omega/c$ ,  $k_1 = \omega/a$ ,  $k_2 = \omega/b$  и  $\mu = \omega/v_0$ , где  $v_0$  – фазовая скорость поверхностной волны,  $c$  – скорость звука в воде,  $a$  и  $b$  – скорости продольной и поперечной волн в упругом полупространстве. Мы будем использовать выражения для потенциалов скорости, полученные методом нормальных волн при использовании подхода, изложенного в [6] и приведенного в [8]. В случае высокоскоростного грунта типа гранита при  $k > \mu > k_2 > k_1$  этот потенциал равен

$$\varphi(x,y,z,z_0,t) = \psi(z,z_0,t) \cdot H_0^{(1)}(\mu r), \quad (1)$$

где

$$\psi(z,z_0,t) = (2\pi P_0/\omega\rho) \exp(-i\omega t) \times \\ \times K \sin(\delta(h-z)) \sin(\delta(h-z_0)), \quad (2)$$

$H_0^{(1)}(\mu r)$  – функция Ханкеля первого рода,

$$K = \left( h - \frac{h}{2\nu} \sin(2\nu) + \frac{\xi \alpha^2}{s} + \frac{\eta \beta^2}{\mu^2 \gamma} \right)^{-1}, \quad (3)$$

$r = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $\mu$  – наименьший корень дисперсионного уравнения

$$\operatorname{tg} \nu + \frac{\rho_1}{\rho} \frac{\delta}{k_2^4} \left( \frac{(\mu^2 + \gamma^2)^2}{s} - 4\mu^2 \gamma \right) = 0, \quad (4)$$

$$\xi = \frac{\omega^2 \rho_1 s \gamma}{\rho(\mu^2 + \gamma^2)^2 (s^2 - \gamma^2)} \times \\ \times \left[ \frac{(s^2 - \gamma^2)((\mu^2 + \gamma^2)^2 - 4\mu^2 s \gamma)}{s \gamma} + 4\zeta s \gamma \right],$$

$$\eta = \frac{\omega^2 \rho_1 s \gamma \zeta}{\rho(\gamma^2 - s^2)}, \quad \delta = \sqrt{k^2 - \mu^2}, \quad \nu = \delta \cdot h,$$

$$\alpha = \frac{\rho k_2^2 \sin \nu - 2\rho_1 \delta \gamma \cos \nu}{\rho_1 \omega (2s\gamma - \mu^2 - \gamma^2)}, \quad (5)$$

$$\beta = \frac{\rho_1 \delta (\mu^2 + \gamma^2) \cos \nu - \rho k_2^2 s \sin \nu}{\rho_1 \mu \omega (2s\gamma - \mu^2 - \gamma^2)}, \quad (6)$$

$$s = \sqrt{\mu^2 - k_1^2}, \quad \gamma = \sqrt{\mu^2 - k_2^2},$$

$$\zeta = 2(\mu^2 + \gamma^2) - 2s\gamma - \mu^2 (s^2 + \gamma^2) / s \gamma,$$

$\rho$  и  $\rho_1$  – плотности водного слоя и упругого полупространства соответственно,  $P_0$  характеризует источник.

Если  $\mu > k > k_2 > k_1$ , что соответствует случаю высокоскоростного грунта типа гранита, или  $\mu > k_2 > k > k_1$ , что соответствует низкоскоростным грунтам типа песка или ила, то решение получается из (1) при замене в формулах (2–6) тригонометрических функций на соответствующие гиперболические функции,  $\delta$  на  $\bar{\delta} = \sqrt{\mu^2 - k^2}$ ,  $v$  на  $\bar{v} = \bar{\delta}h$ . При этом знаки перед первыми двумя членами в скобке формулы (3) изменяются на противоположные.

**2. Скалярные и векторные акустические поля поверхностной волны в водном слое, создаваемые колебаниями диска**

Потенциал поверхностной волны, создаваемой вертикально расположенным диском, можно представить в виде разности потенциалов полей источников эквивалентного диполя:

$$\varphi_B(x, y, z, z_0, t) = \psi(z, z_0, t) \times \left( H_0^{(1)}(\mu\sqrt{(x - R_0)^2 + y^2}) - H_0^{(1)}(\mu\sqrt{(x + R_0)^2 + y^2}) \right).$$

Учитывая, что  $R \gg R_0$ , разложим функцию  $\varphi(x, y, z, z_0, t)$  в ряд Тейлора по степеням  $R_0$ , тогда приближенно получим

$$\begin{aligned} \varphi_B(x, y, z, z_0, t) &= \\ &= 2R_0 \mu L(t) \sin(\delta(h - z)) \sin(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times H_1^{(1)}(\mu r) \cos \theta, \end{aligned} \tag{7}$$

где  $L(t) = (2\pi P_0 K / \omega \rho) \exp(-i\omega t)$ ,  $\theta$  – угол в плоскости  $z = 0$  между осью  $Ox$  и лучом, соединяющим начало координат с проекцией точки наблюдения на плоскость  $z = 0$ . Акустическое давление  $p$ , скорость  $\vec{v}$  и ускорение  $\vec{w}$  вычислялись в акустическом приближении по формулам:  $p = -\rho \dot{\varphi}$ ,  $\vec{v} = \nabla \varphi$ ,  $\vec{w} = -(1/\rho) \nabla p$ , в соответствии с которыми давление и компоненты скорости имеют следующий вид

$$\begin{aligned} p_B &= 2i R_0 \rho \mu \omega L(t) \sin(\delta(h - z)) \times \\ &\times \sin(\delta(h - z_0)) H_1^{(1)}(\mu r) \cos \theta, \\ v_{xB} &= 2R_0 L(t) \sin(\delta(h - z)) \sin(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times \left( \mu^2 \cos^2 \theta H_0^{(1)}(\mu r) - \frac{\mu}{r} \cos(2\theta) H_1^{(1)}(\mu r) \right), \\ v_{yB} &= R_0 L(t) \sin(\delta(h - z)) \sin(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times \left( \mu^2 H_0^{(1)}(\mu r) - (2\mu/r) H_1^{(1)}(\mu r) \right) \sin(2\theta), \\ v_{zB} &= -2R_0 \mu \delta L(t) \cos(\delta(h - z)) \times \\ &\times \sin(\delta(h - z_0)) H_1^{(1)}(\mu r) \cos \theta. \end{aligned}$$

Поля составляющих  $v_{xB}$ ,  $w_{xB}$ ,  $u_{xB}$  имеют практически один лепесток направленности, который зависит от расстояния от диска. При малых значениях  $r$  эти поля имеют наибольшие по абсолютной величине значения при  $\theta = 0$  и при  $\theta = \pm\pi/2$ , т.е. поля являются наиболее сильными вблизи плоскостей  $x = 0$ , и  $y = 0$  и наиболее слабыми вблизи плоскостей  $y = \pm x$ . При  $\mu r \gg 1$  поля составляющих  $v_{xB}$ ,  $w_{xB}$ ,  $u_{xB}$  начинают возрастать в направлении, перпендикулярном плоскости диска.

Поля  $v_{yB}$ ,  $w_{yB}$ ,  $u_{yB}$  имеют независимую от величины  $r$  направленность. При одном и том же  $r$  наибольшие амплитуды эти поля имеют вблизи плоскостей  $y = \pm x$ . Поля  $v_{zB}$ ,  $w_{zB}$  и  $u_{zB}$  имеют ту же характеристику направленности, что и поле давления. Величины  $|\vec{u}|$ ,  $|\vec{v}|$ ,  $|\vec{w}|$  при больших значениях  $r$  имеют ту же характеристику направленности, что и поля давления и потенциала скорости, т.е. эти величины пропорциональны  $\cos \theta$ .

Пусть теперь плоскость диска параллельна граничной поверхности  $z = 0$  (горизонтальное расположение диска). В этом случае создаваемые диском поля обладают осевой симметрией. Потенциал скорости частиц в поверхностной волне, создаваемой диском, в дипольном приближении имеет вид

$$\begin{aligned} \varphi_\Gamma(x, y, z, z_0, t) &= 2L(t) \sin(\delta(h - z)) \times \\ &\times \cos(\delta(h - z_0)) \sin(R_0 \delta) H_0^{(1)}(\mu r). \end{aligned} \tag{8}$$

Из этой формулы следует

$$\begin{aligned} p_\Gamma &= 2i \rho \omega L(t) \sin(\delta(h - z)) \cos(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times \sin(R_0 \delta) H_0^{(1)}(\mu r), \\ v_{x\Gamma} &= -2\mu L(t) \sin(\delta(h - z)) \cos(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times \sin(R_0 \delta) H_1^{(1)}(\mu r) \cos \theta, \\ v_{y\Gamma} &= -2\mu L(t) \sin(\delta(h - z)) \cos(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times \sin(R_0 \delta) H_1^{(1)}(\mu r) \sin \theta, \\ v_{z\Gamma} &= -2L(t) \cos(\delta(h - z)) \cos(\delta(h - z_0)) \times \\ &\times \sin(R_0 \delta) \times H_0^{(1)}(\mu r). \end{aligned}$$

На больших расстояниях от источника поля практически определяются поверхностной волной. Если  $\mu r \gg 1$  и источник излучает достаточно длинные волны ( $\lambda \geq 8\pi R_0$ ), то из полученных формул для давления и составляющих скорости можно получить простые соотношения для сравнения полей вертикального и горизонтального дисков

$$\begin{aligned} \left| \frac{p_B}{p_\Gamma} \right| &= \left| \frac{v_{xB}}{v_{x\Gamma}} \right| = \left| \frac{v_{yB}}{v_{y\Gamma}} \right| = \left| \frac{v_{zB}}{v_{z\Gamma}} \right| = \\ &= F(\lambda/h, z_0/h) \cos \theta, \end{aligned} \tag{9}$$

где при  $k \geq \mu$

$$F(\lambda/h, z_0/h) =$$

$$= \frac{c}{\sqrt{v_0^2 - c^2}} \operatorname{tg} \left( \frac{2\pi h}{\lambda} \left( 1 - \frac{z_0}{h} \right) \sqrt{1 - \frac{c^2}{v_0^2}} \right) \quad (10)$$

и при  $k \leq \mu$

$$F(\lambda/h, z_0/h) = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v_0^2}} \operatorname{th} \left( \frac{2\pi h}{\lambda} \left( 1 - \frac{z_0}{h} \right) \sqrt{\frac{c^2}{v_0^2} - 1} \right). \quad (11)$$

Соотношение (9) выполняется также для отношения составляющих векторов смещения частиц  $\vec{u}$  и ускорения  $\vec{w}$ .

Зависимости функций  $F$  от  $\lambda/h$ , определяемые формулами (10) и (11), были вычислены для различных значений  $z_0/h$  и разных грунтов (гранита и песка) с помощью Mathematica 9 с использованием следующих значений параметров:  $a = 5500 \text{ м/с}$ ,  $b = 3300 \text{ м/с}$ ,  $\rho_1 = 2.6 \text{ Г/см}^3$  для гранита и  $a = 1860 \text{ м/с}$ ,  $b = 650 \text{ м/с}$ ,

$\rho_1 = 2 \text{ Г/см}^3$  для песка. Эти зависимости представлены графически на рис.1 и рис.2.

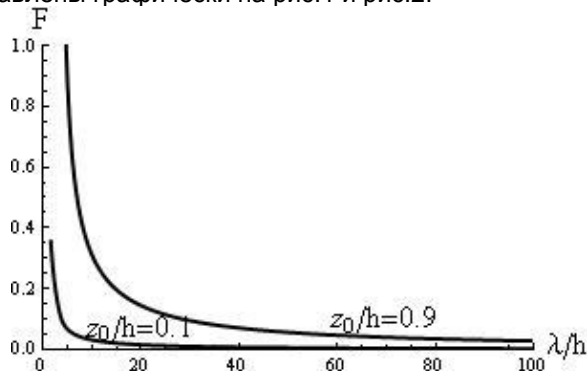


Рис.1. Зависимость  $F$  от  $\lambda/h$  над гранитом

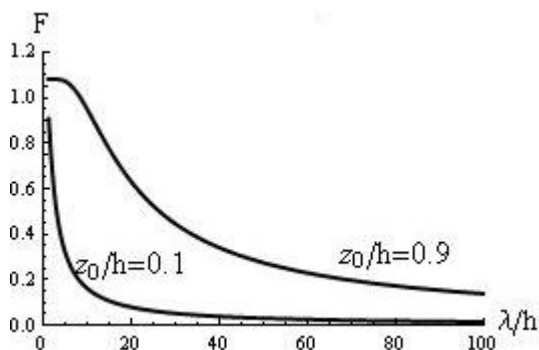


Рис.2. Зависимость  $F$  от  $\lambda/h$  над песком

Из этих рисунков видно, что при увеличении  $\lambda/h$  отношения амплитуд гидродинамических параметров возмущений, создаваемых вертикальным и горизонтальным дисками, уменьшаются. При этом над гранитом вблизи свободной поверхности вертикаль-

ный диск создает более сильные поля, если  $\lambda/h < 1$ . Вблизи дна поля вертикального диска сильнее в большем диапазоне (при  $\lambda/h \leq 5$ ). Над песком при всех значениях  $\lambda/h$  по всей толщине водного слоя поля вертикального диска по амплитудам или практически совпадают с полями горизонтального диска или слабее. Сопоставление выполнено при предположении, что  $\theta = 0$ . Если  $\theta \neq 0$ , то отношение амплитуд гидродинамических параметров  $F(\lambda/h, z_0/h)$

уменьшается в  $\cos \theta$  раз, что позволяет по графикам, представленным на рис. 1, 2, судить о соотношении полей вертикального и горизонтального дисков и в этих случаях. В предельном случае низких частот, когда толщина жидкого слоя мала по сравнению с длиной волны в жидкости и упругом полупространстве наши результаты для отношения смещений в поверхностной волне, создаваемой колебаниями вертикально и горизонтально расположенных дисков, можно сопоставить с результатами работы [9]. В этой работе рассматривалось только асимптотическое представление в случае длинных волн для компонент смещений в поверхностной волне, возбужденной точечным диполем (вертикальным и горизонтальным), расположенным в слое воды над упругим полупространством. Из (9) и (10) следует, что при  $\lambda \gg h$  и  $k \geq \mu$  отношение компонент смещений  $u_{zB}$  и  $u_{zГ}$  в поверхностной волне, создаваемой соответственно вертикальным и горизонтальными дисками, равно  $\left| \frac{u_{zB}}{u_{zГ}} \right| = \mu(h - z_0) \cos \theta$ . Этот результат совпадает с выражением, приведенным в [9].

### Заключение

Аналитические выражения, полученные в настоящей работе для характеристик скалярных и векторных дальних акустических полей поверхностной волны в слое воды над упругим полупространством, возникающих при гармонических колебаниях диска для грунтов различной природы (как высокоскоростных типа гранита, так и низкоскоростных типа песка или ила), верны при любом соотношении между длиной излучаемой волны и толщиной водного слоя. Они позволяют судить о соотношении акустических полей, создаваемых колеблющимися дисками, расположенными перпендикулярно и параллельно по отношению к граничным плоскостям. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы при решении задачи об акустической скрытности судов.

### Литература

1. Ефремов И. И., Лукащук Е. П. (2010). Колебания круглого диска на свободной поверхности несжимаемой жидкости. Вестник Южного научного центра РАН, 6 (1). С. 11-14.
2. Вейцман Р. И., Зиновьев Е. В. (1993). Влияние экрана на излучение круглой пластинки. Акустический журнал, 39 (3). С. 439–445.
3. *Freni A., Maestrello L., Bayliss A.* (1994). Coupling between plate vibration and acoustic radiation. *J. Sound Vibr.*, 177 (2). P. 207–226.
4. Бреховских Л. М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973. 343 с.
5. Бреховских Л. М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. М.: Наука, 1989. 412 с.
6. Алуэлья Д. С., Келлер Дж. Б. Точные и асимптотические представления звукового поля в стратифицированном океане. Распространение волн и подводная акустика. Под ред. Келлера Дж. Б. и Пападакиса Дж. С. М.: Мир, 1980. С. 20-75.
7. Лэмб Г. Гидродинамика. М.–Л.: Гостехиздат, 1947. 928 с.
8. Володичева М. И., Лопухов К. В., Проскура А. В., Стукалов Ю.Я. (1989). Скалярные и векторные поля донной поверхностной волны. Скалярные методы в судовой акустике. Л.: ЛКИ. С. 85–94.
9. Лапин А. Д. (1992). Возбуждение волн в упругом полупространстве дипольным источником, расположенным в покрывающем слое жидкости. Акустический журнал, 38 (3). С. 559–562.

### References

1. *Efremov I. I., Lukashchik E. P.* (2010). Kolebaniya kruglogo diska na svobodnoy poverkhnosti vesomoy zhidkosti. *Vestnik Juzhnogo nauchnogo tsentra RAN*, 6 (1). S. 11-14.
2. *Veytsman R. I., Zinov'ev E. V.* (1993). Vliyanie ekrana na izluchenie krugloy plastinki. *Akusticheskiy zhurnal*, 39 (3). S. 439–445.
3. *Freni A., Maestrello L., Bayliss A.* (1994). Coupling between plate vibration and acoustic radiation. *J. Sound Vibr.*, 177 (2). P. 207–226.
4. *Brekhovskikh L. M.* *Volny v sloistyykh sredakh.* M.: Nauka, 1973. 343 s.
5. *Brekhovskikh L. M., Godin O.A.* *Akustika sloistyykh sred.* M.: Nauka, 1989. 412 s.
6. *Aluvel'ya D. S., Keller Dzh. B.* *Tochnye i asimptoticheskie predstavleniya zvukovogo polya v stratificirovanom okeane. Rasprostranenie voln i podvodnaya akustika.* Pod red. Kellera Dzh. B. i Papadakisa Dzh. S. M.: Mir, 1980, S. 20-75.
7. *Lemb G.* *Gidrodinamika.* M.–L.: Gostekhizdat, 1947. 928 s.
8. *Volodicheva M.I., Lopukhov K. V., Proskura A. V., Stukalov Yu. Ya.* (1989). Skalyarnye i vektornye polya donnoy poverkhnostnoy volny. *Skalyarnye metody v sudovoy akustike.* L: LKI. S. 85–94.
9. *Lapin A. D.* (1992). *Vozbuzhdenie voln v uprugom poluprostranstve dipol'nym istochnikom, raspolozhennym v pokryvayushchem sloe zhidkosti.* *Akusticheskiy zhurnal*, 38 (3). S. 559–562.

УДК 551.466.63

## АНОМАЛЬНОЕ МОРСКОЕ ПОДТОПЛЕНИЕ 6-7 ФЕВРАЛЯ 2014 ГОДА В РАЙОНЕ ОХОТСКА: НАБЛЮДЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Золотухин Дмитрий Евгеньевич**

Кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории цунами  
Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН  
693022, Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1 Б  
e-mail: DimZol@rambler.ru

### Аннотация

В данной работе рассматривается аномальное морское подтопление береговой полосы в северной части Охотского моря (поселок Охотск - лиман р. Иня) 6-7 февраля 2014 года, вызванное выходом глубокого циклона с Тихого океана. С целью выяснения причин аномального морского подтопления был выполнен анализ предоставленных Колымским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды данных наблюдений, а также численное моделирование взаимодействия атмосферы и океана 6-7 февраля 2014 года. Анализ полученных результатов показал, что аномальное морское подтопление береговой полосы в районе поселка Охотск было вызвано метеоцунами, порождённым выходом глубокого циклона с Тихого океана. Данное исследование говорит о том, что метеоцунами, вызванные движением циклонов, представляют серьезную угрозу для побережья Дальнего Востока России.

**Ключевые слова:** Метеоцунами, циклон, аномальное морское подтопление, данные наблюдений, численное моделирование, Охотское море, береговая линия, лед, прилив.

## ANOMALOUS SEA FLOODING 6-7 FEBRUARY 2014 IN THE OKHOTSK AREA: OBSERVATIONS AND MODELING

**Zolotukhin Dmitriy Evgenevich**

Candidate of Geographic Sciences,  
Researcher of Laboratory of tsunamis, Institute of Marine Geology and Geophysics, Far East Division, Russian Academy of Sciences,  
Nauki 1B, Yuzhno-Sakhalinsk, 693022 Russia  
e-mail: DimZol@rambler.ru

### Abstract

In this paper, we consider the anomalous sea flooding of coastal strip in the northern part of the Okhotsk Sea (Okhotsk settlement – estuary of river Yin) February 6-7, 2014, caused by the release of deep cyclones from the Pacific Ocean. In order to clarify the reasons for abnormal marine flooding was performed analysis of data of observations provided Kolyma governmental Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring and numerical modeling of the interaction of the atmosphere and ocean on 6-7 February 2014. Analysis of the results showed that the anomalous heating of coastline near the Okhotsk was caused meteotsunami, generated by deep cyclone, exit from the Pacific Ocean. This study suggests that meteotsunami caused by the movement of cyclones pose a serious threat to the coast of the Russian Far East.

**Key words:** Meteotsunami, cyclone, abnormal sea flooding, observations, numerical modeling, the Sea of Okhotsk, the coastline, the ice, the tide.

### Введение

В данной работе выполнен анализ причин аномального морского подтопления береговой полосы в северной части Охотского моря (район поселка Охотск - лиман р. Иня) 6-7 февраля 2014 г. При этом произошло подтопление дворовых территорий 15 частных жилых домов в поселке Охотск. Жители 33 домов были временно отсе-

лены, без электроэнергии остались 120 частных домов с печным отоплением [8]. В лимане р. Иня ранним утром 7 февраля рыбаками зафиксирован плавный подъем уровня моря и подтопление берега, в закрытой бухте Аян произошел взлом припая.

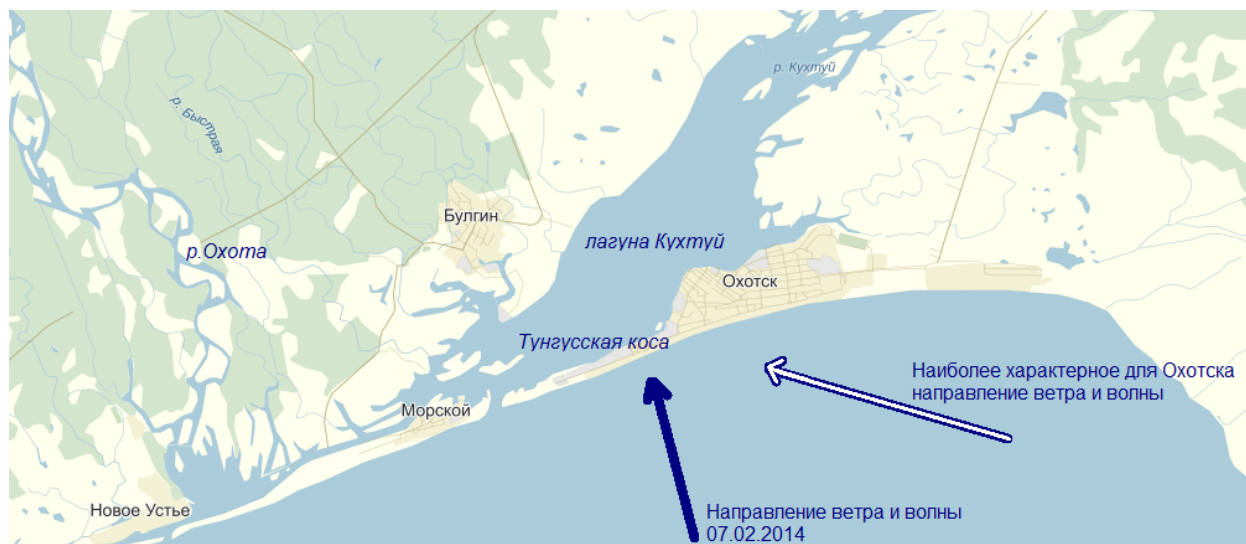


Рис. 1. Направление ветра и волнения 7 февраля 2014 г.

Необычность аномального явления 6-7 февраля 2014 г. заключается в подъеме уровня моря выше критических отметок с волновым заплеском Тунгусской косы в районе Охотска в зимнее время, когда нагонная составляющая не могла влиять на изменение уровня из-за ледового покрова, а высота наблюдаемого волнения (2-2,5 м) была намного ниже установленного критерия опасного явления (волнение составляет более 6 м, уровень моря - более 750 см над теоретическим нулем глубин (ТНГ)). При этом, волна пришла к берегу практически в «лоб», в то время как обычно приходит по касательной к берегу (рис 1.). Направление ветра совпадало с направлением волнения; скорость порывов ветра ночью 6-7 февраля 2014 г. достигала (согласно оперативной информации) 20 м/с. По экспертным оценкам, в результате обследования районов морского подтопления Тунгусской косы превышение уровня опасного явления с волновым заплеском составило 100-150 см. Таким образом, общее повышение суммарного уровня моря и волнового заплеска могло составить около 8,5-9 м над ТНГ [7]. По мнению к.г.н. Вражкина А.В. (ДВНИГМИ) подтопление 7 февраля 2014 г. не вызвано зыбью. В феврале 2014 года ледовые поля распространились к югу до 55° с. ш. на расстояние около 360-500 км (200-250 миль) от берега и должны были гасить высокочастотные спектры штормового волнения уже вблизи кромки, исключая воздействие значительного нагона на северное побережье Охотского моря [7]. В то же время, порожденная циклоном длинная волна (метеоцунами) способна пройти подо льдом, почти не теряя своей энергии.

Метеоцунами – это волновые движения моря, имеющие те же периоды, что и волны цунами сейсмического происхождения, и амплитуды порядка десятков сантиметров, редко метров [2, 3]. В мировой океанологической практике известно, что метеоцунами могут при определенных условиях усиливать амплитуды до нескольких метров,

и, так же как сейсмические цунами, приносить бедствия и разрушения в прибрежных городах и поселках [3, 6, 9].

Причинами метеоцунами могут быть скачки атмосферного давления, тайфуны, ураганы, шторма, холодные фронты и т.п. В работе [1] рассматриваются метеоцунами в Охотском море, вызванные движением циклонов. Предполагается, что причиной аномального морского подтопления береговой полосы в северной части Охотского моря 6-7 февраля 2014 г. было метеоцунами, вызванное глубоким циклоном, прошедшим 5-6 февраля через Охотское море. С целью анализа причин аномального явления автором было выполнено численное моделирование взаимодействия атмосферы и океана 6-7 февраля 2014г.

### 1. Условия моделирования и численная модель

При численном моделировании в данной работе был использован разработанный в 1997 году специальным конструкторским бюро систем автоматизации морских исследований ДВО РАН (СКБ САМИ ДВО РАН) комплекс вычислительных процедур (программный комплекс) “ANI” [4, 5]. В действующей версии программы для моделирования метеоцунами и ветровых нагонов была реализована предложенная В. Н. Храмушиным модель «малого круга» циклона [5]. В работе [1] показана возможность использования программного комплекса “ANI” и модели «малого круга» циклона для оценки высоты метеоцунами.

Данные о гидросиноптической обстановке в данный период времени брались из гидрологическо-синоптических карт (ГСК) за 5-7 февраля, предоставленными Колымским управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (рис. 2). Над картах хорошо виден глубокий циклон, проходящий через северную часть Охотского моря. Гидросиноптическая обстановка



дана по всемирному времени (BCB), отличающемуся от местного на 12 часов.

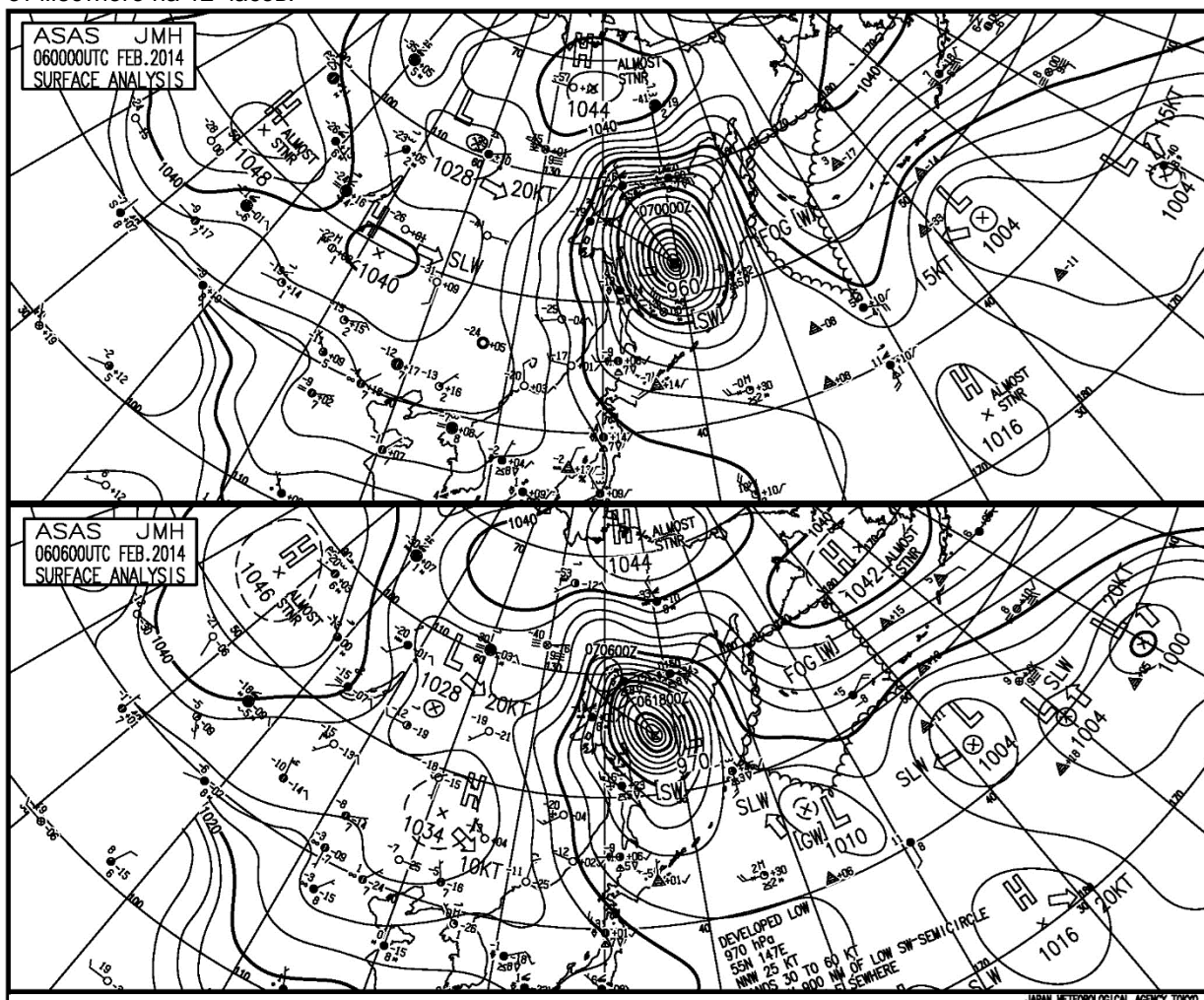


Рис. 2. Гидросиноптическая обстановка утром 6 февраля 2014 г. (BCB)

Метеоцунами в данном эксперименте моделировалось путем прохождения «малого круга» модельного циклона по гладкой траектории вдоль маршрута движения реального циклона. Динамическое взаимодействие океана и атмосферы задавалось только внутри «малого круга» циклона, очерченного на поверхности сферической Земли путем плавного изменения давления в зависимости от расстояния до центра циклона. Подобным образом задавалось и вихревое поле ветра, спирально сходящееся к центру циклона. Радиус «малого круга» определялся в соответствии с реальными размерами циклона (в данном случае он составил  $\frac{1}{2}$  реального радиуса циклона). По завершении маршрута модельного циклона происходило его разрушение, вызывающее волны, сходные с волнами цунами. Приливные волны и влияние ледяного покрова не моделировались. Траектория движения модельного циклона строилась между реальными координатами центра циклона, определяемыми с помощью ГСК, с шестичасовым интервалом.

