ISSN 2949–3838

HYDROCOSMOS
ГИДРОКОСМОС

3-4 ТОМ 1, 2 '23

российский научный журнал | russian scientific journal

ЦЕНТР ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Д. В. Никущенко
научный редактор журнала «Гидрокосмос»

доктор технических наук, профессор,
Почетный работник сферы образования
Российской Федерации,
член Национального комитета
по теоретической и прикладной
механике РАН

Уважаемые коллеги,

представляю вашему вниманию новый выпуск научного журнала «Гидрокосмос» — журнала, посвященного исследованиям одного из самых интересных и, наверное, наименее изученного из чудес на Земле — Мирового океана.

Технологии, используемые в подводных исследованиях, являются одними из самых технически сложных, а цена ошибки как при подготовке к исследованиям, так и при их выполнении крайне велика. Это определяет особые технические требования к проведению таких исследований и к используемым средствам. Подводная археология, разведка ресурсов, свойства материалов, прочность и устойчивость конструкций, свойства среды, затрудняющие исследования, даже психологические факторы — все это и многое другое является предметом исследований, публикуемых в журнале.

Такая направленность журнала определяет его мультидисциплинарность, так как публикуемые нами статьи весьма разнообразны и используют разные подходы и методологию, начиная от истории нашей страны и заканчивая характеристиками технических средств освоения Мирового океана.

Настоящий выпуск посвящен 100-летию ЭПРОНа, организации, созданной в 1923 году для подъема затонувших судов и подводных лодок, а также выполнения разного рода подводных работ. ЭПРОН оказал огромное влияние на организацию аварийно-спасательных работ в нашей стране, археологических исследований и даже на проведение подводных киносъемок, внес существенный вклад в победу нашей страны в Великой Отечественной войне.

Уверен, в новом выпуске нашего журнала каждый найдет для себя что-то новое, интересное, увлекательное.

Интересного чтения!

Центр подводных исследований Русского географического общества

ГИДРОКОСМОС

Российский научный журнал

Том 1, 2, № 3–4
2023

HYDROCOSMOS

Russian scientific journal

Vol. 1, 2, No. 3–4
2023

Underwater Research Center of the Russian Geographical Society

РЕДАКЦИОННАЯ ПОЛИТИКА

01. Цели и задачи

Научный журнал «Гидрокосмос» — первое в России междисциплинарное издание о подводных исследованиях. Он задуман как площадка для обсуждения научных проблем изучения свидетельств взаимодействия людей с морями, озерами и реками, исследованиям смежных занятий и ремесел, а также ныне затопленных участков суши. В повестку издания входят вопросы по теории и методологии подводных исследований, проблемы морской археологии, связанные с консервацией и реставрацией предметов, обнаруженных в воде, вопросы сохранности объектов культурного наследия, технического, медицинского, организационного и юридического обеспечения подводных археологических работ. Журнал «Гидрокосмос» создан как инструмент для укрепления сообщества теоретиков и практиков подводных исследований, для обеспечения синергии в дальнейшем развитии отрасли в России.

Журнал издается в русской и англоязычной версиях, поскольку для нас важно продвижение российской науки за рубежом и содействие самому широкому взаимодействию и научному обмену в среде ученых и энтузиастов, связанных с подводной археологией.

Фотография **В. Ляшенко**

Редакция журнала «Гидрокосмос» ставит перед собой цель бороться за высокий научный уровень публикаций и войти в российские и международные научные рейтинги. В 2023 году журнал будет подан на включение в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Все публикуемые материалы оформляются в соответствии с международными стандартами и снабжаются аннотациями, ключевыми словами и списком источников и литературы.

02. Общие требования

Исходя из целей журнала, предъявляются требования к публикуемым статьям. Они должны содержать постановку научной проблемы, описание источников, на которых построена статья, описание методики, примененной автором в своем исследовании, вывод, соответствующий теме и названию статьи. Статья должна содержать полный список использованной литературы и источников (на которые есть ссылки в самой статье), а также ссылки на них на языке оригинала с транслитерацией на русский или английский язык в соответствии с редакционными правилами. Не рекомендуется использовать энциклопедические статьи (печатные и электронные) в качестве источников, если только они не являются объектом исследования. Авторам рекомендуется по возможности ссылаться на печатные, а не электронные издания. Плагиат не допускается. В случаях самоцитирования авторы должны указать источник ранее опубликованной информации и обосновать необходимость ссылки на такой источник.

В случае соавторства редакция оставляет за собой право запросить объяснение степени вклада каждого автора в конкретную статью. Авторы обязаны предоставить информацию о том, что их исследование имеет особое финансирование (в рамках грантов, субсидий и т.п.). Авторы несут ответственность за то, что права на публикацию предоставленных ими иллюстраций (фотографий, схем, чертежей и др.) действительно принадлежат авторам либо предоставлены авторам в законном порядке. Редакция оставляет за собой право запрашивать у авторов разъяснения по данному вопросу. Иллюстрации, предоставленные авторами, могут быть отвергнуты по причине их несоответствия техническим требованиям.

Журнал «Гидрокосмос» поощряет дискуссии на своих страницах. В любом случае автору критикуемой статьи или другой публикации в нашем журнале будет предоставлена возможность ответить оппонентам на страницах журнала (при соблюдении всех правил, которыми руководствуется редакция).

03. Периодичность

Журнал «Гидрокосмос» является ежеквартальным изданием.

04. Открытый доступ

Все публикации журнала находятся в непосредственном открытом доступе с целью способствовать глобальному обмену знаниями. Журнал издается в электронном виде и размещен на сайте «гидрокосмос.рф». Бумажная версия журнала является дополнительной по отношению к электронной.

05. Рецензирование

Все статьи проходят двойное слепое рецензирование, то есть осуществляется по принципу «double blind», т.е. анонимно: имена авторов и рецензентов не раскрываются друг другу. Переписка автора и рецензента происходит через редакцию.

06. Этика

Редакционная коллегия несет ответственность за все опубликованные материалы. Редакционная коллегия стремится строго придерживаться комплекса процедур, обеспечивающих высокое качество публикуемых материалов, совершенствовать его, защищать свободу выражения мнений, культуру научной дискуссии, высокие интеллектуальные и этические стандарты. Решение редакционной коллегии принять или отклонить статью основывается исключительно на ее важности, оригинальности, научном качестве, достоверности результатов исследования, соответствии тематике журнала. Редакционная коллегия в своей деятельности строго следует установленным процедурам и правилам, включая соблюдение сроков работы с предоставленными материалами, и рассчитывает на понимание и сотрудничество авторов в этом вопросе. Редакционная коллегия ожидает от рецензентов, задействованных в процедуре двойного слепого рецензирования, соблюдения установленных правил, в частности, сохранения полной конфиденциальности присланных материалов, раскрытия возможного конфликта интересов, соблюдения этических норм. Редакционная коллегия не раскрывает личных данных рецензентов без их письменного согласия.

Редакционная коллегия обязуется соблюдать законодательство Российской Федерации, связанное с вопросами конфиденциальности, в том числе Федеральный закон № 152 ФЗ «О защите данных» от 27 июля 2006 г. и Федеральный закон № 149 ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27 июля 2006 г. со всеми соответствующими изменениями в эти акты. Кроме того, независимо от законодательства, редакционная коллегия обязуется всегда защищать конфиденциальность личной информации, полученной в ходе исследований или профессиональной деятельности. При необходимости редакция имеет право запросить письменное информированное согласие на публикацию у лиц, которые могут узнать себя или быть идентифицированными другими (например, по историям болезни или фотографиям). В своей деятельности редколлегия руководствуется рекомендациями международного Комитета по публикационной этике (COPE).

07. Плата за публикацию

Плата за публикацию статьи, ее рецензирование или другую обработку не взимается.

08. Обязанности авторов

Автор, отправляющий рукопись на рассмотрение в журнал, подтверждает, что она является оригинальной, то есть не публиковалась ранее в других изданиях в нынешней или близкой по содержанию форме и не находится на рассмотрении в другом журнале. Если работа основана на материале, ранее опубликованном в качестве доклада, препринта, рабочего материала, следует уведомить об этом редакцию.

В список авторов включаются только лица, внесшие существенный вклад в проведение исследования и все они подтверждают свое согласие на представление рукописи в журнал. При этом автор, который поддерживает контакт с редакцией, не принимает единоличных решений и уведомляет всех своих соавторов о возможных исправлениях в статье.

Авторы должны представлять результаты своих исследований честно, без фабрикации, фальсификации или недобросовестного манипулирования данными.

Авторы гарантируют отсутствие в работе плагиата в любой форме; в случае использования работ или утверждений других лиц авторы предоставляют соответствующие библиографические ссылки или цитаты.

Авторы должны избегать самоплагиата и корректно ссылаться на свои предыдущие работы. Представление одних и тех же данных в нескольких публикациях, дословное копирование и перефразирование собственных работ автора недопустимы.

Авторы обязаны раскрывать в своих рукописях финансовые или другие существующие конфликты интересов (в том числе гранты и другое финансовое обеспечение), которые могут быть восприняты как оказавшие влияние на результаты или выводы, представленные в работе.

В случае обнаружения существенных ошибок или неточностей в своей уже опубликованной работе автор должен своевременно уведомить об этом редакцию и принять совместное с ней решение о возможной форме их исправления.

09. Отзыв (ретракция) статей

При рассмотрении ситуаций, связанных с отзывом (ретракцией) статей, редакция и издатель журнала руководствуются рекомендациями Комитета по публикационной этике (COPE Retraction Guidelines) и Совета по этике АНРИ (Правило отзыва (ретрагирования) статьи от публикации).

