

МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2073-7173 (print)

ISSN 2588-0233 (on line)

22 десятилетие
науки
и технологий 31



ВЫСШАЯ АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации



THOMSON REUTERS WEB OF KNOWLEDGE



ULRICH'S KNOWLEDGEBASE

№ 3 Часть 3 2023
№ 3 Part 3 2023

Morskie intelektual 'nye tehnologii

Труды VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

ПОЛЯРНАЯ МЕХАНИКА

01000110110000011011011000101001001110100111001101001110100110101000011101100111001010
11001011110001001100001101101110111010001001101001110010001010010101000110101110100001
01010001101110100100010011101100001011001110101001110100110001010101101010010011001110
110101100001010111101001010011011010101100010110101011010010100111010101 101001
10011010011011111001100100011000101001110100101011000110101011110101101 101
01000110110000011011011000101001001110100111001101001110100110101000010 011





ISSN № 2588-0233 (print)
ISSN № 2073-7173 (on line)

МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал № 3 часть 3 2023 Сквозной номер 61

Тематика: кораблестроение, информатика, вычислительная техника и управление

О НАУЧНОМ ЖУРНАЛЕ «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

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

Год основания – 2008. Периодичность издания - 4 номера в год. Форма выпуска: печатный, электронный. Язык текстов: русский, английский. Язык метаданных: русский, английский. Статьям присваивается уникальный идентификатор DOI.

В журнале обязательно рецензирование статей ведущими специалистами по профилю статьи.

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), 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, в международную реферативную базу данных Web of Science (Emerging Sources Citation Index ESCI) и в Ulrich's Knowledgebase.

Инструкция по оформлению статьи и другие документы можно скачать с нашего сайта www.morintex.ru из раздела «для авторов». Аннотации выпусков журнала с 2008 по 2014 год и с № 3(25) 2014 полные выпуски размещены на сайте журнала <http://morintex.ru> в открытом доступе. Стоимость публикации 14400 рублей. Стоимость публикации включает: публикацию в журнале, электронное издание журнала, размещение в научной электронной библиотеке E-library, в Web of Science (Emerging Sources Citation Index ESCI) и в Ulrich's Knowledgebase. Для аспирантов публикации бесплатно, если аспирант единственный автор.

Подписной индекс 99366 в объединенном каталоге «Пресса России».

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

Рубрики журнала

Проектирование и конструкция судов;
Теория корабля и строительная механика;
Технология судостроения, судоремонта и организация судостроительного производства;
Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные);
Информационно-измерительные и управляющие системы;
Системный анализ, управление и обработка информации;
Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами;
Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования;
Математическое моделирование и численные методы.

Рукописи и документы к статье представляются в редакцию в электронном виде (e-mail: mit-journal@mail.ru)

Учредитель-издатель: Общество с ограниченной ответственностью «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» (ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ»).

Свидетельства о регистрации СМИ ПИ № ФС77-32382 от 09.06.2008, Эл № ФС72-33245 от 19.09.2008 выданы Роскомнадзором.

Член Ассоциации научных редакторов и издателей.
Адрес: 190121 г.Санкт-Петербург, ул Лоцманская д.3.
Тел./факс +7 (812) 513-04-51, бесплатный звонок по России 8 800 201 3897,
e-mail: 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, а также на ценный опыт авторитетных международных журналов и издательств.

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

Напечатано в центре полиграфии НИЦ «МОРИНТЕХ». Тираж 100 экз.

Дизайн: А.В. Антонов
Верстка: А.И. Соломонова

© ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ», 2023



ISSN № 2588-0233 (print)
ISSN № 2073-7173 (on line)

MARINE INTELLECTUAL TECHNOLOGIES

Scientific journal № 3 part 3 2023 www.morintex.ru
Subject: shipbuilding, computer science, computer engineering and management

ABOUT SCIENTIFIC JOURNAL «MARINE INTELLECTUAL TECHNOLOGIES»

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

The journal 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 and in the international abstract Web of Science database (Emerging Sources Citation Index ESCI), Ulrich's Knowledgebase.

Frequency of publication - 4 issues per year.

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

The journal 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, postgraduate students and students of higher educational institutions.

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

Journal headings:

- Design and Construction of Ships,
- Theory of Ship and Structural Mechanics,
- Technology of Ship Building. Ship Repair and Organization of Shipbuilding Production,
- Ship Power Plants and Their Elements (Main and Auxiliary),
- System Analysis, Information Management and Processing,
- Information-Measuring and Control Systems,
- Automation and Control of Processes and Productions,
- Computer Modeling and Design Automation,
- Mathematical Modelling, Numerical Procedures.

The journal is coming since 2008

Publication frequency — 4 issues per year

The journal is included into the system of Russian Science Citation Index u and into international abstract database Web of Science (Emerging Sources Citation Index (ESCI)).

Manuscripts are to be submitted to the editorial office in electronic form (E-mail: mit-journal@mail.ru)

Founder-Publisher: Research Centre "Marine Intelligent Technologies".

Registration Certificate: ПИ № ФС77-32382 of 09.06.2008, Эл № ФС72-33245 of 19.09.2008 issued by Roskomnadzor.

Member of Association of science editors and publishers.

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

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

e-mail: 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". Circulation of 100 copies.

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

Page-proofs: A.I. Solomonova

© RESEARCH CENTRE «MARINE INTELLECTUAL TECHNOLOGIES» Ltd, 2023



ISSN № 2588-0233 (print)
ISSN № 2073-7173 (on line)

МОРСКИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

www.morintex.ru

Тематика: кораблестроение, информатика, вычислительная техника и управление

Главный редактор:

Н.В. Никитин, д.т.н., профессор

Редакционная коллегия Заместители главного редактора

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

Д.А. Скороходов, д.т.н., профессор, Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, Санкт-Петербург

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

П.А. Шауб, д.т.н., профессор, Центр технологии судостроения и судоремонта, Санкт-Петербург

С.Н. Рюмин, к.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Члены Редколлегии

В.Г. Бугаев, д.т.н., профессор, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

Е. П. Бураковский, д.т.н., профессор, филиал

Военно-морской академии, Калининград

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

М.В. Войлошников, д.т.н., профессор, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

В.А. Евтеев, д.т.н., Объединенная судостроительная корпорация, Санкт-Петербург

И.И. Костылев, д.т.н., профессор, Государственный университет морского и речного флота имени адм. С.О. Макарова, Санкт-Петербург

В.В. Родионов, к.т.н., Си Проект, Санкт-Петербург

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

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

Ю.С. Федосенко, д.т.н., профессор, Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород

Редакционный Совет Сопредседатели

Г.А. Туричин, д.т.н., Ректор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Санкт-Петербург

Члены Совета

Е.М. Апполонов, д.т.н. генеральный директор, "ЦКБ "Лазурит", Нижний Новгород

И.Г. Малыгин, д.т.н., профессор, директор, Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, Санкт-Петербург