Параметры численного эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры модельного циклона

N/N	t	$\varphi$	$\lambda$	D	P	V
1.	6.02.2014, 00h	53°	150°	675	53	22.5
2.	6.02.2014, 06h	55°	147°	585	43	25

t - время в днях и часах (BCB), на которые задаются параметры циклона.

$\varphi$ ,  $\lambda$  - географические координаты центра циклона;  
D - диаметр «малого круга» модельного циклона до выравнивания давления, км;

P - перепад давления в центре циклона, мб;

V - максимальная скорость ветра на  $\frac{1}{3}$  радиуса циклона, м/с.

Значение коэффициента поверхностного напряжения принималось  $\mu=0,002$ .

## 2. Результаты вычислительного эксперимента

В результате численного моделирования были получены модельные мореограммы для отдельных точек карты: для кромки льда (координаты мореографной точки 55°34" с. ш., 147°53" в. д.) и для близбереговой точки в районе Охотска (координаты мореографной точки 59°18'59" с. ш., 143°11'55" в. д., глубина 3 м., расстояние до берега 3,61 км). Береговая мореограмма для берега Охотского моря в районе Охотска получена путем пересчета мореограммы близбереговой точки на берег с использованием встроенного в программный комплекс "ANI" расчетного модуля [5]. Модельные мореограммы для кромки льда и для Охотска представлены на рисунке 3.

Анализ модельных мореограмм дал следующие результаты:

Для кромки льда время первого вступления составило 1:06, 6.02 ВСВ; максимальная высота волны (от гребня до подошвы) - 0,53 м.

В районе Охотска время первого вступления метеоцунами - 5:22, 6.02 ВСВ. С 6 февраля

до полудня 7 февраля моделирование выявило на берегу Охотского моря в районе Охотска шесть волновых максимумов (рис. 3).

Вторая по счету максимальная волна, достигшая побережья в 15:52, 6.02 ВСВ, с расчетной амплитудой около 1,2 м, хорошо совпала по времени с утренним приливом 7 февраля (полная вода - 4:24, 7.02 по местному или 16:24, 6.02 по всемирному времени) высотой 2,9 м над ТНГ, что позволяет предположить вклад данного процесса в увеличение суммарного уровня волнового заплеска. При этом предполагаемая высота прилива составила 2,9 м+1,2 м=4,1 м.

Именно в это время очевидцы наблюдали поступление морских вод на улицы населенного пункта. В данном случае, можно констатировать факт совпадения фазы полных вод с прохождением второго расчетного максимума метеоцунами. Ветровая составляющая волнения по данным метеостанции на утро 7 февраля составила 2-2,5 м, но уже начался отлив, что должно было снизить влияние волнения на берег [7].



Модельные мореограммы для кромки льда и для Охотска. Также указано время полной воды утреннего прилива 7 февраля

### Заключение

Анализ гидросиноптической ситуации и модельных расчетов свидетельствует о том, что основной причиной возникновения морского подтопления 6-7 февраля 2014 года в районе Охотска явилось влияние глубокого циклона, сместившегося в северную часть Охотского моря с Тихого океана.

По закону обратного барометра в циклоне сформировалась длинная волна (метеоцунами) высотой 0,5 м, которая со скоростью перемещения циклона 20 узлов смещалась к побережью [7], достигнув его в 5:22, 6.02 ВСВ. При выходе волны на берег произошло трехкратное усиление амплитуды в районе Охотска, причем вторая по счету максимальная волна совпала по времени с утренним приливом 7 февраля, что привело к существенному увеличению суммарного уровня волнового заплеска. При этом высота прилива составила около 4,1 м., что, в сочетании с ветровым волнением, привело к

поступлению морских вод на улицы населенного пункта Охотск.

Таким образом, выполненное автором численное моделирование подтверждает, что аномальное морское подтопление береговой полосы в северной части Охотского моря в районе поселка Охотск 6-7 февраля 2014 года было спровоцировано метеоцунами, порождённым выходом глубокого циклона с Тихого океана. Данное исследование, а также работа [1] говорят о том, что метеоцунами, вызванные движением циклонов, представляют серьезную угрозу для побережья Дальнего Востока России.

### Благодарности

Автор выражает благодарность начальнику Отдела гидрометеорологии моря Колымского УГМС Б. В. Тюрнину за предоставленные данные.

### Литература

1. Золотухин Д.Е. Моделирование метеоцунами в Сахалинско - Курильском регионе // Морские интеллектуальные технологии. № 3 (17), 2012. С. 17-21.
2. Левин Б. В., Носов М. А. Физика цунами и родственных явлений в океане. Научное издание. М.: «Янус-К», 2005. 360 с.
3. Макаренко Е. В., Ивельская Т. Н. Метеоцунами в портах сахалинской области по данным наблюдений телеметрической сети Службы предупреждения о цунами. // Мореходство и морские науки – 2011: избранные доклады Третьей Сахалинской региональной морской научно-технической конференции (15-16 февраля 2011 г.) / Под ред. В. Н. Храмушина. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. С. 205-211.
4. Поплавский А. А., Храмушин В. Н. Методы оперативного прогноза цунами и штормовых наводнений: - Владивосток: Дальнаука, 2008. 176 с.
5. Поплавский А. А., Храмушин В. Н. Непоп К. И., Королев Ю. П. Оперативный прогноз цунами на морских берегах Дальнего Востока России. Южно-Сахалинск, 1997. 273 с.
6. Рабинович А.Б. Длинные гравитационные волны в океане: захват, резонанс, излучение. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 325 с.
7. Тюрнин В.Б. Техническая записка "Комплексный анализ гидрометеорологической обстановки в северной части Охотского моря 6-7 февраля 2014 года в связи с аномальным повышением уровня моря в районе Охотска", Архив ФГБУ "Колымское УГМС", №566, 37с.

### References

1. Zolotukhin D.E. Modelirovanie meteotsunami v Sakhalinsko - Kuril'skom regione (Modeling of meteotsunami in Sakhalin - Kuril region). Morskije intellektual'nye tekhnologii. № 3 (17), 2012. pp. 17-21.
2. Levin B. V., Nosov M. A. Fizika tsunami i rodstvennykh yavleniy v okeane. Nauchnoe izdanie (Physics of tsunami and related phenomena in the ocean. Scientific edition). M.: «Yanus-K», 2005. 360 p.
3. Makarenko E. V., Ivel'skaya T. N. Meteotsunami v portakh sakhalinskoj oblasti po dannym nablyudeniy telemekricheskoj seti Sluzhby preduprezhdeniya o tsunami. Morekhodstvo i morskije nauki – 2011: izbrannye doklady Tre'tey Sakhalinskoj regional'noy morskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (15-16 fevralya 2011 g.) (Meteotsunami in the ports of the Sakhalin area from observational data telemetry network services Tsunami Warning. Maritime and marine sciences - 2011: Selected papers presented at the Third Sakhalin regional marine scientific conference (15-16 February 2011)). ed. V. N. Khramushina. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhGU, 2011. pp. 205-211.
4. Poplavskiy A. A., Khramushin V. N. Metody operativnogo prognoza tsunami i shtormovykh navodneniy (Methods of operational forecasting tsunamis and storm floods): - Vladivostok: Dal'nauka, 2008. 176 p.
5. Poplavskiy A. A., Khramushin V. N. Nepop K. I., Korolev Yu. P. Operativnyy prognoz tsunami na morskikh beregakh Dal'nego Vostoka Rossii (Operational forecast a tsunami on the coast of the Far East Russia). Yuzhno-Sakhalinsk, 1997. 273 p.
6. Rabinovich A.B. Dlinnye gravitatsionnye volny v okeane: zakhvat, rezonans, izluchenie (Long gravity waves in the ocean: the capture of resonance radiation). SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. 325 p.
7. Tyurnin V.B. Tekhnicheskaya zapiska "Kompleksnyy analiz gidrometeorologicheskoy obstanovki v severnoy chasti Okhotskogo morya 6-7 fevralya 2014 goda v svyazi s anomal'nym povysheniem urovnya morya v rayone Okhotska", Arkhiv FGBU "Kolym'skoe UGMS", №566, 37 p.
8. <http://amurmedia.ru/news/khabkrai/07.02.2014/334800/zhiteley-33-domov-ohotska-evakuirovali-iz-zapodtopleniya-dvorovih-territoriy.html> (date of the application: 25.02.2015).
9. <http://tsun.sssc.ru/htdbpac/B>

## Управление в социальных и экономических системах

УДК 658.5.012.7

### РЕАЛИЗАЦИЯ ОБОБЩЕННОГО МЕТОДА КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ КРИТИЧЕСКИХ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Алексеев Анатолий Владимирович**

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры судовой автоматики и измерений  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3  
тел. (812) 455-23-63, e-mail: iapbgks@bk.ru

**Антипов Василий Васильевич**

доктор технических наук, профессор, начальник отдела  
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»  
194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 15  
тел. (812) 714-07-61, e-mail: mail@avrorasystems.com

**Бобрович Владимир Юрьевич**

доктор технических наук, профессор, директор по развитию и внешним связям  
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»  
194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 15  
тел. (812) 714-07-61, e-mail: mail@avrorasystems.com

**Евсеев Сергей Михайлович**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ведущий эксперт  
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»  
194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 15  
тел. (812) 714-07-61, e-mail: mail@avrorasystems.com

#### Аннотация

Рассмотрен один из вариантов реализации обобщенного метода квалиметрического анализа факторов развития (ОМКАР), а также технологические аспекты обеспечения управления развитием критических морских объектов. Подтверждена целесообразность совершенствования методов управления их развитием в направлении полимодельного квалиметрического оценивания агрегированного показателя качества с последующим решением задач синтеза и оптимизации структуры и характеристик объектов морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ).

Применительно к реальным условиям и количественным оценкам развития одного из лидирующих в стране акционерных обществ в области автоматизации критических морских объектов представлены результаты квалиметрического анализа тенденций его развития с учётом широкого спектра и специфических особенностей внутренних и внешних факторов, характерных сегодня для отрасли морского приборостроения страны в целом.

Показано, что методически обеспеченный учет и анализ системных особенностей развития ОМТИ позволяет обоснованно выбирать лучшую из представляемых вариантных альтернатив развития и тем самым практически решать задачу оптимизации элементов и ОМТИ в целом.

Предложенная на основе ОМКАР методология управления развитием ОМТИ позволяет в развитие концепции их исследовательского проектирования переходить от оценок качества функционирования ОМТИ к квалиметрическим оценкам перспективности их развития и конкурентной способности, причем, как на корпоративном, так на национальном и мировом рынках.

Следующим шагом в развитии предложенного ОМКАР и в целом методологии управления развитием ОМТИ авторы видят обобщение опыта и лучших практик выполнения численного моделирования, анализа факторов и тенденций развития, научно-методическому обоснованию практических рекомендаций по оптимизации проектных и управленческих решений в обеспечение перспективного развития критических морских объектов.

**Ключевые слова:** объекты морской техники и морской инфраструктуры, системный анализ факторов и тенденций развития, внутренние и внешние факторы развития, оптимизация управления развитием, обобщенный метод квалиметрического анализа факторов развития.

## IMPLEMENTATION OF THE GENERALIZED METHOD OF QUALIMETRY ANALYSIS OF FACTORS OF DEVELOPMENT AND TECHNOLOGY SUPPORT MANAGEMENT OF CRITICAL MARINE FACILITIES

### Alekseev Anatoly Vladimirovich

the professor, Dr.Sci.Tech., the professor of MARINE AUTOMATION AND MEASUREMENT,  
STATE MARINE TECHNICAL UNIVERSITY OF SAINT-PETERSBURG  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190008, Russian Federation  
tel: (812) 455-23-63 e-mail: iapbgks@bk.ru

### Antipov Vasily Vasilievich

the professor, Dr.Sci.Tech., head of Department  
JSC "CONCERN "NGOS "AVRORA"  
Karbysheva str., 15, Saint-Petersburg, 190008, Russian Federation  
tel: (812) 714-07-61, e-mail: mail@avrorasystems.com

### Bobrovich Vladimir Yurievich

the professor, Dr.Sci.Tech., Director of development and external relations  
JSC "CONCERN "NGOS "AVRORA"  
Karbysheva str., 15, Saint-Petersburg, 190008, Russian Federation  
tel: (812) 714-07-61, e-mail: mail@avrorasystems.com

### Evseenko Sergei Mikhailovich

candidate of technical Sciences, senior researcher, leading expert  
JSC "CONCERN "NGOS "AVRORA"  
Karbysheva str., 15, Saint-Petersburg, 190008, Russian Federation  
tel: (812) 714-07-61, e-mail: mail@avrorasystems.com

### Abstract

Considered one of the variants of implementation of the generalized method of qualitative analysis of the factors of development (OMKAR), as well as technological aspects of security management for critical Maritime facilities. Confirmed the feasibility of improved management of their development in the direction polimodales qualimetrical estimation of the aggregate quality indicator with the subsequent decision of problems of synthesis and optimization of the structure and characteristics of marine facilities and marine infrastructure (FRTO).

In relation to real conditions and quantitative estimates of the development of one of Lidi-tion of the country joint-stock companies in the field of automation of critical marine facilities presents the results of qualitative analysis of trends tailored to a wide range and the specific features of internal and external factors that now characterizes the industry of sea instrument making of the country as a whole.

It is shown that methodically provided accounting and analysis system features development FRTO allows to reasonably choose the best variant of development of alternatives and thereby to solve the problem of optimization of the elements and FRTO in General.

Proposed on the basis of OMKAR management methodology development FRTO allows in the development of their research design to move from assessments of the quality of functioning of the FRTO to qualitative assessments of the prospects of its development, and porter's ability, both at corporate, national and global markets.

The next step in the development of the proposed OMKAR and overall management methodology development FRTO the authors see the lessons learned and best practices of execution of numerical modeling, analysis of factors and trends of development of scientific-methodical substantiation of practical recommendations on optimization of design and management decisions in the future development of critical Maritime facilities.

**Keywords:** marine facilities and marine infrastructure, system analysis of factors and trends, internal and external factors of development, optimization of management of development, generalized method of qualitative analysis of the factors of development.

### Введение

При решении задач обеспечения управления развитием объектов морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ) одной из традиционно сложных задач является интегрированная оценка качества ОМТИ, эффективности функционирования, перспективности их развития (ПР), конкурентной способности (КС), а также качества вариантов инвестиционных проектов (ИП).

Среди возможных и перспективных методов оценки качества ОМТИ сегодня весьма распространенным методом стратегического планиро-

вания считается метод SWOT-анализа, заключающийся в выявлении факторов внутренней среды - Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), а также факторов внешней среды - Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Дальнейшее развитие метод SWOT-анализа получил в методе STEP-анализа (PEST-анализа) с расширенным пошаговым анализом факторов внешней среды, включая: социальные (S), технологические (T), экономические (E) и политические (P), а также в ряде вариантов метода, включая STEEP, PETS, PETSE, STEEPV, STEPLE-методы.

Несмотря на ряд преимуществ этих методов (универсальность и гибкость со свободным выбором анализируемых элементов в зависимости от поставленных целей, возможность использования как для оперативной оценки, так и для стратегического планирования на длительный период), к их общим недостаткам относят вербальный характер анализа (лишь с перечислением общих факторов и их умозрительным анализом) без их количественной (квалиметрической) оценки и ранжирования, а также статичность выявляемой картины без видения развития в динамике, субъективность используемых оценок.

В развитие названных перспективных для анализа факторов развития ОМТИ методов в работах [1 - 8] была предложена, разработана и успешно развита технология, названная в [8] обобщенным методом квалиметрического анализа факторов развития (ОМКАР).

В качестве следующего шага в развитии предложенного ОМКАР ниже рассмотрены особенности и примеры его реализации при анализе факторов развития, а также технологические аспекты обеспечения управления развитием ОМТИ, как критических морских объектов, на основе выполнения численного моделирования с использованием фактических данных реальных ОМТИ.

### 1. Особенности реализации ОМКАР при управлении развитием и исследовательском проектировании ОМТИ

**Отличительными особенностями** предложенного ОМКАР и технологии, её реализующей, при анализе факторов развития ОМТИ в отличие от вербального подхода к их описанию, характерного для методов и технологий типа SWOT-анализа, являются:

- количественная оценка факторов развития ОМТИ по соответствующим частным показателям качества (ЧПК) из критериальных ОМКАР-множеств, характеризующих группы внутренних (IF/ФЭ, факторов элемента системы) и внешних (EF/ФС, факторов системы) факторов развития (FD/Ф, factors of development). Причем, как с использованием непосредственного их измерения, где это возможно, так и с использованием методов группового экспертного оценивания, включая учет квалификации и опыта привлекаемых экспертов в данной предметной области;

- нормирование ЧПК с целью их последующей обработки по единым алгоритмам и в едином метрическом пространстве для исключения влияния специфических особенностей ЧПК на алгоритмические преобразования;

- скаляризация векторных критериев качества с переходом от ЧПК к соответствующим групповым показателям качества (ГПК), отражающим основные свойства факторов анализа развития ОМТИ (**Φ**), в том числе по факторам внутренней среды (**IF/ФЭ**) - Strengths (**S**, сильные стороны), Weaknesses (**W**, слабые стороны), а также по факторам внешней среды (**EF/ФС**) - Opportunities

(**O**, возможности) и Threats (**T**, угрозы), включая: социальные (**So, Social**), технологические (**Te, Technological**), экономические (**Ec, Economic**), экологические (**En, Environmental**) и политические (**P, Political**) и другие факторы в соответствии с алгоритмом ОМКАР:

$$\Phi = \Phi Э + \Phi С, \quad \Phi Э = S - W, \quad \Phi С = O - T, (1)$$

$$O = O(So, Te, Ec, En, P), T = T(So, Te, Ec, En, P), (2)$$

причем, в выражениях (1) и (2) для упрощения представления опущены типы алгоритмов агрегирования и соответствующие (индивидуальные) индексы критериальных предпочтений (ИКП, весовые коэффициенты);

- агрегирование ГПК в модельные показатели качества развития (МПК) ОМТИ с соответствующими (индивидуальными) комплексами ИКП;

- агрегирование МПК в агрегированный показатель качества развития (АПК) ОМТИ с комплексом ИКП, учитывающим качество и значимость используемых моделей критериальных предпочтений;

- оценка показателя прогрессивности развития ОМТИ (ПР) на основе сопоставления достигаемого значения АПК с аналогичным на предыдущем этапе развития, а также с соответствующими граничными значениями ПР типа:

**ПР<sub>кр</sub> ∈ [1,03; 1,05]** – для критичного характера развития ОМТИ (минимально допустимого уровня, угрозы потери ПР);

**ПР<sub>э</sub> ∈ (1,05; 1,5]** – для эволюционного характера перспективности развития ОМТИ;

**ПР<sub>р</sub> > 1,5** – для революционного характера перспективности развития ОМТИ;

- оценка показателя конкурентной способности ОМТИ (КС) на основе сопоставления достигаемого значения АПК с аналогичными для ближайшего по значению АПК конкурентного ОМТИ, а также с соответствующими граничными значениями показателя КС типа:

**КС<sub>о</sub> > 1** – при сопоставлении с конкурентными ОМТИ внутри отрасли (корпоративный уровень);

**КС<sub>н</sub> > 1** – при сопоставлении с конкурентными ОМТИ внутри государства (национальный уровень);

**КС<sub>м</sub> > 1** – при сопоставлении с конкурентными ОМТИ на межгосударственном уровне (мировой уровень);

- оценка достоверности полученных оценок на основе определения математического ожидания значений АПК, ПР, КС и соответствующих среднеквадратических отклонений по группе принятых в расчет оценок, включая экспертные и непосредственно измеренные для каждого из ОМТИ, а также их соотношения в виде коэффициента вариации оценок (КВ) для оценки устойчивости оценок развития ОМТИ;

- ранжирование ОМТИ и формирование их рейтинговых рядов для анализа и интерпретации полученных результатов оценок и анализа;

• формирование комплекса рекомендаций по совершенствованию каждого из ОМТИ и обеспечению их устойчивого перспективного развития.

После рассмотрения последовательности процедур и их специфических особенностей при реализации ОМКАР перейдем к описанию одного из вариантов поддержки принятия решений при проведении квалитметрического анализа факторов развития и технологического обеспечения управления развитием ОМТИ, включая, прежде всего, критические морские объекты.

## 2. Структура системы информационно-аналитической поддержки принятия решений при управлении развитием ОМТИ

Для реализации ОМКАР и проведения численного моделирования в развитие ПК «QSWOT.o2» [2, 8] был разработан специализированный Программный комплекс (ПК) «Система информационной поддержки принятия решений и управления инновационными ресурсами (СПРУ-ИР)», структура которого приведена на рисунке 1.

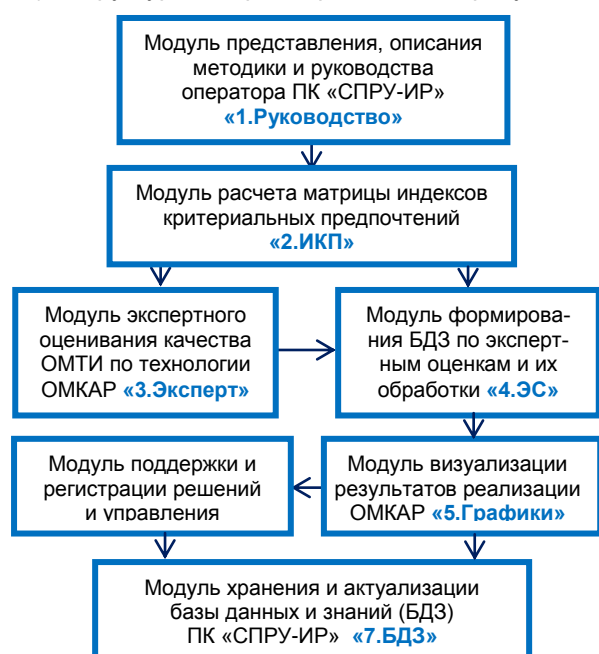


Рисунок 1 – Структура Программного комплекса «СПРУ-ИР»

ПК «СПРУ-ИР» представляет собой единую взаимосвязанную совокупность 7 расчетных модулей в среде «Excel», позволяющую пользователю без специализации в области программирования после изучения Руководства пользователя ПК «СПРУ-ИР» (модуль «1.Руководство») реализовать следующие процедуры информационно-аналитической (модули 1 - 4) и интеллектуальной (модули 5 - 7) поддержки принятия решений пользователя (оператора) в процессе анализа факторов и управления развитием ОМТИ, включая:

• расчет значений ИКЧ в соответствии с алгоритмом (8) [8] для предварительно сформированной системы критериев оценки факторов развития при определении каждого из ГПК, МПК и

АПК с учетом их числа и знаменателя убывающей прогрессии (модуль «2.ИКЧ»);

• ввод данных оценивания каждым из экспертов соответствующих факторов развития с учетом ввода данных по их квалификации для последующей обработки данных (модуль «3.Эксперт»);

• формирование БДЗ экспертных оценок и их взвешенной с учетом индексов квалификации каждого эксперта обработки (модуль «4.ЭС»), а также оценка полимодельного АПК ОМТИ по 5 различным моделям предпочтений (ИКП);

• визуализация результатов реализации ОМКАР для последующего принятия решений (модуль «5.Графики»);

• интеллектуальная поддержка принятия решений, регистрация результатов анализа факторов развития ОМТИ и управление их исследовательским проектированием с переходом к следующим итерациям вариантного синтеза, анализа и оптимизации (модуль «6.СПРУ»);

• хранение и актуализация базы данных и знаний ПК «СПРУ-ИР» с соответствующим обобщением результатов анализа факторов развития ОМТИ и их исследовательского проектирования.

Далее перейдем к непосредственной иллюстрации использования ПК «СПРУ-ИР» в соответствии с реализуемым в нем ОМКАР.

## 3. Пример реализации ОМКАР в составе ПК «СПРУ-ИР»

На первом этапе использования ПК «СПРУ-ИР» (модуль «1.Руководство») пользователю предлагается строго определить и точно сформулировать цель и задачи исследования Объекта анализа, в том числе класса ОМТИ.

Для этого в ячейках A1, E1, F1, G1 (модуль «3.Эксперт») приведены соответствующие рекомендации, включая примеры правильной формулировки целей и задач анализа факторов развития ОМТИ, описание основных этапов SWOT-анализа, в том числе в расширенном варианте TOWS, STEP, PETS, PETSE, STEEPV, STEPLE – анализа факторов развития, рекомендации по формированию перечня значимых факторов развития ОМТИ, соответствующей системы критериев и показателей их оценивания.

В качестве объекта анализа – ОМТИ - рассмотрен реальный пример одного из крупных и лидирующих в стране акционерных обществ, специализирующегося в области создания средств и систем автоматизации критических морских объектов с соответствующими реальными значениями факторов развития. Оценку этих факторов выполняли квалифицированные эксперты, хорошо знакомые со спецификой анализа макропараметров данной Компании.

В качестве типовых моделей критериальных предпочтений в базе данных и знаний ПК «СПРУ-ИР» (модуль «2.ИКП») заложены данные в соответствии с табл. 2 для равнопрочной модели ИКП и модели убывающей геометрической прогрессии

(ГП) с варьируемыми значениями числа критериев  $N$  и знаменателя прогрессии  $\beta$ .

Таблица 2 – Типовые модели и параметры матрицы ИКП

Модель	Обозначение	$N$	$\beta$
1.Равнопрочная	P-1... P-10	1...10	1
2.Убывающая ГП	Г-0,9	1...10	0,9
3.Убывающая ГП	Г-0,8	1...10	0,8

Другие параметры модели критериальных предпочтений и значения матрицы ИКП могут быть рассчитаны в модуле «2.ИКП», интерфейсная форма которого приведена на рис. 2.

Расчет индексов критериальных предпочтений для равномерно-убывающих рядов (геометрической убывающей прогрессии)		
Знаменатель прогрессии	$\beta =$ 0,800	Последовательность ИКП: a1= 0,297477392 a2= 0,237981913 a3= 0,190385531 a4= 0,152308425 a5= 0,121846740 a6= 0,097477392 a7= 0,077981913 a8= 0,062385531 a9= 0,049908425 a10= 0,039926740
Число ИКП (членов ГП)	$N =$ 5	
Контрольная сумма ряда ИКП (членов ГП)	1,0000	

Рисунок 2 – Экранная форма интерфейса расчета ИКП в модуле «2.ИКЧ»

Как было ранее отмечено, обязательным условием контроля правильности оценки ИКП, как правило, с точностью не менее 0,001, является соблюдение нормирующего требования - равенству 1 суммы всех значений ИКП. Это процедура обеспечивается с использованием сервиса условного форматирования с цветовой индикацией соблюдения заданного требования.

На рис. 3 приведена экранная форма модуля «3.Эксперт», позволяющая каждому из 7 экспертов вводить значения показателей качества ОМТИ по соответствующим факторам развития.

При этом, эксперту предлагается также оценить значимость соответствующих критериев оценки, введя значения ИКП. В окончательный расчет принимаются взвешенные с учетом индекса компетентности эксперта (ИКЭ) значения весовых коэффициентов при агрегировании ЧПК в ГПК, ГПК в МПК и МПК в АПК.

Вариант ввода данных для оценки ИКЭ приведен на рис. 3 и допускает возможность его расширения и модификации с учетом специфики решаемой задачи и специфики ОМТИ.

Цели анализа	Strengths. Сильные стороны внутренней среды	Weaknesses. Слабые стороны внутренней среды	Значение Ф	Вес	Метод	Результат
1. Организация (организационная структура)	S11 Матричная структура управления, обеспечивающая эффективность функционирования компании.	W11 Недостаточно глубокая степень кооперации между проектами подразделениями Общества.	8,0	0,04		3,0
	S12 Устойчивые партнерские отношения с рядом крупнейших компаний - контрагентов и поставщиков.	W12 Недостаточно широкое использование CALS технологий в деятельности производственного комплекса.	8,0	0,04		0,0
	S13 Наличие производства с полным циклом изготовления.		10,0	0,04		0,0
	S21 Достаточно полное оснащение современными оборудованием по всем технологическим переделам.	W21 Производство находится в стадии технического перевооружения.	8,0	0,04		2,0
2. Производство	S22 Наличие собственного испытательного центра.	W22 Не всегда ритмичная загрузка производственных мощностей.	10,0	0,04		4,0
	S23 Оснащение современным комплексом программного обеспечения для целей проектирования, в том числе создания собственной программы обеспечения СУ.	W23 Низкая производительность труда по отдельным технологическим переделам.	10,0	0,04		2,0
	S24 Современный производственный потенциал по гражданской морской технике.	W24 Использование программных комплексов в основном представляет собой продукцию зарубежных фирм и может подпадать под экспортные ограничения зарубежных государств.	8,0	0,04		2,0
		W25 Экономичные сроки изготовления.				4,0
3. НИОКР (научная результативность)	S31 Планирование и формирование опережающего научно-технического задания по актуальным для компании направлениям в области морской техники.	8,0	0,04		3,0	
					0,0	
		W31 Недостаточно системность в области защиты интеллектуальной собственности компании.				0,0

Данные эксперта: Евсеев Сергей Михайлович, ведущий эксперт Департамента развития ОАО "Концерн "НПО "Аврора", к.т.н.		4,37
1. Опыт работы в данной предметной области, лет	10	
2. Научная квалификация	5	
3. Число публикаций в предметной области	8	
4. Опыт экспертизы аналогичных объектов	4	
5. Наличие сертификатов в данной области	2	

Рисунок 3 – Экранная форма ввода исходных данных для оценки ИКЭ экспертом в модуле

Рисунок 2 – Экранная форма ввода исходных данных экспертом в модуле «3.Эксперт»

Результаты оценки АПК факторов развития

Базовый вариант объекта анализа (взвешен по оценкам экспертов)						Модель
Параметры оценки. Факторы	Strengths. Сильные стороны внутренней среды	Weaknesses. Слабые стороны внутренней среды	Значение Ф	Вес	Значение Ф	Вес
	Возможности внешней среды. O = 3,68	Угрозы внешней среды. T = -1,05	1,00		-1,00	
Агрегированный показатель качества АПК-Б-В+С+Т	O - T = 2,64	Перспективность развития Общества в сравнении с базовым значением (коэффициент, либо предыдущий период развития - индекс) =	3,61		152%	2,50
		Конкурентная способность Общества (КС) в сравнении с базовым значением АПК для конкурентного варианта Общества национального уровня =	2,87		123%	3,10
Устойчивость развития (УР) ОМТИ:						
Погрешность оценки уровней ПР и КС = 2,3%						
Допустимый нижний предел перспективности развития ОМТИ (БР) = 1,1						
Допустимый нижний предел конкурентной способности ОМТИ (БК) = 1,1						Г
Допустимый интервал времени критического развития (Вкр), год = 0,5						
Риск перспективного развития ОМТИ (РПР) = 0,02						
Возможность риска перспективного развития ОМТИ (Врп) = 0,01						КВ-
АПК ОМТИ полимодельного оценивания = 3,79						+ 2,3%

Рисунок 4 – Экранная форма вывода результатов оценки АПК ОМТИ в модуле «4.ЭС»

ОМТИ приведены на рис. 4 в соответствии с алгоритмом (3) [8]. В базовой версии ПК «СПРУ-IP» использованы условия шкалирования  $\text{Min}(q_n) = 0, \text{Max}(q_n) = 10, P = 1$ . Для группы факторов развития  $S, O$  значение  $h = 1$ , а для группы факторов развития  $W, T$  значение  $h = 0$ .