Основания для отзыва статьи:

— обнаружение в статье серьезных ошибок или фальсификации данных, что ставит под сомнение ее научную ценность;

— дублирование публикации в нескольких изданиях;

— обнаружение некорректных заимствований (плагиата) в публикации.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
***С. Г. Фокин**, исполнительный директор АНО «ЦПИ РГО», г. Санкт-Петербург, Россия*

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:
***Д. В. Никущенко**, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, доктор технических наук, профессор, Почетный работник сферы образования Российской Федерации, член Национального комитета по теоретической и прикладной механике РАН г. Санкт-Петербург, Россия*

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ:
***К. Б. Назаренко**, Институт истории СПбГУ, доктор исторических наук, профессор, г. Санкт-Петербург, Россия*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
***Г. А. Гребенщикова**, доктор исторических наук, Академик РАЕН, г. Санкт-Петербург, Россия*

***М. В. Ковальчук**, декан физического факультета СПбГУ, заведующий кафедрой ядерно-физических методов исследования, президент НИЦ «Курчатовский институт», доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, г. Москва, Россия*

***Д. П. Зверев**, начальник кафедры физиологии подводного плавания Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, кандидат медицинских наук, профессор, г. Санкт-Петербург, Россия*

***В. В. Лобынцев**, доцент кафедры «Электроэнергетика транспорта» Института транспортной техники и систем управления Российского университета транспорта, кандидат технических наук, г. Москва, Россия*

***Д. Ю. Минкин**, профессор, доктор технических наук, г. Санкт-Петербург, Россия*

***А. А. Мясников**, доктор медицинских наук, профессор кафедры физиологии подводного плавания Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия*

***Р. Ш. Нехай**, директор ФГБУ «Центральный военно-морской музей имени императора Петра Великого» Министерства обороны РФ, кандидат политических наук, г. Санкт-Петербург, Россия*

***С. В. Ольховский**, заведующий Центром подводного археологического наследия Института археологии РАН, профессор, доктор геологических наук, г. Москва, Россия*

***Г. А. Фокин**, генеральный директор ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» — Санкт-Петербург, доктор технических наук, г. Санкт-Петербург, Россия*

РЕДАКТОР-АДМИНИСТРАТОР:
***И. А. Аксенова**, проектный менджер АНО «ЦПИ РГО», г. Санкт-Петербург, Россия*

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР, ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:
***Т. В. Синицына**, АНО «ЦПИ РГО», г. Москва, Россия*

ДИЗАЙН, КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА:
***А. В. Уколова**, АНО «ЦПИ РГО», г. Санкт-Петербург, Россия*

РЕЦЕНЗЕНТЫ НОМЕРА:
П. А. Боровиков
В. В. Вахонеев, канд. ист. наук
Н. А. Грязнов, кан. ф-м. наук
Д. П. Зверев, канд. мед. наук
В. В. Кораблев, д-р физ.-мат. наук
М. В. Краморенко, канд. тех. наук
И. Ю. Крылов, канд. тех. наук
В. В. Лобынцев, канд. техн. наук
А. Н. Мазуркевич
А. А. Мясников, д-р. мед. наук
Д. Д. Пиганов
Д. В. Реймов, канд. мед. наук
А. В. Усов, доцент

ISSN 2949-3838
Гидрокосмос.
2023. Том 1, 2. № 3–4. 1–154.
Подписано в печать: 27.11.2023.
Дата выхода в свет: 20.12.2023.
Формат 60x90/8. Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии «АМ–Медиа»
197082, Санкт-Петербург,
Камышовая ул., 34, корп. 2
E-mail: saenko@am-media.spb.ru
тел.: +7 921 848–24–23

Полное или частичное воспроизведение материалов возможно только по согласованию с редакцией.
Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции.

Статья может быть отозвана по официальному обращению авторов, мотивированно объяснивших причину своего решения, а также по инициативе редакции журнала или издателя на основании собственной экспертизы. В последнем случае автору (или ведущему автору в составе коллектива авторов) направляется официальное письмо с информацией о причинах отзыва статьи.

После отзыва статья остается на сайте журнала в составе соответствующего выпуска и сохраняет идентификатор DOI, но помечается как отозванная. Такая же пометка делается в оглавлении выпуска. PDF-версия статьи заменяется идентичной версией с водяным знаком, указывающим на каждой странице, что статья отозвана.

Редакция публикует заявление об отзыве статьи с указанием причин и даты ретракции на официальном сайте журнала и в ближайшем печатном выпуске.

Информация об отзыве статьи и ее PDF-версия с соответствующей маркировкой направляются в НЭБ (elibrary.ru) и другие библиографические базы, в которые включен журнал.

10. Политика раскрытия и конфликты интересов

Неопубликованные данные, полученные из представленных к рассмотрению рукописей, нельзя использовать в личных исследованиях без письменного согласия Автора.

Информация или идеи, полученные в ходе рецензирования и связанные с возможными преимуществами, должны сохраняться конфиденциальными и не использоваться с целью получения личной выгоды.

Рецензенты не должны участвовать в рассмотрении рукописей в случае наличия конфликтов интересов вследствие конкурентных, совместных и других взаимодействий и отношений с любым из Авторов, компаниями или другими организациями, связанными с представленной работой.

РЕДАКЦИЯ УТОЧНЯЕТ

В предыдущем выпуске журнала (Т. 1,1. № 1–2, 2023) допущена неточность. Авторские права на следующие изображения: стр. 48, рис. 2в. Гидроакустическое изображение СКР «Эстербрюгге» на дне, полученное с помощью гидролокатора бокового обзора; стр. 140, рис. 1. Сонограмма российского парусно-винтового деревянного клиппера «Джигит», — принадлежат Иванову М. С. Редакция приносит извинения за допущенные неточности.

Учредитель и издатель	Автономная некоммерческая организация «Центр подводных исследований Русского географического общества» (https://urc-rgs.ru)
Периодичность	Ежеквартально (4 раза в год)
Сайт	гидрокосмос.рф
Адрес учредителя и издателя	191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3., Лит. А.
E-mail	hydrocosmos@urc-rgs.ru
Телефон	+7 812 327 45 05
Распространение	Распространяется бесплатно

Знаком информационной продукции не маркируется

EDITORIAL POLICY

01. Aims and objectives

The scientific journal “Hydrocosmos” is Russia’s first interdisciplinary publication on underwater research. It is conceived as a platform for discussing scientific problems, namely, studying the evidence of human interaction with seas, lakes and rivers, research of related activities and crafts as well as exploration of currently submerged land areas. The periodical’s agenda includes different issues on the theory and methodology of underwater research; the problems of marine archaeology relating to conservation and restoration of subsea-found objects; the issues of preservation of cultural heritage objects; technical, medical, organisational and legal support of underwater archaeological works. “Hydrocosmos” was set up as a tool to consolidate the community of underwater research theorists and practitioners, to ensure synergy in further development of this industry in Russia.

Photo by **V. Lyashenko**

The journal is published in Russian and English versions, since it is important for us to promote Russian science abroad and to facilitate maximum possible interaction and scientific exchange among scientists and enthusiasts involved in underwater archaeology.

The editorial board of the journal "Hydrocosmos" aims to secure high scientific level of its publications and to enter the Russian and international scientific rankings. In 2024 the journal will be submitted for inclusion in the Russian Science Citation Index (RSCI). All published materials are formatted in accordance with the international standards and provided with abstracts, keywords, a list of sources and references.

02. General requirements

Proceeding from the objectives of the journal, certain requirements are set for published articles. They should contain a statement of the scientific problem, description of sources underlying the article, description of methodology applied by the author in his/her research, a conclusion substantiating the subject and title of the article. The article should contain a complete list of used literature and sources (referred to in the article), with references to them in the original language and with transliteration into Russian or English in accordance with the editorial rules. It is not recommended to use encyclopaedic articles (printed and electronic) as sources unless they represent a subject of the research. The authors are advised to refer to printed rather than electronic publications whenever possible. Plagiarism is not allowed. In cases of self-citation, the authors should refer to the source of previously published information and justify the need to refer to this source.

In case of co-authorship, the editorial board reserves the right to inquire about the extent of contribution of each author to the article. The authors are obliged to provide due information in case their research has special funding (within the framework of grants, subsidies, etc.). The authors should responsibly confirm that the right to publish the illustrations (photographs, charts, drawings, etc.) provided by them really belongs to them or is legally granted to them. The editorial board reserves the right to ask the authors' clarification with respect to the above. Illustrations provided by authors may be rejected for the reason of their non-compliance with the technical requirements.

The journal "Hydrocosmos" encourages discussions in its pages. In any case, the author of a criticised article or other publication in our journal will be given an opportunity to respond to the opponents on the pages of the journal (subject to all rules adhered to by the editorial board).

03. Publication frequency

The journal "Hydrocosmos" is a quarterly edition.

04. Open Access

All publications of the journal are in direct and open access in order to promote global knowledge exchange. The journal is published in electronic form and is available on the website hydrocosmos.ru. The paper version of the journal is complementary to the electronic one.

05. Reviewing

All articles are double-blind peer reviewed, which means that reviewing is performed according to the "double-blind" principle, i.e. anonymously: the names of authors and reviewers are not disclosed to each other. The correspondence between the author and the reviewer takes place through the editorial board.

06. Ethics

The editorial board is responsible for all published materials. The editorial board endeavours to strictly adhere to a set of procedures aimed to ensure high quality of the published materials, to improve it, to protect freedom of expression, culture of scientific discussion, high intellectual and ethical standards. The editorial board's decision to accept or reject an article is based solely on its importance, originality, scientific quality, reliability of research results, compliance with the journal's subject area. The editorial board strictly follows the established procedures and rules in its activities, including compliance with deadlines for working with submitted materials, and relies on understanding and co-operation of authors with respect to this. The editorial board expects the reviewers involved in double-blind review procedure to comply with the established rules, in particular, to maintain full confidentiality of submitted materials, to disclose possible conflicts of interest and to observe ethical standards. The editorial board does not disclose the reviewers' personal data without their written consent.