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

С.А. Огай, д.т.н., Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток

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

Пентти Куяла, профессор, университет Аалто, Финляндия

В.Н. Половинкин, д.т.н., профессор, научный руководитель предприятия, Крыловский государственный научный центр, Санкт-Петербург

К.В. Рожественский, д.т.н., профессор, проректор по международному сотрудничеству, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Санкт-Петербург



ISSN № 2588-0233 (print)
ISSN № 2073-7173 (on line)

MARINE INTELLECTUAL TECHNOLOGIES

www.morintex.ru

Subject: shipbuilding, computer science, computer engineering and management

Chief Editor

N.V. Nikitin, Dr. Sci. (Eng.), Professor

Editorial Staff Deputy Chief Editors

A.I. Gaykovich, Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia

D.A. Skorokhodov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Solomenko Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Science, St. Petersburg, Russia

A.I. Frumen, PhD (Eng.), Professor, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia

P.A. Shaub, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Shipbuilding & Shiprepair Technology Center, St. Petersburg, Russia

S.N. Ryumin, Ph.D. (Eng.), Associate Professor, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia

Members of Editorial Staff

V.G. Bugaev, Dr.Sci.(Eng), Professor, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

Burakovskiy, Dr. Sci. (Eng.), Professor, branch of Naval Academy, Kaliningrad, Russia

Yu.A. Vlasov, PhD (Phys & Math), Adjunct Professor, Florida International University, Miami, FL, USA

M.V. Voyloshnikov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Maritime state university named Admiral Nevelskoi, Vladivostok, Russia

V.A. Evteev Phd (Eng.), United Shipbuilding Corporation, St. Petersburg, Russia

I.I. Kostylev, professor, Dr.Sci. (Eng), Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, Russian Federation

V.V. Rodionov, PhD (Eng.), Senior Research Scientist, Sea Project, St. Petersburg, Russia

V.Yu. Semenova, Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia

N.A. Taranukha, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Komsomolsk-on-Amur State Technical University, Komsomolsk-on-Amur, Russia

Yu.S. Fedosenko, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia.

Editorial Board Co-chairmen

G.A. Turichin, Dr. Sci. (Eng.), Rector, Saint-Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia

Council Members

E.M. Appolonov, Dr. Sci. (Eng.), General Director, Lazurit Central Design Bureau JSC, Nizhny Novgorod, Russia

I.G. Malygin, Dr. Sci. (Eng.), Professor, CEO, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Science, St. Petersburg, Russia

G.N. Muru, Cand. Sci. (Eng), CEO, 51 CCIS, St. Petersburg, Russia

S.A. Ogai, Doctor of Engineering, Associate professor, Maritime state university named Admiral Nevelskoi, Vladivostok, Russia

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

Pentti Kujala, Professor, Aalto University, Finland

V.N. Polovinkin, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Science principal, Krylov State Research Centre, St. Petersburg, Russia

K.V. Rozhdestvenskij, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Vice-Rector for International Science & Education, Saint-Petersburg State Marine Technical University, St. Petersburg, Russia

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА
ВЫРАЖАЕТ ИСКРЕННЮЮ БЛАГОДАРНОСТЬ
РЕЦЕНЗЕНТАМ ЭТОГО НОМЕРА:**

- **Дмитрий Алексеевич Скороходов**, доктор технических наук, профессор, Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской Академии наук
- **Олег Николаевич Петров**, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Александр Александрович Родионов**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Анастасия Валерьевна Ткачева**, кандидат физ. – мат. наук, Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН
- **Владимир Александрович Рыжов**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Иван Иванович Костылев**, доктор технических наук, профессор, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
- **Александр Алексеевич Таранцев**, доктор технических наук, профессор, Институт проблем транспорта имени Н.С. Соломенко Российской Академии наук
- **Галина Валентиновна Герман**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Александр Иосифович Гайкович**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Николай Васильевич Никитин**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Елена Борисовна Амбросовская**, кандидат технических наук, доцент Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” В.И.Ульянова (Ленина)
- **Андрей Владимирович Февральских**, кандидат технических наук, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),
- **Юрий Александрович Власов**, кандидат физико-математических наук
- **Геннадий Петрович Кича**, доктор технических наук, профессор, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
- **Алексей Леонидович Стариченков**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
- **Владимир Борисович Мелехин**, доктор технических наук, профессор, профессор Дагестанский государственный технический университет
- **Сергей Владимирович Вербицкий**, кандидат технических наук, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Сергей Владимирович Антоненко**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет
- **Борис Петрович Ионов**, доктор технических наук, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Николай Николаевич Семенов**, кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет
- **Борис Федорович Дмитриев**, доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

**EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL
EXPRESSES SINCERE GRATITUDE
TO THE REVIEWERS OF THIS ISSUE:**

- **Dmitriy A. Skorohodov**, Dr.Sci. (Eng), professor, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Science
- **Oleg N. Petrov**, Ph.D. (Eng), associate professor, State marine technical university of Saint-Petersburg
- **Alexander A. Rodionov**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg state marine technical University
- **Anastasiia V. Tkacheva**, Ph.D. (Phys & Math), Institute of Mechanical Engineering and Metallurgy, Far East Branch, Russian Academy of Sciences
- **Vladimir A. Ryzhov**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg state marine technical University
- **Ivan I. Kostylev**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping
- **Alexander A. Tarantsev**, Dr.Sci. (Eng), professor, Solomenko Institute of Transport Problems of the Russian Academy of Science
- **Galina V. German**, Dr. Sci. (Eng), professor, State marine technical university of Saint-Petersburg
- **Aleksandr I. Gaikovich**, Dr. Sci. (Eng), Professor, St. Petersburg State Marine Technical University
- **Nikolai V. Nikitin**, Dr. Sci. (Eng), Professor, St. Petersburg State Marine Technical University
- **Elena B. Ambrosovskaya**, Ph.D. (Eng), Associate Professor, St. Petersburg State Electrotechnical University (LETI)
- **Andrey V. Fevral'skikh**, Ph.D. (Eng), Moscow Aviation Institute (national research university)
- **Jurij A. Vlasov**, PhD (Phys & Math)
- **Gennadiy P. Kicha**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Maritime State University named Admural G. I. Nevel'skoy
- **Alexey L. Starichenkov**, Dr. Sci. (Eng), professor, Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI"
- **Vladimir B. Melekhin**, Dr. Sci. (Eng), professor, Dagestan State Technical University
- **Sergej V. Verbickij**, Ph.D. (Eng), associate professor, State marine technical university of Saint-Petersburg
- **Sergey V. Antonenko**, Dr. Sci. (Eng), professor, Far Eastern Federal University
- **Boris P. Ionov**, Dr. Sci. (Eng), St. Petersburg State Marine Technical University
- **Nikolai N. Semenov**, Ph.D. (Eng), associate professor, St. Petersburg state marine technical University
- **Boris F. Dmitriev**, Dr. Sci. (Eng), professor, State marine technical university of Saint-Petersburg

**Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева**



ТРУДЫ

**VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

«ПОЛЯРНАЯ МЕХАНИКА»