Соответствующие результаты визуализации полученных данных реализации ОМКРП ОМТИ по оценке ГПК, МПК и АПК приведены на рис. 4.



Базовый вариант объекта анализа (стартовый или конкурент)				Эксперт 1		Эксперт 2		Эксперт 3		Эксперт 4		Эксперт 5		Эксперт 6		Эксперт 7		Эксперт 8		Эксперт 9		Эксперт 10								
Параметры оценки	Сильные стороны	Слабые стороны	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес	Значение	Вес						
1 Организация (организационная структура)	S11 Структурная организация управления, обеспечивающая	W11 Недостаточно глубокая степень ассоциации между	7,11	0,24	2,40	0,27	9,0	0,06	2,0	0,07	8,0	0,06	3,0	0,07	9,0	0,06	3,0	0,07	8,0	0,06	3,0	0,07	9,0	0,06	3,0	0,07				
	S12 Устойчивые партнерские отношения с рядом крупнейших	W12 Недостаточно внедрение CAES технологий в	6,53	0,24	1,69	0,27	7,0	0,04	2,0	0,07	7,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07
	S13 Наличие производств с потенциалом	W21 Производство находится в стадии технического	8,21	0,24	0,00	0,24	9,0	0,04	9,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04	10,0	0,04
2 Производство	S21 Достаточно полное освоение современных	W22 Не всегда рентабельная загрузка	6,99	0,24	1,69	0,27	9,0	0,04	2,0	0,07	10,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07
	S22 Наличие собственного	W23 Низкая производительность	8,33	0,24	3,36	0,27	10,0	0,04	4,0	0,07	9,0	0,04	4,0	0,07	10,0	0,04	4,0	0,07	10,0	0,04	4,0	0,07	10,0	0,04	4,0	0,07	10,0	0,04	4,0	0,07
	S23 Оснащение современным	W24 Использование программных копий	8,33	0,24	1,69	0,27	10,0	0,04	2,0	0,07	9,0	0,04	2,0	0,07	10,0	0,04	2,0	0,07	10,0	0,04	2,0	0,07	10,0	0,04	2,0	0,07	10,0	0,04	2,0	0,07
	S24 Современный производственный	W25 Значительные сроки изготовления	6,96	0,24	1,69	0,27	8,0	0,04	2,0	0,07	10,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07	8,0	0,04	2,0	0,07
3 НИОКР (качество и значимость)	S31 Планирование и формирование стратегического научно-технического задания по	W31 Недостаточная системность в области защиты	6,79	0,24	2,52	0,27	8,0	0,04	3,0	0,07	9,0	0,06	3,0	0,07	8,0	0,06	3,0	0,07	8,0	0,06	3,0	0,07	8,0	0,06	3,0	0,07	8,0	0,06	3,0	0,07
	S32 Наличие существенного научно-технического задания на	W32 Наличие научных исследований, результаты которых не	6,72	0,24	0,11	0,27	8,0	0,04	0,1	0,07	8,0	0,04	0,1	0,07	8,0	0,04	0,1	0,07	8,0	0,04	0,1	0,07	8,0	0,04	0,1	0,07	8,0	0,04	0,1	0,07
	S33 Наличие значительного количества справочных объектов интеллектуальной собственности, в том числе патентов на изобретения		6,07	0,24	0,00	0,24	8,0	0,04			8,0	0,04			7,0	0,04			7,0	0,04			7,0	0,04			7,0	0,04		

Рисунок 5 – Экранная форма вывода данных взвешенной оценки ЧПК по факторам развития ОМТИ в модуле «4.ЭС»

Кроме того, ПК «СПРУ-ИР» позволяет непосредственно оценить уровень перспективности развития (4) [8] и конкурентной способности (5) [8] на основе сопоставления полученной полимодельной оценки АПК ОМТИ с аналогичными показателями соответствующего данного ОМТИ на предыдущем этапе развития (значение  $Q_{П}=2,5$  на рис. 4) и альтернативного конкурентного варианта ОМТИ (значение  $Q_{К} = 3,1$ ).

Для этого случая в результате выполненного анализа факторов развития получены соответствующие значения  $PR - 152\%$  и  $KC = 123\%$

Здесь очень важно отметить, что наибольшую ценность для эффективного управления развитием ОМТИ и их конкурентной способностью имеют, безусловно, конкретные квалиметрические оценки типа приведенных выше, как позволяющие непосредственно измерять PR и KC.

Но еще большую ценность имеют данные непрерывного наблюдения (мониторинга) АПК, PR и KC в процессе развития ОМТИ при соответствующей точности анализируемых данных.

В этом контексте в ПК «СПРУ-ИР» одновременно с оценкой системных параметров развития выводятся погрешности оценивания, в том числе связанные с источниками исходных данных в виде коэффициента вариации оценок, определяемых различием экспертных оценок, а также различием моделей критериальных предпочтений.

Понятно, что с накоплением опыта производства подобных оценок их разбор будет сокращаться, а, тем более, если при этом будут уточняться используемые модели. Не меньшее значение имеет утверждение подобных методов оценок руководством ОМТИ с их внесением в соответствующие регламентирующие документы системы управления качеством ОМТИ.

На рис. 5 приведён фрагмент базы данных с регистрацией введенных экспертами данных и фрагмент вывода результатов представления

взвешенных данных по соответствующим ЧПК после их оценки группой экспертов.

На рис. 6 в графической форме (модуль «5.Графики») представлены результаты визуализации

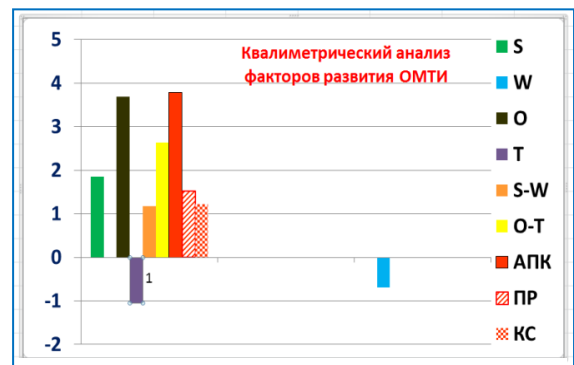


Рисунок 6 – Экранная форма визуализации результатов оценки АПК ОМТИ в модуле «5.Графики»

зации оценки системных показателей (АПК, PR, KC, S, W, O, T) факторов развития ОМТИ.

На рис. 7 представлены результаты обобщения полученных данных и рекомендации по раз-

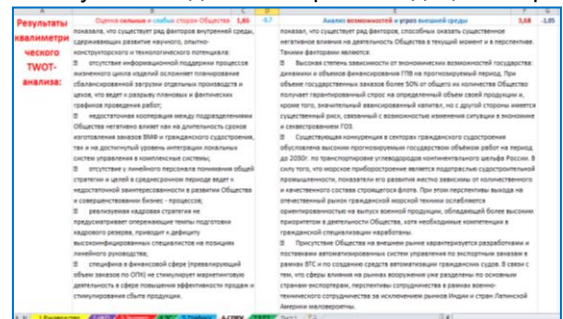


Рисунок 7 – Экранная форма вывода рекомендаций по повышению уровня конкурентной способности и перспективности развития ОМТИ в модуле «6.СПРУ»

витию выбранного объекта анализа (Компании). Так, выполненный ОМКАР-анализ в рамках принятых исходных данных Компании с исполь-

зованием ПК «СПРУ-ИР» показал: перспективность развития Компании обеспечивается при ожидаемом значении индекса **превосходства по ПР=152%** в сравнении с уровнем его развития  $Q_5 = 2,5$  по состоянию на 2010 г, а конкурентная способность Компании – **КС=123%** при заданном конкурентном значении  $Q_k = 3,1$ .

**Оценка сильных ( $S = 1,86$ ) и слабых ( $W = -0,69$ ) сторон** Компании показала, что существует ряд факторов внутренней среды ( $\Phi Э = 1,17$ ), сдерживающих развитие научного, опытно-конструкторского и технологического потенциала Компании:

- недостаточная кооперация между подразделениями Компании негативно влияет, как на длительность сроков изготовления заказов ВПК и гражданского судостроения, так и на достигнутый уровень интеграции локальных систем управления в комплексные системы;

- отсутствие у линейного персонала понимания общей стратегии и целей в среднесрочном периоде ведет к недостаточной заинтересованности в развитии Компании и совершенствовании бизнес - процессов;

- дефицит ряда профессий (инженеры-конструкторы, технологи), нехватка специалистов рабочих профессий (критерий  $W52$  в ниже представленной системе критериев программного комплекса СПРУ-ИР, реализующего технологию ОМКАР);

- реализуемая кадровая стратегия не предусматривает опережающие темпы подготовки кадрового резерва, приводит к дефициту высококвалифицированных специалистов на позициях линейного руководства;

- специфика в финансовой сфере (превалирующий объем заказов по ВПК) не стимулирует маркетинговую деятельность в сфере повышения эффективности продаж и стимулирования сбыта продукции.

**Анализ возможностей ( $O = 3,68$ ) и угроз ( $T = -1,05$ ) внешней среды ( $\Phi С = 2,64$ )** показал, что существует ряд факторов, способных оказать существенное негативное влияния на деятельность Компании в текущий момент и в перспективе. Такими факторами являются:

- высокая степень зависимости от экономических возможностей государства: динамики и объемов финансирования ГПВ на прогнозируемый период. При объеме государственных заказов более 50% от общего их количества Компания получает гарантированный спрос на определенный объем своей продукции и, кроме того, значительный авансированный капитал, но с другой стороны имеется существенный риск, связанный с возможностью изменения ситуации в экономике и секвестрованием ГОЗ;
- существующая конкуренция в секторах гражданского судостроения обусловлена высоким прогнозируемым государством объемом работ на период до 2030 г. по

транспортировке углеводородов континентального шельфа России. В силу того, что морское приборостроение является подотраслью судостроительной промышленности, показатели его развития жестко зависимы от количественного и качественного состава строящегося флота. При этом перспективы выхода на отечественный рынок гражданской морской техники ослабляются ориентированностью на выпуск военной продукции, обладающей более высоким приоритетом в деятельности Компании ( $\Phi С > \Phi Э$ ), хотя необходимые компетенции в гражданской специализации наработаны;

- присутствие Компании на внешнем рынке характеризуется разработками и поставками автоматизированных систем управления по экспортным заказам в рамках ВТС и по созданию средств автоматизации гражданских судов. В связи с тем, что сферы влияния на рынках вооружения уже разделены по основным странам-экспортерам, перспективы сотрудничества в рамках военно-технического сотрудничества за исключением рынков Индии и стран Латинской Америки маловероятны;
- высокая доля поставок импортного комплектующего оборудования в отечественной судостроительной промышленности. Это ещё одна существующая угроза внешней среды, оказывающая непосредственное влияние на возможности выхода Компании на рынок гражданского судостроения и промышленной энергетики. Высокая степень зависимости от поставок зарубежных комплектующих и дефицит современной отечественной элементной базы для всех уровней автоматизации (датчики и исполнительные механизмы, средний и верхний уровни) так же являются тревожными индикаторами развития научно-технического задела судостроения.
- Исходя из опыта эксплуатации систем управления гражданского назначения, можно констатировать отставание общего уровня отечественного морского приборостроения от передовых образцов импортных систем. Такое отставание стало преодолеваться в последние несколько лет с реализацией ФЦП «Развитие гражданской морской техники». Основой приборостроения на уровне интегрированных и локальных систем управления является цифровая элементная база радиоэлектронной промышленности. Отсутствие отечественных высокопроизводительных микропроцессоров не позволяет выполнить автоматизацию морских объектов исключительно с помощью отечественных комплектующих. Однако, в настоящее время, использование в отдельных эле-

ментах систем, импортной комплектации позволяет обеспечить конкурентоспособность морского приборостроения, как по научно-техническому уровню, так и по стоимости;

- отсутствие наработанных логистических и кооперационных схем в сфере гражданского судостроения затрудняет предконтрактную подготовку документации и осуществление комплексных поставок «под ключ».

Вместе с тем, следует еще раз подчеркнуть ту важную особенность, что при анализе и управлении процессами развития сложных объектов анализа, в том числе Компании, наряду с временными «срезами» процессов развития наиболее информативными являются технологии и данные мониторинга (непрерывного наблюдения), которые позволяют непосредственно наблюдать динамику изменения как ЧПК, ГПК, так и, обязательно, АПК (см. рис. 4 - 6).

Более того, это позволяет, используя, например, аппарат регрессионного анализа достаточно точно прогнозировать развитие процессов, что при управлении является обязательным требованием и условием. Пример технологии, которая может быть адаптирована к рассматриваемым задачам, приведен на рис. 8 [4, 6, 9, 10, 11].

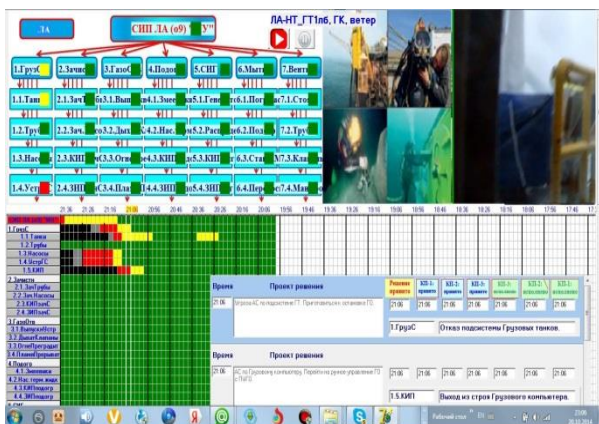


Рисунок 8 - Вариант визуализации и мониторинга процессов в сложной АСППР с использованием технологии, разработанной в ОКР «Поддержка»

Данный вариант предназначен для Руководства Компании и отображает в автоматическом режиме текущее состояние (сверху – вниз на левом сером поле экранной формы) АПК (в рассматриваемом случае – ПР, КС), ГПК (ФЭ, ФС, Т, S, O, W, T, E, P, и др.), ЧПК и многие другие. При этом, соответствие данных показателей заданным требованиям будет отображаться зеленым цветом, угроза невыполнения требований – желтым цветом, невыполнение требований - красным цветом, а критическое значение – серым цветом.

Рекомендуемые при этом управленческие решения с их автоматическим доведением в текстовой и звуковой форме для утверждения руководителем и исполнителями представлены на всплывающей панели «Проект решения».

При этом, слева от текущего момента времени (столбик 21:38) выводятся прогнозируемые значения по тем же критериям с упреждением по времени. Подробно технология СПРУ приведена в материалах ОКР «Поддержка» (ОАО «Концерн «НПО «Аврора») [9 - 11].

Другие особенности использования ПК «СПРУ-ИР» отдельно рассматриваются при квалитетном анализе различных аспектов управления развитием [12] в отличие от данных исследований, основным предметом которых является методика реализации ОМКАР и технология обеспечения управления развитием критических морских объектов на его основе.

#### 4. Технологические аспекты управления исследовательским проектированием ОМТИ

Получив возможность количественного описания и анализа интегральной (системной, единой) характеристики ОМТИ в виде АПК, а также его сравнительного выражения в виде показателей ПР и КС, следующим шагом следует считать рассмотрение, обоснование технологических аспектов синтеза и оптимизации системных и технических решений (характеристик) ОМТИ [6, 10].

Причем, наиболее совершенной методикой последнего следует считать известную с 1970-1980 годов методологию исследовательского проектирования кораблей проф. Худякова Л.Ю. [13] и развитую позже проф. Захаровым И.Г. [14] в виде методологии концептуального проектирования, а также развитую другими авторами в других прикладных областях [4, 6, 15, 16].

Основными элементами этих направлений, прежде всего, следует считать: дискретный вариантный синтез рациональных комплексов системотехнических свойств и характеристик ОМТИ (комплексов ЧПК, ГПК); комплексные оценки качества вариантов проектирования (ГПК, МПК, АПК); анализ корневой чувствительности ЧПК, ГПК и АПК с целью выявления наиболее значимых показателей, обеспечивающих наибольший прирост АПК; итерационный анализ вариантов; принятие и регистрация принятых проектных и управленческих решений (ПУР).

В комплексе этих процедур ключевым элементом, безусловно, является научно-методический аппарат оценки АПК и обеспечение возможности реализации оптимизированных значений ЧПК, ГПК и АПК, а также МПК в процессе полимодельного анализа, синтеза и оптимизации.

Следует отметить, что предложенный в [8] ОМКАР и методология исследовательского проектирования ОМТИ [6], в том числе на основе реализации ОМКАР, в определенной мере являются инвариантными (некритичными) к специфике ОМТИ и решаемых ими задач. Это только подчеркивает его значимость и перспективность при соответствующих условиях своевременного освоения и практического внедрения метода.

#### 5. Системные аспекты управления развитием ОМТИ при использовании ОМКАР

В контексте выше названных преимущественных возможностей рассматриваемого ОМКАР, включая его полимодельный аспект, уместно ставить вопрос об управлении развитием ОМТИ с использованием ОМКАР, как альтернативного средства системного обоснования ключевых управленческих решений.

Это позволяет логически стройно и информационно прозрачно оценивать достигаемые при развитии ОМТИ результаты, эффективность соответствующих инвестиционных решений, а также квалиметрически прогнозировать качество ближайших, среднесрочных и долгосрочных перспектив по достигаемым значениям АПК, ПР и КС для каждого из элементов и ОМТИ в целом.

С позиции точности оцениваемых АПК важным преимуществом ОМКАР следует считать использование в нем [3, 5, 8] гармонического алгоритма агрегирования показателей. Он позволяет получить промежуточное (среднегеометрическое) значение АПК между оптимистической оценкой по аддитивному алгоритму и пессимистической оценкой по мультипликативному алгоритму скаляризации векторного критерия.

В свою очередь, обеспечение мониторинга (непрерывного наблюдения) всего комплекса показателей качества ОМТИ в контуре управления их развитием в сочетании с возможностями современных технологий и систем информационно-аналитической и интеллектуальной поддержки принятия проектных и управленческих решений позволяет утверждать о реальной возможности перехода на новый этап научно-методического обеспечения управления развитием современных сложных эрготехнических комплексов и систем.

При этом, как показывает практика, существенное значение приобретает систематизация лучших практик технологического развития и организационно-технических решений элементов и ОМТИ в целом с их объективной (информационно прозрачной) сертификацией и аттестацией, а также ранжированием, например, в виде соответствующих баз данных и знаний, реестров и т.п.

В этой связи обобщенный метод квалиметрического анализа факторов развития ОМТИ и, прежде всего, критических морских объектов, как показывают результаты приведенного анализа возможных путей его практической реализации, следует рассматривать в качестве одного из наиболее перспективных методов системного обоснования анализа, синтеза и оптимизации структурных, функциональных и организационно-технических решений при развитии ОМТИ.

Анализируя системные аспекты поиска путей совершенствования элементов и ОМТИ в целом, весьма полезной может быть в частности постановка задачи оперативной оценки конкурентного преимущества разрабатываемых продуктов или услуг, а также развития ОМТИ в целом при наличии данных о КП по частным показателям качества  $KП_{q_n}$  при их общем числе  $N$ .

В этом случае, как можно показать с использованием моделей агрегирования показателей

качества [8], КП целесообразно оценивать с использованием гармонического алгоритма в виде

$$KП_Q^Г = \left[ \sum_{n=1}^N (\alpha_n \times KП_{q_n}) \times \prod_{n=1}^N (KП_{q_n})^{\alpha_n} \right]^{0,5} \quad (3)$$

В качестве примера рассмотрим вариант оценки КП развития Компании в течение ближайших 5 лет за счет ожидаемого КП по развитию научно-технического потенциала со значением  $KП_{НТП} = 1,5$ , по технологическому переоснащению производства с  $KП_{ТПП} = 1,2$ , по переподготовке кадров с  $KП_{ПК} = 1,1$ , но при одновременном, например, отставании в маркетинговой деятельности с  $KП_{МД} = 0,85$ . В этом случае в соответствии с (3) ожидаемое значение интегрального показателя конкурентного преимущества Компании при соответствующих значениях индексов критериальных предпочтений 0,3, 0,2, 0,2, 0,3 составит порядка  $KП_{Общ} = (1,165 \times 1,137)^{0,5} = 1,15$ , что можно считать весьма значительным.

Подобные оперативные оценки с учетом достаточно достоверных экспертных оценок исходных данных имеют немалое значение при вариантном анализе факторов и поиске оптимальных вариантов развития ОМТИ в современных условиях динамического изменения обстановки.

### Заключение

В результате рассмотрения путей реализации ОМКАР и технологических аспектов обеспечения управления развитием критических морских объектов **подтверждена целесообразность** совершенствования методов управления развитием ОМТИ в направлении **полимодельного квалиметрического оценивания агрегированного показателя их качества** с последующим решением задач вариантного синтеза и оптимизации вариантов развития ОМТИ.

Это позволяет учитывать системные особенности развития ОМТИ и обоснованно выбирать лучшую из представляемых вариантных альтернатив, т.е. практически решать задачу оптимизации элементов и ОМТИ в целом.

Предложенная на основе ОМКАР методология управления развитием ОМТИ позволяет в развитие концепции их исследовательского проектирования переходить от оценок качества функционирования ОМТИ к квалиметрическим оценкам перспективности их развития и конкурентной способности, причем, как на корпоративном, так на национальном и мировом рынках.

Применительно к реальным условиям и количественным оценкам развития одного из лидирующих в стране акционерных обществ в области автоматизации критических морских объектов представлены результаты квалиметрический анализа тенденций его развития с учётом широкого спектра внутренних и внешних факторов, ха-

рактерных сегодня для отрасли морского приборостроения страны в целом.

Следующим шагом в развитии предложенного ОМКАР и в целом методологии управления развития ОМТИ авторы видят обобщение опыта и лучших практик выполнения численного моделирования по анализу факторов и тенденций разви-

тия, включая ретроспективный анализ, а также по научно-методическому обоснованию и ранжированию практических рекомендаций по оптимизации проектных и управленческих решений в обеспечение прогрессивного развития критических морских объектов.

### Литература

1. Алексеев А.В. Квалиметрическое обеспечение организации принятия проектных и управленческих решений в сложных системах / Системный анализ при создании кораблей, комплексов вооружения и военной техники. Тематический сборник. Выпуск 15. – СПб.: «Моринтех», 2008. С. 67 - 75.
2. Алексеев А.В. Модифицированный SWOT-анализ и синтез алгоритмов информационной поддержки принятия проектных и управленческих решений / Региональная конференция (РИ-2012). Юбилейная XIII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2012)». Санкт-Петербург, 24-26 октября 2012 г.: Материалы конференции. \ СПОИСУ. – СПб, 2012. (– 420 с.). С. 27-28.
3. Алексеев А.В. Технология квалиметрической ранговой оптимизации проектных и управленческих решений / Труды Международной Научной Школы «Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах (МА БР-2007)» – СПб., ГОУ ВПО «СПбГУАП» 2007. – с. 285 – 290.
4. Бобрович В.Ю., Антипов В.В., Смольников А.В., Алексеев А.В. Пути повышения конкурентной способности объектов морской техники и морских транспортных систем на основе создания баз данных и знаний технологических решений и их ранговой сертификации / Вторая международная научно-практическая конференция «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» - «ИКМ МТМТС 2013». – СПб.: ЦТСС, 2013, с. 109 – 114.
5. Алексеев А.В., Тюрин И.С., Удодова Е.Н. Алгоритмы геометрического и гармонического агрегирования векторных критериев оптимизации объектов морской техники и морской инфраструктуры / Региональная информатика (РИ-2014). XIV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2014)»: Материалы конференции. \ СПОИСУ. – СПб, 2014, с. 442 – 443.
6. Алексеев А.В. Концептуальные аспекты управления развитием критических объектов морской техники и морской инфраструктуры // Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал № 2 (28) Т.1, 2015, с. 47 – 57.
7. Алексеев А.В., Тюрин И.С. Программный комплекс объективного оценивания качества при анализе конкурентной способности объектов морской техники и морских транспортных систем / Третья международная научно-практическая конференция «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» - «ИКМ МТМТС 2015». Труды конференции. – СПб, 2015, с. 31 - 35.
8. Алексеев А.В., Удодова Е.Н. Квалиметрический SWOT-анализ и его применение в задачах управления развитием критических морских объектов // Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал (в печати).
9. Ушакова Н.П., Алексеев А.В., Москаленко В.А. Информационная технология представления сценариев и алгоритмов обеспечения безопасности эксплуатации сложных объектов морской техники / Региональная информатика (РИ-2014). XIV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2014)» – СПб.: СПОИСУ, 2014, с. 482-483.
10. Бобрович В.Ю., Антипов В.В., Смольников А.В., Алексеев А.В., Мусатенко Р.И. Опыт организации ранговой партнерской сертификации качества объектов морской техники // Региональная информатика и информационная безопасность. Сборник трудов. Выпуск 1 / СПОИСУ. – СПб., 2015, с. 511 - 517.
11. Алексеев А.В., Смольников А.В., Ушакова Н.П., Сус Г.Н. Программный комплекс Макетного действующего образца Системы информационной поддержки судоводителей при обеспечении безопасности эксплуатации в части грузовых операций, локализации аварийных ситуаций, аварий и борьбы за живучесть морских объектов повышенного риска (ПК МДО СИП ЛА-ГО оЗ) – Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ в ФСИС № 2014614620, 29.04.2014.
12. Алексеев А.В., Удодова Е.Н. Реализация ОМКАР при мониторинге состояния и факторов развития судостроительного предприятия и отрасли судового машиностроения на примере Северо-Западного региона // Морские интеллектуальные технологии. Научный журнал (в печати).
13. Худяков Л.Ю. Введение в теорию исследовательского проектирования. – Л.: Судостроение, 1976.
14. Захаров И.Г. Концептуальный анализ в военном кораблестроении. - СПб.: Судостроение, 2001.
15. Алексеев А.В. О регуляризации задачи многокритериальной оптимизации при исследовательском проектировании морских радиоэлектронных комплексов и систем / Объединенный академический научно-технический семинар "Системный анализ при создании кораблей, комплексов вооружения и военной техники», 5.11.1999. – СПб.: ВМА, с. 38-41.

16. Смольников А.В., Алексеев А.В., Антипов В.В., Бобрович В.Ю. Ранговая сертификация современных эрготехнических систем, как реальный способ повышения конкурентоспособности объектов морской техники и морской инфраструктуры – Морской Вестник, 2013, № 1 (10), с. 55 - 59.

### References

1. Alekseev A.V. Qualimetric support the organization of making design and management decisions in complex systems / systems analysis in the creation of ships, weapons systems and military equipment. The-matic collection. Issue 15. – SPb.: "Morintech", 2008. P. 67 - 75.
2. Alekseev, A.V. Modified SWOT-analysis and synthesis of algorithms of informational support of making design and management decisions / Regional conference (RIS-2012). Anniversary XIII Saint-Petersburg international conference "Regional Informatics (RI-2012)". Saint-Petersburg, October 24-26, 2012: proceedings. \ SPOIS. – SPb, 2012. (– P. 420). S. 27-28.
3. Alekseev A. V. Technology of qualitative ranking optimization design and management decisions / Proceedings of International Scientific School "Modeling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems (MA BR-2007)" – Saint-Petersburg., GOU VPO "Spbguap" 2007. – p. 285 – 290.
4. The Bobrovich V. Yu., Antipov V. V., Smolnikov A. V., Alekseyev A. V. Ways to increase the competitive ability of marine engineering and marine transporting systems through the establishment of databases and knowledge of technology solutions and their rank certification / the Second international scientific-practical conference "Simulation and complex modelling in marine engineering and marine transporting systems" - "SCM memts 2013". – SPb.: CTSS, 2013, pp. 109 – 114.
5. Alekseev V. A., Tyurin I. S. And Udodova E. N. Algorithms geometric and harmonic aggregation of vector optimization criteria marine facilities and marine infrastructure / Regional Informatics (RI-2014). XIV Saint-Petersburg international conference "Regional Informatics (RI-2014)": Materials of the conference. \ SPOIS. – Saint-Petersburg, 2014, pp. 442 – 443.
6. Alekseev A. V. Conceptual aspects of development management of critical marine facilities and marine infrastructure // Marine intelligent technologies. The scientific journal № 2 (28) Vol. 1, 2015, pp. 47 – 57.
7. Alekseev V. A., Tyurin I. S. Software complex an objective evaluation of quality in the analysis of the competitiveness of marine facilities and marine transport systems / the Third international scientific-practical conference "Simulation and complex modelling in marine engineering and marine transporting systems" - "SCM memts 2015". Proceedings of the conference. – SPb, 2015, pp. 31 - 35.
8. Alekseev, A. V. Udodova E. N. Qualitative SWOT analysis and its application in problems of management by development of critical marine // Marine intelligent technologies. The scientific journal (in press).
9. Ushakova N. P., Alekseev A. V., Moskalenko V. A. Information technology of presentation of scripts and algorithms to ensure the safe operation of complex marine technology / Regional Informatics (RI-2014). XIV Saint-Petersburg international conference "Regional Informatics (RI-2014)" – SPb.: SPOIS, 2014, pp. 482-483.
10. The bobrovich V. Yu., Antipov V. V., Smolnikov A. V., Alekseyev A. V., and R. I. Musatenko Experience the rganization partner rank the quality certification of marine facilities // Regional Informatics and information security. The collection of works. Issue 1 / SPAIS. – SPb., 2015, S. 511 - 517.
11. Alekseev A. V., Smolnikov A. V., Ushakova N. P., WM G. N. Software complex Layout of the operating example of the system of information support of navigators while ensuring safety of operation in the cargo operations, localisation of emergency situations, accidents and struggle for survivability of the marine facilities at higher risk (PC MDO LA m & TH O3) – Certificate of state registration of computer programs in FSIS No. 2014614620, 29.04.2014.
12. Alekseev, A. V. Udodova E. N. Realization of OMKAR for monitoring the condition and factors of development of shipbuilding industry and marine engineering on the North-West region // Marine intelligent technologies. The scientific journal (in press).
13. Khudyakov, Y. L. introduction to the theory of research design. – Leningrad: Sudostroenie, 1976.
14. Zakharov I. G. Conceptual analysis in naval shipbuilding. - SPb.: Shipbuilding, 2001.
15. Alekseev A.V. On the regularization of the problem of multicriterion optimization in research designing of sea radio-electronic complexes and systems / academic joint scientific and technical seminar "systems analysis in the creation of ships, weapons systems and military equipment", 5.11.1999. – SPb.: The SCA, pp. 38-41.
16. Smolnikov A., Alekseev A.V., Antipov V. V., Bobrovich V. Yu. Rank certification with time-ergo technical systems, as a real way of enhancing the competitiveness of marine facilities and marine infrastructure – Marine Bulletin, 2013, № 1 (10), pp. 55 - 59.