The editorial board undertakes to comply with the legislation of the Russian Federation related to privacy issues, including the Federal Law No. 152-FZ "On Data Protection" as of 27 July 2006 and the Federal Law "On Information, Information Technologies and Information Protection" No. 149-FZ as of 27 July 2006, with all relevant amendments to these acts. In addition, regardless of the legislation, the editorial board commits itself to always protect confidentiality of personal information obtained in the course of research or professional activity. If necessary, the editorial board has the right to request written informed consent for publication from persons who may recognise themselves or be identified by others (e.g. on the basis of medical history records or photographs). The editorial board is guided in its activities by recommendations of the International Committee on Publication Ethics (CORE).

07. Publication fee

No fee is charged for publication of articles, their review or other processing.

08. Authors' responsibilities

The author submitting a manuscript to the journal for consideration confirms that it is original, i.e., it has not been previously published in other editions in its present or similar form (in terms of content) and is not under review by any other journal. If the work is based on the material previously published as a report/paper, preprint, working material, the editorial board must be notified about it.

Only the scholars who have made a significant contribution to the research are included in the list of authors, and all of them confirm their consent to submit the manuscript to the journal. The author who maintains contact with the editorial board does not take sole decisions and notifies all the other co-authors about possible corrections to the article.

The authors must present the results of their research honestly, with no fabrication, falsification or unfair manipulation of data.

The authors guarantee that the work is free from plagiarism in any form; when using the works or statements of other writers, the authors provide appropriate bibliographic references or citations.

The authors must avoid self-plagiarism and refer to their previous works in a correct manner. Presentation of the same data in several publications, verbatim copying and paraphrasing of the author's own works is unacceptable.

The authors are required to disclose any financial or other existing conflicts of interest in their manuscripts (including grants and other financial support) that could be perceived as having influenced the results or conclusions presented in the paper.

In case the author reveals some significant errors or inaccuracies in his/her work, already published, he/she must notify the editorial board about it in a timely manner and make a joint decision with the editorial board on the possible form of their correction.

09. Withdrawal (retraction) of articles

When considering the situations related to withdrawal (retraction) of articles, the editorial board and the journal publisher are guided by the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE Retraction Guidelines) and those of the Council on Scientific Publications Ethics under the Association of Scientific Editors and Publishers (ASEP) (the Rule for withdrawal (retraction) of an article from publication).

The grounds for withdrawal of an article:

— revealing serious errors or falsification of data in the article, which brings its scientific value into question

— duplication of the publication in several editions

— revealing unattributed borrowing (plagiarism) in the publication

EDITOR-IN-CHIEF:
***S. G. Fokin**, executive director of Autonomous Nonprofit Organisation "Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society", St. Petersburg, Russia*

SCIENTIFIC EDITOR:
***K. V. Nikuschenko**, St. Petersburg State Marine Technical University, doctor of technical sciences, professor, Hororable worker of education of the Russian Federation, Member of the National Committee on Theoretical and Applied Mechanics of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia*

SCIENTIFIC ADVISER:
***K. B. Nazarenko**, Institute of History of St. Petersburg State University, Doctor of History, Professor, St. Petersburg, Russia*

EDITORIAL BOARD:
***G. A. Grebenshikova**, Doctor of History, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, St. Petersburg, Russia*

***M. V. Kovalchuk**, President of National Research Centre "Kurchatov Institute", Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

***D. P. Zverev**, Head of Department of Physiology of Scuba Diving at S.M. Kirov Military Medical Academy, PhD (Medicine), Professor, St. Petersburg, Russia*

***V. V. Lobyntsev**, Associate Professor of Department of Electrical Engineering of Transport at the Institute of Transport Technologies and Control Systems of the Russian University of Transport, PhD (Technical Sciences), Moscow, Russia*

***D. Yu. Minkin**, Professor, Doctor of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia*

***A. A. Myasnikov**, Doctor of Medicine, Professor of Department of Physiology of Scuba Diving at S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia*

***R. Sh. Nekhai**, Director of Federal state budget-funded institution "Emperor Peter the Great Central Naval Museum" of the Ministry of Defence of the Russian Federation, PhD (Political Science), St. Petersburg, Russia*

***S. V. Olkhovsky**, Head of the Centre for Underwater Archaeological Heritage under the Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Geology, Moscow, Russia*

***G. A. Fokin**, Director General of Gazprom Transgaz St. Petersburg, LLC – St. Petersburg, Doctor of Technical Sciences, St. Petersburg, Russia*

ADMINISTRATIVE EDITOR:
***I. A. Aksenova**, Autonomous Nonprofit Organisation "Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society", St. Petersburg, Russia*

LITERARY EDITOR, PROOFREADER:
***T. V. Sinitsina**, Autonomous Nonprofit Organisation "Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society", Moscow, Russia*

DESIGN, LAYOUT:
***A. V. Ukolova**, Autonomous Nonprofit Organisation "Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society", St. Petersburg, Russia*

ISSUE REVIEWERS:
P. A. Borovikov; V. V. Vakhoneev, PhD (History); N. A. Gryaznov, PhD (Physics, Mathematics); D. P. Zverev PhD (Medicine); V. V. Korablev, Doctor of Physics and Mathematics, Professor; M. V. Kramorenko, PhD (Technical sciences); I. Yu. Krylov, PhD (Technical sciences); V. V. Lobyntsev, PhD (Technical Sciences); A. N. Mazurkevich; A. A. Myasnikov, Doctor of Medicine, Professor; D. D. Piganov; D. V. Reimov, PhD (Medicine); A. V. Usov, assistant professor.

ISSN 2949-3838
Hydrocosmos.
2023. Vol. 1, 2. no. 3–4. 1–154.
Signed for publication: 27.11.2023.
Publication date: 20.12.2023.
Format 60x90/8. Circulation 200 copies.

Printed at the printed house AM-Media
Kamyshovaya St., 34, bldg. 2,
St. Petersburg, 197082, Russia
E-mail: saenko@am-media.spb.ru
tel.: +7 921 848–24–23

For copying or reproduction for any purposes written persmission must be sought from the editorial team. Views expresse in the journal are those of the authors and do not neccessary represent those of the editoria team.

An article can be withdrawn following an official appeal of the authors who motivated the reason for their decision, as well as on the initiative of the editorial board or the journal publisher on the basis of their own expert examination. In the latter case, the author (or the lead author in the team of writers) is sent an official letter with the information on the reasons for withdrawal of the article.

After the withdrawal, the article remains on the journal's website as part of the pending issue and retains its DOI identifier, but is marked as withdrawn. The same marking is made in the table of contents of the issue. The PDF version of the article is replaced by an identical version with a watermark on each page indicating that the article has been withdrawn.

The editorial board publishes a statement about the article's withdrawal with indication of the reasons and the retraction date on the official website of the journal and in the pending print-version issue.

The information about withdrawal of the article, along with its PDF version with appropriate marking, is sent to the National Electronic Library (elibrary.ru) and other bibliographic databases in which the journal is included.

10. Disclosure policy and conflicts of interest

Any unpublished data contained in the manuscripts submitted for review may not be used in personal research without the Author's written consent.

The information or concepts obtained during the review and capable to yield possible benefits must be kept confidential and not be used for personal gain.

The reviewers must not participate in review of manuscripts in case of conflicts of interest caused by competitive, collaborative and other interaction and relations with any of the Authors, companies or other organisations connected with the submitted work.

EDITORS SPECIFY

In the previous issue of the journal (Vol. 1.1. No. 1–2, 2023) admitted inaccuracy. Copyright for the following images: page 48, rice. 2c. Hydroacoustic image of the Esterbrugge ship at the bottom,obtained using side-scan sonar; page 140, rice. 1. Sonogram of the Russian sail-screw wooden clipper "Dzhigit" - belongs to Ivanov M. S. The editors apologize for the inaccuracies.

Founder and Publisher	*Autonomous Nonprofit Organisation "Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society"* (https://urc-rgs.ru)
Publication Frequency	Qarterly
Website	hydrocosmos.ru
Postal address	3-A Zakharyevskaya Street, St. Petersburg, 191123, Russia
Email	hydrocosmos@urc-rgs.ru
Phone	+7 812 327 45 05
Subscription	Free distribution

Фотографии из архива ЦПИ РГО

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Текущий 2023 год — не только год создания нашего журнала, но и важный этап в истории освоения Россией Мирового океана. Исполнилось ровно 100 лет с момента создания Экспедиции подводных работ особого назначения (ЭПРОН). Также вековой рубеж преодолела отечественная гидронавтика.

Эти даты связаны между собой. ЭПРОН был учрежден в 1923 году для поиска английского парусного судна Prince, затонувшего в 1853 году у побережья Крыма. Для того чтобы найти судно и обеспечить работы на глубине более 100 метров, был создан гидростат Даниленко, который впоследствии получил название «ЭПРОН 1» и в сентябре 1923 года успешно прошел испытания. Аппарат пока не имел возможности самостоятельно маневрировать под водой, спускался под воду на жестком тросе, а воздух подавался через водолазную помпу. Для начала XX века это был технологический прорыв, который дал мощный толчок дальнейшему развитию в конструировании обитаемых и необитаемых аппаратов. Очередной бум создания подводной техники мы переживаем сейчас, когда в России ведутся активные разработки инновационной техники для различных подводно-технических работ.

ЭПРОН совмещал в себе научную, хозяйственную, спасательную составляющие — был многопрофильной организацией. В настоящий момент мы также видим, что развитие подводной техники возможно только через комплексный подход, обмен опытом между отраслями: научными исследованиями, деятельностью по обеспечению безопасности труда, промышленными разработками, просветительской деятельностью и пр. Идентичный подход лежит и в основе журнала «Гидрокосмос». Кстати, ЭПРОН заложил и традицию создания профильной литературы: сборники организации до сих пор актуальны, они иллюстрируют системный, разнопрофильный подход организации к решаемым, часто очень непростым проблемам.