СОДЕРЖАНИЕ	стр.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУКЦИЯ СУДОВ	
Веселов В.А., Китаев М.В., Суров О.Э., Новосельцев И.А. Влияние ледостойких защитных покрытий на эффективность судов.....	10
Благовидова И.Л., Иванова О.А. Проектирование ледостойкого сооружения для морского бурения в условиях Арктики.....	15
Кузнецов Э.А., Кулеш В.А., Суров О.Э., Фам Х.Ч. Проблемы ледовой регламентации не «эталонных» конструкций.....	23
ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА	
Калинина Н.В., Жуков А.Е., Золотов Н.В. Модернизация оборудования для буксировочных испытаний моделей судов ледового плавания в НГТУ.....	30
Двойченко Ю.А., Кулепов В.Ф., Садекова Е.В., Себин А.С. Определение допустимой массы груза, выгружаемого с судна на кромку льда.....	39
Грамузов Е.М., Калинина Н.В., Тихонова Н.Е., Хрунков С.Н. Определение сопротивления сплошного льда движению ледокола с помощью модельного эксперимента.....	45
Добродеев А.А., Родионов Н.Ю., Архипов Г.А. Особенности комплектации пропульсивного комплекса крупнотоннажных транспортных судов ледового плавания.....	51
Добродеев А.А., Сазонов К.Е. Новый подход к определению ледовой нагрузки на инженерные сооружения для сценария предельной кинетической энергии.....	58
Семенова Н.М., Двойченко Ю.А. К вопросу об определении сопротивления разрушения льда платформами на воздушной подушке.....	65
Блинов К.Д., Ларин А.Г., Панченко М.А., Панакушин М.А. Экспериментальное исследование ледового сопротивления модели ледокола проекта 21900 в опытовом бассейне.....	71
Земляк В.Л., Козин В.М., Васильев А.С. Экспериментальное определение параметров движения погруженного тела и волнообразования в ледовых условиях.....	77
Панакушин М.А., Ларин А.Г., Блинов К.Д., Панченко М.А. Прогнозирование ходкости речного ледокола проекта 1105 с использованием модельного эксперимента.....	88
Себин А.С., Блинов К.Д., Двойченко Ю.А. Исследование композитной модели ледяного покрова (GP-ice), составленной из одного слоя гранул сферической формы диаметром 20 мм.....	94
Крыжевич Г.Б. Рациональное конструирование гидроразжимных соединений свай с основаниями ледостойких стационарных платформ.....	106
Миронов А.А., Кикеев В.А. Вариант построения двухкритериальной диаграммы разрушения цилиндрических оболочек с трещинами.....	112
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ	
Сахаров А.Н. Механическая модель взаимодействия дрейфующего льда с протяженным сооружением.....	116
Цуприк В.Г. Разработка методологии расчета параметров циклической ледовой нагрузки от ледовых полей на морские объекты.....	122
Карасева С.А., Папунин А.В., Беляков В.В., Макаров В.С., Малахов Д.Ю., Клюшкин А.А. Анализ гидродинамики взаимодействия структурных элементов полностью погруженных шнеков тандемной конструкции роторно-винтовых снегоболотоходов с водой.....	132
Князьков В.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния ледяного покрова.....	141

CONTENTS	page
DESIGN AND CONSTRUCTION OF SHIPS	
Vitaly A. Veselov, Maksim V. Kitaev, Oleg E. Surov, Igor A. Novoseltsev Influence of ice-resistant protective coatings to vessels efficiency.....	10
Irina L. Blagovidova, Olga A. Ivanova Design of an ice-resistant structure for offshore drilling in the conditions of the Arctic.....	15
Eduard A. Kuznetsov, Victor A. Kulesh, Oleg E. Surov, Hiep C. Pham Problems of ice regulation of non-«standard» structures.....	23
THEORY OF SHIP AND STRUCTURAL MECHANICS	
Nadezhda V. Kalinina Alexander E. Zhukov, Nikolai V. Zolotov Modernization of equipment for towing tests of models of ice navigation vessels at NNSTU.....	30
Yuri A. Dvoichenko, Viktor F. Kulepov, Evgenia V. Sadekova, Andrei S. Sebin Determination of the permissible weight of cargo unloaded from the vessel to the ice edge.....	39
Eugene M. Gramuzov, Nadezhda V. Kalinina, Natalya E. Tikhonova, Sergey N. Khrunkov Determination of solid ice resistance to icebreaker movement using a model experiment.....	45
Dobrodeev A.A., Rodionov N.Yu., Arhipov G.A. Peculiarity of the designing the propulsion complex for large-tonnage ice-class transport vessels.....	51
Aleksei A. Dobrodeev, Kirill E. Sazonov A new approach to determining the ice load on marine engineering structures for the critical kinetic energy scenario.....	58
Natalya M. Semenova, Yuri A. Dvoichenko Ice failure resistance determination by air cushion platforms.....	65
Kirill D. Blinov, Alexander G. Larin, Maxim A. Panchenko, Matvey A. Panakushin Experimental study of ice resistance of the icebreaker model of project 21900 in the towing tank.....	71
Vitaliy L. Zemlyak, Viktor M. Kozin, Alexey S. Vasilyev Experimental determination of the motion parameters of a submerged body and wave formation in ice conditions.....	77
Matvey A. Panakushin, Alexander G. Larin, Kirill D. Blinov, Maxim A. Panchenko Experimental study of ice resistance of the icebreaker model of project 21900 in the towing tank.....	88
Andrei S. Sebin, Kirill D. Blinov, Yuri A. Dvoichenko The investigation of a composite model of the ice cover (GP-ice) composed of a single layer of spherical granules with a diameter of 20 mm.....	94
Gennady B. Kryzhevich Rational design of hydro-flassable connections of piles with the bases of ice-resistant stationary platforms.....	106
Anatoliy A. Mironov, Vasiliy A. Kikeev Variant of constructing a two-criterion diagram of the failure of cylindrical shells with cracks.....	112
MATHEMATICAL MODELLING AND NUMERICAL PROCEDURES	
Alexandr N. Sakharov Mechanical model of drifted ice interaction of wide offshore structure.....	116
Vladimir G. Tsuprik Development of methodology for calculating parameters of cyclic ice load from ice fields on marine objects.....	122
Svetlana A. Karaseva, Aleksey V. Papunin, Vladimir V. Belyakov, Vladimir S. Makarov, Dmitriy YU. Malahov, Anton A. Klyushkin Analysis of hydrodynamics of interaction between structural elements of full-submerged tandem Archimedes screws of rotary-screw snow and swamp-going vehicles and water.....	132
Vladimir V. Knyazkov Modeling of the stress-strain state of the ice cover.....	141

Научная статья

УДК 629.563.2

DOI: <https://doi.org/10.37220/MIT.2023.61.3.038>

Проектирование ледостойкого сооружения для морского бурения в условиях Арктики

И.Л. Благовидова^{1,2} blagovidova@yandex.ru, О.А. Иванова^{1,2} o.a.ivanova.kmt@mail.ru,¹Севастопольский государственный университет, ²ЦКБ «Коралл»

Аннотация. Авторами работы выполнен анализ существующих отечественных и зарубежных концепций буровых установок, способных вести разведочное бурение в ледовых условиях. Сформированы архитектурно-конструктивные решения по ледостойкой буровой платформе, предназначенной для круглогодичного разведочного бурения в условиях Арктики. Предложена концепция разделения морской буровой установки на составные части (стальную платформу и железобетонную подставку) с возможностью их отдельной транспортировки и установки на точке эксплуатации, определены преимущества данной концепции. Выполнен комплекс расчетов, подтверждающих жизнеспособность платформы, направленных на оценку принятия оптимальной формы с точки зрения восприятия ледовых нагрузок, обеспечения устойчивости. Определен общий подход к выбору минимально допустимых характеристик грунтового основания, их несущая способность для вариантов эксплуатации буровой установки без железобетонной подставки и с подставкой.