УДК 658.5.012.7

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ SWOT-АНАЛИЗ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ КРИТИЧЕСКИХ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

**Алексеев Анатолий Владимирович**

доктор технических наук, профессор,  
Лауреат Премии Ленинского Комсомола в области науки и техники,  
профессор Кафедры судовой автоматики и измерений  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3  
e-mail: iapbgks@bk.ru

**Удодова Евгения Николаевна**

аспирантка Кафедры судовой автоматики и измерений  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3  
e-mail: krylataya\_23@mail.ru

### Аннотация

Выполнен анализ специфики используемых в практике системных методов оценки качества функционирования ОМТИ, оценки качества инвестиционных проектов, их конкурентной способности и других задач управления развитием современных сложных организационно-технических систем, включая методы SWOT-, TOWS-, STEP-, PETS-, PETSE-, STEEP-, STEEPV- STEPLE – анализа факторов развития. Признано целесообразным их совершенствование в направлении полимодельного квалиметрического оценивания агрегированного показателя качества ОМТИ с последующим решением задач вариантного синтеза и оптимизации вариантов развития ОМТИ.

Это позволяет обоснованно выбирать лучшую из представляемых вариантных альтернатив, в том числе по критериям конкурентной способности и перспективности развития ОМТИ.

Для решения данной задачи разработан так называемый обобщенный метод квалиметрического анализа факторов развития ЭТС (ОМКАР). Предложена методология управления развитием и исследовательского проектирования ОМТИ с соответствующей системой критериев оценки качества функционирования ОМТИ, а также оценки их конкурентной способности и перспективности развития. Предложен обобщенный алгоритм нормирования показателей качества и гармонический алгоритм агрегирования векторных критериев качества, а также алгоритм выбора значений матрицы индексов критериальных предпочтений для модели их равномерного превосходства. Обобщены типовые модели выбора индексов критериальных предпочтений и даны рекомендации по их использованию при решении практических задач с использованием разработанного обобщенного метода квалиметрического анализа факторов развития и методологии управления развитием критических морских объектов и их исследовательского проектирования.

**Ключевые слова:** объекты морской техники и инфраструктуры, критические объекты, факторы развития, обобщенный метод квалиметрического анализа факторов развития, методология управления развитием, конкурентная способность, перспективность развития, система критериев, обобщенный алгоритм нормирования, гармонический алгоритм агрегирования.

## QUALITATIVE SWOT ANALYSIS AND ITS APPLICATION IN PROBLEMS OF MANAGEMENT OF CRITICAL MARINE FACILITIES

**Alekseev Anatoly Vladimirovich**

the professor, Dr.Sci.Tech., Laureate of Lenin Komsomol Prize in science and technology,  
the professor of MARINE AUTOMATION AND MEASUREMENT  
STATE MARINE TECHNICAL UNIVERSITY OF SAINT-PETERSBURG  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190008, Russian Federation, e-mail: 17151@bk.ru

**Udodova Evgeniia**

postgraduate student of MARINE AUTOMATION AND MEASUREMENT  
STATE MARINE TECHNICAL UNIVERSITY OF SAINT-PETERSBURG  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190008, Russian Federation, e-mail: krylataya\_23@mail.ru

### Abstract

The analysis of the specifics of the system used in the practice of the methods of estimation of quality of functioning FRTO, assessing the quality of investment projects, their competitive ability and other management tasks development of today's complex organizational and technical systems, including the methods of SWOT, TOWS-, STEP-, PETS-, PETSE-, STEEP-, STEEPV - STEPLE analysis of factors of development. It is deemed desirable to their improvement in the direction polimodales qualimetric estimation of the aggregate quality indicator FRTO with the subsequent decision of tasks of variant synthesis and optimization VA-options development FRTO.

This allows to reasonably choose the best variant of alternativ, including by criteria of competitiveness and prospects of development of FRTO.

To solve this problem developed a so called generalized method qualimetricssky analysis of the factors in the development of the ETS (OMKAR). The proposed management methodology development and research design FRTO with an appropriate system of criteria for assessing the quality of functioning FRTO, as well as assess their competitiveness and prospects for development. A generic algorithm of rationing of indicators of quality and harmonic aggregation algorithm the vector of quality criteria and the algorithm for selecting grid values of criteria indexes of preference for the model of their uniform excellence. Generalized model selection criterion index of the preferences and recommendations on their use in solving practical problems using the developed generalized method of qualitative analysis of the factors in the development and management methodology the development of critical marine facilities and their research design.

**Key words:** marine facilities and infrastructure, critical facilities, development factors, generalized method of qualitative analysis of the factors of development, methodology of management of development, competitive ability, development prospects, the system of criteria, the generalized algorithm of normalization, the harmonic algorithm of aggregation.

### Введение

При решении традиционных задач оценки качества функционирования объектов морской техники и морской инфраструктуры (ОМТИ), оценки качества инвестиционных проектов (ИП), их конкурентной способности (КС) и других задач управления развитием современных эрготехнических (организационно-технических) систем (ЭС) **традиционно сложными и проблемными** являются вопросы *строгости терминологических определений, согласования моделей оценивания, интерпретации получаемых оценок, их верификации и оценки валидности в целом* [1].

Среди этих задач рассмотрим один из возможных и перспективных вариантов моделирования качества ЭТС, прежде всего, критических ОМТИ на основе методологии так называемого **квалиметрического SWOT-анализа (QSWOT)**. В свою очередь, широко известный первоначально среди экономистов метод SWOT-анализа получил активное развитие в методах TOWS, STEP, PETS, PETSE, STEEP, STEEPV, STEPLE – анализа и других [2 - 9].

С учетом специфики названных методов предлагаемый метод обобщенного QSWOT-анализа будем далее называть **обобщенным методом квалиметрического анализа факторов развития ЭТС (ОМКАР)**. При этом, ОМКАР, как метод, включает совокупность способов, правил наиболее целесообразного выполнения задачи анализа факторов развития ОМТИ [7].

Проведение многокритериального анализа системных свойств и характеристик ОМТИ, их конкурентной способности (КС) и перспективности развития (ПР) с использованием современных автоматизированных систем поддержки принятия проектных и управленческих решений (АСПР) ти-

па [10 - 12] на основе предлагаемого ОМКАР **позволяет обоснованно** переходить от факторного анализа к решению задач синтеза и оптимизации ОМТИ при их вариантном проектировании, а также обоснованно управлять их развитием.

**Особенностью предлагаемого ОМКАР** является переход от вербального описания и анализа свойств ОМТИ к их квалиметрическому представлению (количественному измерению качества) с использованием агрегированных показателей качества (АПК), последующим решением задач вариантного синтеза и оптимизации, позволяющей обоснованно выбирать лучшую из представляемых вариантных альтернатив [12].

Сегодня с учетом тенденции возрастания сложности ОМТИ именно вопросы их системного анализа и синтеза **приобретают особо важное значение**, а при обосновании путей их развития, более того, имеют **критический характер** [13]. Поэтому наличие широко доступных АСПР, систем информационно-аналитической и интеллектуальной поддержки решений и управления (СПРУ) в сочетании с их мониторингом [14] для руководителей разных уровней, в том числе на основе единой методологии анализа-синтеза-оптимизации (исследовательского проектирования ОМТИ), включая использование ОМКАР, по мнению авторов, позволит перейти на качественно новый уровень управления функционированием и развитием ОМТИ.

### 1. Методология управления развитием и исследовательского проектирования ОМТИ

В общем случае понятие методологии, как известно, включает учение о методах, способах и стратегиях исследования предмета. Сегодня применительно к решению наиболее значимых



предметных областей знания понятие «методология» используется для исследовательского определения принципов построения методов, их научного обобщения. Так, уже широко используются термины, например, «методология управления», «методология планирования», «методология учета», «методология развития».

Предлагаемая далее методология управления развитием и исследовательского проектирования

(МУРИП) ОМТИ, как совокупность взаимосвязанных методов, предназначенных для решения общих задач и достижения единых целей (система методов по целевому предназначению) включает следующие основные элементы, представленные в обобщенном виде в таблице 1 с учетом ранее изложенных в [1, 10 - 19] особенностей большинства из названных методов.

Таблица 1

**Основное содержание и особенности предлагаемой методологии управления развитием и исследовательского проектирования ОМТИ**

Элементы методологии	Основное содержание	Особенности
1. Концепция управления развитием и исследовательского проектирования (анализа, синтеза и оптимизации свойств и характеристик) ОМТИ.	Концепция, как совокупность взаимосвязанных принципов решения задач и достижения общих целей, включает следующие принципы: <ul style="list-style-type: none"> <li>• непрерывного наблюдения (мониторинга динамики квалиметрических оценок функционирования ОМТИ по критериям агрегированного (АПК), модельных (МПК), групповых (ГПК) и частных (ЧПК) показателей качества ОМТИ;</li> <li>• анализа, синтеза и оптимизации системных показателей качества (АПК, МПК, ГПК, ЧПК) и ПУР ОМТИ с прогнозированием их развития;</li> <li>• ранжирование ОМТИ по этапам развития в сопоставлении с лучшими практиками в отрасли, государстве и на мировом рынке.</li> </ul>	Особая информативность для управления развитием ОМТИ динамики системных показателей их качества. Квалиметрическое обеспечение сравнения альтернативных ПУР и ОМТИ в целом. Повышение объективности анализа за счет использования современных СПРУ. Оптимизация ПУР по управлению развитием и проектированию.
2. Метод полимодельного системного анализа свойств и характеристик ЭТС (анализа факторов развития) класса ОМТИ, в том числе с использованием предлагаемого ОМКАР (QSWOT, TOWS, STEEP, STEEPV и др.).	Системный анализ свойств и характеристик ОМТИ на основе одновременного использования различных методов и моделей, включая ОМКАР. Оценивание, анализ, синтез и оптимизация показателей качества ОМТИ с последующим их агрегированием и прогнозированием по единым исходным данным, обоснованием ПУР по оптимальному развитию ОМТИ.	Многокритериальный анализ, синтез, оптимизация АПК, МПК, ГПК, ЧПК с многоаспектной регуляризацией моделей и возможностью их развития. Повышение достоверности моделирования.
3. Метод вариантного синтеза системных проектных и управленческих решений (ПУР) по управлению развитием и исследовательскому проектированию ОМТИ и их элементов.	Анализ индексов корневой чувствительности АПК, МПК, ГПК, ЧПК с обоснованным формированием направлений и путей оптимизации системных показателей качества ОМТИ, обязательной интерпретацией всех альтернатив вариантного проектирования, их верификацией и оценкой валидности.	Повышение удельной ценности и когнитивности добываемых в процессе исследовательского проектирования данных. Системная ценность добываемых данных.
4. Метод оценки конкурентных свойств (преимуществ и недостатков) и характеристик развития ОМТИ.	Квалиметрическая оценка развития ОМТИ с ранжированием по этапам их развития, сопоставимым показателям конкурентных объектов, лучшим практикам и вариантам отраслевого, национального и международного развития.	Возможность объективной ранговой сертификации качества. Системная ценность результатов анализа.
5. Метод информационно-аналитической и интеллектуальной поддержки принятия решений операторами при управлении развитием и исследовательском проектировании ОМТИ.	Системный анализ состояния ОМТИ по их АПК, МПК, ГПК и ЧПК с учетом динамики их развития, комплекса рекомендаций нормативно-методической (НМД) и организационно-распорядительной документации (ОРД) по каждому из состояний ОМТИ, а также с учетом возможности когнитивной актуализации базы данных и знаний, формирования и представления на их основе соответствующих ПУР.	Автоматическая идентификация состояний ОМТИ с соответствующей оперативной интеллектуальной поддержкой принятия решений операторами и минимизацией негативного влияния человеческого фактора.
6. Метод полимодельной	Обоснование выбора лучших из одновременно	Повышение качества

<p>оптимизации ПУР при управлении развитием и исследовательским проектированием ОМТИ.</p>	<p>возможных на данном этапе развития альтернативных вариантов ПУР по управлению развитием ОМТИ и их исследовательском проектировании с ранжированным использованием одновременно возможных методов и моделей анализа, синтеза и оптимизации ОМТИ.</p>	<p>моделирования и адекватности вариантов ПУР ОМТИ. Обоснованное развитие требований к развитию ОМТИ и их элементов.</p>
<p>7. Метод системного мониторинга при управлении развитием и исследовательским проектированием ОМТИ.</p>	<p>Непрерывное наблюдение АПК, МПК, ГПК и ЧПК с их малоизбыточной 2-х битовой системной визуализацией и прогнозированием на основе метода адаптивного регрессионного анализа, а также с автоматическим синтезом ПУР.</p>	<p>Эрготехническая оптимизация взаимодействия с оператором по критерию минимизации психофизиологической напряженности.</p>

Представленное обобщение методологии управления развитием и исследовательского проектирования ОМТИ позволяет далее в системно-целостном контексте данной методологии рассмотреть возможности и технологию ОМКАР.

При этом наибольшее внимание уделим аспектам анализа факторов развития ОМТИ с использованием возможностей метода QSWOT-анализа и используемых им методов TOWS, STEP, PETS, PETSE, STEEP, STEEPV, STEPLE – анализа с соответствующей программно-алгоритмической поддержкой на основе разработанного для этой цели программного комплекса «QSWOT» [10, 19] и его дальнейшего развития в виде «ОМКАР», соответствующей СПРУ.

**2. Содержание и сравнительные особенности использования ОМКАР**

Как известно, с 1963 года (Гарвард, конференция по проблемам бизнес-политики, профессор Kenneth Andrews) впервые был введен акроним SWOT. Позже, в 1965 году была предложена технология использования SWOT-модели для разработки стратегии поведения фирмы.

Сегодня SWOT-анализ — весьма распространенный метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней среды: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), а также факторов внешней среды: Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) [3 - 4].

SWOT-анализ эффективен при осуществлении начальной оценки текущей ситуации, однако он не может заменить выработку стратегии или качественный анализ динамики.

Дальнейшим развитием SWOT-анализа явился STEP-анализ (PEST-анализ) с расширенным пошаговым анализом факторов внешней среды, включая: социальные (S), технологические (T), экономические (E) и политические (P) [5 - 6].

С 2011 г. (Питтсбург, Джон Прескотт и Ричард Герко) появилась методологии TOWS-анализа, ориентированного на изучение грозящих компании опасностей (T – threats), новых возможностей (O – opportunities) в тесной увязке с уязвимостями и сильными сторонами ее деятельности (W – weaknesses, S – strengths) со следующими семью последовательными шагами [5]:

1. Формулирование общего взгляда на стоящие перед компанией задачи и их решение (Чего

надо добиться? Какие стратегические инициативы необходимо предпринять? Какие метрики надо использовать для оценки достигаемых результатов?).

2. Концептуальная структура и рамки исследования (например, на основе конкретного события, факта или с широким захватом деятельности компании).

3. Анализ сильных и слабых сторон компании. В отличие от SWOT предлагаемая авторами методология обладает четким критерием оценки преимуществ и недостатков, а также преодолевает субъективизм и предвзятость менеджеров, отстаивающие личную точку зрения, свои позиции в структуре компании.

4. Анализ угроз и возможностей. Позволяет проследить эволюцию существующих и возникающих угроз и возможностей, просчитать их воздействие на позиции компании.

5. Заполнить (в формате «мозгового штурма») «матричные соты» (SO, ST, WO, WT) взаимным наложением выявленных сильных/слабых сторон компании, с одной стороны, и угроз/возможностей - с другой.

6. Оценка и классификация результатов, полученных в ходе анализа приведенных выше пар.

7. Реализация проектов при одновременном их качественном мониторинге.

Не смотря на ряд преимуществ SWOT-анализа (универсальность и гибкость метода со свободным выбором анализируемых элементов в зависимости от поставленных целей, возможность использования как для оперативной оценки, так и для стратегического планирования на длительный период), к его **важным недостаткам**, как правило, относят: лишь перечисление общих факторов с их умозрительным анализом без их количественной (квалиметрической) оценки и ранжирования; статичность выявляемой картины без видения развития в динамике; субъективность используемых оценок; отсутствие критерия, алгоритма и методики интегральной оценки качества ОМТИ, модели влияния на него факторов развития, а также возможности количественной оценки степени (уровня) перспективности развития и конкурентной способности ОМТИ.

В развитие названных перспективных для анализа факторов развития ОМТИ технологий в работах [10, 12, 19] была предложена, разработана и успешно развита **технология квалиметрического QSWOT-анализа**, включающего тех-

нологии анализа TOWS («расширенный» неквадратический SWOT) с использованием технологий STEEP (STEP, PETS, PETSE, STEEPV, STEPLE), модели пяти сил М.Портера, а также технологии синтеза и оптимизации вариантов перспективного развития ОМТИ с использованием технологий КРОПУР [12, 13], АСОР [11, 18].

**Отличительными особенностями** предложенной технологии, реализующей ОМКАР, обобщенного квалиметрического анализа факторов развития ОМТИ являются:

- количественная нормированная оценка факторов развития ОМТИ с их агрегированием в показатель качества развития (АПК);
- ранжирование вариантов оценки АПК ОМТИ;
- количественная сравнительная оценка конкурентной способности ОМТИ по критерию АПК.

### 3. Обеспечение инвариантности ОМКАР к специфике показателей качества ОМТИ

При переходе к сравнительно доступным моделям многокритериальной оптимизации с использованием *обобщенного (агрегированного) скалярного критерия (АПК)* наряду с задачей выбора метода (способа) и задачей выбора принципа учета приоритета особое значение имеет задача выбора *принципа нормализации (шкалирования) показателей, приводящего все критерии к единому масштабу измерения и позволяющего производить их сопоставление при агрегировании в ГПК, МПК и АПК* [12, 18, 20].

В этой связи традиционно привлекательным является использование 5 (или 4)-балльных шкал экспертного оценивания показателей качества. При этом допустимая относительная погрешность задания исходных данных при этом должна быть не более 20%. При 100%-ных шкалах погрешность задания исходных данных, если она специально не указана, уже составляет не более 1%.

Существенно сложнее обстановка при агрегировании ЧПК в ГПК имеет место при различной природе и размерности показателей качества. Например, при агрегировании ЧПК типа объем груза в танке (измеряется, например, в тоннах) и ЧПК типа температура груза (измеряется, например, в °С. Для решения этой задачи в [11, 12] предложено использовать обобщенный алгоритм нормирования (шкалирования) показателей качества ОМТИ различных классов в виде

$$q_n^H = \left\{ \frac{[q_n - \text{Min}(q_n)]^h \times [\text{Max}(q_n) - q_n]^{1-h}}{\text{Max}(q_n) - \text{Min}(q_n)} \right\}^P, \quad (1)$$

где:  $P$  - степень нелинейности выбранной шкалы оценок ЧПК, ГПК, МПК;

$h = 1$  - индекс, учитывающий позитивный характер связи качества с данным показателем. Например, связь качества ОМТИ класса гидроакустический комплекс (ГАК) с его дальностью действия;

$h = 0$  - негативный характер связи качества. Например, связь качества ГАК с его стоимостью;

$\text{Min}(q_n), \text{Max}(q_n)$  - минимальное и максимальное значения диапазона оценок ЧПК  $q_n$ .

Нормирование ЧПК по алгоритму (1) позволяет обеспечить инвариантность нормированных значений ЧПК к их специфике (физическому разнообразию) и многообразию соответствующих диапазонов значений для последующей их взаимной сопоставимости, как имеющих одинаковый диапазон значений [0; 1]. Более того, на этапе обработки ГПК, МПК и АПК это позволяет использовать типовые (без перерасчетов) матрицы индексов модельных предпочтений.

Среди алгоритмов свертки (скаляризации) всех компонентов векторного критерия оценки качества ОМТИ наиболее распространенным, но позволяющим получить лишь оптимистические оценки, является, как известно, аддитивный алгоритм вида (мультипликативный алгоритм, наоборот, дает пессимистические оценки)

$$Q^A = \sum_{n=1}^N (\alpha_n \times q_n), \quad (2)$$

где:  $n \in [1; N]$  - номер ЧПК  $q_n$  альтернативного  $k \in [1; K]$ -го варианта ОМТИ, варианта ПУР, т.п.;

$\alpha_n$  - индексы важности ЧПК при обязательном

нормирующем условии  $\sum_{n=1}^N \alpha_n = 1$ ;

Как показано в [11, 12] при анализе качества современных сложных ЭТС, в том числе класса ОМТИ, среди различных вариантов скаляризации векторных критериев наиболее предпочтительным алгоритмом агрегирования показателей следует считать позволяющий получить компромиссные оценки АПК гармонический алгоритм вида

$$Q^G = (Q^A \times Q^M)^{0,5} = \left[ \sum_{n=1}^N (\alpha_n \times q_n) \times \prod_{n=1}^N q_n^{\alpha_n} \right]^{0,5}, \quad (3)$$

где:  $Q^A, Q^M, Q^G$  - АПК (МПК, ГПК) соответственно по аддитивной, мультипликативной и гармоническим моделям агрегирования МПК, ГПК и/или ЧПК  $q_n$  при соответствующих индексах критерияльных предпочтений (весовых коэффициентах)  $\alpha_n$  и общем числе критериев оценивания  $N$ .

Следует отметить, что переход от ЧПК к ГПК, МПК и АПК ОМТИ позволяет обоснованно перейти к задаче их ранжирования и выбора оптимального варианта ПУР или ОМТИ, к лучшему из возможных альтернативных вариантов при решении задачи управления развитием или их исследовательского вариантного проектирования.

В этой связи часто используемое понятие «целевой показатель» независимо от выбранных шкал оценивания (учет размерностей обеспечивается за счет корректного выбора индексов значимости ЧПК) рассматривается в качестве критерия

рия и значения АПК с диапазоном изменения [0; 1] или (0...100)%.

Использование метода группового экспертного оценивания при этом ситуацию не меняет, а обеспечивает только повышение точности оценки самих ЧПК без влияния на АПК.

Естественно, что при условии равенства всех ЧПК (с учетом групповой экспертной «единодушной» оценки) значению ЧПК=1, значение АПК =1 во всех случаях, независимо от значений индексов значимости (весовых коэффициентов) ЧПК.

С другой стороны, если хотя бы один эксперт оценит ЧПК значением, отличным от 1, хоть на бесконечно малую величину, что в практике всегда имеет место, то и значение АПК никогда не достигнет величины 100%.

В этой связи, понятие «целевой показатель» также может рассматриваться в качестве критерия и показателя, который не может использоваться в качестве нормирующего требования.

В этом случае, уместно в качестве нормирующего показателя качества ОМТИ (НПК) использовать в соответствии с устанавливающим регламентом (нормативно-методической (НМД) и организационно-распорядительной документации (ОРД) по качеству, стандартом предприятия, отрасли по качеству), интервальные значения, например,  $Q_{норм} = (80 \dots 90)\%$ .

При этом, сам выбор НПК должен учитывать квалификацию экспертов, погрешность их оценки, требования (предпочтения) заказчика, статистику НПК по отрасли в предыдущий период оценивания (с учетом погрешностей оценивания) и т.п., обязательно представленным в НМД и ОРД.

Далее перейдем к одному из ключевых вопросов методологии управления развитием и исследовательского проектирования ОМТИ - обоснованию и выбору системы критериев оценки их качества.

#### 4. Система критериев оценки качества функционирования ОМТИ и оценки их конкурентной способности

Цель оценки качества и конкурентной способности ОМТИ сформулируем следующим образом: системный анализ тенденций развития предметных областей деятельности ОМТИ, обоснование и адаптация (оптимизация) конкурентно обеспеченных (способных, преимущественных) вариантов развития на основе адаптации к специфике ОМТИ, лучших технологий и практик системного синтеза.

В качестве исходных данных на начальном этапе достижения данной цели сформулируем в виде системы требований и критериев оценки качества функционирования ОМТИ в составе:

##### Системные критерии качества развития ОМТИ макроуровня (выходные данные):

С1: Перспективность развития (ПР) ОМТИ на этапах развития: С1.1 – Ближайшей перспективы (1 год); С1.5 – Средней перспективы (5 лет); С1.10 – Дальней перспективы (более 10 лет).

Соответствующие показатели перспективности развития ОМТИ представим в виде:

$$ПР = Q/Q_{П}, \quad (4)$$

где:  $Q$  – агрегированный показатель качества развития ОМТИ соответствующего этапа развития  $Q_1, Q_5$  или  $Q_{10}$ ;

$Q_{П}$  – АПК для этапа развития ОМТИ, принятого за базовый (опорный для сравнения) период;

С2: Конкурентная способность (КС) ОМТИ в сравнении с АПК аналога ОМТИ  $Q_Б$ , принятого за базу для сравнения

$$КС = Q/Q_{К}, \quad (5)$$

где  $Q_{К}$  – аналогичные АПК конкурирующего ОМТИ при оценке отраслевого (корпоративного) уровня КС ( $КС_0$ ), либо для лучшего национального варианта ОМТИ при оценке национального уровня КС ( $КС_Н$ ), либо для лучшего варианта ОМТИ при оценке международного (мирового) уровня КС ( $КС_М$ ).

С3: Оценка достоверности полученных оценок на основе определения математического ожидания значений АПК, ПР, КС и соответствующих среднеквадратических отклонений по группе принятых в расчет оценок от каждого из экспертов.

С4: Устойчивость оценок развития (УР) ОМТИ на соответствующих этапах развития, определяемая коэффициентом вариации оценок (КВ, отношением среднеквадратической погрешности к математическому ожиданию в %), обусловленных факторами неопределенности принятых в расчет исходных данных с учетом их варьирования в соответствующем диапазоне изменения.

С5: Допустимый нижний предел перспективности развития ОМТИ ( $ПР_{Min}$ , барьер (БР) развития), назначаемый Руководством ОМТИ с учетом достигнутых значений по ПР, УР и ПО для соответствующих этапов развития.

С6: Допустимый нижний предел конкурентной способности ОМТИ ( $КС_{Min}$ , барьер (БК) конкурентноспособности), назначаемый Руководством ОМТИ с учетом достигнутых значений по КС, УР и ПО для соответствующих этапов развития.

С7: Допустимый интервал времени критического развития (Вдр), определяемый интервалом времени от текущего значения до значения времени, при котором значение перспективного развития снизится до критического значения  $КС_{Min}$ .

С8: Риск перспективного развития ОМТИ (РПР), определяемый (в единицах стоимости) оценкой возможной потери соответствующего совокупного ресурса ОМТИ, а также его компонентов (финансовых ресурсов, трудовых (кадровых) ресурсов, материальных ресурсов, научно-технических ресурсов (научекомого потенциала), ресурсов недвижимости, ресурсов времени и др.).

С9: Возможность риска перспективного развития ОМТИ (Врпр), определяемая вероятностью потери соответствующих ресурсов.

С10: Риск неуправляемого (критического) развития ОМТИ (РНР), определяемый (в единицах стоимости) оценкой возможной потери соответ-

ствующих ресурсов до уровня неснижаемого запаса, задаваемого Руководством ОМТИ.

С11: Агрегированный показатель качества развития ОМТИ соответствующего этапа его развития, определяемый в рамках полимодельного (многомодельного, агрегированного по ряду альтернативных моделей и соответствующих модельных показателей качества ОМТИ, характеризующих его отдельные свойства) оценивания агрегированием (сведением, интегрированием, свертыванием к обобщенной (генеральной) оценке) ряда групповых показателей качества (ГПК).

В свою очередь, в ГПК агрегируются (сводятся, свертываются) соответствующие частные показатели качества (ЧПК) с соответствующими индексами значимости (весовыми коэффициентами) соответствующих ЧПК, ГПК, МПК.

Как было ранее отмечено, перспективной методологией агрегирования ЧПК в ГПК и, соответственно, ГПК в МПК и МПК в ЧПК, как показывает накопленный опыт, является использование наряду с широко распространенным аддитивным алгоритмом, также мультипликативного и гармонического алгоритмов свертки критериев.

**2. Групповые свойства и групповые показатели качества развития ОМТИ оперативного уровня** (промежуточные, рассчитываемые данные) в контексте используемых при QSWOT-анализе и в целом ОМКАР:

Г1: **S** (сильные (**S**trengths) стороны ОМТИ из состава внутренних факторов развития): **менеджмент** (организационная структура, корпоративная культура, политика собственников, научная деятельность, производство, логистика, управление человеческими ресурсами); **маркетинг** (система разработки новой продукции, система ввода новой продукции, управление взаимоотношениями, сегментирование продукции, позиционирование, управление брендом, реклама и сбыт, PR); **финансовое управление; управление информацией; управление качеством.**

Г2: **W** (слабые (**W**eaknesses) стороны ОМТИ из состава внутренних факторов развития), в том числе из выше приведенного в **S**-множестве.

Г3: **O** (возможности (**O**pportunities) развития ОМТИ из состава внешних факторов развития), выбираемые из множества факторов **STEEP**-анализа с разнесением на **O** и **T**: **социальные** (**S**ocial: рост числа менеджеров, экономистов, рекламных агентов, маркетологов, бухгалтеров; изменение запросов потребителей в погоне за модой); **технологические** (**T**echnological: научно-технические факторы (совершенствование технологии производства), изменение рекламных технологий, ускорение темпов обновления производства); **экономические** (**E**conomical: темпы инфляции, рост налогов и пошлин, рост уровня доходов потребителей); **экологические** (**E**nvironmental); **политические** (**P**olitical: снижение внимания к среднему и крупному бизнесу, ВПК; выход на новые рынки и сегменты рынка); **индивидуальные ценности** (**V**alues – дополнительно из состава **STEEP**-анализа); **правовые** (**L**egal – дополнительно из состава **STEEPLE**

анализа). Кроме того с использованием Модели 5-ти сил М. Портера (**интенсивность конкуренции, барьеры** для появления новичков, **рыночная власть** покупателей и поставщиков, **давление** со стороны заменителей). А также с использованием **модели рынка** (**свойства** рынка, **объем** рынка, **структура** рынка, **тенденции** изменения, **структура** конкуренции).

Г4: **T** (угрозы (**T**hreats) окружения ОМТИ из состава внешних факторов развития), в том числе из выше приведенного в **O**-множестве, а также: **политика** органов власти, **влияние технологий.**

Г5: Возможные другие групповые критерии и показатели качества.

**3. Частные критерии и показатели качества развития ОМТИ**, измеряемые или оцениваемые экспертным методом данные, в том числе из числа указанных выше в составе ГПК, а также:

Ч1: Показатели конкурентных превосходств (КП) по ЧПК типа КП по продукции класса  $m$  (КП $m$ ), рассчитываемому аналогично (1) по АПК соответствующей продукции.