ЭПРОН внес очень значимый вклад в становление подводной археологии как науки в нашей стране. С 1934 года научное руководство в организации осуществлял Рубен Абгарович Орбели, который ввел термин «гидроархеология». Большинство организаций, включая Центр подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО), считают себя продолжателями дела, начатого лично Рубеном Абгаровичем и ЭПРОНом.

Однако современность требует также новых направлений подводных исследований. К таким мы можем отнести экологическую безопасность водных пространств и путей. Здесь уже ведется серьезная работа, в том числе Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» совместно с ЦПИ РГО.

Арктика и регионы прохождения Северного морского пути сегодня активно исследуются и наблюдаются учеными, специалистами подводных работ. Отдельной целью их усилий является обеспечение радиационной безопасности на территории, которая когда-то была недосягаемым краем Земли, а сейчас — стратегически важная артерия нашего государства.

Любой подводный объект, радиационный или нет, кроме научного интереса, представляет собой потенциальную экологическую опасность. К ним, например, можно отнести затонувшие или затопленные в Балтике во время Великой Отечественной войны военные и гражданские суда, боеприпасы (мины). Последние могут быть взрывоопасны. Кроме того, на этих объектах может произойти утечка горюче-смазочных материалов, которые никуда с них не делись, что нанесет экологический вред морским обитателям.

Обеспечение сохранности подводных объектов и нивелирование потенциальной или реальной угрозы от них — важная составляющая научно-исследовательской работы. На страницах нашего журнала мы запускаем новый раздел, посвященный экологической безопасности подводных исследований. Надеемся, что круг авторов, обеспокоенных этой проблематикой, будет только расти, как пополняется количество ученых и практиков, пишущих в «Гидрокосмос» о научно-технических решениях, археологических находках, медицине и пр. Мы ждем, что вопросы, которые нас волнуют, будут углубленно и системно исследоваться на наших страницах.

Сергей Георгиевич Фокин,
исполнительный директор АНО «ЦПИ РГО»,
главный редактор журнала «Гидрокосмос»

СОДЕРЖАНИЕ

АПРИОРИ

16 ЭКСПЕДИЦИЯ ПОДВОДНЫХ РАБОТ ОСОБОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ

Боровиков П. А.

ИСТОРИЯ

35 РЕКОНСТРУКЦИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ В ГОРЛЕ БЕЛОГО МОРЯ В 1914–1917 ГГ. НА ОСНОВЕ НАХОДОК ПОГИБШИХ СУДОВ

Лукошков А. В.

55 ПРЕДМЕТЫ ОДЕЖДЫ, ПОДНЯТЫЕ С ЗАТОНУВШЕГО СУДНА «АРХАНГЕЛ РАФАИЛ», КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ПО ИСТОРИИ МОРСКОГО КОСТЮМА ПЕТРОВСКОЙ ЭПОХИ

Назаренко К. Б.

АРХЕОЛОГИЯ

65 ПОДВОДНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ФОРТА ИМПЕРАТОР АЛЕКСАНДР I (ФОРТ ЧУМНОЙ): АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Вахонеев В. В., Соловьев С. Л.

79 РЕЙЗЕКАН: К ИСТОРИИ ОДНОГО ЭКСПОНАТА МУЗЕЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

Попова О. П., Пиганов Д. Д.

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ

93 ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ С ПРОЗРАЧНЫМИ АКРИЛОВЫМИ ПРОЧНЫМИ КОРПУСАМИ

Фокин С. Г., Богданов А. А., Жданов Р. С., Кичко С. А., Поляшов А. А.

109 ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НЕСКОЛЬКИХ КОДОВО РАЗДЕЛЕННЫХ ПАР АБОНЕНТОВ В ОДНОЙ АКВАТОРИИ

Дикарев А. В., Дмитриев С. М., Кубкин В. А.

МЕДИЦИНА

116 ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО ОБСЕМЕНЕНИЯ ВОДОЛАЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СНАРЯЖЕНИЯ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СТРАНАХ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ЖАРКИМ КЛИМАТОМ

Лесен М. З., Филюшин В. В., Севастьянова И. И., Филюшина Е. В., Ярков А. М.

ЭКОЛОГИЯ

123 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ ИЗ ПРОШЛОГО (ПО МАТЕРИАЛАМ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТАНКЕРА Т-12)

Ермакова Л. А.

РЕПОРТАЖ

146 КРЫМ ПОМНИТ. КРЫМ БУДЕТ ПОМНИТЬ

150 СО ДНА БАЛТИКИ – В РЕЗИДЕНЦИЮ РОМАНОВЫХ

CONTENTS

A PRIORI

16 SPECIAL EXPEDITION FOR UNDERWATER WORKS. TECHNICAL ADVANCES AND INNOVATION

Borovikov P. A.

HISTORY

35 RECONSTRUCTION OF THE 1914–1917 NAVAL BATTLES IN THE WHITE SEA THROAT BASED ON THE DISCOVERY OF LOST SHIPS

Lukoshkov A. V.

55 CLOTHING ITEMS RECOVERED FROM THE SUNKEN SHIP "ARCHANGEL RAPHAEL" AS A HISTORICAL SOURCE ON NAUTICAL FASHION IN THE PETER THE GREAT ERA

Nazarenko K. B.

ARCHAEOLOGY

65 UNDERWATER HYDRAULIC AND ENGINEERING STRUCTURES OF THE FORT "EMPEROR ALEXANDER I" (FORT "CHUMNOY"): THE ARCHAEOLOGICAL ASPECT

Vakhoneev V. V., Solovyev S. L.

79 REISEKAHN: ON THE HISTORY OF ONE EXHIBIT OF THE MUSEUM OF THE WORLD OCEAN

Popova O. P., Piganov D. D.

TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

93 HISTORICAL OVERVIEW OF THE DEVELOPMENT OF MANNED SUBMERSIBLES WITH TRANSPARENT ACRYLIC HULLS

Fokin S. G., Bogdanov A. A., Zhdanov R. S., Kichko S. A., Polyashov A. A.

109 OPERATION OF SEVERAL CODE DIVIDED PAIRS OF SUBSCRIBERS IN THE SAME WATER AREA

Dikarev A. V., Dmitriev S. M., Kubkin V. A.

MEDICINE

116 FEATURES OF MICROBIAL CONTAMINATION OF DIVING EQUIPMENT AND EQUIPMENT DURING THEIR OPERATION IN COUNTRIES WITH UNFAVORABLE HOT CLIMATE

Lesen M. Z., Filyushin V. V., Sevastyanova I. I., Filyushina E. V., Yarkov A. M.

ECOLOGY

123 ENVIRONMENTAL THREATS FROM THE PAST (BASED ON THE SURVEY OF THE TANKER T-12)

Ermakova L. A.

REPORTAGE

146 CRIMEA REMEMBERS. CRIMEA WILL REMEMBER

150 FROM THE BOTTOM OF THE BALTIC SEA TO THE ROMANOVS RESIDENCE

АПРИОРИ | A PRIORI

Экспертная статья | Expert article

П. А. Боровиков

p_borovikov@mail.ru

ЭКСПЕДИЦИЯ ПОДВОДНЫХ РАБОТ ОСОБОГО НАЗНАЧЕНИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ

«Экспедиция подводных работ особого назначения», или ЭПРОН, была создана решением командования ОГПУ с целью поиска и подъема гипотетического золота с борта английского транспорта «Принц», затонувшего на входе Балаклавской бухты в 1854 году в результате шторма. В момент создания ЭПРОН насчитывал в своих рядах 58 человек (и ни одного водолаза), ему передали списанную канонерскую лодку «Кубанец» для использования в качестве плавбазы и гидростат конструкции Е. Г. Даниленко, изготовленный на заводе «Паростроой» и рассчитанный для погружения на глубину, по различным источникам, от 120 до 150 м (см. рис. 1).

За 18 лет своего существования, с момента создания в 1923 году и до вливания в состав Военно-Морского флота с началом Великой Отечественной войны в 1941 году, ЭПРОН вырос с малоизвестной, никем, кроме ОГПУ, официально не признанной кладоискательской (согласно поставленной перед ЭПРОНом задачей) организации до мощного всесоюзного научно-производственного объединения, владеющего монопольным правом на выполнение аварийно-спасательных и подводно-технических работ по всем акваториям Советского Союза и за его рубежами.

Мы привыкли воспринимать ЭПРОН через эффектные судоподъемы, но ЭПРОН был хозяйственной организацией, живущей и развивающейся в реальном и очень непростом в те годы мире. У Экспедиции была не одна, а несколько историй:

— *административно-хозяйственная,*

— *кадровая,*

— *научно-техническая и технологическая,*

— *информационно-пропагандистская.*

Каждая из них оставила за собой наследство, свой след в истории водолазного дела России.

Административно-хозяйственная, выразившаяся в создании эффективной системы организации и выполнения подводных работ самого широкого профиля и позволившая с началом Великой Отечественной войны влиться в структуру Военно-Морского флота в качестве его аварийно-спасательной службы.

Кадры ЭПРОНа, прошедшие Кронштадтскую водолазную школу и/или Военизированный морской водолазный техникум и после Великой Отечественной войны работавшие на командных должностях в АСС ВМФ — в аппарате управления (центральном и на местах) и в научно-исследовательском институте. К кадровой политике ЭПРОНа относятся также методика подготовки специалистов, основанная на опыте Кронштадтской водолазной школы и закрепленная в Военизированном морском водолазном техникуме, реорганизованном после Великой Отечественной войны в Севастопольскую водолазную школу, и создание учебной и технической литературы, подготовленной сотрудниками ЭПРОНа.

Знания и практический опыт в области водолазной медицины и физиологии, обеспечившие:

— отработку и использование до и после Великой Отечественной войны режимов труда и отдыха водолазов, режимов декомпрессии и лечебной рекомпрессии,

— проведение экспериментальных глубоководных спусков на воздухе и воздушно-гелиевой смеси в лабораторных условиях и в море.