Ключевые слова: анализ, ледовые воздействия, буровая платформа, глубина моря, экстремальные нагрузки, оценка устойчивости.

Для цитирования: Благовидова И.Л., Иванова О.А. Проектирование ледостойкого сооружения для морского бурения в условиях Арктики. Морские интеллектуальные технологии. 2023. № 3 часть 3, С. 15—22. DOI: (проставляется в журнале при публикации) 10.37220/MIT.2023.61.3.038

Original article

DOI: <https://doi.org/10.37220/MIT.2023.61.3.038>

Design of an ice-resistant structure for offshore drilling in the conditions of the Arctic

Irina L. Blagovidova^{1,2} blagovidova@yande.ru, Olga A. Ivanova^{1,2} o.a.ivanova.kmt@mail.ru,¹Sevastopol State University, ²Central Design Bureau "Corall"

Abstract. The authors of the work analyzed the existing domestic and foreign concepts of drilling rigs capable of conducting exploratory drilling in ice conditions. Architectural and structural solutions for an ice-resistant drilling platform designed for year-round exploratory drilling in the Arctic have been formed. The concept of separating the offshore drilling rig into its component parts (steel platform and reinforced concrete stand) with the possibility of their separate transportation and installation at the point of operation is proposed, the advantages of this concept are determined. A set of calculations was performed to confirm the viability of the platform, aimed at assessing the adoption of the optimal form in terms of the perception of ice loads, ensuring stability. A general approach to the selection of the minimum acceptable characteristics of the soil base, their bearing capacity for the options for operating a drilling rig without a reinforced concrete stand and with a stand is determined.

Key words: analysis, ice actions, drilling platform, sea depth, extreme loads, stability assessment.

For citation: Irina L. Blagovidova, Olga A. Ivanova, Design of an ice-resistant structure for offshore drilling in the conditions of the arctic. Marine intellectual technologies. 2023. № 3 part 3, P. 15—22. DOI: 10.37220/MIT.2023.61.3.038

Введение

Шельфовая добыча нефти и газа является стратегически важной задачей для Российской Федерации [1]. Основные цели и направления по освоению шельфовой зоны изложены в «Стратегии развития арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г.» [2]. Представленная авторами статья полностью соответствует данному направлению и является актуальной.

Различные участки арктических морей РФ существенно отличаются своими природными условиями. Для обустройства месторождений на незамерзающих акваториях или при бурении в период «открытой» воды неглубоких разведочных скважин имеются промышленно отработанные

технические решения. На других участках, где природные условия значительно сложнее, наличие дрейфующих и припайных льдов в течение 7-11 месяцев в году, возникает потребность в проектировании технических средств в ледостойком исполнении для круглогодичной эксплуатации на месторождениях. Анализ по глубинам лицензионных участков арктической зоны РФ показал, что для большей части рассматриваемых лицензионных участков характерны глубины порядка 60 м.

Технические средства для обеспечения круглогодичного поисково-разведочного бурения в ледовых условиях и на глубинах в диапазоне 30-60 м в Российской Федерации и за рубежом в настоящее время отсутствуют. На сегодняшний день на значительной части лицензионных участков арктического шельфа поисково-разведочные работы

еще не проводились. Таким образом, создание оффшорных сооружений для круглогодичного поисково-разведочного бурения в замерзающих акваториях является важнейшим условием освоения ресурсов российских арктических территорий и представляет собой техническую задачу, решение которой позволит расширить диапазон глубин осваиваемых месторождений и повысит эффективность морского бурения.

Основной задачей работы является разработка концептуальных решений по морскому ледостойкому нефтегазовому сооружению, предназначенному для освоения шельфа Арктики в режиме круглогодичного поисково-разведочного бурения, с целью получения решений, подтверждающих или опровергающих возможность дальнейшей реализации проекта в постройке и эксплуатации.

Анализ существующих концепций мобильных буровых платформ для освоения шельфа Арктики

Анализ концепций проектов ледостойких буровых платформ показал, что в настоящее время погружные буровые установки являются единственным типом мобильных установок, которые могут обеспечить круглогодичное бурение в арктических условиях [5, 6]. На ранних этапах создания ледостойких платформ для эксплуатации в замерзающих морях появились две базовые концепции – создание больших кессонных платформ, которые бы выдерживали навал льда, либо же платформ на сравнительно тонких опорах, которые бы пропускали лед, разрезая опорами его поля.

Буровые установки, предназначенные для выполнения поисково-разведочного бурения, во-первых должны обладать мобильностью – иметь возможность снятия и перехода (транспортировки) в рассматриваемых регионах. Во-вторых, для обеспечения устойчивости в сложных климатических условиях, они должны обладать достаточной прижимной нагрузкой. При этом для возможности транспортировки платформы по трассе Северного морского пути необходимо, чтобы ее осадка в транспортном положении не превышала 11 м.

Самыми первыми мобильными решениями для разведочного бурения в сложных климатических условиях замерзающих морей были погружные буровые установки для шельфа Канады: SSDC, «Molikraq», «Glomar Beaufort sea I». Глубины на местах эксплуатации этих платформ не превышали 20-30 м. Для всех этих платформ в качестве опорного основания применялся кессон.

За предыдущие годы было выполнено большое количество концептуальных проектов мобильных платформ для выполнения круглогодичного поисково-разведочного бурения в тяжелых ледовых условиях как российскими, так и зарубежными компаниями. Из российских компаний можно отметить разработки АО «ЦКБ «Коралл», ЦКБ МТ «Рубин», Крыловского государственного научного центра и др. Среди зарубежных компаний наиболее

интересный проект предложен норвежской компанией Kvaerner. Компанией была разработана концепция морской мобильной буровой установки с многоколонным опорным основанием, для круглогодичного разведочного бурения в условиях Арктики для диапазона глубин 20-60 м – «Condriil» (рис. 1). Однако, при детальном рассмотрении, представленная концепция имеет ряд ограничений, связанных со значительной транспортной осадкой (около 20 м), не позволяющей транспортировку платформы по Северному морскому пути, а также дефицитом устойчивости при погружении на предельные глубины. Также к недостаткам концепции можно отнести то, что при установке на глубинах 20-30 м палуба верхнего строения будет располагаться на высоте более 50 м над уровнем моря, что в ледовых условиях крайне затруднит эвакуацию персонала и организацию доставки технологических и прочих запасов.