Ч2: КП по тендерным проектам и другие, в т.ч. из состава измеряемых (оцененных) показателей ежегодной отчетности по ОМТИ.

Представленная система количественной оценки показателей качества развития позволит создавать систему непрерывного наблюдения (мониторинга) состояния развития ОМТИ.

В свою очередь, анализ динамики развития общества позволит на основе технологий регрессионного анализа прогнозировать динамику развития ОМТИ по критериям С1 – С5 с соответствующими ГПК и ЧПК.

Это позволит *контролировать системные показатели развития ОМТИ* и эффективно использовать получаемые объективные данные для *оперативного упреждающего развития* ОМТИ, а также их *исследовательского проектирования* с обоснованием требований к ним.

По мнению авторов, это позволит сделать качественный скачок в эффективности управления ОМТИ и обеспечить новый уровень перспективности его развития.

## 5. Моделирование критериальных предпочтений и обоснование выбора весовых коэффициентов

Традиционно сложным вопросом использования скаляризации векторных критериев является обоснование выбора индексов критериальных предпочтений (ИКП, весовых коэффициентов).

В настоящее время весьма успешными в этом направлении следует считать метод анализа и синтеза при информационном дефиците проф. Н.В. Хованова [11, 12], метод анализа иерархий.

В любом случае окончательное решение при выборе ИКП остается за Заказчиком, собственно позицию которого в вопросе ранжирования требований к ОМТИ и соответствующим критериям качества и должен отражать комплекс ИКП.

В этой связи задача адекватного выбора ИКП существенно упрощается при использовании метода полимодельного системного анализа свойств

и характеристик ЭТС (анализа факторов развития) класса ОМТИ, в том числе с использованием предлагаемого ОМКАР, так как появляется возможность оценки АПК ОМТИ для ряда комплексов (матриц) модельных предпочтений, а их уточнение (адаптацию) выполнять на этапе регуляризации задачи многокритериального оценивания качества вариантов ОМТИ и их развития.

В этом случае часто возникает практическая задача выбора ИКП в случае варианта так называемого равномерного ранжирования  $N$  критериев с отношением предпочтений вида

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \dots > \alpha_N. \quad (6)$$

В этом случае, вводя индекс равномерного превосходства смежных критериев (знаменатель геометрической прогрессии)

$$\beta = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{\alpha_3}{\alpha_2} = \dots = \frac{\alpha_N}{\alpha_{N-1}}, \quad (7)$$

с учетом нормирующего условия к сумме ИКП, получим условие для выбора предварительно ранжированных ИКП (убывающей геометрической прогрессии со знаменателем  $\beta < 1$ ) вида

$$\alpha_1 = \frac{1-\beta}{1-\beta^N}. \quad (8)$$

Используя условия (8) и (7) можно практически рассчитать элементы матрицы ИКП для различных по конфигурации групп ИКП с  $\beta \geq 1$  в соответствии с условием

$$\alpha_n = \alpha_1 \times \beta^{n-1}. \quad (9)$$

В таблице 2 приведён ряд значений ИКП для модели с равномерным превосходством при соответствующих значениях  $\alpha_1$  и  $\beta$ .

При этом следует обращать постоянно внимание на необходимость соблюдения нормирующего условия - равенства единице суммы ИКП.

Как показывает практика, обоснование выбора весовых коэффициентов (матриц ИКП) очень часто вызывает необоснованно большие трудности, прежде всего связанные:

1. с отсутствием достаточной практики использования количественных методов обоснования принимаемых решений и обоснования развития элементов и ОМТИ в целом;
2. с психологической неуверенностью и даже боязнью получения и необходимости интерпретации оценок развития ОМТИ, а, тем более, их комплекса, с определенной тенденцией переключивания этого вопроса на ответственность лиц, принимающих решения;
3. с недостаточной требовательностью и доверием к лицам, обосновывающим решения, используемому при этом аппарату научно-технического обоснования качества проектирования, освоения и эксплуатации ОМТИ;
4. с негативным проявлением человеческого фактора, базирующегося на «сиюминутных надеждах» на малую возможность негативного стечения обстоятельств при развитии сложных эрготехнических комплексов и систем (появления техногенных аварийных ситуаций, аварий и катастроф), включая морские критические ОМТИ.

Таблица 2  
Варианты выбора индексов критериальных предпочтений

для модели с равномерным превосходством

$\beta$	$N$	$\alpha_n$	$\beta$	$N$	$\alpha_n$
0,9	2	0,526316	0,7	2	0,588235
		0,473684			0,411765
	3	0,369004		3	0,456621
		0,332103			0,319635
		0,298893			0,223744
	4	0,290782		4	0,394789
		0,261704			0,276352
		0,235534			0,193447
		0,21198			0,135413
	5	0,244194		5	0,360607
		0,219775			0,252425
		0,197797			0,176698
0,178018		0,123688			
0,160216		0,086582			
0,8	2	0,555556	0,6	2	0,625000
		0,444444			0,375000
	3	0,409836		3	0,510204
		0,327869			0,306122
		0,262295			0,183673
	4	0,338753		4	0,459559
		0,271003			0,275735
		0,216802			0,165441
		0,173442			0,099265
	5	0,297477		5	0,433727
		0,237982			0,260236
		0,190386			0,156142
0,152308		0,093685			
0,121847		0,056211			

Тем не менее, как показывает практика, активное освоение и применение на практике методов численного моделирования и квалиметрического анализа позволяет добывать практические значимые данные для эффективного и оптимального управления развитием ОМТИ с когнитивным совершенствованием используемых методов.

Более того, это позволяет накапливать и активно внедрять лучшие практики системного анализа с последующим формированием и актуализацией соответствующих баз данных и знаний, созданием типовых моделей оценивания.

При этом важным фактором успешного развития и своевременного освоения методов выбора ИКП следует считать включение их конкретных значений в технические регламенты и стандарты систем менеджмента качества предприятий и организаций с возможностью их последующего уточнения на основе соответствующих корректирующих процедур.

Среди типовых моделей ИКП с учетом опыта многовариантного численного моделирования [12, 13, 20], прежде всего, могут быть названы:

1. Модель равнопрочных предпочтений с равными между собой значениями ИКП в соответствии с условием

$$\beta = 1, \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_n = \frac{1}{N}. \quad (10)$$

Данная модель часто используется в том случае, когда имеет место дефицит исходных данных о возможных значениях ИКП, их значения принимаются равными между собой, а модель отражает ситуацию равной значимости (прочности) принятых критериев предпочтений.

2. Модель с равномерным превосходством ИКП согласно условию (7) соотношения ИКП. Эта модель применяется в случае достаточно достоверного знания о свойствах критериев и возможности их ранжирования по принципу геометрической прогрессии, как правило, убывающей со значением знаменателя прогрессии  $\beta < 1$ . Случай возрастающей прогрессии практически менее предпочтителен в связи с сильным влиянием при оценке  $\alpha_N$  погрешностей оценивания.

3. Эмпирическая модель критериальных предпочтений. Характеризуется произвольным выбором ИКП на основе опытных, статистических или экспертных данных, в том числе с использованием модифицированных значений ИКП по выше приведенным моделям 1 – 2 или другим.

4. Системная модель критериальных предпочтений. Характеризуется при ранжировании ИКП преимущественно предпочтительным положением (с наибольшими значениями ИКП) системных показателей качества типа агрегированный показатель качества ОМТИ, АПК критических (наиболее значимых для эффективного и оптимального функционирования) элементов ОМТИ, эффективность эксплуатации элементов и ОМТИ в целом, устойчивость и безопасность функционирования ОМТИ и его элементов.

5. Бюджетная модель критериальных предпочтений. Характеризуется при ранжировании ИКП преимущественно предпочтительным положением ресурсных показателей качества типа, стоимость закупки средств ОМТИ, стоимость эксплуатации технических средств ОМТИ, энергозатраты обеспечения функционирования ОМТИ.

6. Стохастическая модель критериальных предпочтений. Характеризуется использованием матрицы (совокупности) ИКП, каждое из значений которой является результатом одиночной выборки последовательности чисел, образованных постоянной и случайной составляющими. Модель используется при статистическом анализе получаемых оценок АПК, МПК, ГПК и ЧПК.

7. Комбинированная модель критериальных предпочтений. Базируется на использовании комбинации предыдущих моделей и используется, как показывает практика, для сложных систем критериев с несколькими иерархическими уровнями (типа ЧПК, ГПК, МПК, АПК) и их числом на каждом уровне, как правило, более 7.

Вопросы реализации рассмотренной модели обобщенного квалиметрического QSWOT-анализа и её применения в задачах управления развитием критических морских ОМТИ с учетом их важности и масштабности рассмотрены в отдельной статье. Перед переходом к ней сформулируем основные полученные выводы.

## Заключение

В результате анализа специфики используемых в практике системных методов оценки качества функционирования ОМТИ, оценки качества инвестиционных проектов, их конкурентной способности и других задач управления развитием современных сложных организационно-технических систем, включая методы SWOT-, TOWS-, STEP-, PETS-, PETSE-, STEEP-, STEEPV-STEPLE – анализа факторов развития, признано целесообразным их совершенствование в направлении полимодельного квалиметрического оценивания агрегированного показателя качества ОМТИ с последующим решением задач вариантного синтеза и оптимизации вариантов развития ОМТИ.

Это позволяет обоснованно выбирать лучшую из представляемых вариантных альтернатив, в том числе по критериям конкурентной способности и перспективности развития ОМТИ.

Для решения данной задачи разработан так называемый обобщенный метод квалиметрического анализа факторов развития ЭТС (ОМКАР).

На основе ОМКАР предложена методология управления развитием и исследовательского проектирования ОМТИ с соответствующей системой критериев оценки качества функционирования ОМТИ, а также оценки их конкурентной способности и перспективности развития.

Для успешной реализации ОМКАР предложен обобщенный алгоритм нормирования показателей качества (1) и гармонический алгоритм агрегирования векторных критериев качества (3), а также алгоритм (8) выбора значений матрицы ИКП для модели их равномерного превосходства.

Обобщены типовые модели выбора ИКП и даны рекомендации по их использованию при решении практических задач с использованием разработанного обобщенного метода квалиметрического анализа факторов развития и методологии управления развитием критических морских объектов и их исследовательского проектирования.

Следующим шагом в развитии предложенного ОМКАР и в целом методологии развития ОМТИ (МУРИП) авторы видят необходимость выполнения численного моделирования с использованием фактических данных по реальным ОМТИ с целью практической апробации и выявления специфических методических особенностей.

### Литература

1. Алексеев А.В. Квалиметрическое обеспечение организации принятия проектных и управленческих решений в сложных системах / Системный анализ при создании кораблей, комплексов вооружения и военной техники. Тематический сборник. Выпуск 15. – СПб.: «Моринтех», 2008. С. 67 - 75.
2. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б.. Современный экономический словарь. — 2-е изд., испр. М.: ИНФРА-М. 479 с.. 1999.
3. Волкова Л. Стратегический анализ // <http://m-arket.narod.ru/StrAn.html>
4. Волкова Л. Методика проведения SWOT-анализа // [http://m-arket.narod.ru/S\\_StrAn/SWOT.html](http://m-arket.narod.ru/S_StrAn/SWOT.html)
5. TOWS-анализ. <http://www.amulet-group.ru/print.htm?id=1562&str=5>
6. Бальжинов А.В., Михеева Е.В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Учебное пособие. - Улан-Удэ: Восточно-сибирский государственный технологический университет, 2003. – 119 с.
7. Качество инвестиционных проектов промышленных производств: монография / Ю.В. Немтинова, Б.И. Герасимов; под науч. ред. д-ра экон. наук, проф. Б.И. Герасимова. – М.: "Издательство Машиностроение-1", 2007. – 104 с.
8. Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов в условиях риска и неопределенности (теория ожидаемого эффекта) / С.А. Смоляк. – М.: Наука, 2002. – 182 с.
9. ГОСТ Р ИСО 10006–2005. Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества при проектировании. – Введ. 2005–06–09. – М.: СтандарТИнформ, 2005.
10. Алексеев А.В. Модифицированный SWOT-анализ и синтез алгоритмов информационной поддержки принятия проектных и управленческих решений / Региональная конференция (РИ-2012). Юбилейная XIII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2012)». Санкт-Петербург, 24-26 октября 2012 г.: Материалы конференции. \ СПОИСУ. – СПб, 2012, с. 27-28.
11. Алексеев А.В. Оптимизация проектных и управленческих решений при комплексном обеспечении безопасности большого города // Безопасность большого города / Сб. ст. под ред. Э.И. Слепяна. – С.-Петербург: Издательство Сергея Ходова, 2007, с. 400-418.
12. Алексеев А.В. Технология квалиметрической ранговой оптимизации проектных и управленческих решений / Труды Международной Научной Школы «Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах (МА БР-2007)» – Спб., ГОУ ВПО «СПбГУАП» 2007. – с. 285 – 290.
13. Алексеев А.В. Использование технологии КРОПУР для управления качеством и поиска оптимальных решений сложных организационно-технических задач и проблем / Сб. тезисов «Корпоративные информационные системы для предприятий и организаций Санкт-Петербурга» – С.-Петербург: Смольный, 21.02. 2008, с. 41- 44.
14. Алексеев А.В., Смольников А.В., Ушакова Н.П., Сус Г.Н. Программный комплекс Макетного действующего образца Системы информационной поддержки судоводителей при обеспечении безопасности эксплуатации в части грузовых операций, локализации аварийных ситуаций, аварий и борьбы за живучесть морских объектов повышенного риска (ПК МДО СИП ЛА-ГО оЗ) – Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ (Реестр программ ФСИС) № 2014614620, 29.04.2014.
15. Бобрович В.Ю., Антипов В.В., Смольников А.В., Алексеев А.В. Пути повышения конкурентной способности объектов морской техники и морских транспортных систем на основе создания баз данных и знаний технологических решений и их ранговой сертификации / Вторая международная научно-практическая конференция «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» - «ИКМ МТМТС 2013». – СПб.: ЦТСС, 2013, с. 109 – 114.
16. Удодова Е.Н., Алексеев А.В. Анализ технологий мониторинга состояния отрасли судового машиностроения / Там же, с. 123 – 126.
17. Удодова Е.Н., Алексеев А.В. Полимодельная оценка конкурентноспособности предприятий /Актуальные проблемы морской энергетики: Материалы третьей Всероссийской межотраслевой научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2014, с. 181.
18. Алексеев А.В., Тюрин И.С., Удодова Е.Н. Алгоритмы геометрического и гармонического агрегирования векторных критериев оптимизации объектов морской техники и морской инфраструктуры / Региональная информатика (РИ-2014). XIV Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2014)»: Материалы конференции. \ СПОИСУ. – СПб, 2014, с. 442 – 443.

### References

1. Alekseev A.V. Qualimetric support the organization of making design and management decisions in complex systems / systems analysis in the creation of ships, weapons systems and military equipment. The-matic collection. Issue 15. – SPb.: "Morintech", 2008. P. 67 - 75.
2. Raizberg B. A., Lozovskiy L. S., Starodubtseva E. B. Modern economic dictionary. — 2-e Izd., Rev. M.: INFRA-M 479 s.. 1999.



3. Volkova L. Strategic analysis // <http://m-arket.narod.ru/StrAn.html>
4. Volkova L. the Methodology of SWOT-analysis // [http://m-arket.narod.ru/S\\_StrAn/SWOT.html](http://m-arket.narod.ru/S_StrAn/SWOT.html)
5. As a TOWS analysis. <http://www.amulet-group.ru/print.htm?id=1562&str=5>
6. Blinov A. V., Mikheeva E. V. Analysis and diagnostics of financial-economic activity of the enterprise. Training manual. - Ulan-Ude: East-Siberian state technological University, 2003. – 119 p.
7. The quality of investment projects of industrial enterprises: monograph / Y. V. Nemchinova, B. I. Gerasimov; under nauch. the editorship of the Dr. Ekon. Sciences, Professor B. I. Gerasimov. – M.: "Publishing House Engineering-1", 2007. – 104 p.
8. Smolyak S. A. Assessment of efficiency of investment projects in conditions of risk and uncertainty (theory expected effect) / S. A. Smolyak. – M.: Nauka, 2002. – 182 p.
9. GOST R ISO 10006-2005. The quality management system. Guide to quality management in the design. – Introductio. 2005-06-09. – M.: STANDARTINFORM, 2005.
10. Alekseev, A.V. Modified SWOT-analysis and synthesis of algorithms of informational support of making design and management decisions / Regional conference (RIS-2012). Anniversary XIII Saint-Petersburg international conference "Regional Informatics (RI-2012)". Saint-Petersburg, October 24-26, 2012: proceedings. \ SPOIS. – SPb, 2012, s. 27-28.
11. Alekseev A.V. Optimization of design and management solutions for complex security of the big city // Safety big city / Mo. under the editorship of E. V. I. Slepyan. – St. Petersburg: Publishing house of Sergey Khodov, 2007, p. 400-418.
12. Alekseev A. V. Technology of qualitative ranking optimization design and management decisions / Proceedings of International Scientific School "Modeling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems (MA BR-2007)" – Saint-Petersburg., GOU VPO "Spbguap" 2007. – p. 285 – 290.
13. Alekseev A.V. the Use of technology KAPUR for quality control and search of optimal solutions to complex organizational and technical tasks and problems // Comp. thesis "Corporate information systems for enterprises and organizations of St. Petersburg" – St. Petersburg: Smolny, 21.02. 2008, pp. 41 - 44.
14. Alekseev A. V., Smolnikov A. V., Ushakova N. P., WM G. N. Software complex Layout of the operating example of the system of information support of navigators while ensuring safety of operation in the cargo operations, localisation of emergency situations, accidents and struggle for survivability of the marine facilities at higher risk (PC MDO LA m & TH O3) – Certificate of state registration of computer programs (Registry programs FSIS) No. 2014614620, 29.04.2014.
15. The bobrovich V. Yu., Antipov V. V., Smolnikov A. V., Alekseyev A. V. the Ways of improving the competitiveness of the marine engineering and marine transporting systems through the establishment of databases and knowledge of technology solutions and their rank certification / the Second international scientific-practical conference "Simulation and complex modelling in marine engineering and marine transporting systems" - "SCM memts 2013". – SPb.: CTSS, 2013, pp. 109 – 114.
16. Udodova E. N., Alekseev, A.V., Analysis of condition monitoring technologies industry marine engineering / *ibid.*, pp. 123 – 126.
17. Udodova E. N., Alekseev A.V. Polymodally assessment of competitiveness of the enterprise /Actual problems of marine power engineering: Materials of the third all-Russian interbranch scientific-technical conference. – SPb.: Publishing house Spbgmtu, 2014, p. 181.
18. Alekseev V. A., Tyurin I. S. And Udodova E. N. Algorithms geometric and harmonic aggregation of vector optimization criteria marine facilities and marine infrastructure / Regional Informatics (RI-2014). XIV Saint-Petersburg international conference "Regional Informatics (RI-2014)": Materials of the conference. \ SPOIS. – Saint-Petersburg, 2014, pp. 442 – 443.
19. Smolnikov A. V., Alekseyev A. V. the Program of qualitative analysis and evaluation of competition-retroposons technological solutions for information support of decision making by the skipper (QSWOT) - Certificate of state registration of computer programs (Registry programs FSIS) No. 2013612929, 18.03.2013.
20. Alekseev A. V. Technology of qualitative ranking of means and systems of information security: the master class / Information security of Russian regions (isrr-2015). IX St. Petersburg international conference: conference Materials / SPAIS. – SPb., 2015, pp. 227-228.

ББК 39.471

УДК 656.61

## МОДЕЛЬ И МЕХАНИЗМ ПОБУЖДЕНИЯ К РЕАЛИЗАЦИИ БЕЗОПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВ КОМПАНИИ

**Фирмин Дживо Кукуи**

Кандидат технических наук

Ведущий инженер отдела морских перевозок

Службы грузооборота и комплектации (г. Мурманск) Управления логистики и обеспечения

ООО «Газпром нефть шельф».

Email: stefkukui@mail.ru тел: +7952 295 00 84

### Аннотация

Требования профессионализма, психофизической подготовки судовых специалистов при допуске к эксплуатации судов компании становятся все более актуальными в последние годы. Эти требования находят отражение в различных документах Международной морской организации (ИМО).

В данной работе предложена математическая модель механизма побуждения к реализации безопасных технологий в процессе эксплуатации судов компании в открытой двухуровневой системе, включающей руководство компании и состав экипажа. Приведен алгоритм решения задачи стимулирования мотивации труда с учетом индивидуальных представлений субъектов из состава судового экипажа судов компании при установлении высшим руководством компании величины ресурсов на реализацию планового задания. Пришли к выводу о том, что надежность выполнения плана любым судовым специалистом равна надежности выполнения плана судами компании

**Ключевые слова:** Безопасность труда, математическая модель, механизм побуждения, судно, компания, мотивация, человеческий элемент, высшее руководство.

## MODEL AND IMPULSION MECHANISM OF THE SAFETY TECHNOLOGY ACHIEVEMENT IN THE PROCESS OF COMPANY'S SHIP OPERATION

**Firmin Dzhivo Kukui**

Candidate of technical Sciences,

Senior engineer of logistics &amp; procurement Department,

LLC "Gazprom Neft shelf".

Email: stefkukui@mail.ru

### Abstract

The requirements of professionalism, psycho-physical training of ship specialists at the time of admission to company's vessels operation becoming more relevant in recent years. These requirements find reflection in various documents of the International Maritime organization (IMO).

The mathematical model of the impulsion mechanism of the safety technology achievement in the process of company's ships operation for the open two-level system including the company's management and the crew members is proposed in this paper.

The algorithm for stimulating labour motivation task solving based on individual perceptions of the subjects of the vessel's manning when establishing by top management value of resources for implementation of planned tasks is presented. Concluded that the reliability of the implementation of the plan by any ship specialist equal the reliability of plan execution vessels of the company

**Key words.** occupational safety, mathematical model, impulsion mechanism, ship, company, motivation, human element, top management.

### Введение

Анализ профессиональной деятельности судовых специалистов позволяет выделить основные факторы, которые позволяют осуществлять безопасные технологии по эксплуатации как судовых технических средств, так и судна в целом. К таким основным факторам в первую очередь следует от-

носить: фактор профессионализма, фактор психофизических возможностей, фактор, определяющий социальные требования и, наконец, фактор побуждения, обеспечивающий реализацию безопасной технологии по эксплуатации судна [4].

Поддержание максимального уровня безопасной эксплуатации судна невозможно без привлечения судовых специалистов с высокими профессиональными качествами. Кроме того, для поддержания максимального уровня безопасной эксплуатации судна в компаниях должен минимизироваться уровень социальных и психофизических проблем, свойственных «человеческому элементу». Перечень таких главных социальных и психофизических проблем, определен в международных конвенциях ПДНВ – 78/95 и конвенции МОТ №102 о минимальных нормах социального обеспечения[5].

### 1. Математическая модель механизма побуждения

Управление состоянием мотивации в судовом коллективе («человеческом элементе») реализуется в открытой двухуровневой системе. При этом центром и органом планирования и управления мотивацией субъектов в «человеческом элементе» осуществляет высшее руководство промышленной компании. Судовой коллектив состоит из  $m$  субъектов  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  которые обладают собственными представлениями об отношении «труд – вознаграждение» и, в общем, для всего «человеческого элемента» эти отношенияобладают случайным характером. Кроме того, судового «человеческого элемента» состоит из классов субъектов  $D_i$  объединенных по характеру профессиональной деятельности.

Процесс функционирования механизма мотивацией в «человеческом элементе» будем рассматривать за ряд последовательных периодов  $k = 0, 1, \dots$ . В  $k - m$  периоде в профессиональном классе  $D_i$  появляется или образуется конфликт в отношении «труд – вознаграждение» с численным смещением  $R$  в сторону одной из двух компонент равным величине  $r_{ik}$  по  $i \in I$ . Пусть далее  $r_{ik} = r_k = \text{const}$  при  $\forall k$ , причем общее смещение в отношении «труд – вознаграждение»  $R$ , равен сумме  $r_i$  по  $i \in I$  а величины  $r_i$  и  $R$  известны высшему руководству компании. Более того, субъектам из числа судового «человеческого элемента»  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  известны с точностью до некоторых принимаемых ими оценок, далее называемых субъективными оценками, величины  $r_i$  и  $R$ . Если принять, что удовлетворение  $C_k$  запроса величины  $R$  формируется в высшем руководстве промышленной компании и устанавливается в организационно-технической системе компании, то задача управления мотивацией судового «человеческого элемента» будет заключаться в установлении этим руководством нижней границы требований  $C_k$  судового «человеческого

элемента»  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$ . Такое требование позволит согласовать текущее отношение «труд – вознаграждение» между судовым «человеческим элементом» и высшим руководством промышленной компании и обеспечить с одной стороны надежность выполнения плановых заданий субъектом  $s_i, i \in I$ , а с другой стороны надежность удовлетворения запроса на вознаграждение этого субъекта.

Для скалярных величин, характеризующих состояние  $i - m$  субъекта из состава судового «человеческого элемента»

$(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  и социально-технической системы (судна) в целом на  $k - m$  периоде функционирования будем использовать следующие обозначения:

-  $V_i$  и  $V$  – субъективные оценки величин  $r_i$  и  $R$ , формируемые высшим руководством компании и устанавливаемые им на судах компании при этом  $V$  равно сумме  $V_i$  по  $i \in I$ , а  $0 \leq V_i \leq r_i$  и  $0 \leq V \leq R$ ;

-  $w_{ik}$  и  $W_k$  – субъективные оценки величин  $r_i$  и  $R$ , формируемые высшим руководством компании на этапе проработки проблемы мотивации деятельности судового «человеческого элемента» при этом  $W_k$  равна сумме  $w_{ik}$  по  $i \in I$ , а  $0 \leq w_{ik} \leq V_i$  и  $0 \leq W_k \leq V$ .

Пусть далее  $C_k$  соответствует представлениям высшего руководства компании, и эта величина определена так  $0 \leq C_k \leq V$ , а  $x_{ik}$  и  $X_k$  плановые величины по мотивации труда судового «человеческого элемента», причем  $x_{ik}$  принимается высшим руководством компании и устанавливается субъекту из  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$ . Величина  $X_k$  также принимается высшим руководством компании, но при выполнении условий:  $0 \leq X_k \leq C_k$  и  $0 \leq x_{ik} \leq V_i$ .

Случайная величина стимулирования мотивации  $y_{ik}$  отвечающая представлению субъекта относительно фактической величины этого стимулирования  $x_{ik}$  формируется у субъекта на этапе реализации процесса мотивации, исходя из известной ему оценки  $w_{ik}$  и функции распределения  $F_i(y_i)$ . Если принять, что функция распределения  $F(Y)$  является сверткой по  $i \in I$  функций  $F_i(y_i)$ , то  $F(Y)$  будет законом распределения случайной величины  $Y_k$ , отражающей реали-

защиту высшим руководством компании плановой величины  $X_k$  стимулирования мотивации.

Пусть функции  $F_i(y_i)$  и  $F(Y)$  непрерывны и строго возрастающие по  $y_i$  на  $[0, V_i]$ , а  $Y$  на интервале  $[0, V_i]$ . Тогда законы стимулирования мотивации труда на судах промысловой компании можно представить так:

- закон стимулирования в представлении высшего руководства компании в кусочно-линейном представлении имеет вид

$$\Phi(Xk, Yk) = \begin{cases} Yk - \gamma(Xk - Yk) \text{ при } Xk \geq Yk \\ Yk - \beta(Yk - Xk) \text{ при } Xk < Yk \end{cases} \quad (1)$$

где  $\gamma$  и  $\beta$  - постоянные коэффициенты  $\gamma > 0$ ,  $0 < \beta \leq 1$

- закон стимулирования в представлении субъектов из  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  записывается следующим образом

$$\varphi_i(x_{ik}, y_{ik}, w_{ik}) = \begin{cases} y_{ik} - (\alpha + w_{ik}/x_{ik})(x_{ik} - y_{ik}) \text{ при } x_{ik} \geq y_{ik} \\ y_{ik} - \beta(y_{ik} - x_{ik}) \text{ при } x_{ik} < y_{ik} \end{cases} \quad (2)$$

где  $0 < \alpha \leq 1$ .

Процесс согласования интересов высшего руководства компании и судовых «человеческих элементов», при использовании законов стимулирования мотивации (1) и (2), смещающих акцент в отношении «труд – вознаграждение», можно детализовать, если дополнительно принят ряд особенностей в функционировании социально-технической системы [3].

Пусть далее высшее руководство компании и субъект из состава судового «человеческого элемента» по-разному оценивает величину  $r_i$  в  $D_i$ , причем субъект имеет более достоверную информацию, что позволяет ему проявлять активность и, если это ему выгодно, в каждом периоде согласования стимулирования мотивации труда  $k$  ограничивать выполнение планового задания величиной  $\omega_{ik}$ . Если этот субъект ведет себя рационально и не наносит вреда компании, а также в каждый период согласования  $k$  его удовлетворяет отношение  $y_{ik} \geq w_{ik}$ , то высшее руководство компании может самостоятельно наложить ограничение  $\omega_{ik}$  на величину  $y_{ik}$ . Тогда, используя результаты работы [1] границы величин  $w_{ik}$  и  $\omega_{ik}$  можно представить в виде параметрического семейства распределений:

при  $0 \leq w_{ik} \leq \omega_{ik} \leq V_i$

$$F_i(w_{ik}, \omega_{ik}, y_i) = \begin{cases} 0 & \text{если } 0 \leq y_i \leq w_{ik} \\ F_i & \text{если } w_{ik} < y_i \leq \omega_{ik} \\ 1 & \text{если } y_i > \omega_{ik} \end{cases} \quad (3)$$

а при  $0 \leq \omega_{ik} \leq W_{ik} \leq V_i$

$$F_i(w_{ik}, \omega_{ik}, y_i) = \begin{cases} 0 & \text{если } 0 \leq \omega_{ik} \leq y_i \\ 1 & \text{если } y_i > w_{ik} \end{cases} \quad (4)$$

Вполне естественно принять, что высшее руководство компании как и подведомственные ему судовые «человеческие элементы» имеет возможность ограничивать при согласовании мотивационные затраты  $X_k$  величиной  $\omega_k$ . Тогда

$$F(\omega_k, Y) = \begin{cases} F(Y) & \text{при } Y \leq \omega_k \\ 1 & \text{при } Y > \omega_k \end{cases} \quad (5)$$

а планы по внедрению стимулирования мотивации в компании могут формироваться по следующему закону

$$u_{k+1} = \begin{cases} (1+a)uk & \text{при } uk \geq zk \\ uk + a \cdot zk & \text{при } uk < zk \end{cases} \quad (6)$$

где для высшего руководства компании  $u = X$  и  $z = Y$ , а для субъекта из состава судового «человеческого элемента»  $u = x_i$  и  $z = y_i$ .