Конструкторская и производственная база в виде собственных конструкторских

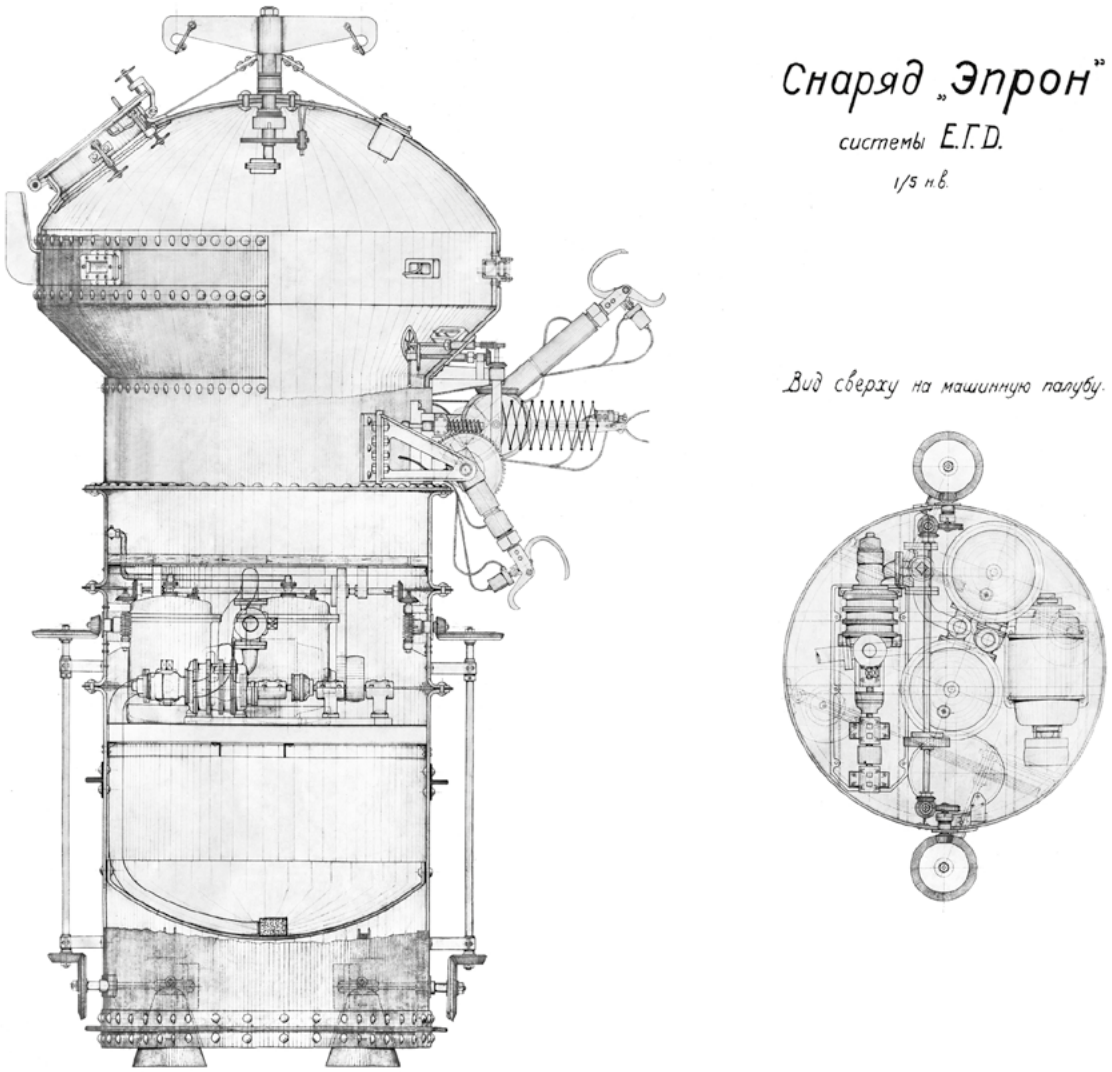


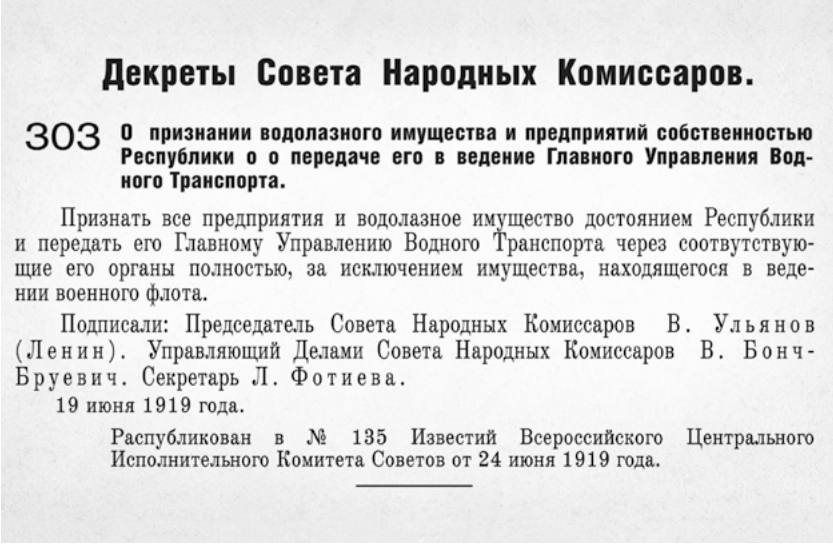
Рис. 1. *Эскиз гидростата ЭПРОНа конструкции Е. Г. Даниленко*

и производственных мощностей, а также отлаженной системы научной кооперации с ведущими институтами Академии наук СССР, Военно-медицинской академии и производственной кооперации со специализированными предприятиями промышленности.

Данная статья посвящена одной из историй ЭПРОНа, оставившей после себя материальные следы, — его научно-техническим достижениям и их влиянию на развитие научно-технической базы послевоенного отечественного водолазного дела. Здесь мы говорим только о водолазных делах, не касаясь вопросов создания и тенденций в развитии аварийно-спасательных и судоподъемных технических средств и технологий.

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных разработок ЭПРОНа, дадим общее представление о фоне, на котором они развивались.

Водолазное снаряжение в дореволюционной России практически по всей номенклатуре, включая, помимо самого снаряжения, средства связи с водолазом, подводное светотехническое оборудование и средства механизации водолазного труда, выпускалось серийно Адмиралтейскими Ижорскими заводами, специализированными мастерскими в Кронштадте («Кронштадтской опытной механической и водолазной мастерской братьев Е. В. и В. В. Колбасьевых» и «Опытной электротехнической и водолазной мастерской» М. К. фон Шульца), а также фабриками резинотехнических изделий (рубахи, воздушные шланги и пр.), АО «Товарищество Завода пневматических машинъ» (пневмоинструмент) и др.



Декреты Совета Народных Комиссаров.

303 **О признании водолазного имущества и предприятий собственностью Республики о о передаче его в ведение Главного Управления Водного Транспорта.**

Признать все предприятия и водолазное имущество достоянием Республики и передать его Главному Управлению Водного Транспорта через соотвутствующие его органы полностью, за исключением имущества, находящегося в ведении военного флота.

Подписали: Председатель Совета Народных Комиссаров В. Ульянов (Ленин). Управляющий Делами Совета Народных Комиссаров В. Бонч-Бруевич. Секретарь Л. Фотиева.

19 июня 1919 года.

Распубликован в № 135 Известий Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета Советов от 24 июня 1919 года.

Рис. 2. *Декрет Совнаркома о национализации водолазного имущества. Предоставлено автором*

Рис. 3. *Субботник по изъятию национализированного водолазного имущества*

После революции Декретом 1919 года (см. рис. 2) все водолазное имущество в стране было национализировано. Это реквизированное снаряжение частично «перепало» ЭПРОНу (см. рис. 3), и первые годы своего существования ЭПРОН держался на дореволюционных запасах как по линии оборудования, так и по нормативно-руководящим документам.

Однако по мере износа или утери оборудования руководству ЭПРОНа приходилось решать возникающие проблемы в оперативном порядке и зачастую собственными силами.

До начала 1930-х годов руководство ЭПРОНа не рассматривало создание новой техники как самостоятельную задачу, и возникаю-

щие в этой части вопросы решались на уровне собственных умельцев — водолазных специалистов и врачей-спецфизиологов, традиционно еще со времен Кронштадтской водолазной школы активно участвовавших в разработке техники.

Нормальные ОКР начали складываться только в начале 1930-х годов, а до этого, насколько известно, единственной разработкой Экспедиции в 1920-х годах было создание рейдовой маски. Основой рейдовой маской ЭПРОНа была японская маска Оогуши. Первой же действительно самостоятельной разработкой были изолирующие кислородные дыхательные аппараты серии Э, о которых рассказано далее.

Задача создания аппаратов осложнялась тем, что в начале 1930-х годов конструкторской структуры в ЭПРОНе не существовало, разработка велась временным коллективом специалистов, сформированным отдельным приказом по организации и ведущим конструкторскую работу без отрыва от основной служебной деятельности. Это видно из приведенного ниже фрагмента Положения о конструкторском бюро при Управлении ЭПРОНа:

Не подлежит разглашению.

Положение о конструкторском Бюро при Управлении ЭПРОНа и по разработке, проектированию и реконструкции индивидуально-спасательных приборов.

1. Конструкторское Бюро организовано на принципе сверхурочных работах из состава работников (специалистов-инженеров) Главного Управления в Управлении Северного Округа и специалиста-инженера Резиновой промышленности — тов. Зорина П. И.

2. Состав Конструкторского Бюро:

1. Главный инженер-механик Главного Управления ЭПРОНа т. БЕЛЕЦКИЙ Л. А.