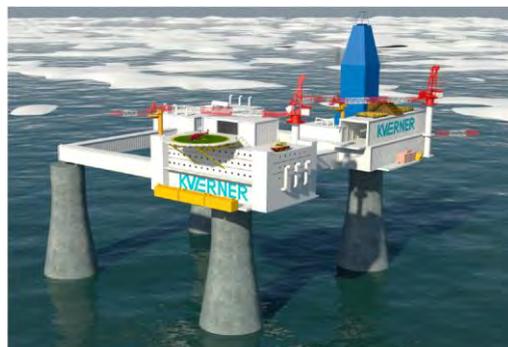


Рис. 1. Общий вид платформы «Condriil» фирмы «Kvaerner»

Конструктивные решения по буровым платформам, осуществляющим поисково-разведочного бурения в условиях Арктики

Анализ существующих технических средств, предназначенных для круглогодичной эксплуатации в ледовых условиях показал, что в настоящее время в мире и в РФ накоплен определенный опыт проектирования, постройки и эксплуатации сооружений, осуществляющих бурение в арктических условиях для диапазона глубин до 30 м. При этом следует отметить, что для осуществления поисково-разведочного бурения в сложных ледовых условиях Арктики для диапазона глубин 30-60 м на сегодняшний день мобильные буровые платформы отсутствуют [10].

На основании рассмотрения и изучения опыта проектирования, строительства и эксплуатации буровых установок в ледовых условиях в работе предложено новое конструктивное решение – применение комбинированного сооружения, состоящего из водоизмещающей ледостойкой металлической буровой платформы и железобетонной водоизмещающей подставки (рис. 2).



Рис. 2. Погружная комбинированная буровая установка с железобетонным опорным основанием (подставкой)

Предлагаемая буровая платформа представляет собой морское гравитационное сооружение и включает в себя кольцевое ледостойкое железобетонное опорное основание, позволяющее расширить диапазон эксплуатационных глубин, и установленное на нем верхнее строение в виде ледостойкой стальной буровой платформы, имеющей коническую наклонную поверхность для противодействия ледовым нагрузкам.

Форма опорной части предлагаемой стальной платформы имеет следующие особенности:

- симметрична во всех направлениях, что обеспечивает одинаковый уровень внешних воздействий вне зависимости от направления действующих нагрузок;

- в районе действующей ватерлинии наружные стенки имеют наклон, который позволяет снизить горизонтальную нагрузку от воздействия ледовых образований вследствие изменения характера их разрушения;

- корпус в районе действующей ватерлинии имеет малую площадь и правильную форму, что также способствует снижению уровня внешних нагрузок;

- в отличие от ватерлинии в рабочем состоянии, днище имеет большую площадь, обеспечивающую равномерное распределение нагрузок от веса сооружения и внешних нагрузок на грунтовое основание и позволяет создать достаточные удерживающие силы.

Для возможности эксплуатации платформы на больших глубинах до 60 м предусмотрено использование подставки, высота которой может варьироваться в зависимости от предполагаемых на месторождении глубин.

Основные требования, предъявляемые к подставке:

- устойчивое положение на грунте, в том числе при воздействии экстремальных нагрузок (гидрометеусловий);

- сведение габаритных размеров к минимально возможному с соответствующим снижением массовых характеристик, но при обязательном обеспечении устойчивого положения буровой установки на грунте;

- размеры подставки не должны затруднять обеспечение ее остойчивости в процессе погружения на дно;

- подставка должна иметь достаточную площадь дна, чтобы отсутствовала опасность опрокидывания и проседания комплекса в грунт.

Наиболее предпочтительный вариант материала для изготовления такой подставки – железобетон, обеспечивающий большую прижимную нагрузку благодаря высокой массе, что в данном случае является положительным фактором, так как стальные конструкции для устойчивости на грунте часто приходится «пригружать» с помощью твердого балласта в виде песка, бетона или даже железорудного концентрата. Конструктивно подставка представляет собой объемную, восьмиугольную в плане конструкцию с вырезом во внутренней части, обеспечивающим прохождение буровой колонны и установку подводного устьевого оборудования в случае необходимости.

Наличие железобетонной подставки не только расширяет диапазон глубин, на которых может эксплуатироваться буровая установка, но и повышает ее мобильность, а именно упрощает уход с места эксплуатации.

В основе предлагаемой концепции лежит идея разделения сооружения на составные части с возможностью их отдельной транспортировки и установки на точке эксплуатации. Одним из преимуществ концепции разделения является то, что железобетонное опорное основание, непосредственно взаимодействующее с грунтовым основанием, имеет минимальный набор систем, необходимых для погружения и всплытия, и простую форму. А именно, процесс погружения/всплытия железобетонной подставки осуществляется без непосредственного присутствия на ней персонала, кроме того, в ней отсутствует какое-либо оборудование, чувствительное к большим углам наклона или ускорениям в процессе всплытия. Для такого сооружения не будет ограничений по углу дифферента в процессе погружения или всплытия, что значительно упрощает процесс установки на грунт [3, 4].

Основные характеристики комбинированной буровой платформы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики стальной платформы и подставки

Характеристика	Стальная платформа	Подставка
Диапазон рабочих глубин, м	от 8–10 до 25–30	до 60
Материал корпуса	Сталь	Железобетон
Габаритные размеры, м	110x110	125x125
Масса, т	ок. 48 000	ок. 120 000
Высота подставки, м	–	до 30

Ограничения по глубине применения платформы (до 60 м) связаны, в первую очередь, с габаритной посадкой и размерами, а также со способом постановки железобетонной подставки.

При постановке на точку необходимо учитывать, что минимальная глубина моря должна гарантированно обеспечить отсутствие взаимодействия подставки с ледовыми образованиями, а также, по возможности, свести к минимуму волновое воздействие на нее.

На ограничение максимальной глубины моря значительное влияние оказывают вопросы, связанные с потерей остойчивости после погружения под воду верхней палубы железобетонной подставки. Для исключения неблагоприятного воздействия в процессе возможного неконтролируемого погружения железобетонная подставка должна погружаться либо с дифферентом, обеспечивающим положительную метацентрическую высоту в момент касания грунта одной из оконечностей, либо дополнительно поддерживаться извне, например с помощью плавучего крана, однако, принимая во внимание массогабаритные характеристики такой железобетонной подставки, обеспечение положительной остойчивости за счет плавучего крана будет достаточно проблематично.

Выбранные габаритные размеры позволяют погружать подставку с созданием дифферента около 14 градусов на глубину 60 м, при этом обеспечивают устойчивость комбинированной буровой платформы при воздействии экстремальных внешних нагрузок.