Пусть субъект из  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  учитывает складывающуюся экономическую ситуацию в компании, «смотрит» на  $N_i$  периодов согласования вперед и устанавливает в  $k - m$  периоде границу  $\omega_{ik}$  на выполнение плана мотивации  $x_{ik}$ . Кроме того, пусть этому субъекту известен закон, по которому высшее руководство компании формирует оценку  $w_{ik}$  и он учитывает влияние границы  $\omega_{ik}$  на будущие планы и их выполнение. В этих условиях в качестве критерия эффективности мотивации субъекта из  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  можно предложить следующее выражение

$$\eta_i(x_i, w_i, \omega_i) = \varphi_i(x_{ik}, w_{ik}, \omega_{ik} + \sum_{q=k+1}^{k+N_i} \int_0^{V_i} \varphi_i(x_{iq}, w_{iq}, y_i) dF_i(w_{iq}, \omega_{iq}, y_i) \quad (7)$$

Аналогично критерий эффективности мотивации высшего руководства компании при условии,

что это руководство «смотрит» при согласовании планов мотивации труда на  $N$  периодов вперед, записывается так

$$\eta_i(X, \omega) = \Phi(X_k, \omega_k) + \sum_{q=k+1}^{k+Ni} \int_0^Y \Phi(X_q, Y) dF(\omega_q, Y) \quad (8)$$

причем математическое ожидание  $\Phi(X, Y)$  при заданной границе  $\omega$ , определенной так  $Y \leq \omega \leq V$  можно, используя результаты работы [1] записать следующим образом

$$\eta'(X, \omega) = (1 - \beta) \left[ \omega - \int_0^{\omega} F(Y) dY \right] - (\gamma - \beta) \int_0^X F(Y) dY + \beta X \quad (9)$$

Для реализации мотивации труда в компании высшему руководству необходимо выбрать решающее правило  $\omega_0(X_0)$ , которое должно обеспечивать максимальное значение критерию эффективности (8). Поэтому, учитывая планы по внедрению стимулирования мотивации в компании в виде (6) при  $u = X$ ,  $z = Y$ , и выражения (5), (8) и (9) можно получить последовательность планов этой мотивации  $\{X^k\}_{k=1}^{N_{k=1}}$  записанную так

$$\begin{aligned} F(X^k) &= [1 - \beta(1 - a)] / a(\gamma + \beta); \\ (\gamma + \beta) F(X) - [(1 - \beta)/a] F[X'' - X/a] &= \beta \\ F(X') &= a\beta / [a(\gamma - \beta) - 1 + \beta] \end{aligned}$$

Где  $X$  - величина плана стимулирования мотивации на  $k$ -ом периоде согласования,  $X''$  - на  $(k+1)$ -ом периоде согласования, а  $X' = X'' = (1 + a)X$ .

Тогда если  $X'' \geq X'$ , то  $X'' \geq X'$  и решающие правила для согласования стимулирования мотивации безопасного труда в компании, дающие приближенное решение проблемы такой мотивации, будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \sigma'_0 &= (X'_1 - X_0) / a \text{ если } X'_1 \geq X_0, \\ \sigma_0 &= X_0 \text{ если } X'_1 < X_0. \end{aligned}$$

Выбранная стратегия высшего руководства компании в процессе выбора решающего правила не случайна, поскольку руководству не известны функции распределения  $F_i(y_i)$  и степень дальновидности  $N_i$  субъектов из  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$ . Высшее руководство компании знает лишь свертку  $F(y)$  по  $i \in I$  этих функций, так как  $Y_k$  является суммой  $y_{ik}$  по  $I$ . Очевидно, что даже при совпадении степеней дальновидностей субъектов из

$(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  и высшего руководства компании решающее правило  $\sigma_0(X_0)$  способно приближенно обеспечить максимум критерию (8) лишь при согласованности целей договаривающихся сторон [2].

Действительно, в законах стимулирования мотивации эффективного и безопасного труда (1) и (2) штраф за невыполнение планового задания может рассчитываться по-разному и при установленном высшим руководством компании законе формирования ресурса на проведения мотивации труда  $w_{ik} = f(x_i, y_i, w_{ik-1})$  сумма реализаций  $y_{ik}$  по  $i \in I$  в  $k - m$  периоде согласования может существенно отличаться от величины  $Y_k$ . В силу того, что решающее правило  $\sigma_0(X_0)$  будет устанавливаться субъектами из  $(s_i, i \in I, \text{где } i = \{1, 2, \dots, m\})$  исходя только из их собственных интересов. Следовательно, задачей высшего руководства промысловой компании является такое согласование своих интересов с интересами судового экипажа, при котором последовательность  $\{\omega_{ik}\}_{N_{k=0}}$  согласовалось бы с последовательностью  $\{\omega_k\}_{N_{k=0}}$

Если высшее руководство компании не ограничено в выборе закона формирования оценки  $w_i$  то наиболее простым решением задачи по обеспечению мотивации труда может быть оценка равная величине

$$w_i = w_{ik} (\gamma - a) x_{ik} \quad (10)$$

### Заключение

Выбор оценки  $w_{ik}$  высшим руководством компании означает, что оно снимает неопределенность в индивидуальных настроениях субъектов в классе  $D_i$  судового экипажа для интервала  $[0, w_{ik}]$  и устанавливает нижнюю границу  $y_i$ . В этих условиях, учитывая информированность судового экипажа о законе (6) и о величине оценки (10) решающее правило  $\sigma_{i0}(X_{i0})$ , минимизирующее критерий (7), определяется представителями судового экипажа исходя из того, каким образом выбраны коэффициенты  $\alpha$  и  $\gamma$  в законах стимулирования мотивации (1) и (2).

Таким образом, решение задачи мотивации труда с учетом индивидуальных представлений субъектов из состава судового экипажа судов компании при установлении высшим руководством этой компании величины ресурса на реализацию планового задания позволяет согласовать мотивационные интересы и добиться того, чтобы надежность выполнения плана любым судовым специалистом была равна надежности выполнения плана судами компании.

**Литература**

1. Бурков В. Н. Основы математической теории активных систем. М.: Наука, 255 с., 1977.
2. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф. Д. Кукуи, Н. А. Анисимов, А.А. Анисимов; под общ ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – 185 с.
3. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская ; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.
4. Оценка уровня безопасности деятельности специалиста транспортного комплекса / М. Л. Маринов, В. Н. Круглевский, Д. А. Скороходов. III Международная конференция по развитию портов и судоходства XI Международная выставка. СПб. – 2012. - С. 84 – 95.
5. Эксплуатация добывающего судна в навигационно-промысловых структурах / А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков, В. Я. Сарлаев; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2009. 175 с.

**References**

1. Burkov V. N. Osnovy matematicheskoy teorii aktivnyh sistem. M.: Nauka, 255 s., 1977.
2. Osnovnye processy v strukturah bezopasnoj ehkspluatacii sudna F. D. Kukui, N. A. Anisimov, A.A. Anisimov; pod obshch red. V. I. Men'shikova. – Murmansk: Izd-vo MGTU, 2008. – 185 s.
3. Organizacionno-tekhnicheskie struktury, obespechivayushchie bezopasnuyu ehkspluataciyu sudna M. A. Gladyshevskij, M. A. Pasechnikov, K. V. Pen'kovskaya ; pod obshch. red. V. I. Men'shikova. – Murmansk : Izd-vo MGTU, 2008. – 212 s.
4. Ocenka urovnya bezopasnosti deyatel'nosti specialista transportnogo kompleksa M. L. Marinov, V. N. Krulevskij, D. A. Skorohodov. III Mezhdunarodnaya konferenciya po razvitiyu portov i sudohodstva XI Mezhdunarodnaya vystavka. SPb. – 2012. - S. 84 – 95.
5. EHkspluataciya dobyvayushchego sudna v navigacionno-promyslovyh strukturah A. N. Anisimov, V. I. Men'shikov, V. YA. Sarlaev; pod obshch. red. V. I. Men'shikova. – Murmansk: Izd-vo MGTU, 2009. 175 s.

## **Численные методы и комплексы программ**

УДК 621.224 (043)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ И ФОРМ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАСТИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА РАДИАЛЬНО-ОСЕВОЙ ГИДРОТУРБИНЫ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВМЕСТНОГО МЕТОДА КОНЕЧНЫХ И ГРАНИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Золотаревич Валерий Павлович**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры информационно-навигационных систем,  
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики  
197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49  
e-mail: zolotarevich@yandex.ru

**Салиенко Александр Евгеньевич**

заместитель директора бизнес-единицы по ГТО – директор по науке и исследованиям,  
Акционерное общество «Тяжмаш»  
446010, г. Сызрань, ул. Гидротурбинная, д.13

**Фрумен Александр Исаакович**

кандидат технических наук, профессор  
ученый секретарь совета Санкт-Петербургского государственного морского технического университета,  
профессор кафедры строительной механики корабля,  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3

**Югов Николай Васильевич**

доктор технических наук, профессор  
начальник отдела информационных, цифровых и компьютерных инженерных технологий,  
ООО «ТГР Инжиниринг»  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 10/14

#### **Аннотация**

В работе приведено построение физико-математических моделей для расчета собственных частот и форм колебаний изолированной лопасти рабочего колеса радиально-осевой гидротурбины и рабочего колеса в целом. Расчетные исследования по анализу собственных частот и форм колебаний лопасти были выполнены без учета влияния собственных частот колебаний всего гидроагрегата, в то же время экспериментальные данные базируются на замерах пульсаций давления и виброускорений в составе гидроагрегата в целом.

Расчетные исследования на основе применения совместного метода конечных и граничных элементов включали в себя: расчет собственных частот и форм колебаний изолированной лопасти рабочего колеса и рабочего колеса в целом в воздухе; расчет собственных частот и форм колебаний лопасти рабочего колеса в воде; определение коэффициентов пересчета отношения собственных частот в воде по отношению к собственным частотам в воздухе для идентичных мод колебаний изолированной лопасти и колеса в целом; определение оборотно-лопастных и оборотно-лопаточных частот возмущающих сил; определение гидродинамических воздействий от вихрей Кармана. Выполнено сравнение расчетных и экспериментальных данных.

**Ключевые слова:** Рабочее колесо, радиально-осевая гидротурбина, собственные частоты и формы, метод конечных элементов, метод граничных элементов, вибрации, резонансная частота, вычислительная гидродинамика.

### **STUDY OF NATURAL FREQUENCIES AND MODE SHAPES OF THE BLADE OF THE RUNNER FRANCIS TURBINE ON THE BASIS OF APPLICATION COUPLED BEM-FEM METHODS**

**Valerii P. Zolotarevich**

PhD, Department of Information and Navigation Systems,

ITMO UNIVERSITY (SAINT PETERSBURG NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES, MECHANICS AND OPTICS)  
49 Kronverksky Pr., St. Petersburg, 197101, Russia  
e-mail: zolotarevich@yandex.ru

**A. E. Salienko**

Research and Development Director,  
JSC "TYAZHMASH"  
13 Hydroturbinnaya St., Syzran, Samara region, Russia, 446010

**A. I. Frumen**

Professor, PhD  
Department of structural mechanics of ships,  
STATE MARINE TECHNICAL UNIVERSITY OF SAINT-PETERSBURG  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190008, Russian Federation

**N. V. Yugov**

Professor, Dr. Sci. Tech.,  
head of Department of information, digital and computer engineering technology,  
LLC "TGR-Engineering"  
Lotsmanskaya, 10/14, St. Petersburg 190008, Russian Federation

### Abstract

The paper presents the construction of a physico-mathematical model for the calculation of natural frequencies and mode shapes of the blade of the runner francis turbines. Numerical studies on the analysis of natural frequencies and mode shapes of the blade were made without influence of the natural frequencies of the entire turbine-generator units, at the same time, the experimental data are based on measurements of pressure fluctuations and accelerations in the structure of the hydraulic unit as a whole.

Numerical studies based on the application of coupled of finite and boundary element method included: calculation of natural frequencies and mode shapes of the isolated blade and the full runner in the air; calculation of natural frequencies and mode shapes of the isolated blade in the water; determination of factors the relationship of natural frequencies in water in relation to natural frequencies in air for identical modes of vibrations for blade and whole runner; determination of the excitation frequencies from gate vanes and blades of runner; determination of hydrodynamic impact of the Karman vortices. Comparison of calculated and experimental data were done.

**Key words** :Francis turbine, natural frequencies and mode shapes, finite element method, boundary element method, vibration, resonance frequency, computational fluid dynamics.

### Введение

В последнее время при модернизации ГЭС эксплуатантами выдвигаются повышенные требования к энергетическим параметрам. Это влечет разработку новых конструкторских решений, которые требуют дополнительных исследований в области резонансной вибрации.

Традиционный подход оценки собственных частот с учетом влияния жидкости основан на учете присоединенной массы воды в методе конечных элементов (МКЭ).

Совместный метод конечных и граничных элементов позволяет избавиться от приближенного моделирования взаимодействия системы «структура – среда», присущего МКЭ и учесть влияние жидкости на характер колебаний структуры за счет использования граничных интегральных уравнений, получившего название метода граничных элементов (МГЭ).

Собственные частоты сухой конструкции рассчитываются с использованием МКЭ. Для расчета собственных частот колебаний лопасти в воде использовался метод коллокаций в МГЭ [1]. Для узлов «смоченной» поверхности, на основе дискретизированных интегральных уравнений Гельмгольца с ядром в виде функции Грина вычисляются матрицы связи давлений и колебательных скоростей на смоченной поверхности лопасти. На основе полученных матриц вычисляется матрица влияния «тяжелой» акустической среды (воды) на конструкцию. Матрица влияния добавляется к матрице масс конструкции в «легкой» (воздух) акустической среде, после чего вычисляются собственные частоты конструкции в воде. Программные модули комплекса тестировались как на экспериментальных моделях так и на моделях, имеющих точные аналитические решения (круглая мембрана в жестком экране,



пульсирующая сфера и бесконечный цилиндр) [2-5].

В данной работе исследуются результаты применения данного аппарата к расчету собственных частот изолированной лопасти рабочего колеса гидротурбины.

### 1. Расчет собственных частот лопасти рабочего колеса

Для расчета собственных частот лопасти рабочего колеса была построена конечно-элементная модель (рис. 1) на основе 20 узловых гексагональных элементов. Модель состояла из 93687 узлов и 19312 элементов, что соответствует 68 элементам вдоль лопасти, 71 элементу в направлении от ступицы до обода рабочего колеса и 4 элементам по толщине лопасти.

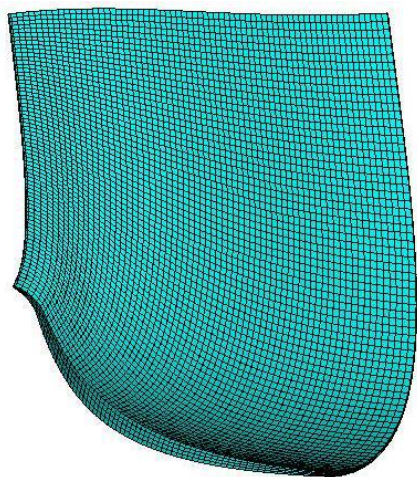


Рис. 1. Конечно-элементная модель лопасти

Узлы в сечениях лопасти на границах со ступицей и нижним ободом рабочего колеса были жестко заделаны (нулевые перемещения по всем степеням свободы).

Результаты расчетов собственных частот лопасти в «воздухе» и в «воде» приведены в табл. 1. Первые две формы колебаний лопасти показаны на рис. 2.

4.	645,56	411,28	0,64
5	775,36	498,89	0,64
6	848,79	611,25	0,72
7	915,31	615,35	0,67
8	941,75	635,04	0,67
9	1034,13	707,37	0,68
10	1122,79	762,69	0,68
11	1188,56	817,83	0,69
12	1240,44	869,04	0,70
13	1334,44	958,63	0,72
14	1403,22	1000,25	0,71
15	1449,28	1104,11	0,76
16	1516,76	1121,88	0,74
17	1622,72	1190,45	0,73
18	1674,62	1227,27	0,73
19	1723,67	1329,37	0,77
20	1819,27	1394,41	0,77

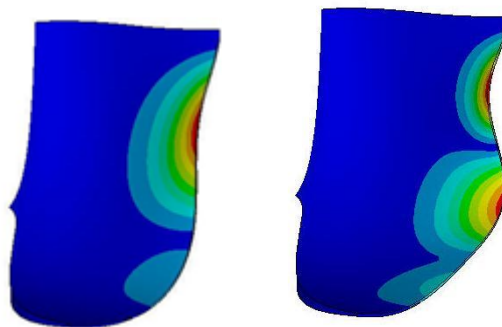


Рис. 2. Первая и вторая форма колебаний лопасти

Как следует из табл. 1 наибольшее влияние жидкости наблюдается для первых форм колебаний лопасти. Причем частота погруженной конструкции для первого тона отличается от значения в «воздухе» почти в два раза (отношение равно 0,51), что существенно отличается от принятого значения 0,7.

### 2. Расчет собственных частот рабочего колеса

Для расчета собственных частот рабочего колеса была построена конечно-элементная сетка, состоящая из 1269427 узлов и 801766 10 узловых тетраэдральных элементов (рис. 3).

Таблица 1  
Собственные частоты колебаний лопасти

№	Частота в «воздухе», Гц	Частота в «воде», Гц	Отношение
1.	324,32	166,28	0,51
2.	477,41	275,61	0,58
3.	613,66	374,04	0,61

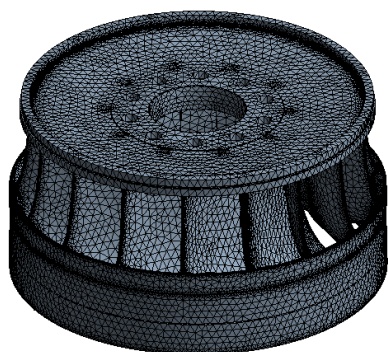


Рис. 3. Кольцо-элементная модель рабочего колеса

В табл. 2. приведены результаты расчета собственных частот рабочего колеса в воздухе. На рис. 4-7 показаны собственные формы колебаний рабочего колеса.

Таблица 2

Собственные частоты колебаний рабочего колеса

№	Частота, Гц	Описание
1.	114,60	Маятниковые колебания колеса ( $m = 1$ ) с лопастями
2.	114,63	Маятниковые колебания колеса ( $m = 1$ ) с лопастями
3.	123,27	Колебания обода колеса по моде $m = 2$ с лопастями
4.	123,29	Колебания обода колеса по моде $m = 2$ с лопастями
5.	123,40	Крутильные колебания обода на лопастях
6.	202,38	Колебания обода колеса по моде $m = 3$ с лопастями
7.	202,41	Колебания обода колеса по моде $m = 3$ с лопастями
8.	241,80	Первый тон лопасти
9.	258,57	Колебания обода колеса по моде $m = 4$ с лопастями
10.	258,58	Колебания обода колеса по моде $m = 4$ с лопастями
11.	290,04	Второй тон лопасти

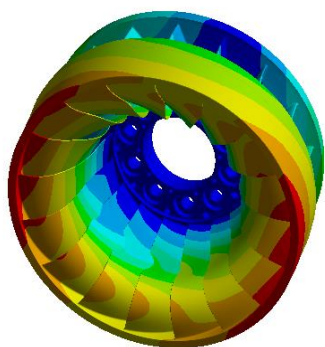


Рис. 4. Первая и вторая форма колебаний рабочего колеса

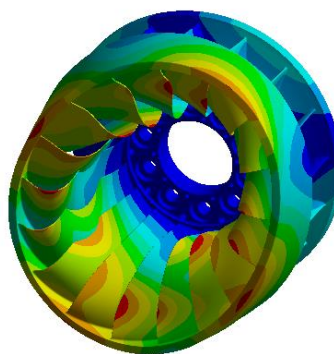


Рис. 5. Третья и четвертая форма колебаний рабочего колеса

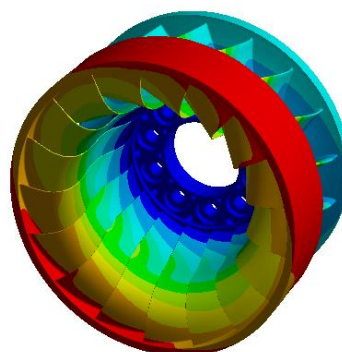


Рис. 6. Пятая форма колебаний рабочего колеса

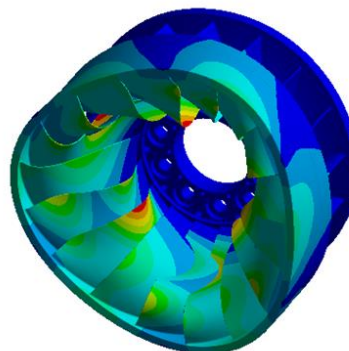


Рис. 7. Шестая и седьмая форма колебаний рабочего колеса

Следует отметить, что частоты первого и второго тона лопасти в случае расчета полного колеса, оказались ниже соответствующих частот лопасти, полученных в предположении жесткой заделки нижнего обода (см. табл. 1). Таким образом, предположение о жесткой заделке лопасти вблизи нижнего обода рабочего колеса не является вполне корректным и требует учета на границе с ободом конечной жесткости или величины механического сопротивления.

Оценка собственных частот колебаний рабочего колеса в «воде» в данной работе была выполнена на основе анализа данных предыдущих расчетов и имеющегося опыта, в связи с тем, что

многократные скачки угла нормалей к поверхности при переходе от лицевых поверхностей к боковым и тыльным поверхностям лопастей, а также к поверхностям обода и ступице в МГЭ требует принципиально новых решений в методах и алгоритмах сеточных разбиений. Для крутильной, первой лопастной и остальных мод колебаний был взят коэффициент 0,51, для второй лопастной формы колебаний коэффициент был взят 0,56. Значения этих коэффициентов получены на основе исследования собственных частот лопасти рабочего колеса в предыдущем разделе (табл. 1). Результаты проведенных исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3

Собственные частоты рабочего колеса в «воде»

№	Частота в «воздухе», Гц	Частота в «воде», Гц	Отношение
1.	114,60	58,45	0,51
2.	114,63	58,46	0,51
3.	123,27	62,87	0,51
4.	123,29	62,87	0,51
5.	123,40	62,93	0,51
6.	202,38	103,21	0,51
7.	202,41	103,42	0,51
8.	241,80	123,32	0,51
9.	258,57	131,87	0,51
10.	258,58	131,88	0,51
11.	290,4	162,62	0,56

### 3. Сравнение спектров частот возмущающих динамических сил и собственных частот колебаний

Возмущающие динамические силы, действующие на рабочее колесо, можно разделить на две группы дискретные воздействия и широкополосные. Частоты дискретных составляющих приведены в табл. 4.

Таблица 4

Частоты основных дискретных составляющих динамических сил, действующих на рабочее колесо

№	Частота, Гц	Описание
1.	6,25 Гц	Частота вращения вала турбины (оборотная)
2.	106,25 Гц	Первая оборотно-лопастная частота
3.	112,5 Гц	Вторая оборотно-лопастная частота
4.	125 Гц	Первая оборотно-лопаточная частота
5.	250 Гц	Вторая оборотно-лопаточная частота

Следует отметить и тот непреложный и известный факт, что первые оборотно-лопаточные (на частоте 125 Гц) и оборотно-лопастные (на частоте 106,25 Гц) силы на основном тоне имеют весьма значительный эффект воздействия на

конструкцию на основных субчастотах (1/2 от значения основной частоты возмущения), т.е. соответственно на частотах 62,5 Гц и 53,12 Гц. На вторых тонах возбуждения — 250 Гц и 112,5 Гц, субчастоты возбуждения (125 Гц и 56,25 Гц) также имеют воздействие, но менее значительное.

К широкополосным воздействиям следует отнести силы, возникающие в результате взаимодействия задней кромки рабочего колеса и вихрей Кармана. На рис. 8 показан характер изменения средних относительных скоростей в районе задней кромки рабочего колеса в зависимости от безразмерного расстояния до ступицы рабочего колеса (0 — соответствует ступице, 1 — нижнему ободу).

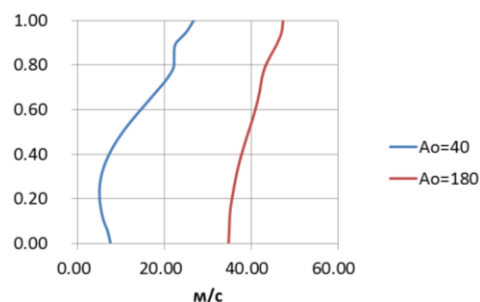


Рис. 8. Осредненная относительная скорость вдоль задней кромки лопасти рабочего колеса для двух крайних открытий направляющего аппарата

Вычисления показывают, что диапазон изменения частоты воздействия вихрей Кармана на заднюю кромку лопасти лежит в диапазоне от 170 до 1330 Гц. Причем наиболее низкочастотные воздействия будут наблюдаться для малых открытий направляющего аппарата вблизи ступицы рабочего колеса.

Из сравнения табл. 3 и 4 следует, что дискретные составляющие силовых воздействий от первой и второй оборотно-лопастной и первой оборотно-лопаточной частоты близки к низшим собственным частотам собственных колебаний колеса в воде.

Для сравнения были предоставлены следующие экспериментальные данные: спектр пульсаций давлений в отсасывающей трубе (рис. 9) и спектр радиальных перемещений верхнего подшипника турбины (рис. 10).

На рис. 9 явно видны пики пульсаций давления на оборотной частоте рабочего колеса 6,25 Гц, а также кратных ей 12,5 Гц, 18,75 Гц и 25 Гц. Также виден пик пульсаций на частоте 62,5 Гц. Как следует из табл. 3 это значение близко к собственной частоте в «воде» 62,93 Гц крутильных колебаний обода колеса на лопастях рабочего колеса. Такие колебания должны оказывать влияние на амплитуду пульсаций давлений в отсасывающей трубе.

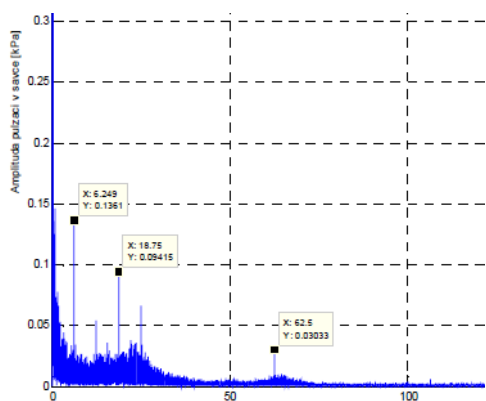


Рис. 9. Зависимость амплитуды пульсаций давлений от частоты в отсасывающей трубе

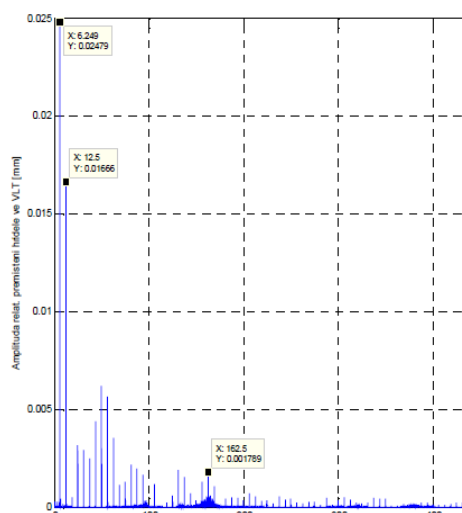


Рис. 10. Зависимость амплитуды радиальных перемещений подшипника рабочего колеса

Из рис. 10 видно, что максимальные значения радиальных перемещений наблюдаются на частотах 6,25 Гц и 12,5 Гц, которые соответствуют оборотной частоте рабочего колеса. Также имеются максимумы амплитуды перемещений в районе 50 Гц, 60 Гц, 125 Гц и 160 Гц. Значение 60 Гц можно соотнести к собственной частоте крутильных колебаний колеса 62,93 Гц, а также к собственной частоте маятниковых колебаний колеса по моде  $m = 1$  (58,45 Гц) и к собственным частотам колебаний колеса по моде  $m = 2$  (58,6 Гц). Частоты 125 Гц и 160 Гц близки к значениям собственных частот первого (123,32 Гц) и второго (168,22 Гц) тона лопасти. Можно объяснить, что всплески амплитуды перемещений обусловлены этими резонансными частотами, т.к. в соответствии с табл. 4 на этих частотах имеются возмущающие силы, обусловленные воздействием оборотных сил. Пик на частоте 50 Гц также находится в зоне частот собственных колебаний и частот возмущающих сил (см. табл. 4). Однако следует учитывать и воздействие питающей электрической сети.

### Заключение

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Использование метода граничных элементов для определения влияния воды на собственные колебания лопасти рабочего колеса позволило определить коэффициенты пересчета от собственных частот изолированной лопасти к собственным частотам колеса в целом.

2. Сравнение собственных частот рабочего колеса в «воде» и спектра частот возбуждающих динамических сил показало, что критическое возникновение резонансных колебаний в результате совпадения собственных частот рабочего колеса с оборотными частотами возмущающих сил определяет характеристики прочности колеса, лопастей и также возможный характер их разрушения. Кроме этого, на малых открытиях НА, также может наблюдаться возбуждение динамическими силами, обусловленными воздействием вихрей Кармана с задней кромки лопастей рабочего колеса в районе 170 Гц со вторым тоном собственных колебаний лопасти на частоте 168 Гц. Однако удельный вес вихрей Кармана по сравнению с оборотными силами менее значителен и тесно связан с проблемами вибропрочности.

3. Сравнение имеющихся экспериментальных данных вибрации на подшипнике рабочего колеса с результатами расчета собственных частот рабочего колеса в воде показывает, что имеются значительные уровни вибрации на частотах 50 Гц, 60 Гц, 125 Гц и 160 Гц. Пик экспериментальных данных по вибрации на частоте 62,5 Гц является весьма значительным и определяет крутильную форму колебаний обода колеса на лопастях рабочего колеса, а также собственные колебания на частоте маятниковых колебаний колеса по моде  $m = 1$  и парные собственные частоты колебаний колеса по моде  $m = 2$  и, может оказаться, в действительности, что резонанс на частоте 125 Гц (совпадение первого тона собственных колебаний лопасти с первой оборотнолопаточной частотой возбуждения) является более значимым или, в крайнем случае, также определяющим факторы, могущие повлечь разрушения колеса, несмотря на относительно меньшие значения вибрации по сравнению с частотой 62,5 Гц. Этот вопрос могут разрешить только экспериментальные данные по спектру вибраций не только продольных колебаний на подшипнике, а также в районе ступицы на наружных конструкциях турбины в продольных и поперечных направлениях, как это проделано в работах [6,7]. Также значительным является пик вибрации подшипника в районе второго тона собственных колебаний лопастей рабочего колеса совместно с ободом (168–175 Гц), обусловленные также оборотными силами (см. раздел 4). Пик на частоте 50 Гц также находится в зоне частот собственных колебаний и частот возмущающих сил (см. раздел 4). Однако следует учитывать и воздействие питающей электрической сети. Таким образом, можно

утверждать, что силовые воздействия от оборотных сил вносят решающий вклад в характер разрушения колеса.