2. Инжен. упр. Сев. округа — СУХОРУКОВ И. А.

3. Техник конструктор КАПИТАНАКИ И. И.

4. Инженер резин. Промышл. ЗОРИН П. И.

Надо особо отметить, что группа работала по **«принципу сверхурочных работ»**, что, естественно, не могло не сказаться на качестве — но об этом далее.

Ситуация с конструкторским бюро ЭПРОНа изменилась в середине 1930-х годов — по-видимому, это было связано с поглощением ЭПРОНом Центральной водолазной базы в 1931 году.

Центральная водолазная база (ЦВБ) была создана в 1919 году в структуре Наркомата путей сообщения. Это была мощная, но, к сожалению, малоизвестная сегодня организация всероссийского масштаба и, безусловно, заслуживающая отдельного описания. ЦВБ сняла «сливки» с оставшихся в Санкт-Петербурге выпускников и частично преподавателей Кронштадтской водолазной школы после перевода ее в Вольск. При поглощении ЦВБ ЭПРОНом эти люди перешли в ЭПРОН и, как уже было сказано, похоже, дали толчок последующему развитию в Экспедиции собственной конструкторской базы.

Второй мотив формирования конструкторской службы ЭПРОНа как регулярного подразделения возник в связи с необходимостью технического перевооружения Экспедиции, вызванного неизбежным износом оборудования дореволюционного выпуска и усложнением возникающих производственных задач.

Созданию новой техники и, соответственно, возрастанию требований к собственной конструкторской базе способствовало также и то, что окрепшая к 1930-м годам промышленность страны дала возможность организации производственной кооперации, оставляя за ЭПРОНом разработку тактико-технических требований к новому оборудованию, сопровождение его изготовления, финальную сборку изделий и сдачу их в производственные отряды и внешним заказчикам, главным образом Военно-Морскому флоту и Инженерной службе Красной армии.

В результате проведенной организационной работы в течение 1930-х годов произошло полное техническое перевооружение водолазных служб ЭПРОНа, следы которого сохранялись в течение десятилетий.

Разберем основные и наиболее значимые разработки ЭПРОНа попозиционно.

Водолазное снаряжение

Пожалуй, наиболее значимым и наиболее определяющим достижением инженеров Экспедиции является создание и внедрение в практику подводных работ двух новых классов водолазного снаряжения: облегченного и легководолазного.

Облегченное водолазное снаряжение

До начала работ японцев на затонувшем английском транспорте «Принц» единственным реальным способом выполнения водолазных работ было использование тяжелого и громоздкого вентилируемого снаряжения. Японцы поразили специалистов ЭПРОНа, наглядно показав возможность и удобство использования их облегченного снаряжения (см. рис. 4).

Рис. 4. *Японский водолаз в дыхательной маске Оогуши, ставшей прототипом рейдовой маски ЭПРОНа*

Ветеран ЭПРОНа, корабельный инженер Т. И. Бобрицкий в своей книге «Завоевание глубин» так описывал свои впечатления от демонстрационного спуска японского водолаза в облегченном снаряжении — маске Оогуши:

> *«Тов. Хорошилкину все не терпелось поскорее увидеть спуск японца в маске. Для спуска была выбрана глубина около 33 сажен (чуть более 60 м. — Авт.) под Севастополем, на которой нашими водолазами перед тем было обнаружено какое-то судно. Судя по всему, это должна быть одна из двенадцати наших лодок, затопленных англичанами. Наши водолазы спускались несколько раз, но, опасаясь глубины, подходили только сверху и никак не могли определить не только типа лодки, но даже указать хотя бы форму рубки, количество люков и пр.*
>
> *Тем интереснее было услышать, что скажет японец, которому совершенно не был известен тип судна.*
>
> *Щуплый водолаз-масочник казался еще тоньше и меньше, когда вышел из рубки барказа в одном трикотажном белье. Своей помпой японцы накачали в небольшой баллон воздух до 10 атмосфер. От баллона шел тонкий резиновый шланг к маске, которую водолаз быстро одел на лицо, застегнув сзади, на затылке, резинками.*
>
> *Маска закрыла только глаза и нос водолаза, рот остался снаружи. В зубы взял водолаз какие-то отходящие от маски щипчики. Кроме того, он одел на себя еще довольно тяжелый, фунтов на 10 весом, пояс.*
>
> *Короткая команда, водолаз становится на борт и подобно пловцу делает прыжок вниз головой в воду. Проходит полминуты, минута... Японцы показывают нам на манометр — глубина свыше 30 сажен. Доктор замечает время.*
>
> *Водолаз вынырнул через 10 минут, снял маску и сейчас же ушел в рубку. Через 5 минут он вынес листок бумаги, на котором был изображен корпус лодки, рубка, два люка, винты, рули. За 7 минут, оказывается, он обежал вокруг всей лодки.*
>
> *Мы старались не показать вида, но мы были потрясены. Наибольшие глубины, на которые мы до сих пор спускались, были около 28 сажен (50 м. — Авт.). Водолаз держался там также не больше 7 минут, но делал за это время на грунте только несколько шагов...»*[1]

Специалисты ЭПРОНа возможности нового для них снаряжения оценили по достоинству. Главным образом на них произвела впечатление простота его использования: натянул маску на лицо, одел груза и шагнул за борт.

Маска, согласно договору с японцами, осталась в ЭПРОНе. Специалисты ЭПРОНа, освоив ее использование и введя свои доработки в конструкцию, организовали производство маски в своих мастерских.

---

[1] *Бобрицкий Т. И.* Завоевание глубин : Эпизоды из жизни ЭПРОНа. Л.: Мол. гвардия. Ленингр. Отд-ние, 1934. 227 с.

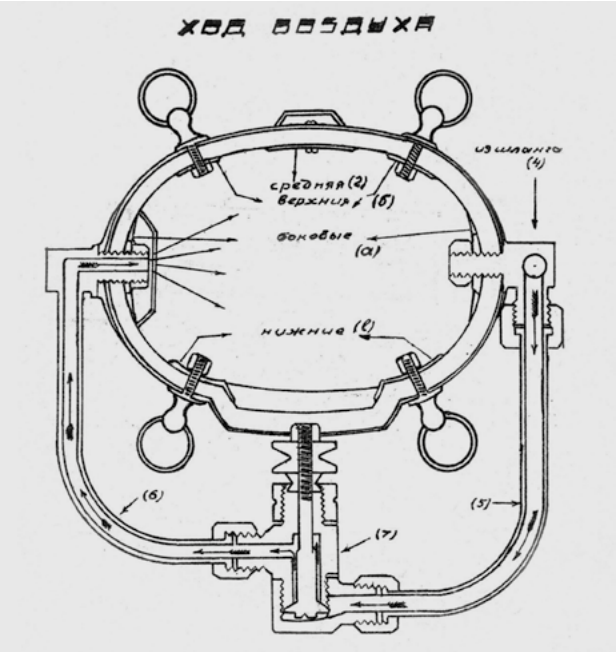


Рис. 5. *Рейдовая водолазная маска — ход воздуха. «Рейдовая водолазная маска»*

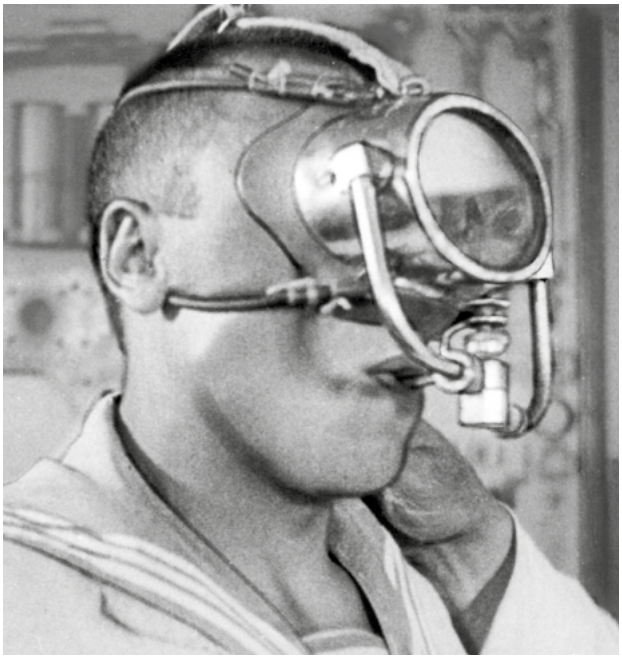


Рис. 6. *Курсант ВВМТ в рейдовой маске ЭПРОНа*

Это устройство (см. рис. 5) представляло собой маску со встроенными в нее плоским овальным иллюминатором и клапаном нажимного действия подачи водолазу воздуха — т. н. пинцетом. Воздух в маску поступал по шлангу с поверхности. Надев маску, водолаз зажимал в зубах механизм пинцета, при нажатии на рычаги которого открывался клапан подачи воздуха, и делал вдох. При освобождении рычагов клапан закрывался, и подача воздуха прекращалась. Выдох производился через нос в маску, и воздух выходил из подмасочного пространства через травящий лепестковый клапан выдоха. Рейдовая маска ЭПРОНа (см. рис. 6) была работоспособной, и, более того, отзывы о ней водолазов были весьма неплохи. Однако для российских холодных вод одной маски для применения в качестве полноценного средства работы было недостаточно — кроме подачи воздуха, водолазу необходима и защита от низкой температуры.

Реально работоспособное водолазное снаряжение на базе рейдовой маски появилось лишь после того, как ЭПРОНом был создан сухой гидрокомбинезон ТУ-1 (см. рис. 7). Рейдовую маску вклеили в лицевую часть шлема ШВ-3 гидрокомбинезона, и таким образом в российской водолазной практике в конце 1930-х годов появилась первая модель нового класса водолазного снаряжения — «облегченного водолазного снаряжения (ОВС).