Для обеспечения соосности стальной платформы и железобетонной подставки при установке на дно, используется система, состоящая из направляющего конуса, конструктивно принадлежащего железобетонной подставке, и ответной улавливающей конструкцией стальной платформы. При этом угол между улавливающей конструкцией и направляющим конусом выбран из условия исключения заклинивания с учетом коэффициента трения между поверхностями контакта.

Установка железобетонного основания в эксплуатационное положение осуществляется за счет приема жидкого балласта. Осесимметричная форма опорной части и стальной платформы значительно упрощает процесс баллаستирования, так как параметры остойчивости имеют одинаковые значения при наклонениях в любом направлении, такая форма является универсальной с точки зрения создания дифферента и балластирования.

Оценка устойчивости комбинированной буровой установки для круглогодичной эксплуатации в условиях Арктики

Для оценки устойчивости платформы были определены внешние нагрузки: ледовая, ветровая и от течения. Расчеты воздействий на платформу проведены для особого сочетания нагрузок – ледовая нагрузка, как максимальная, определена с 0,1 % обеспеченностью.

Расчёт ветровой нагрузки и нагрузки от течения, воздействующих на комбинированную платформу, проведён с использованием методик, рекомендуемых «Правилами классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ» Российского морского регистра судоходства [11].

Для оценки ледовой нагрузки на проектируемое сооружение проведен расчет по методикам, отраженным в следующих нормативно-технических документах:

- СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82*» [8];

- «Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ» Российского морского регистра судоходства;

- ISO 19906:2019 «Petroleum and natural gas industries – Arctic offshore structures» («Нефтяная и газовая промышленность – Арктические морские сооружения») [12].

Нормативные значения нагрузок, определенных по указанным методикам, находятся в диапазоне 77-90 МН. Минимальная нагрузка получена по методике ISO 19906:2019, максимальная – по СП 38.13330.2018. Дополнительно выполнена верификация по результатам модельных испытаний опорного основания платформы, послужившей прототипом для проектируемой платформы (СМЛОП «Варандей») в ледовом опытовом бассейне ФГУП «КГНЦ».

На основе полученных данных о величине ледовых нагрузок и данных об инженерно-геологических условиях в арктическом регионе были выполнены расчеты устойчивости на грунте. Расчетные конечно-элементные модели (рис. 3) для проверки устойчивости комплексной буровой установки в условиях воздействия ледовых образований выполнены с учетом характера напластования грунтов, гидростатического давления

водяного столба жидкости и последовательности проведения морских операций по установке БУ в точке проведения поисково-разведочного бурения. Расчетные конечно-элементные модели выполнены

с использованием программного конечно-элементного комплекса для геотехнических расчетов Plaxis 3D Foundation

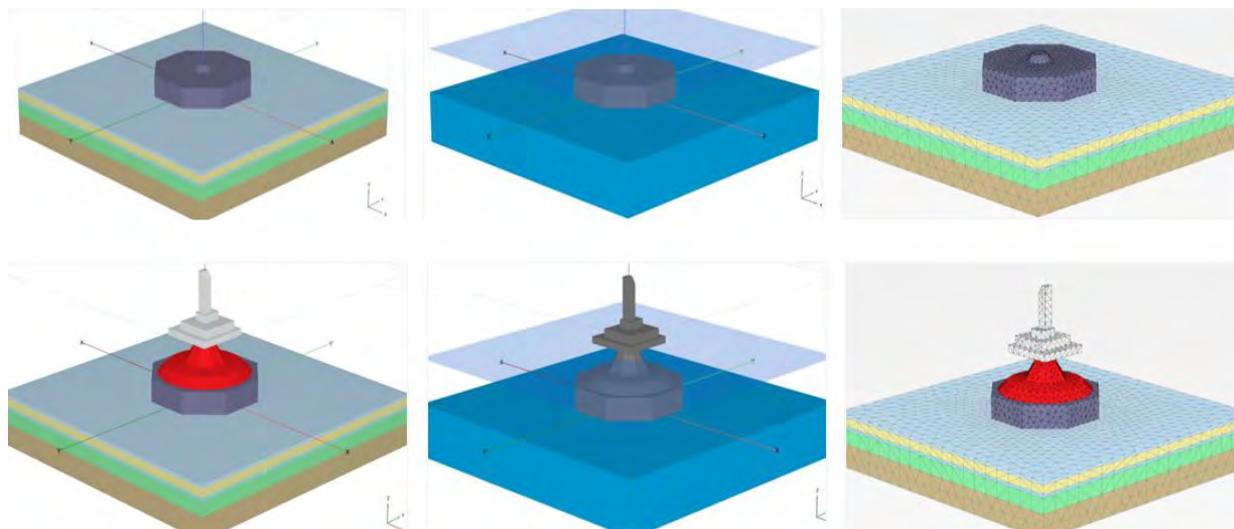


Рис. 3. Расчетные конечно-элементные модели погружной комбинированной буровой установки с железобетонным опорным основанием (подставкой)

Полученные результаты расчетов позволили оценить уровень напряженно-деформированного состояния грунтового основания и перемещений комбинированной буровой установки при эксплуатации в безледовый и ледовый периоды (рис. 4, 5). Общий подход определения минимально

допустимых характеристик грунтового основания заключается в определении максимальной нагрузки на грунт, с учетом воздействия экстремальных внешних условий, и далее определению соответствующих параметров грунтового основания, при которых не наступает его разрушения [9, 13, 14].

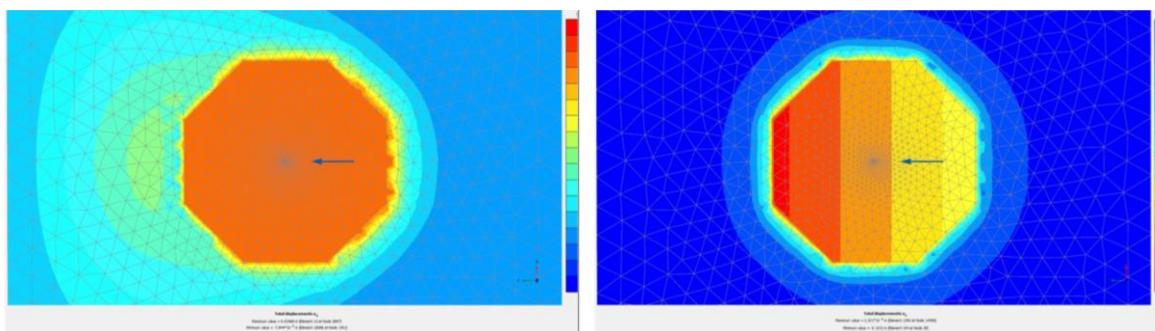


Рис. 4. Уровень смещений грунтового массива от совместного действия ледовой нагрузки и веса установки по осям приложенной нагрузки