4. Обобщение этих положений сравнительного анализа показывает, что собственная частота первого тона лопасти 123 Гц и собственная частота колебаний обода колеса по моде  $m = 4$  совместно с лопастями на частоте 131,87 Гц критично близки к оборотно-лопаточной частоте возбуждения 125 Гц. Кроме этого, субчастоты первой оборотно-лопаточной и первой оборотно-лопаточной частот возбуждения (53,12 Гц и 62,5 Гц) попадают в область собственных частот маятниковых колебаний колеса по моде  $m = 1$  (58,45 Гц) и в область собственных колебаний колеса совместно с лопастями по моде  $m = 2$  (62,87 Гц), а также в область собственных крутильных колебаний обода колеса на лопастях (62,93 Гц). Следует также учитывать, что если первые тона возмущающих сил попадают в область первых тонов собственных колебаний лопасти, то это оказывают также существенное воздействие на колебания лопасти на втором тоне собственных частот колебаний (162,62 Гц). Такое критическое комплексное воздействие оборотных сил может привести к разрушению колеса, а значит и требует совершенно другой величины запа-

са прочности. Другими словами конструкция колеса, обороты, число лопаток направляющего аппарата, число лопастей и диаметр колеса подлежат конструктивной переработке с целью обеспечения характеристик прочности, поскольку силовые воздействия вихрей большого масштаба от оборотных сил являются энергетически наиболее значимыми по сравнению с вихрями значительно меньшего масштаба от воздействия дорожки Кармана. Следует также добавить, что частоты вихрей Кармана на оптимальных и экстремальных режимах лежит в области частот от 500 Гц до 1,5 кГц, а второй тон собственных колебаний лопасти (162,62 Гц) близок к нижней границе частоты воздействия вихрей Кармана 170 Гц на самых малых открытиях. Это вопрос циклической вибропрочности и требует дополнительной информации по модели использования турбины, наработке и определению количества временных циклов воздействия на всех режимах по отношению к гарантийному сроку изделия. Однако уже на данной стадии можно сказать, что это усугубляет и без того критичную ситуацию в проблеме прочности спроектированной турбины.

### Литература

1. Югов Н.В. Применение методов конечных и граничных элементов к исследованиям динамических и акустических характеристик транспортных средств и инженерных сооружений. Доклад на XVII Международной конференции "Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов". Санкт-Петербург. 1999, с 305-308
2. Симин Н.О., Тисленко И.Н., Югов Н.В. Численный анализ звукоизлучения замкнутых оболочек методом конечных и граничных элементов вблизи характеристических частот. Труды второй международной конференции по судостроению. Санкт-Петербург, 1998, с. 213-220.
3. Югов Н.В., Симин Н.О. Программный комплекс по расчету акустических полей корпусов судов. Труды второй международной конференции по судостроению. Санкт-Петербург, 1998, с. 124-129.
4. Югов Н.В. Компьютерная система акустического проектирования транспортных средств и инженерных сооружений. Доклад на XXIV конференции Ассоциации Автомобильных инженеров "Проблемы качества и сертификации транспортных средств". г. Дмитров Московской обл. 1998, с. 179-184.
5. Югов Н.В., Минин Р.А., Золотаревич В.П. Определение характеристик распределения гидроакустических полей судов методом граничных и конечных элементов. Доклад на XVIII Международной конференции "Математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов", Санкт-Петербург, 2000, с. 123-128.
6. B. Graf, L. Chen. Correlation of Acoustic Fluid-Structural Interaction Method for Modal Analysis with Experimental Results of a Hydraulic Prototype Turbine Runner in Water. Proceedings of ISMA, 2010.
7. Stefan Lais, Quanwei Liang, Urs Henggeler, Thomas Weiss, Xavier Escaler, Eduard Egusquiza. Dynamic Analysis of Francis Runners – Experiment and Numerical. Simulation. International Journal of Fluid Machinery and Systems Vol. 2, No. 4, October-December 2009.

### References

1. Yugov N.V. Primenenie metodov konechnykh i granichnykh elementov k issledovaniyam dinamicheskikh i akusticheskikh kharakteristik transportnykh sredstv i inzhenernykh sooruzheniy. Doklad na XVII Mezhdunarodnoy konferentsii "Matematicheskoe modelirovanie v mekhanike sploshnykh sred na osnove metodov granichnykh i konechnykh elementov" (The application of finite and boundary elements methods to the research dynamic and acoustic characteristics of vehicles and engineering structures. Proceedings of the XVII International conference "Mathematical modeling in mechanics of continuous

environments on the basis of methods of finite and boundary elements”), Saint-Petersburg, 1999, pp. 305-308.

2. Simin N.O., Tislenko I.N., Yugov N.V. Chislennyy analiz zvukoizlucheniya zamknutykh obolochek metodom konechnykh i granichnykh elementov vblizi kharakteristicheskikh chastot. Trudy vtoroy mezhdunarodnoy konferentsii po sudostroeniyu (Numerical analysis of sound radiation closed shell coupled finite and boundary elements method near characteristic frequencies. Proceedings of the second international conference on shipbuilding). Saint-Petersburg, 1998, pp. 213-220.

3. Yugov N.V., Simin N.O. Programmnyy kompleks po raschetu akusticheskikh poley korpusov sudov. Trudy vtoroy mezhdunarodnoy konferentsii po sudostroeniyu (Software for calculation of acoustic fields of ships' hulls. Proceedings of the second international conference on shipbuilding). Saint-Petersburg, 1998, pp. 124-129.

4. Yugov N.V. Komp'yuternaya sistema akusticheskogo proektirovaniya transportnykh sredstv i inzhenernykh sooruzheniy. Doklad na XXIV konferentsii Assotsiatsii Avtomobil'nykh inzhenerov “Problemy kachestva i sertifikatsii transportnykh sredstv” (Computer system acoustic design of vehicles and engineering structures. Report on the XXIV conference of the Association of Automotive engineers “problems of quality and certification of vehicles”), Dmitrov, Moscow region, 1998, pp. 179-184.

5. Yugov N.V., Minin R.A., Zolotarevich V.P. Opredelenie kharakteristik raspredeleniya gidroakusticheskikh poley sudov metodom granichnykh i konechnykh elementov. Doklad na XVIII Mezhdunarodnoy konferentsii “Matematicheskoe modelirovanie v mekhanike sploshnykh sred na osnove metodov granichnykh i konechnykh elementov” (Determination parameters of the distribution of hydro acoustic fields of ships using coupled boundary and finite elements method. Report on the XVIII International conference “Mathematical modeling in mechanics of continuous environments on the basis of methods of boundary and finite elements”). Saint-Petersburg, 2000, pp. 123-128

6. B. Graf, L. Chen. Correlation of Acoustic Fluid-Structural Interaction Method for Modal Analysis with Experimental Results of a Hydraulic Prototype Turbine Runner in Water. PROCEEDINGS OF ISMA, 2010.

7. Stefan Lais, Quanwei Liang, Urs Henggeler, Thomas Weiss, Xavier Escaler, Eduard Egusquiza. Dynamic Analysis of Francis Runners – Experiment and Numerical. Simulation. International Journal of Fluid Machinery and Systems Vol. 2, No. 4, October-December 2009.



## Научный журнал МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

190121 г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д.3

e-mail: mit-journal@mail.ru

www.morintex.ru

### Информация для авторов научного журнала "МОРские ИНтеллектуальные ТЕХнологии"

Для публикации статьи необходимо представление перечисленных ниже документов.

1. Сопроводительное письмо авторов
2. Электронная версия статьи, подготовленная в соответствии с требованиями к оформлению статей – инструкция прилагается ниже
3. Одна рецензия на публикуемую статью по соответствующей специальности с подписью, заверенной гербовой печатью. При междисциплинарном исследовании предоставляются две рецензии от экспертов различных областей наук по соответствующей тематике.
4. Акт экспертизы на открытую публикацию (при необходимости)
5. Лицензионный договор

Перечисленные документы (кроме акта экспертизы) могут быть переданы в редакцию по электронной почте по адресу [mit-journal@mail.ru](mailto:mit-journal@mail.ru) (по этому же адресу осуществляется текущая переписка с редакцией).

По желанию авторов, документ 1 в бумажной версии и компакт-диск с документами 2 и 3 могут быть либо присланы по почте в адрес редакции, либо доставлены непосредственно в редакцию, либо переданы одному из членов редколлегии. Оригинал акта экспертизы должен быть либо прислан по почте в адрес редакции, либо доставлен непосредственно в редакцию, либо переданы одному из членов редколлегии.

**На страницах журнала публикуются новые научные разработки, новые результаты исследований, новые методы, методики и технологии в области кораблестроения, информатики, вычислительной техники и управления. Это является основным требованием к статьям.**

Каждая статья, принятая редколлегией для рассмотрения, проходит также внутреннюю процедуру рецензирования. По результатам рецензирования статья может быть либо отклонена, либо отослана автору на доработку, либо принята к публикации. Рецензентом может быть специалист по профилю статьи с ученой степенью не ниже кандидата наук.

Редколлегия не вступает с авторами в обсуждение соответствия их статей тематике журнала. **Журнал публикуется в цветном варианте.**

**Плата с аспиранта в случае, если он является единственным автором, за публикацию статьи не взимается.**

**Стоимость публикации 8500 рублей по выставяемому по запросу счету.**

Авторы несут ответственность за содержание статьи и за сам факт ее публикации. Редакция журнала не несет ответственности за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи. Если публикация статьи повлекла нарушение чьих-либо прав или общепринятых норм научной этики, то редакция журнала вправе изъять опубликованную статью.

Главный редактор научного журнала  
"МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

д.т.н. проф. Никитин Н.В.

УДК 629.12.001.2

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ СТАТЕЙ для научного журнала "МОРские ИНтеллектуальные ТЕХнологии"

**Никитин Николай Васильевич**

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры проектирования судов  
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет  
190008, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3  
e-mail: morintex\_spb@mail.ru

### Аннотация

В работе предлагаются правила оформления статей для научного журнала «Морские интеллектуальные технологии» в текстовом процессоре MS Word 97-2003 по требованиям для публикации в научном журнале ВАК, а также международных реферативных баз данных Scopus и Web of Science. Инструкция представляет собой специальную заготовку, которая служит базисом для создания конкретной статьи.

Аннотация предоставляется авторами в расширенном виде. Объем: не менее 950 и не более 1800 знаков (с пробелами), то есть 100-250 слов. В аннотации должны быть четко определены цель работы, ее новизна, представлены основные выводы. Языки – русский и английский.

Типичная структура аннотации: состояние вопроса; материалы и/или методы исследования, результаты; заключение.

Методы в аннотации только называются. Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается предпочтение новым результатам и выводам, которые, по мнению автора статьи, имеют практическое значение. Следует указать пределы точности и надёжности данных, а также степень их обоснования. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, описанными в статье.

**Ключевые слова:** Список ключевых слов должен характеризовать предметную область исследования. Недопустимо использование терминов общего характера (например, проблема, решение), не являющихся специфической характеристикой публикации. Количество ключевых слов должно быть 8-10.

## GUIDELINES FOR PREPARATION OF ARTICLES FOR THE ACADEMIC PERIODICAL «MARINE INTELLICYUAL TECHNOLOGIES»

**Nikitin Nikolay Vasilevich**

the professor, Dr.Sci.Tech.,  
the professor of department of ship design  
State marine technical university of Saint-Petersburg  
Lotsmanskaya, 3, St. Petersburg 190008, Russian Federation  
e-mail: morintex\_spb@mail.ru

### Abstract

The paper suggests rules for formatting articles to be submitted for the "Maritime Smart Technologies" academic periodical in the MS Word Processor 97-2003 according to the requirements set out for publication in an academic periodical of the State Commission for Academic Degrees and Titles as well as in the international Scopus and Web of Science bibliographic databases. The guidelines represent a special template which serves as a basis for creation of a certain article.

The authors should submit an extended abstract. The abstract should contain minimum 950 and maximum 1800 characters (including spaces), i. e. 100–250 words. The abstract must cover the objective and novelty of the paper and reflect the main conclusions. The languages of the abstract should be Russian and English.

The standard structure of an abstract is as follows: the state-of-the-art summary; data for study and/or research techniques; findings; conclusion.

The techniques should only be mentioned in the abstract. The findings should be described as accurately and informatively as possible. The major theoretical and experimental results, actual data, discovered interrelations and common factors should be reflected. Still new results and conclusions which, from the author's point of view, are of practical importance are put above. The data accuracy and reliability limits as well as the degree of their verification should be indicated. The conclusions can be accompanied by recommendations, estimations, suggestions described in the article.



**Key words:** The list of key words must be specific for the subject field of the investigation. General terms (e. g. problem, solution) which are not specific for this publication are inadmissible. The key words should amount to 8–10.

### Введение

При подготовке статей у авторов нередко возникают трудности, связанные с необходимостью жестко выдерживать требуемые форматы подготовки текстов.

Вместе с тем, в современных текстовых процессорах существуют развитые средства поддержки общезначимых и специализированных шаблонов, автоматизирующих эту деятельность. Учитывая вышесказанное, автор данной инструкции подготовил специализированный шаблон создания *camera ready* текстов статей, представляемых в редакцию.

Данная инструкция не обычный текст, а заготовка, которую авторы работ, представляемых в журнал, должны редактировать для получения качественных текстов статей.

**Обращаясь к авторам, редакция журнала доводит до их сведения требования к оформлению статей. Суть их сводится к тому, что, с одной стороны, предоставленная авторами информация должна быть интересной и понятной международному научному сообществу без обращения к полному тексту статьи. а с другой – должны быть обеспечены возможности контекстного поиска и аналитической обработки данных.**

**Фамилии авторов** должны быть транслитерированы, или указаны так же, как в ранее опубликованных в зарубежных журналах статьях. Должны быть представлены адресные сведения о месте работы авторов, должность, ученая степень и ученое звание.

Название организации переводится на английский язык без составных частей названий организаций, обозначающих принадлежность ведомству, форму собственности, статус организации с указанием полного юридического адреса в следующей последовательности: улица, дом, город, индекс, страна. Наиболее полный список названий учреждений и их официальной англоязычной версии можно найти на сайте НЭБ eLibrary.ru. Название статьи, ключевые слова и аннотация также переводятся на английский язык. Все переводы должны быть высококачественными.

**Название статьи** должно быть информативным, можно использовать только общепринятые в международном научном общении сокращения. В переводе названия недопустимы транслитерации с русского языка, кроме неперебиваемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия, а также неперебиваемый

сленг, известный только русскоговорящим специалистам. Англоязычное название должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

Обращаем внимание авторов на необходимость обеспечить высокое профессиональное качество перевода на английский язык. Автоматизированный перевод с помощью программных систем категорически запрещается! При обнаружении экспертом Редакции низкого качества перевода статья отклоняется!

Возможности систем SCOPUS и Web of Science позволяют проводить исследования: по ссылкам, оценивать значение и признание работ конкретных авторов, научный уровень журналов, организаций и стран в целом, определять актуальность научных направлений и проблем, выявлять их точки роста и падения и т.д. Ссылка на публикацию в научной статье является одним из главных показателей качества публикации. А статья с представительным списком литературы демонстрирует профессиональный кругозор и качественный уровень исследований ее авторов

Полный текст должен быть структурированным по разделам. Структура полного текста рукописи, посвященной описанию результатов оригинальных исследований, должна соответствовать общепринятому шаблону и содержать разделы: введение (актуальность), цель и задачи, материалы и методы, результаты, выводы, обсуждение (дискуссия).

### 1. Инсталляция заготовки Mor-Inst

Вы получили по электронной почте (или некоторым другим способом) файл **Mor-Inst.doc** и должны использовать его на своем текстовом процессоре MS Word 97-2003.

Для того, чтобы начать работу необходимо: скопировать на Ваш компьютер файл **Mor-Inst.doc**, переименовав его под фамилией первого автора (например, **nikitin.doc**).

После выполнения этих действий Ваш текстовый процессор MS Word 97-2003 готов для создания документа в формате *camera ready* для оформления номера.

### 2. Начало работы с заготовкой Mor-Inst

Итак, предположим, что Вы скопировали заготовку **Mor-Inst.doc** для своего текстового процессора MS Word 97-2003, как это определено в предыдущем разделе данной инструкции.

Теперь, после вызова текстового процессора MS Word 97-2003, из опции основного меню **File (Файл)** выбирайте подопцию **Open (Открыть)**, а на приглашение выбрать файл отметьте **nikitin.doc** и нажмите клавишу **OK**.

После этого Ваш текстовый процессор откроет документ с данной заготовкой, который существенно облегчит Вашу дальнейшую работу.

Дальнейшая подготовка статьи очень похожа на редактирование “чужого” текста и преобразование его к виду, когда он станет Вашим.

В оставшейся части настоящей инструкции последовательно обсуждаются все основные элементы, которые могут потребоваться при подготовке Вашей статьи.

Обратите внимание на то, что сами элементы заготовки уже выбраны таким образом, чтобы Ваша будущая статья удовлетворяла всем требованиям оформления *camera ready* текстов для публикации в журнале.

### 3. Основные правила подготовки статей на базе шаблона Mor-Inst

#### 3.1. Общие замечания по объему и формату статьи

По решению редакции объемы принимаемых к публикации материалов должны отвечать следующим ограничениям

- объем статьи должен быть не более 5 стр.;
- текст доклада должен укладываться в целое число страниц.

Все материалы должны быть сформатированы для последующей печати на стандартных листах формата А4 со следующим Layout (Параметрами страницы) (рис. 1).

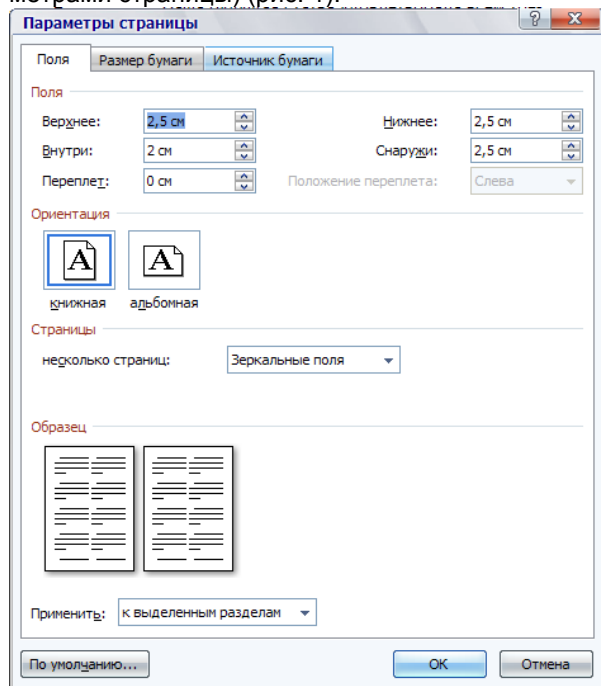


Рис. 1. Общий Layout страницы

Основной текст набирается в 2 колонки, промежуток между колонками 0,7 мм; ширина колонки 7,9 мм.

Нумерация страниц подготавливаемой работы не производится.

Каждая статья должна быть организована следующим образом (данный sample сам является примером нужной организации текста статьи)

- УДК..
- Заголовок работы.
- Для каждого автора статья:

#### Фамилия Имя Отчество

ученое звание, ученая степень,

должность

Место работы

Адрес работы (или проживания для неработающих)

E-mail

Все кеглем 9 все в именительном падеже

- Если авторов несколько, их фамилии упорядочиваются по алфавиту.

- Аннотация работы (не менее 950 и не более 1800 знаков (с пробелами), то есть 100-250 слов).

- Ключевые слова (8-10).

- Разделы и подразделы основного текста (нумерация сквозная арабскими цифрами у разделов и номер раздела + нумерация сквозная арабскими цифрами у данного подраздела; номер раздела и номер подраздела отделяются друг от друга точкой; после номера раздела (подраздела) ставится точка, а название раздела (подраздела) начинается с заглавной буквы, после заголовков точка не ставится).

- В конце работы (перед списком литературы) может быть нумерованный раздел **Благодарности**, где, как правило, указываются спонсоры (например, номер гранта РФФИ) данной работы.

- Список использованных источников, собранных в нумерованном разделе **Литература** - После списка литературы размещается список литературы в романском алфавите в нумерованном разделе **References**

- Все заголовки разделов и подразделов центрируются.

- Ссылки на литературу в тексте работы заключаются в квадратные скобки и даются сквозной нумерацией арабскими цифрами.

**Заголовок работы, ФИО, ученое звание, ученая степень, должность, организация, адрес авторов (телефон и электронный адрес, если имеется), аннотация работы и ключевые слова публикуются на русском и английском языках.**

### 3.3. Шрифты, используемые при подготовке статьи

Все шрифты, используемые при подготовке статьи, выбираются из набора *Arial*. Если Вы пользуетесь данным sampler'ом, все размеры будут выставлены правильно и Вам останется только следовать им. Если же Вы пользуетесь твердой копией данного sampler'a, то используйте следующие размеры шрифтов:

- для названия статьи *Arial 13 прописной, жирный*;

- для УДК и идентификации автора (ов) статьи *Arial 9 курсив*;

- для адреса (ов) автора (ов) статьи *Arial 11*;

- для аннотации *Arial 9, границы текста +10 мм слева и -10 мм справа*;

- для текста статьи *Arial 9,5, абзацный отступ 5 мм*;

- для списка литературы *Arial 10,5, жирный, по центру, интервал сверху 12 пт, снизу 4 пт, абзацный отступ 0*;

- для заголовков разделов статьи *Arial 10,5, жирный по центру, интервал сверху 12 пт, снизу 4 пт, абзацный отступ 0*;

- для заголовков подразделов статьи *Arial 9,5, курсив по центру, интервал сверху 12 пт, снизу 4 пт, абзацный отступ 0*;

- для подрисуночных подписей *Arial 8,5, курсив, по центру, интервал сверху 4 пт, снизу 9,5 пт, абзацный отступ 0*;

- для подстраничных ссылок *Arial 8,5, абзацный отступ 0,5*.

### 4.3. Использование графического материала

В работе допускается использование рисунков, схем, экранных форм и др. графических материалов (обратите внимание на то, чтобы рисунки сохранялись как **цветные** или **черно-белые картинки**) как **внедренных объектов**<sup>1</sup>. Каждое графическое изображение должно представлять собой **единый, цельный** объект.

По возможности используйте для графического материала минимально требуемое разрешение. Это существенно уменьшает объем пересылаемого материала.

Во всех случаях обращайтесь внимание на то, чтобы текстовые подписи на рисунках были набраны с использованием тех же шрифтов, что и основной текст и меньшим размером.

### 3.2. Использование таблиц

В работе допускается использование таблиц, подготовленных стандартными средствами MS Word 97-2003. В качестве примера ниже дается представление таблицы, подготовленной с помощью этих средств (табл. 1).

Таблица набирается меньшим кеглем.

Слово таблица *Arial 8,5, курсив, вправо, абзацный отступ 0*.

Название таблицы *Arial 8,5, жирный, по центру, интервал снизу 4 пт, абзацный отступ 0*.

Текст в таблице *Arial 8,5*.

Таблица 1

Пример таблицы

N/N	Колонка-1	Колонка-2	Колонка-3	Колонка-4	Колонка-5
1.	фффф	ыыыы	111	Ммм	тттт
2.	фффф	ыыыы	111	Ммм	тттт
3.	фффф	ыыыы	111	Ммм	тттт
4.	фффф	ыыыы	111	Ммм	тттт

Перед и после таблицы одна пустая строка основного текста.

**ФОРМУЛЫ И РИСУНКИ НЕ РАЗМЕЩАТЬ В ТАБЛИЦЕ!!!**

### 3.4. Использование формул

В работе допускается использование формул любой сложности, поддерживаемых компонентой MS Equation.

Если формула появляется в тексте как отдельная строка, она должна быть центрирована и, при необходимости, помечена сквозной нумерацией арабскими цифрами в круглых скобках. Если формула появляется внутри текста, обратайте внимание на размеры используемых шрифтов, чтобы они были «состыкованы» с размерами текста работы.

Ниже приводятся примеры формул в тексте и в отдельной строке.

Данный пример иллюстрирует использование формулы в тексте  $\sum_{n=1}^{n=K} X_n^k \cdot 1,25$ . Здесь при подготовке формулы использованы установки шрифтов by default (по умолчанию). По возможности, пользуйтесь этим способом для подготовки не только формул в тексте статьи, но формул в отдельной строке (1).

$$\forall x \in [a, b] F(x) \leq \infty \quad (1)$$

Все формулы набираются тем же шрифтом, что и основной текст.

**ФОРМУЛЫ НЕ СОХРАНЯТЬ КАК РИСУНОК!!!**

Если же это, по каким-либо причинам неудобно и/или невозможно, воспользуйтесь установками, приведенными на рис. 2.

<sup>1</sup> Статьи с рисунками, нарисованными в тексте документа с помощью панели "Рисование" MS Word 97-2003, рассматриваются редакцией в индивидуальном порядке по согласованию с авторами статей.

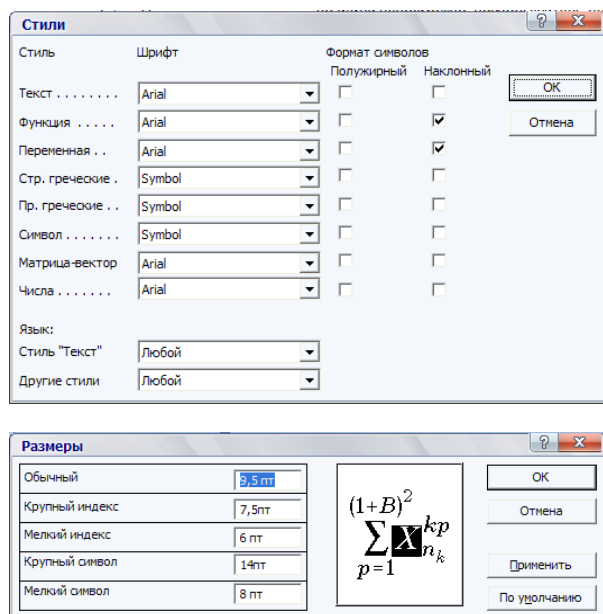


Рис. 2. Установки шрифтов и размеров в MS Equation

Обратите внимание на то, что при наборе формул в тексте, возможно изменение «интервальности». Не бойтесь этого и не пытайтесь уменьшить размер используемого шрифта до нечитаемого уровня. Аналогичное замечание справедливо и для формул, располагаемых в отдельной строке.

3.5. Размещение элементов текста на две колонки

Если таблицы, формулы, рисунки превышают размер одной колонки, то их размещают на **полный формат** (на 2 две колонки).

При этом сохраняются все требования по шрифтам и размерам к этим элементам, когда они набраны на формат одной колонки.

Таблица 2

Пример таблицы на полный формат

N/N	Колонка-1	Колонка-2	Колонка-3	Колонка-4	Колонка-5
1.	фффф	ЫЫЫЫ	111	МММ	ТТТТ
2.	фффф	ЫЫЫЫ	111	МММ	ТТТТ
3.	фффф	ЫЫЫЫ	111	МММ	ТТТТ
4.	фффф	ЫЫЫЫ	111	МММ	ТТТТ

Пример формулы на полный формат:

$$N_y(t) = \frac{Eh}{1-\mu^2} \left[ \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{w}{R} + \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 + \frac{\partial w_0}{\partial y} \frac{\partial w}{\partial y} \right] = \frac{Eh}{1-\mu^2} \xi(t). \tag{2}$$

Пример рисунка на полный формат:

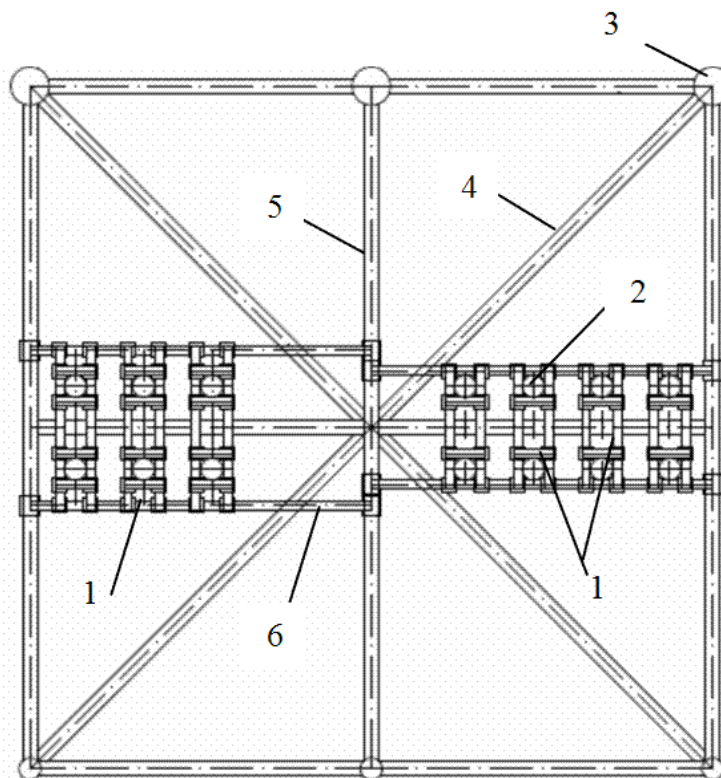


Рис. 3. Раскрепление водоотделяющих колонн с помощью жестких рам (вид в плане на диафрагму МСП):  
 1 – жесткие рамы; 2 – водоотделяющие колонны; 3 – вертикальные стойки опорного блока; 4 – раскосы опорного блока; 5 – распорка опорного блока; 6 – фундамент жесткой рамы

### Заключение

Автор данной инструкции руководствовался единственной целью – уменьшить авторам сложность подготовки статей для журнала.

### Дополнительная информация (на русском, английском или обоих языках)

Информация о спонсорстве. Необходимо указывать источник финансирования как научной работы, так и процесса публикации статьи (фонд, коммерческая или государственная организация и др.). Указывать размер финансирования не требуется.

Благодарности. Авторы могут выразить благодарности людям и организациям, способствовавшим публикации статьи в журнале, но не являющимся её авторами

### Литература

В библиографии (пристатейном списке литературы) каждый источник следует помещать с новой строки под порядковым номером. Список литературы должен быть оформлен по ГОСТ Р 7.05-2008.

### Литература и References пишутся в одну колонку без переносов

#### References

Список литературы на русском языке **КРОМЕ ТОГО** должен быть представлен и в романском алфавите (латинице), то есть, транслитерирован, (транслитерация – это побуквенная передача текста, написанного с помощью русского алфавита, средствами латинского алфавита), список литературы на других языках должен быть приведен на языке оригинала.

Вся транслитерация списка литературы должна быть выполнена в соответствии с системой Госдепартамента США, которая в настоящее время является наиболее распространенной.

Автоматизировать процесс транслитерации можно, воспользовавшись программным обеспечением, которое доступно по адресу [www.translit.ru](http://www.translit.ru) (в раскрывающемся списке «Варианты» выбираем вариант BGN).

Транслитерированная литература должна быть сформатирована следующим образом.

Структура библиографической ссылки на статью:

**Author, A. A., Author, B. B., & Author, C. C. (2005).**

**Title of article. Title of Journal, 10(2), 49-53.**

***Материалы конференций:***

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Ju., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi" (Proc. 6th Int. Technol. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"). Moscow, 2007, pp. 267-272.