Рис. 7. *Один из вариантов облегченного водолазного снаряжения (ОВС) на базе рейдовой маски ЭПРОНа и гидрокомбинезона ТУ-1. Фото из собрания водолазного специалиста Ю. К. Павловского*

«Справочная книга по аварийно-спасательному судоподъемному и водолазному делу», изданная в 1945 году, так описывает это снаряжение:

«Облегченный водолазный скафандр ОВС представляет собой сочетание рейдовой маски, гидрокостюма и объемного шлема. Это снаряжение дает возможность производить спуск в рейдовой маске в холодное время года, так как водолаз полностью защищен от воздействия на него холодной воды. Рейдовая маска по своей конструкции остается без изменения, за исключением дополнительно введенных деталей:

а) отверстия с глухой крышкой на корпусе маски, служащего для поступления воздуха к водолазу при надевании шлема;

б) раструба для выдоха воздуха в воду;

в) ниппеля для подвода трубки от запасного баллончика;

г) невозвратных резиновых выдыхательных клапанов.

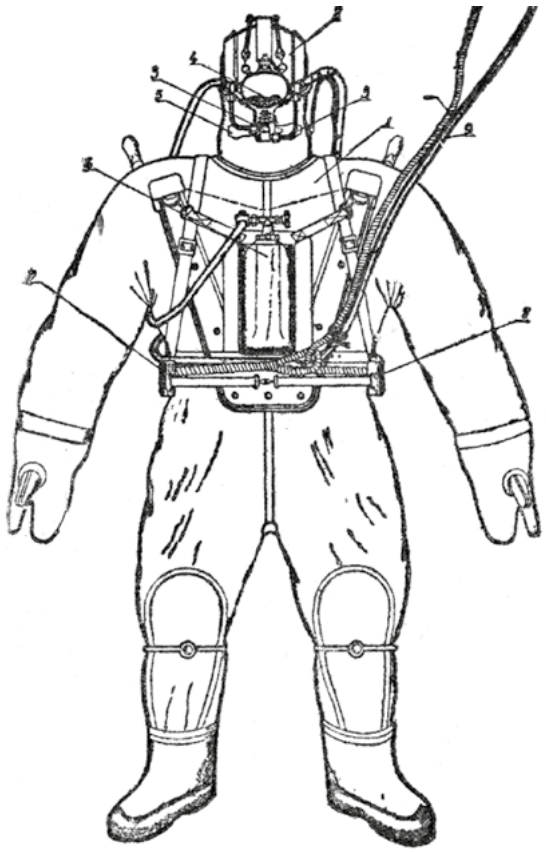
Шланги. Для рейдовой маски применяются воздухопроводные резиновые шланги, данные о которых приведены выше.

Сигнальный конец изготовляется из смоленого линя в 12 нитей длиной в 75 м. Конец разбивается марками на метры и надевается удавкой на талию водолаза.

Грузы. Для придания водолазу отрицательной плавучести применяются поясные грузы весом от 8 до 10 кг. Поясной груз состоит из парусинового пояса с карманами, в которые закладываются чугунные пластины весом каждая около 1 кг. Поясной груз удерживается на теле водолаза при помощи лямок»[2]

В «Правилах водолазной службы» 1943 года, часть III и IV, Приложение № 1, однако, приведено описание и внешний вид (см. рис. 8) несколько иного варианта облегченного снаряжения:

[2] Справочная книга по аварийно-спасательному судоподъемному и водолазному делу / Под ред. Фролова А. А. Москва-Ленинград: Упр. воен.-мор. изд-ва, 1945



1 — гидрокостюм;
2 — шлем;
3 — устройство для регулировки подачи воздуха;
4 — раструб;
5 — клапана выдоха;
6 — аварийное приспособление;
7 — поясные грузы;
8 — сигнальный конец;
9 — шланг.

Рис. 8. *Общий вид облегченного водолазного скафандра «ОВС»*

«ОПИСАНИЕ ОБЛЕГЧЕННОГО ВОДОЛАЗНОГО СКАФАНДРА

А. Определение

Облегченный водолазный скафандр (ОВС) представляет собой соединение рейдовой маски с гидрокостюмом.

Работа водолаза в ОВС, так же как и в рейдовой маске, происходит с самостоятельной регулировкой водолазом пуска в шлем потребного для дыхания воздуха и выдохом в воду.

ОВС значительно легче мягкого скафандра, Общий вес его вместе с грузами около 30 кг.

Б. Назначение

ОВС позволяет производить спуск водолаза как на малые, так и на большие глубины.

Скафандр дает возможность выполнять разнообразные подводные аварийно-спасательные, судоподъемные, гидротехнические, судоремонтные и другие работы и с успехом может быть использован для водолазных работ в затопленных отсеках кораблей.

В. Устройство

ОВС состоит из следующих основных частей:

гидрокостюма,
резинового шлема,
устройства для регулировки подачи воздуха,
раструба,
клапанов выдоха и
аварийного приспособления.

Кроме этого в комплект скафандра входят грузы, сигнальный конец, шланги и пьезоэлектрическая телефонная станция»

Интересно обратить внимание на следующий момент.

Облегченный водолазный скафандр описан в двух уже упомянутых документах: в «Правилах водолазной службы», изданных в 1943 году, и в «Справочной книге по аварийно-спасательному, судоподъемному и водолазному делу», изданной в 1945 году, но это совершенно различное снаряжение (см. рис. 9). Общей у них была только рейдовая маска, но само снаряжение разрабатывали две явно независимые группы. Если в «Справочной книге» описан стандартный гидрокомбинезон ТУ-1 с просто вклеенной в него рейдовой маской, то в «Правила» приводят комплектное снаряжение, включающее в себя, помимо маски как таковой, гораздо более серьезный гидрокомбинезон и аварийный запас воздуха, подключенный к маске. Судя по его виду, снаряжение ОВС образца 1943 года заняло промежуточное положение между вентилируемым и легководолазным снаряжениями. Почему в указанных документах нет перекрестных ссылок, непонятно.

Рис. 9. *Два конструктивных варианта облегченного водолазного снаряжения (ОВС)*

Тем не менее, очевидно, что обе модели ОВС реально существовали и эксплуатировались.

После войны снаряжение ОВС было доработано: в его комплект был введен нагрудный легочный автомат, в результате чего была создана следующая модель нашего облегченного водолазного снаряжения — т н. автоматное водолазное снаряжение (АПС). Но и здесь просматриваются два подхода, продолжающие тенденции, отмеченные чуть

Рис. 10. *Два варианта облегченного водолазного снаряжения АПС, созданные в первые послевоенные годы. Возможно, это экспериментальные модели на разных этапах создания одного и того же снаряжения или разработки разных коллективов, что более вероятно*

Рис. 11. *Комплект облегченного водолазного снаряжения СВВ-55, в состав которого, помимо собственно снаряжения, входят облегченная воздушная помпа ОВП и воздушный фильтр среднего давления ФВС-55*

ранее и хорошо заметные на фотографиях снаряжений (см. рис. 10).

Таким образом, процесс создания серийного образца облегченного водолазного снаряжения продолжался десятилетия. Начав эту работу в предвоенные годы с использования рейдовой маски и гидрокомбинезона ТУ-1, ее завершили в 1955–1956 годах принятием на снабжение шлангового облегченного снаряжения — снаряжения с выдохом в воду (СВВ-55).

Снаряжение СВВ-55 (см. рис. 11) состояло из гидрокомбинезона ГК-3 с объемным шлемом и полумаской, нагрудного дыхательного автомата, заспинного блока баллонов с аварийным запасом кислорода, облегченных галош и ножа. В состав комплекта снаряжения входили также водолазный шланг ДУ 8,5 мм, сигнальный конец, воздушный фильтр ФВС-55 и ручная облегченная помпа ОВП.

Вдох водолаз производил ртом по гофрированному шлангу из легочного автомата, выдыхал носом под маску и через отдельный клапан в маске прямо в воду. На случай отказа автомата был предусмотрен специальный ручной клапан, подающий воздух из шланга напрямую в полость вдоха автомата. В случае прекращения подачи воздуха по шлангу с поверхности водолаз мог перейти на дыхание от размещенных за спиной трех баллонов объемом по 1,3 л каждый, заряженных кислородом под давлением 15 или 20 Мпа. Этого аварийного запаса кислорода ему хватало на 10–15 минут автономного дыхания.

В целом снаряжение СВВ-55 было очень хорошим, и оно применялось как в Военно-Морском флоте в качестве снаряжения корабельных водолазов, так и в армейских инженерных частях (см. рис. 12).

Однако снаряжение СВВ-55 просуществовало сравнительно недолго. Появление практически одновременно с ним в конце 1950-х годов воздушно-баллонных дыхательных аппаратов с подачей воздуха с поверхности по шлангу, менее тяжелых, менее габаритных, более удобных в эксплуатации и, главное, способных обеспечить выполнение тех же задач, для которых было предназначено снаряжение СВВ-55, привело к тому, что СВВ-55 было выведено из эксплуатации и снято с производства.

К сожалению, облегченному водолазному снаряжению не повезло: до нашего времени сохранился, насколько известно, лишь

Рис. 12. *Водолаз инженерный войск в снаряжении СВВ-55. Работа водолаза обеспечивается передвижной водолазной станцией на автоходу*

один полнокомплектный экземпляр снаряжения СВВ-55 в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи в Санкт-Петербурге и несколько разрозненных компонентов снаряжения по различным ведомственным и частным собраниям.

Облегченное водолазное снаряжение — новое направление в российской водолазной технике, созданное инженерами ЭПРОНа и просуществовавшее в отечественной водолазной практике десятки лет.

Легководолазное снаряжение

Вторым классом водолазного снаряжения, созданным и введенным в эксплуатацию инженерами ЭПРОНа, было легководолазное снаряжение на основе кислородных (регенеративных) дыхательных аппаратов замкнутого цикла.