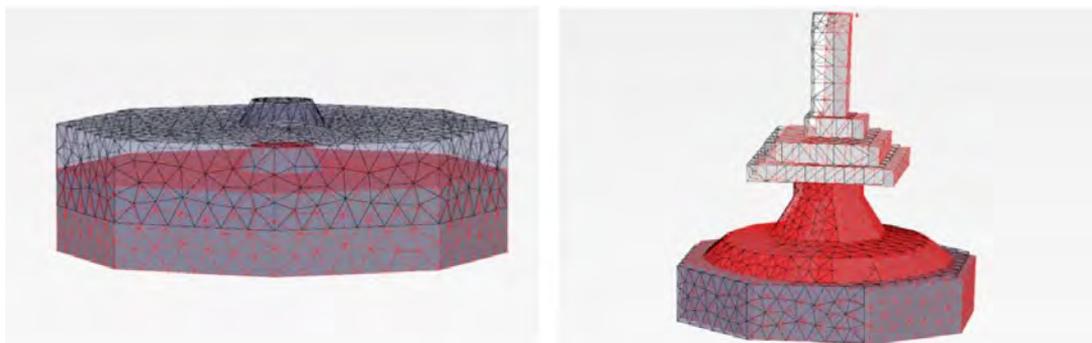


Рис. 4. Оценка устойчивости на грунте (начальное положение буровой установки и после приложения нагрузки)

При эксплуатации комбинированной буровой установки в комплексе с подставкой, расширяющей диапазон глубин, устойчивость против сдвига всей

конструкции вместе с верхним строением, в большей степени, обеспечивается за счет силы веса подставки, непосредственно опирающейся на грунт,

а прижимная нагрузка буровой установки должна обеспечивать ее устойчивость против опрокидывания.

В работе определены напряжения по контакту днища с грунтовым основанием, с учетом действия опрокидывающего момента. Для определения максимальных напряжений по контакту днища, возможных в процессе эксплуатации, принят диапазон расчетных горизонтальных нагрузок от 80 до 140 МН.

В результате расчетов определена несущая способность песчаного, глинистого, супесчаных и суглинистых грунтов – минимальные параметры грунта для варианта эксплуатации буровой установки без железобетонной подставки и с подставкой. Полученные в результате расчетов минимально допустимые характеристики грунтового основания для постановки на грунт комбинированной буровой установки, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета (параметры грунтов)

Горизонтальная нагрузка, МН	Минимально допустимые характеристики грунтового основания			
	БУ		Подставка	
	Угол внутреннего трения φ, град.	Удельное сцепление с, кПа	Угол внутреннего трения φ, град.	Удельное сцепление с, кПа
Песчаные грунты				
80	16	–	> 22	–
110	17	–		–
140	18	–		–
Супеси и суглинки				
80	> 15	> 0	> 20	8
110		2		9
140		3		10
Глинистые грунты				
80	–	16	–	52
110	–	18	–	56
140	–	20	–	59

При наличии на месторождении грунтовых условий, хуже указанных в таблице 2 для обеспечения устойчивости буровой установки может быть рассмотрен вариант применения инженерной подготовки грунтового основания, заключающийся в замене верхнего слоя грунта, или вариант установки с заглублением в предварительно подготовленный котлован, а также обвалование камнем и других мероприятий.

Заключение

Авторами сформированы архитектурно-конструктивные и технические решения в отношении буровой установки для выполнения круглогодичного поисково-разведочного бурения в акваториях с коротким безледовым сезоном или неполным очищением ото льда. Выбранные габаритные размеры позволяют обеспечить устойчивость как самостоятельно устанавливаемой стальной водоизмещающей платформы, так и комплекса стальной буровой установки с подставкой при воздействии ледовых нагрузок, соответствующих круглогодичной эксплуатации при расчетных минимально допустимых характеристиках грунта. Определен общий подход к выбору минимально допустимых характеристик грунтового основания с учетом воздействия экстремальных внешних нагрузок для обеспечения устойчивости

комбинированной буровой установки в диапазоне глубин от 8 до 60 м.

Предложенная авторами в работе концепция погружной комбинированной буровой установки для круглогодичного поисково-разведочного бурения в условиях Арктики является перспективной для реализации. Данная концепция содержит апробированные решения в части стальной платформы, позволяющей самостоятельно производить буровые работы на глубинах моря от 8-10 до 25-30 м. Железобетонная подставка позволяет увеличить диапазон глубин до 60 м. Представленная в работе буровая установка является мобильным техническим средством, что подтверждается возможностью оперативной ее перестановки на новое место эксплуатации и это качество имеет особую актуальность в условиях Арктики.

В рамках межведомственной рабочей группы под совместным кураторством Минэнерго и Минвостокразвития России данная концепция комбинированной буровой установки была определена как одна из наиболее экономически эффективных и технически осуществимых.

Результаты работы могут быть применены в области технологий морского бурения при создании технических средств для поисково-разведочного бурения в условиях Арктики.

Литература

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, Указ № 642 01.12.2016 г.
2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г., Указ № 645 от 26.10.2020 г.
3. Патент 2 745 457 Российская Федерация, МПК E 02/1700. Морское гравитационное сооружение для арктических условий / Н.В. Амосова, И.Л. Благовидова, Кобылин А.Е., В.Ф. Ленский, А.В. Пьянов / заявитель

- и патентообладатель Акционерное общество «Центральное конструкторское бюро «Коралл» – № 2020127130, заявл. 12.08.2020. опублик. 25.03.2021, Бюл. № 9.
4. Амосова Н.В., Погружная комбинированная буровая установка для круглогодичного бурения в арктических условиях / Н.В. Амосова, И.Л. Благовидова, О.А. Иванова, Н.С. Иванова, А.В. Пьянов, А.С. Тertyshnikova // Судостроение. Номер: 4 (857), – С.Пб.: Изд-во АО «ЦТСС», 2021. – С. 29–33.
 5. Митрофанов И.Б., Особенности взаимодействия ледовых образований с ледостойкими сооружениями, предназначенными для освоения месторождения Каменномыское-море / И.Б. Митрофанов, А.М. Карпов, Е.Б. Карулин, И.Л. Благовидова, А.С. Тertyshnikova // Науч.-технич. журнал Проектирование и разработка нефтегазовых месторождений. 2018. № 1. С. 3-9.
 6. Ленский В.Ф., Перспективные концепции технических средств для освоения глубоководных акваторий арктических морей / В.Ф. Ленский, А.Г. Махмутов, М.В. Ковалев, И.Л. Благовидова, А.С. Тertyshnikova // RAO/CIS Offshore 2017: Труды. – СПб.: Химиздат, 2013. с. 153.
 7. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. Корпус. НД № 2-020101-152. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2022. – 337 с.
 8. СП 38.13330.2018 «СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)». М.: Минстрой России, с изм. 1 2022 г.
 9. Иванов П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений: учеб. для гидротехн. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1985. – 352 с., ил.
 10. Жданев О.В., Фролов К.Н., Кonyгин А.Е., Гехаев М.Р. Разведочное бурение на арктическом и дальневосточном шельфе России // Арктика: экология и экономика. – 2020. – № 3 (39) – С. 112–125. – DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-112-125.
 11. «Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ». Российский морской регистр судоходства, 2018.
 12. ISO 19906 Petroleum and natural gas industries. Arctic offshore structure. International Organization for Standardization. 2019.
 13. СП.22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений» (Приказ Минстроя России от 16 декабря 2016 г. № 970/пр).
 14. СП 23.13330.2011 «Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85».