***Книги (монографии, сборники, материалы конференций в целом):***

Belaya kniga po nanotekhnologiyam: issledovaniya v oblasti nanochastits, nanostruktur i nanokompozitov v Rossiiskoi Federatsii (po materialam Pervogo Vserossiiskogo soveshchaniya uchenykh, inzhenerov i proizvoditelei v oblasti nanotekhnologii [White Book in Nanotechnologies: Studies in the Field of Nanoparticles, Nanostructures and Nanocomposites in the Russian Federation: Proceedings of the First All-Russian Conference of Scientists, Engineers and Manufacturers in the Field of Nanotechnology]. Moscow, LKI, 2007.

Nenashev M.F. Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p.

From disaster to rebirth: the causes and consequences of the destruction of the Soviet Union [Ot katastrofy k vozrozhdeniju: prichiny i posledstviya razrusheniya SSSR]. Moscow, HSE Publ., 1999. 381 p.

Kanevskaya R.D. Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov (Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development). Izhevsk, 2002. 140 p.

Latyshev, V.N., Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye

**Ни в одном из зарубежных стандартов на библиографические записи не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТе («//» и «-»). Название источника и выходные данные отделяются от авторов и заглавия статьи типом шрифта, чаще всего, курсивом (*italics*), точкой или запятой.**

## Шаблон для сопроводительного письма авторов

В редакцию журнала  
" МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ "  
190008 г.

Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д. 3

### СОПРОВОДИТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО

Просим опубликовать в журнале " МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ " статью <заголовок статьи>.

Авторами статьи являются <перечень Ф.И.О. авторов полностью>.

Работа выполнена в <полное и сокращенное название учреждения (учреждений)>.

Текущую переписку по вопросам публикации статьи следует вести с <Фамилия И.О.>.

Координаты для обратной связи:

1. Почтовый адрес (с индексом)

2. E-mail

3. Тел. служебный и домашний (с кодом города)

Авторы подтверждают, что статья ранее не была где-либо опубликована, и берут на себя ответственность за возможные нарушения авторских прав третьих лиц.

Материал выверен, цифры, факты, цитаты сверены с первоисточником, материал не содержит сведений ограниченного распространения.

Авторы дают согласие на редактирование статьи, а также на использование её полнотекстовой версии путем размещения на официальном сайте научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" включения в различные базы данных и информационные системы.

Авторы разрешают использовать указанные в статье персональные данные и дают согласие на их опубликование.

Авторы согласны с тем, что редакция имеет право на литературное редактирование и доведение статьи до редакторских стандартов, принятых в рамках журнала.

Авторы разрешают публикацию статьи в открытом доступе на электронных ресурсах в PDF-формате и прилагают лицензионный договор от каждого автора(соавтора) статьи.

Подпись

<Дата>

## Шаблон рецензии

В редакцию журнала  
" МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ "  
190008 г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д. 3

### РЕЦЕНЗИЯ

Статья: <Заголовок статьи>.

Статья:<Фамилии И.О. авторов>

#### I. Информация для редакции

1. Соответствие статьи тематике журнала:
  - статья соответствует тематике журнала (да/нет)
  - если нет, то какие альтернативные журналы могут быть предложены авторам для рассмотрения?
2. Оригинальность и значимость результатов статьи (да/нет/другие оценки):
  - результаты оригинальны
  - результаты имеют научную значимость
  - результаты имеют практическую значимость
3. Качество изложения материала статьи (да/нет/другие оценки):
  - является ли аннотация достаточно информативной
  - понятность изложения статьи
  - следует ли сократить размер статьи
  - ясно ли указана цель статьи
  - адекватно ли определено место статьи в круге других работ
  - можно ли понизить степень подробности математических выкладок
  - адекватен ли список цитированной литературы
  - все ли рисунки и таблицы уместны
  - имеются ли ошибки и технические погрешности
  - строгость изложения математических и экспериментальных результатов
  - достаточно ли обоснованы результаты и выводы статьи
4. Заключение (да/нет)
  - статья может быть принята для публикации без доработки
  - статья требует доработки и повторного рецензирования
  - статья не может быть принята для публикации
  - статью следует передать другому специалисту на рецензирование
5. Замечания и рекомендации по статье для членов редколлегии

Должность, ученое звание и научная степень

<Дата>

<Подпись рецензента>

#### II. Замечания и рекомендации по статье для авторов



Лицензионный договор № \_\_\_\_\_  
г. Санкт-Петербург «\_\_» \_\_\_\_\_ 20 года

Общество с ограниченной ответственностью «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»), именуемое в дальнейшем "Лицензиат", в лице заместителя генерального директора-главного редактора научного журнала «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» Никитин Николая Васильевича, действующего на основании Доверенности № 1-59, удостоверенной нотариусом Санкт-Петербурга Володиным А.В. 21.01.2014г, с одной стороны, и **Гражданин РФ** \_\_\_\_\_, именуемый в дальнейшем "Лицензиар", с другой стороны, именуемые в дальнейшем "**Сторона/Стороны**", заключили настоящий договор (далее - "**Договор**") о нижеследующем.

1. Предмет Договора

1.1. По настоящему Договору **Лицензиар** на безвозмездной основе предоставляет **Лицензиату** право использования \_\_\_\_\_,

(наименование, характеристика передаваемых материалов)

именуемого в дальнейшем "**Произведение**", на основе неисключительной лицензии в обусловленных Договором пределах и на определенный Договором срок.

1.2. **Лицензиар** гарантирует, что он обладает исключительными авторскими правами на передаваемое **Лицензиату** Произведение.

2. Права и обязанности Сторон

**2.1. Лицензиар предоставляет Лицензиату на весь срок действия исключительных прав на Произведение следующие права:**

2.1.1. право на воспроизведение Произведения (опубликование, обнародование, дублирование, тиражирование или иное размножение Произведения) без ограничения тиража экземпляров. При этом каждый экземпляр Произведения должен содержать имя **автора** Произведения;

2.1.2. право на распространение Произведения любым способом;

2.1.3. право на включение в составное произведение;

2.1.4. право на доведение до всеобщего сведения;

2.1.5. на использование метаданных (название, имя автора (правообладателя), аннотации, библиографические материалы и пр.) Произведений путем распространения и доведения до всеобщего сведения, обработки и систематизации, а также включения в различные базы данных и информационные системы.

2.1.6. право переуступить на договорных условиях частично или полностью полученные по настоящему договору права третьим лицам без выплаты **Лицензиару** вознаграждения.

2.2. **Лицензиар** передает права **Лицензиату** по настоящему Договору на основе неисключительной лицензии.

2.3. **Лицензиар**, в течение трех рабочих дней обязан предоставить **Лицензиату** Произведение в **электронной версии в формате инструкции по подготовке статей для научного журнала «Морские интеллектуальные технологии» (ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»)** для ознакомления. В течение 30 (тридцать) рабочих дней, если **Лицензиатом** не предъявлены к **Лицензиару** требования или претензии, связанные с качеством (содержанием) или объемом предоставленному для ознакомления Произведению, Стороны подписывают Акт приема-передачи Произведения.

2.4. Дата подписания Акта приема-передачи Произведения является моментом передачи **Лицензиату** прав, указанных в настоящем Договоре.

2.5. **Лицензиат** обязуется соблюдать предусмотренные действующим законодательством авторские права, права **Лицензиара**, а также осуществлять их защиту и принимать все возможные меры для предупреждения нарушения авторских прав третьими лицами.

2.6. Территория, на которой допускается использование прав на Произведения, не ограничена.

2.7. **Лицензиар** также предоставляет **Лицензиату** право хранения и обработки следующих своих персональных данных без ограничения по сроку:

- фамилия, имя, отчество;
- дата рождения;
- сведения об образовании;
- сведения о месте работы и занимаемой должности;
- сведения о наличии опубликованных произведений литературы, науки и искусства.

Персональные данные предоставляются для их хранения и обработки в различных базах данных и информационных системах, включения их в аналитические и статистические отчетности, создания обоснованных взаимосвязей объектов произведений науки, литературы и искусства с персональными данными и т.п.

**Лицензиат** имеет право передать указанные данные для обработки и хранения третьим лицам при условии уведомления о таком факте с предоставлением сведений о третьем лице (наименование и адрес) **Лицензиару**.

Отзыв согласия на хранение и обработку персональных данных производится **Лицензиаром** путем направления соответствующего письменного уведомления **Лицензиату**.

### 3. Ответственность Сторон

3.1. **Лицензиар** и **Лицензиат** несут в соответствии с действующим законодательством РФ имущественную и иную юридическую ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязательств по настоящему Договору.

3.2. Сторона, ненадлежащим образом исполнившая или не исполнившая свои обязанности по настоящему Договору, обязана возместить убытки, причиненные другой Стороне, включая упущенную выгоду.

### 4. Конфиденциальность

4.1. Условия настоящего Договора и дополнительных соглашений к нему - конфиденциальны и не подлежат разглашению.

### 5. Заключительные положения

5.1. Все споры и разногласия Сторон, вытекающие из условий настоящего Договора, подлежат урегулированию путем переговоров, а в случае их безрезультатности, указанные споры подлежат разрешению в суде в соответствии с действующим законодательством РФ.

5.2. Настоящий Договор вступает в силу с момента подписания обеими Сторонами настоящего Договора и Акта приема-передачи Произведения.

5.3. Настоящий Договор действует до полного выполнения Сторонами своих обязательств по нему.

5.4. Расторжение настоящего Договора возможно в любое время по обоюдному согласию Сторон, с обязательным подписанием Сторонами соответствующего соглашения об этом.

5.5. Расторжение настоящего Договора в одностороннем порядке возможно в случаях, предусмотренных действующим законодательством, либо по решению суда.

5.6. Любые изменения и дополнения к настоящему Договору вступают в силу только в том случае, если они составлены в письменной форме и подписаны обеими Сторонами настоящего Договора.

5.7. Во всем, что не предусмотрено настоящим Договором, Стороны руководствуются нормами действующего законодательства РФ.

5.8. Настоящий Договор составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковое содержание и равную юридическую силу, по одному для каждой из Сторон.

## 6. Реквизиты Сторон.

### Лицензиар:

ФИО, дата рождения, паспорт, адрес  
регистрации

### Лицензиат:

ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»  
Адрес: 190121, г. Санкт-Петербург,  
ул. Лоцманская д. 3  
ИНН 7813074883, КПП 783901001  
р/с 40702810255080004491  
Северо-западный банк  
ПАО «Сбербанк России» в Санкт-Петербурге  
БИК 044030653  
к/с 30101810500000000653

### Лицензиар:

### Лицензиат

Заместитель Генерального директора  
ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»

\_\_\_\_\_/Никитин Н.В../

АКТ  
к лицензионному договору № \_\_\_\_\_

г. Санкт-Петербург

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Общество с ограниченной ответственностью «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»), именуемое в дальнейшем "Лицензиат", в лице заместителя генерального директора-главного редактора научного журнала «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» Никитин Николая Васильевича, действующего на основании Доверенности № 1-59, удостоверенной нотариусом Санкт-Петербурга Володиным А.В. 21.01.2014г, с одной стороны, и **Гражданин РФ** \_\_\_\_\_, именуемый в дальнейшем "Лицензиар", с другой стороны, именуемые в дальнейшем "**Сторона/Стороны**", составили настоящий акт (далее – «Акт») к лицензионному договору № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ года (далее - "**Договор**") о нижеследующем.

1. **Лицензиар** передал, а **Лицензиат** принял в соответствии с условиями Договора 1 (один) экземпляр Произведения - \_\_\_\_\_ (*наименование и характеристика*) - и право его использования.
2. **Стороны** взаимных претензий по порядку и объему исполнения обязательств по Договору не имеют.
3. Настоящий Акт составлен в двух экземплярах, имеющих равную юридическую силу, по одному для каждой из Сторон.

#### Реквизиты Сторон.

##### Лицензиар:

ФИО, дата рождения, паспорт, адрес  
регистрации

##### Лицензиат:

ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»  
Адрес: 190121, г. Санкт-Петербург,  
ул. Лоцманская д. 3  
ИНН 7813074883, КПП 783901001  
р/с 40702810255080004491  
Северо-западный банк  
ПАО «Сбербанк России»  
в Санкт-Петербурге  
БИК 044030653  
к/с 30101810500000000653

Лицензиар:

Лицензиат

Заместитель Генерального директора  
ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»

\_\_\_\_\_/Никитин Н.В./

## Правила направления, рецензирования и опубликования научных статей в научном журнале «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

### 1. Правила направления

Автор (Авторы) подготавливает текст рукописи научной статьи на русском языке (название, данные про авторов и ключевые слова и на английском языке) в электронном виде в соответствии с Инструкцией по подготовке статей для научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".

1.1. Автор направляет на имя главного редактора сопроводительное письмо в установленной форме в соответствии с Инструкцией по подготовке статей для научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ".

1.2. Кроме статьи, в редакцию в соответствии с Инструкцией по подготовке статей для научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" предоставляются:

1. одна рецензия на публикуемую статью по соответствующей специальности с подписью, заверенной гербовой печатью. При междисциплинарном исследовании предоставляются две рецензии от экспертов различных областей наук по соответствующей тематике.
2. Акт экспертизы на открытую публикацию (при необходимости).
3. Лицензионный договор, распечатанный и подписанный каждым автором.

1.3. В рецензии в свободной форме освещаются следующие вопросы: соответствует ли название статьи ее содержанию, в какой мере статья соответствует современным достижениям в рассматриваемой области научных знаний, удачно ли выбрана форма подачи материала, а также дается описание достоинств и недостатков статьи. В конце рецензии делается заключение о целесообразности публикации рецензируемого материала.

В рецензии обязательно указывается Ф.И.О., должность, ученая степень рецензента, дата. Рецензия должна быть заверена подписью рецензента и печатью организации.

Первоначальный вариант статьи, а также предоставленные рецензии хранятся в архиве редакции не менее года (как официальные документы).

1.4. Лицензионный договор в соответствии с Инструкцией по подготовке статей для научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" предоставляется в редакцию в распечатанном виде на бумажном носителе или в отсканированном виде. Он должен быть собственноручно подписан автором (соавторами) шариковой ручкой с синими чернилами.

1.5. Авторы предоставляют статьи и все сопроводительные документы в электронном виде и/или лично, либо по почте заказным письмом по адресу:

190121 Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д.3.

Редакция научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

1.6. На страницах журнала публикуются новые научные разработки, новые результаты исследований, новые методы, методики и технологии в области

кораблестроения, информатики, вычислительной техники и управления. Это является основным требованием к статьям.

В журнале печатаются материалы, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях. Авторы статей несут ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации. Редакция не всегда разделяет мнение авторов и не несет ответственности за недостоверность публикуемых данных.

1.7. Гонорар авторам не выплачивается. С аспирантов плата за публикацию статей не взимается.

1.8. Рукописи авторам не возвращаются.

1.9. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет.

1.10. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.

## **2. Правила рецензирования**

**2.1. При поступлении статьи в редакцию научной периодики, редактором издания производится оценка ее соответствия требованиям к оформлению рукописи, а также правилам предоставления рукописей.** При нарушении правил предоставления рукописей статья отправляется автору на доработку. Рукописи, поступающие для опубликования в журнале, проверяются на соответствие техническим требованиям и профилю журнала. Материалы, не отвечающие этим условиям, возвращаются авторам с указанием причин отказа в приеме.

2.2. Поступающие от авторов научные статьи проходят редакционную научную экспертизу, определяющую их соответствие заявленной проблематике, уровень раскрытия темы, научную новизну.

Целью научной экспертизы, осуществляемой редколлегией научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ", является содержательная экспертная оценка качества научной статьи по следующим обязательным критериям научности:

- соответствие названия статьи ее содержанию;
- формулировка решаемой проблемы или задачи;
- обоснование актуальности представленных материалов;
- исследовательский характер статьи;
- аргументированность изложения и выводов, в частности, наличие ссылок на использованную литературу и другие информационные источники;
- научная новизна и практическая значимость полученных результатов;
- наличие выводов по результатам статьи;
- наличие списка литературы со ссылками на источники из него из текста статьи.
- **Определение соответствия содержания статьи тематике журнала.** Если содержание статьи не соответствует тематике издания, она снимается с рассмотрения, об этом сообщается авторам. Материалы авторам не возвращаются.

Экспертизу осуществляют члены редколлегии научного журнала "МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ", являющиеся специалистами в соответствующих областях знаний.

2.3. В случае выявления несоответствия предоставленных материалов вышеприведенным критериям, научные редакторы передают рукопись главному редактору для вынесения решения о рекомендации доработки статьи либо ее отклонении от публикации.

Если статья нуждается в доработке, то высылается отзыв члена редакционной коллегии с замечаниями. После исправления автор высылает в редакцию статью повторно. Возвращение рукописи на доработку не означает, что статья принята к печати.

Доработанный вариант необходимо прислать в редакцию повторно, отдельно приложив письмо с ответами на замечания члена редакционной коллегии. Датой поступления статьи считается время поступления в редакцию окончательного (переработанного) варианта.

2.4. Статьи, принятые редакцией научных журналов, распределяются по рубрикам, соответствующим научными направлениями, по которым специализируется журнал.

### ***3. Правила опубликования научных статей, аннотаций и ключевых слов***

3.1. Принятые к публикации статьи проходят редактирование, предусматривающее предпечатную подготовку статьи к размещению в очередном номере журнала.

3.3. Тиражирование журнала производит издательско-полиграфический центр НИЦ «МОРИНТЕХ» в строгом соответствии с периодичностью выхода в свет издания.

3.4. Перепечатка допускается только с разрешения редакции.

Главный редактор научного журнала

«МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Н.В. Никитин

## Шаблон для сопроводительного письма авторов

В редакцию журнала  
" МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ "  
190008 г.

Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д. 3

### СОПРОВОДИТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО

Просим опубликовать в журнале " МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ " статью  
<заголовок статьи>.

Авторами статьи являются <перечень Ф.И.О. авторов полностью>.

Работа выполнена в <полное и сокращенное название учреждения (учреждений)>.

Текущую переписку по вопросам публикации статьи следует вести с <Фамилия И.О.>.

Координаты для обратной связи:

1. Почтовый адрес (с индексом)

2. E-mail

3. Тел. служебный и домашний (с кодом города)

Авторы согласны с тем, что редакция имеет право на литературное редактирование и доведение статьи до редакторских стандартов, принятых в рамках журнала.

Авторы разрешают публикацию статьи в открытом доступе на электронных ресурсах в PDF-формате и прилагают лицензионный договор от каждого автора(соавтора) статьи.

Подпись

<Дата>

## Шаблон рецензии

В редакцию журнала  
" МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ "  
190008 г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская д. 3

### РЕЦЕНЗИЯ

Статья: <Заголовок статьи>.

Статья:<Фамилии И.О. авторов>

#### I. Информация для редакции

6. Соответствие статьи тематике журнала:
  - статья соответствует тематике журнала (да/нет)
  - если нет, то какие альтернативные журналы могут быть предложены авторам для рассмотрения?
7. Оригинальность и значимость результатов статьи (да/нет/другие оценки):
  - результаты оригинальны
  - результаты имеют научную значимость
  - результаты имеют практическую значимость
8. Качество изложения материала статьи (да/нет/другие оценки):
  - является ли аннотация достаточно информативной
  - понятность изложения статьи
  - следует ли сократить размер статьи
  - ясно ли указана цель статьи
  - адекватно ли определено место статьи в круге других работ
  - можно ли понизить степень подробности математических выкладок
  - адекватен ли список цитированной литературы
  - все ли рисунки и таблицы уместны
  - имеются ли ошибки и технические погрешности
  - строгость изложения математических и экспериментальных результатов
  - достаточно ли обоснованы результаты и выводы статьи
9. Заключение (да/нет)
  - статья может быть принята для публикации без доработки
  - статья требует доработки и повторного рецензирования
  - статья не может быть принята для публикации
  - статью следует передать другому специалисту на рецензирование
10. Замечания и рекомендации по статье для членов редколлегии

Должность, ученое звание и научная степень

<Дата>

<Подпись рецензента>

#### II. Замечания и рекомендации по статье для авторов



Лицензионный договор № \_\_\_\_\_

г. Санкт-Петербург

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года

Общество с ограниченной ответственностью «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»), именуемое в дальнейшем "Лицензиат", в лице заместителя генерального директора-главного редактора научного журнала «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» Никитин Николая Васильевича, действующего на основании Доверенности № 1-59, удостоверенной нотариусом Санкт-Петербурга Володиным А.В. 21.01.2014г, с одной стороны, и Гражданин РФ \_\_\_\_\_, именуемый в дальнейшем "Лицензиар", с другой стороны, именуемые в дальнейшем "Сторона/Стороны", заключили настоящий договор (далее - "Договор") о нижеследующем.

#### 1. Предмет Договора

1.1. По настоящему Договору Лицензиар на безвозмездной основе предоставляет Лицензиату право использования \_\_\_\_\_,

(наименование, характеристика передаваемых материалов)

именуемого в дальнейшем "Произведение", на основе неисключительной лицензии в обусловленных Договором пределах и на определенный Договором срок.

1.2. Лицензиар гарантирует, что он обладает исключительными авторскими правами на передаваемое Лицензиату Произведение.

#### 2. Права и обязанности Сторон

2.1. Лицензиар предоставляет Лицензиату на весь срок действия исключительных прав на Произведение следующие права:

2.1.1. право на воспроизведение Произведения (опубликование, обнародование, дублирование, тиражирование или иное размножение Произведения) без ограничения тиража экземпляров. При этом каждый экземпляр Произведения должен содержать имя автора Произведения;

2.1.2. право на распространение Произведения любым способом;

2.1.3. право на включение в составное произведение;

2.1.4. право на доведение до всеобщего сведения;

2.1.5. на использование метаданных (название, имя автора (правообладателя), аннотации, библиографические материалы и пр.) Произведений путем распространения и доведения до всеобщего сведения, обработки и систематизации, а также включения в различные базы данных и информационные системы.

2.1.6. право переуступить на договорных условиях частично или полностью полученные по настоящему договору права третьим лицам без выплаты Лицензиару вознаграждения.

2.2. Лицензиар передает права Лицензиату по настоящему Договору на основе неисключительной лицензии.

2.3. Лицензиар, в течение трех рабочих дней обязан предоставить Лицензиату Произведение в электронной версии в формате инструкции по подготовке статей для научного журнала «Морские интеллектуальные технологии» для ознакомления. В течение 30 (тридцать) рабочих дней, если Лицензиатом не предъявлены к Лицензиару требования или претензии, связанные с качеством (содержанием) или объемом предоставленному для ознакомления Произведению, Стороны подписывают Акт приема-передачи Произведения.

2.4. Дата подписания Акта приема-передачи Произведения является моментом передачи Лицензиату прав, указанных в настоящем Договоре.

2.5. Лицензиат обязуется соблюдать предусмотренные действующим законодательством авторские права, права Лицензиара, а также осуществлять их защиту и принимать все возможные меры для предупреждения нарушения авторских прав третьими лицами.

2.6. Территория, на которой допускается использование прав на Произведения, не ограничена.

2.7. Лицензиар также предоставляет Лицензиату право хранения и обработки следующих своих персональных данных без ограничения по сроку:

- фамилия, имя, отчество;
- дата рождения;
- сведения об образовании;
- сведения о месте работы и занимаемой должности;

- сведения о наличии опубликованных произведений литературы, науки и искусства.

Персональные данные предоставляются для их хранения и обработки в различных базах данных и информационных системах, включения их в аналитические и статистические отчетности, создания обоснованных взаимосвязей объектов произведений науки, литературы и искусства с персональными данными и т.п.

Лицензиат имеет право передать указанные данные для обработки и хранения третьим лицам при условии уведомления о таком факте с предоставлением сведений о третьем лице (наименование и адрес) Лицензиару.

Отзыв согласия на хранение и обработку персональных данных производится Лицензиаром путем направления соответствующего письменного уведомления Лицензиату.

### 3. Ответственность Сторон

3.1. Лицензиар и Лицензиат несут в соответствии с действующим законодательством РФ имущественную и иную юридическую ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение своих обязательств по настоящему Договору.

3.2. Сторона, ненадлежащим образом исполнившая или не исполнившая свои обязанности по настоящему Договору, обязана возместить убытки, причиненные другой Стороне, включая упущенную выгоду.

### 4. Конфиденциальность

4.1. Условия настоящего Договора и дополнительных соглашений к нему - конфиденциальны и не подлежат разглашению.

### 5. Заключительные положения

5.1. Все споры и разногласия Сторон, вытекающие из условий настоящего Договора, подлежат урегулированию путем переговоров, а в случае их безрезультатности, указанные споры подлежат разрешению в суде в соответствии с действующим законодательством РФ.

5.2. Настоящий Договор вступает в силу с момента подписания обеими Сторонами настоящего Договора и Акта приема-передачи Произведения.

5.3. Настоящий Договор действует до полного выполнения Сторонами своих обязательств по нему.

5.4. Расторжение настоящего Договора возможно в любое время по обоюдному согласию Сторон, с обязательным подписанием Сторонами соответствующего соглашения об этом.

5.5. Расторжение настоящего Договора в одностороннем порядке возможно в случаях, предусмотренных действующим законодательством, либо по решению суда.

5.6. Любые изменения и дополнения к настоящему Договору вступают в силу только в том случае, если они составлены в письменной форме и подписаны обеими Сторонами настоящего Договора.

5.7. Во всем, что не предусмотрено настоящим Договором, Стороны руководствуются нормами действующего законодательства РФ.

5.8. Настоящий Договор составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковое содержание и равную юридическую силу, по одному для каждой из Сторон.

### 6. Реквизиты Сторон.

Лицензиар:

ФИО, дата рождения, паспорт, адрес  
регистрации

Лицензиат:

ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»  
Адрес: 190121, г. Санкт-Петербург,  
ул. Лоцманская д. 3  
ИНН 7813074883, КПП 783901001  
р/с 40702810255080004491  
Северо-западный банк ОАО  
"Сбербанк России" г. Санкт-Петербург  
БИК 044030653  
к/с 30101810500000000653

Лицензиар:

Лицензиат

Заместитель Генерального директора  
ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»

\_\_\_\_\_/Никитин Н.В./

**АКТ**  
**к лицензионному договору № \_\_\_\_\_**

г. Санкт-Петербург

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Общество с ограниченной ответственностью «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»), именуемое в дальнейшем "Лицензиат", в лице заместителя генерального директора-главного редактора научного журнала «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» Никитин Николая Васильевича, действующего на основании Доверенности № 1-59, удостоверенной нотариусом Санкт-Петербурга Володиным А.В. 21.01.2014г, с одной стороны, и Гражданин РФ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, именуемый в дальнейшем "Лицензиар", с другой стороны, именуемые в дальнейшем "Сторона/Стороны", составили настоящий акт (далее – «Акт») к лицензионному договору № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ года (далее - "Договор") о нижеследующем.

1. Лицензиар передал, а Лицензиат принял в соответствии с условиями Договора 1 (один) экземпляр Произведения - \_\_\_\_\_ (наименование и характеристика) - и право его использования.

2. Стороны взаимных претензий по порядку и объему исполнения обязательств по Договору не имеют.

3. Настоящий Акт составлен в двух экземплярах, имеющих равную юридическую силу, по одному для каждой из Сторон.

Реквизиты Сторон.

Лицензиар:

ФИО, дата рождения, паспорт, адрес регистрации

Лицензиат:

ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»  
Адрес: 190121, г. Санкт-Петербург,  
ул. Лоцманская д. 3  
ИНН 7813074883, КПП 783901001  
р/с 40702810255080004491  
Северо-западный банк ОАО  
"Сбербанк России" г. Санкт-Петербург  
БИК 044030653  
к/с 30101810500000000653

Лицензиар:

Лицензиат  
Заместитель Генерального директора  
ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»

\_\_\_\_\_/Никитин Н.В./

**Есть на складе издательства****Гайкович А. И.****Основы теории проектирования сложных технических систем  
СПб, НИЦ МОРИНТЕХ, 2001, 432 стр.**

Монография посвящена проблеме проектирования больших разнокомпонентных технических систем. Изложение ведется с позиций системного анализа и достижений прикладной математики и информатики.  
Есть в продаже: **цена 420 руб. + пересылка**

**Коршунов Ю. Л.****Люди, корабли, оружие (К 70-летию 1-го ЦНИИ МО РФ)  
СПб, НИЦ МОРИНТЕХ, 2002, 176 стр.**

Книга содержит историю научно-исследовательских институтов кораблестроения и морского оружия. Автор приводит большое количество фактов, характеризующих деятельность институтов на различных этапах развития флота.  
Есть в продаже: **цена 280 руб. + пересылка**

**Архипов А. В., Рыбников Н. И.****Десантные корабли, катера и другие высадочные средства морских десантов  
СПб, НИЦ МОРИНТЕХ, 2002, 280 стр.**

Изложен опыт проведения морских десантных операций, их особенности, характерные черты и тенденции развития этого вида боевых действий. Рассмотрены наиболее существенные аспекты развития десантных кораблей, катеров и других высадочных средств морских десантов. Затронуты некоторые особенности проектирования десантных кораблей и возможные пути совершенствования расчетных методов.  
Есть в продаже: **цена 320 руб. + пересылка**

**Караев Р. Н., Разуваев В. Н., Фрумен А. И.****Техника и технология подводного обслуживания морских нефтегазовых сооружений.  
Учебник для вузов  
СПб, НИЦ МОРИНТЕХ, 2012, 352 стр.**

В книге исследуется роль подводно-технического обслуживания в освоении морских нефтегазовых месторождений. Приводится классификация подводного инженерно-технического обслуживания морских нефтепромыслов по видам работ.

Изложены основные принципы формирования комплексной системы подводно-технического обслуживания морских нефтепромыслов, включающей использование водолазной техники, глубоководных водолазных комплексов и подводных аппаратов.

Есть в продаже: **цена 1500 руб. + пересылка**

**Шауб П. А.****Качка поврежденного корабля в условиях морского волнения  
СПб, НИЦ МОРИНТЕХ, 2013, 144 стр.**

Монография посвящена исследованию параметров бортовой качки поврежденного корабля, судна с частично затопленными отсеками в условиях морского волнения. Выведена система дифференциальных уравнений качки поврежденного корабля с учетом нелинейности диаграммы статической остойчивости, начального угла крена, затопленных отсеков III категории.

Книга предназначена для специалистов в области теории корабля, а также может быть полезной для аспирантов, инженеров и проектировщиков, работающих в судостроительной области, занимающихся эксплуатацией корабля, судна.

Есть в продаже: **цена 350 руб. + пересылка**

**Гидродинамика малопогруженных движителей: Сборник статей****СПб, НИЦ МОРИНТЕХ, 2013, 224 стр.**

В сборнике излагаются результаты исследований гидродинамических характеристик частично погруженных гребных винтов и экспериментальные данные, полученные в кавитационном бассейне ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова в 1967–2004 гг. его эксплуатации при отработке методик проведения испытаний на штатных установках.

Есть в продаже: **цена 250 руб. + пересылка**

**Гайкович А. И.****Теория проектирования водоизмещающих кораблей и судов т. 1, 2  
СПб., НИЦ МОРИНТЕХ, 2014**

Монография посвящена теории проектирования водоизмещающих кораблей и судов традиционной гидродинамической схемы. Методологической основой излагаемой теории являются системный анализ и математическое программирование (оптимизация).

Есть в продаже: **цена 2-х т. 2700 рублей + пересылка**