References

1. Strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii [Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation]. Ukaz № 642 01.12.2016 g.
2. Strategiya razvitiya Arkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii i obespecheniya natsional'noy bezopasnosti na period do 2035 g. [Strategy for the development of the Arctic Zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2035]. Ukaz № 645 ot 26.10.2020 g.
3. Patent 2 745 457 Rossiyskaya Federatsiya, MPK E 02/1700. Amosova, N.V., Blagovidova, I.L., Konygin A.E., Lenskiy, V.F., P'yanov, A.V. Morskoe gravitatsionnoe sooruzhenie dlya arkticheskikh usloviy [Marine gravity facility for Arctic conditions]. Zayavitel' i patentoobladatel' Aktsionernoe obshchestvo «Tsentral'noe konstruktorskoe byuro «Korall» – № 2020127130, zayavl. 12.08.2020. opubl. 25.03.2021, Byul. № 9.
4. Amosova, N.V., Blagovidova, I.L., Ivanova, O.A., Ivanova, N.S., P'yanov, A.V., Tertyshnikova, A.S. Pogruzhnaya kombinirovannaya burovaya ustanovka dlya kruglogodichnogo bureniya v arkticheskikh usloviyakh [Submersible combined drilling rig for year-round drilling in Arctic conditions]. Nomer: 4 (857), – S.Pb.: Izd-vo AO «TsTSS», 2021. – S. 29–33.
5. Mitrofanov, I.B., Karpov, A.M., Karulin, E.B., Blagovidova, I.L., Tertyshnikova, A.S. Osobennosti vzaimodeystviya ledovykh obrazovaniy s ledostoykimi sooruzheniyami, prednaznachennymi dlya osvoeniya mestorozhdeniya Kamennomyskoye-more [Features of the interaction of ice formations with ice-resistant structures intended for the development of the Kamennomyskoye-Sea]. Nauch.-tekhnich. zhurnal Proektirovanie i razrabotka neftegazovykh mestorozhdeniy. 2018. № 1. S. 3-9.
6. Lenskiy V.F., A.G. Makhmutoy, M.V. Kovalev, I.L. Blagovidova, Tertyshnikova, A.S. Perspektivnyye kontseptsii tekhnicheskikh sredstv dlya osvoeniya glubokovodnykh akvatoriy arkticheskikh morey [Promising concepts of technical means for the development of deep-water areas of the Arctic seas]. RAO/CIS Offshore 2017: Trudy. – SPb.: Khimizdat, 2013. s. 153.
7. Pravila klassifikatsii i postroyki morskikh sudov. Chast' II. Korpus [Rules of classification and construction of sea vessels. Part II. Hull]. ND № 2-020101-152. – SPb. Rossiyskiy morskoy registr sudokhodstva, 2022. 337 s.
8. SP 38.13330.2018 «SNiP 2.06.04-82*. Nagruzki i vozdeystviya na gidrotekhnicheskie sooruzheniya (volnovye, ledovye i ot sudov) [Loads and impacts on hydraulic structures (wave, ice and from ships)]. M.: Minstroy Rossii, s izm. 1 2022.
9. Ivanov P.L. Grunty i osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy [Soils and foundations of hydraulic structures]. Ucheb. dlya gidrotekhn. spets. vuzov. – M.: Vysshaya shkola, 1985. – 352 s., il.
10. Zhdaneev O.V., Frolov K.N., Konygin A.E., Gekhaev, M.R. Razvedochnoe burenie na arkticheskoy i dal'nevostochnoy shelfe Rossii [Exploratory drilling on the Arctic and Far Eastern shelf of Russia]. Arktika: ekologiya i ekonomika. – 2020. – № 3 (39) – S. 112–125. – DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-112-125.
11. «Pravila klassifikatsii, postroyki i oborudovaniya plavuchikh burovykh ustanovok i morskikh statsionarnykh platform» [Rules for classification, construction and equipment of floating drilling rigs and offshore stationary platforms]. Rossiyskiy morskoy registr sudokhodstva, 2018.

12. «ISO 19906 Petroleum and natural gas industries. Arctic offshore structure. International Organization for Standardization. 2019.
13. SP.22.13330.2016 «СНиП 2.02.01-83*. Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy» [Foundations of buildings and structures]. Prikaz Minstroya Rossii ot 16 dekabrya 2016 g. № 970/pr.
14. SP 23.13330.2011 «Osnovaniya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy» [Foundations of hydraulic structures]. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.02.02-85».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ирина Львовна Благовидова, заместитель начальника отдела АО «ЦКБ «Коралл», 299045, г. Севастополь, ул. Репина, 1; доцент кафедры «Океанотехника и кораблестроение», Севастопольский государственный университет, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: blagovidova@yandex.ru

Irina L. Blagovidova, Deputy Manager of General Engineering, Central Design Bureau "Corall" JSC, Repina, 1, Sevastopol, 299045, Russian Federation; assistant professor of the Department of Ocean engineering and shipbuilding, Sevastopol State University, Universitetskaya, 33, Sevastopol, 299053, Russian Federation, e-mail: blagovidova@yandex.ru

Ольга Александровна Иванова, кандидат технических наук, инженер-конструктор 1-й категории, АО «ЦКБ «Коралл», 299045, г. Севастополь, ул. Репина, 1; доцент кафедры «Океанотехника и кораблестроение», Севастопольский государственный университет, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: o.a.ivanova.kmt@mail.ru

Olga A. Ivanova, Ph.D. (Eng), design engineer of 1st category, Central Design Bureau "Corall" JSC, Repina, 1, Sevastopol, 299045, Russian Federation; assistant professor of the Department of Ocean engineering and shipbuilding, Sevastopol State University, Universitetskaya, 33, Sevastopol, 299053, Russian Federation, e-mail: o.a.ivanova.kmt@mail.ru

Статья поступила в редакцию/the article was submitted 20.06.2022.

Одобрена после рецензирования/approved after reviewing 21.07.2022.

Принята к публикации/accepted for publication 23.08.2022.

Есть на складе издательства НИЦ МОРИНТЕХ

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**

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**

Скорыходов Д.А., Турусов С.Н. Теория систем автоматического управления техническими средствами кораблей. Курс лекций – СПб.: НИЦ «Моринтех», 2022. 300 стр.

В курсе лекций рассматриваются основные вопросы теории систем автоматического управления линейных, нелинейных, импульсных, цифровых, адаптивных и оптимальных, основанный на дифференциальных уравнениях и передаточных функциях, способствующих физическому пониманию процессов, происходящих в системах автоматического управления, для дальнейшего усвоения особенностей применения матричных уравнений для исследования устойчивости и качества современных цифровых систем автоматического управления.

Есть в продаже: **цена 1800 руб. + пересылка**