Появление отечественного дыхательного аппарата регенеративного типа (замкнутого дыхательного цикла) было связано с гибелью в мае 1931 года на Балтике подводной лодки «Рабочий» (бывший «Ерш» типа «Барс») в результате столкновения. После подъема ЭПРОНом лодки с глубины 84 м оказалось, что оставшиеся в сухих отсеках члены экипажа попросту задохнулись, т. к. средств для выхода из лодки свободным всплытием на борту не было.

Чтобы избежать подобных ситуаций в дальнейшем, Реввоенсовет принял решение о начале работ по созданию индивидуальных спасательных средств для членов экипажей подводных лодок в случае аварии.

Во исполнение этого распоряжения инженеры ЭПРОНа создали линейку спасательных дыхательных аппаратов серии Э, от аппарата Э-1 до аппаратов Э-5. Некоторые модели аппаратов серии Э были приняты на снабжение в Военно-морском флоте и в Рабоче-крестьянской Красной армии. До сих пор не найдено ни описания, ни схем аппаратов серии Э, есть лишь несколько фотографий и один чертеж, поэтому об их конструктивных особенностях можно судить лишь по косвенным признакам.

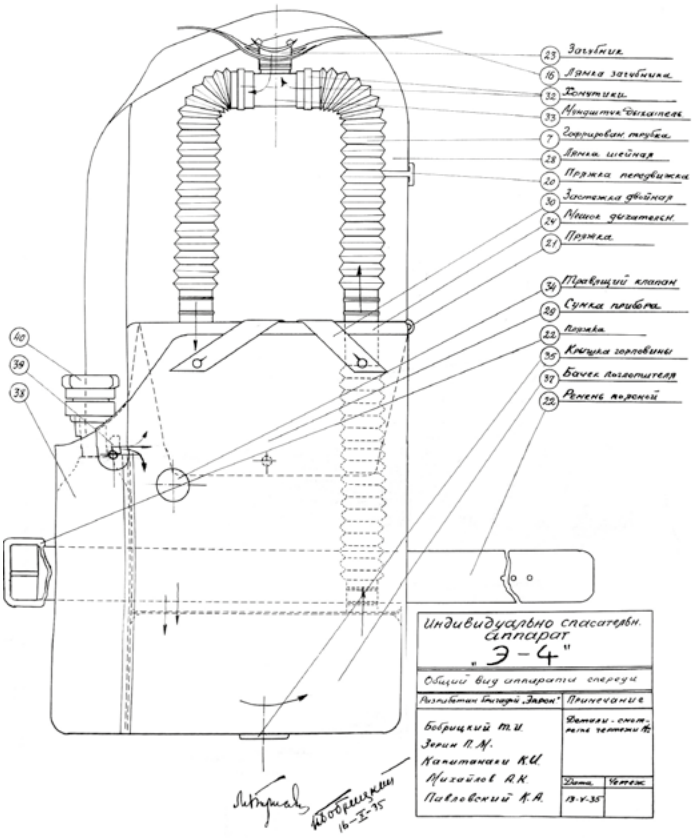


Рис. 13. *Дыхательный аппарат регенеративного типа серии Э-4 (РГАВМФ, ф.1495, оп.2, д.140, стр.187)*

Общими для конструкции всех аппаратов серии Э были характерная компоновка, при которой дыхательный мешок и коробка химического поглотителя размещены в специальной тканевой сумке, и отсутствие кислородоподающего механизма (см. рис. 13).

Аппараты ЭПРОНа серии Э с их примитивным устройством оказались тупиковой ветвью. В общем, это неудивительно — аппараты серии Э, как и образец Военно-медицинской академии ВМА-1, создавали люди, безусловно разбирающиеся в водолазном деле: водолазные специалисты, водолазные врачи и водолазы-инструкторы, но не профессиональные конструкторы. Только ИПА-1 был похож на аппараты серии Э-4, следующая же его модификация, ИПА-2, была сконструирована уже совершенно по-другому (см рис. 14а, б). Эта компоновка регенеративных дыхательных аппаратов сохранилась и на последующих моделях вплоть до конца 1950-х годов.

Тем не менее, аппараты серии Э в начале 1930-х годов были выпущены в количестве нескольких тысяч штук. Собственными силами мастерские ЭПРОНа изготавливали около половины деталей аппаратов, остальные изготавливались по чертежам Экспедиции предприятиями-смежниками, а эпроновцы проводили сборку аппаратов и сдачу их заказчикам. Готовые аппараты распределялись не только в Военно-Морской флот, но и в пехотные и саперные части. Распределение водолазных дыхательных аппаратов в саперные части понятно — все-таки саперы имеют дело с водными переправами, а вот зачем их сотнями поставляли в пехотные части? Может быть, для оснащения подводной пехоты, которая существовала практически как род войск в середине 1930-х годов.[3]

Сохранилась лишь одна фотография водолаза в дыхательном аппарате то ли Э-4, то ли Э-5 и один «живой» аппарат также то ли Э-4, то ли Э-5, поднятый поисковиками региональной общественной организации «Батарея 29 БИС» с погибшего в войну в Керченском проливе торпедного катера (см. рис. 15а, б).

[3] *Боровиков П. А.* Водолазы Великой Отечественной. М.: Нептун, 2013.

Рис. 14а,б. *Дыхательный аппарат регенеративного типа ИПА-2. Аппарат имеет принципиально новую компоновку по отношению к аппаратам серии Э, и эта компоновка дыхательных аппаратов регенеративного типа сохранилась до конца 1950-х годов*

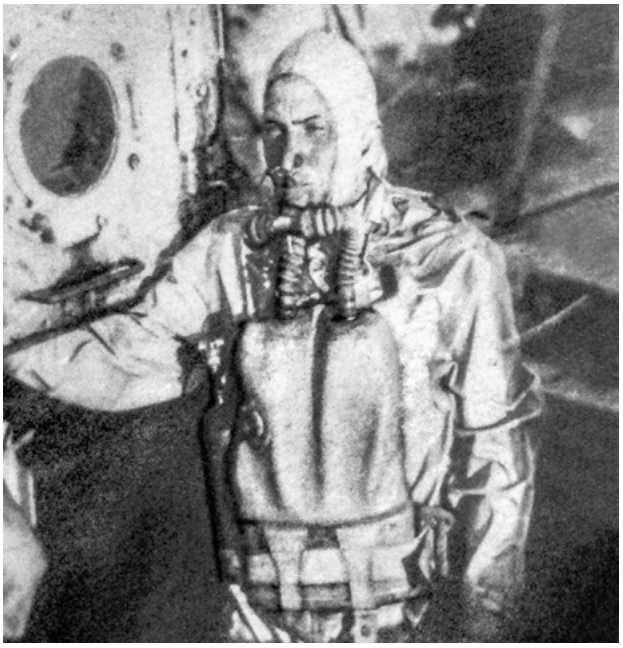


Рис. 15а, б. *Дыхательные аппараты регенеративного типа серии Э, или ИПА-1. Слева — на водолазе ЭПРОНа, фото конца 1930-х годов из фондов музея НИИ АСС ВМФ, справа — фото аппарата, поднятого в 2015 году поисковиками региональной общественной организации «Батарея 29 БИС» с борта торпедного катера, погибшего в Керченском проливе во время Великой Отечественной войны*

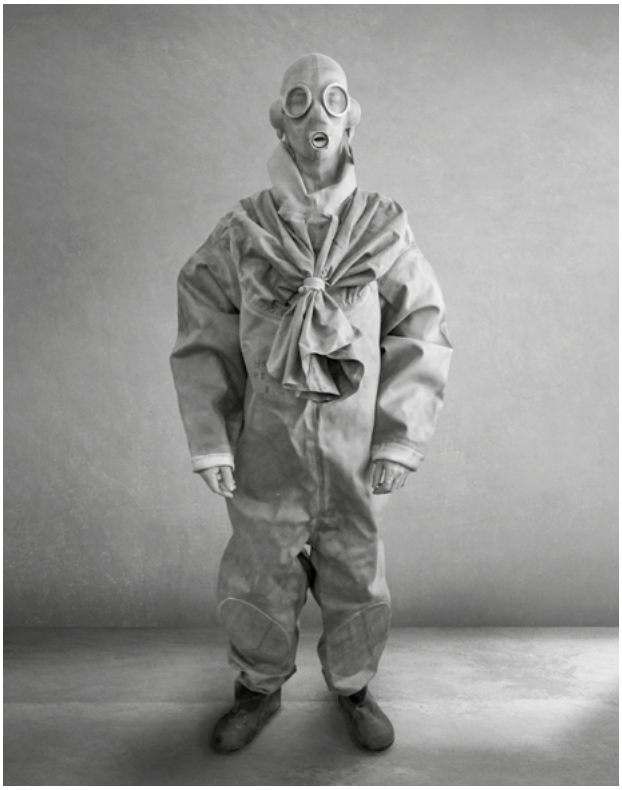


Рис. 16а,б. *Гидрокомбинезоны разработки ЭПРОНа.*
Слева — гидрокомбинезон «Э» разработки 1934 г., справа — гидрокомбинезон ТУ-1 разработки 1939 г.
Обе модели гидрокомбинезонов выпускались серийно до конца 1950-х годов

Однако только дыхательный аппарат — еще не водолазное снаряжение как таковое, особенно при употреблении их в наших холодных водах. В силу этого по заказу и под наблюдением ЭПРОНа были разработаны и освоены в производстве на заводе «Красный треугольник» гидрокомбинезоны типа Э (с открытой лицевой частью) и типа ТУ-1 со вклеенной полнолицевой шлем-маской ШВ-3 (см. рис. 16а, б).

Созданные ЭПРОНом дыхательные аппараты регенеративного типа серии Э не получили своего дальнейшего развития и были заменены дыхательными аппаратами производства завода № 3 треста «Техника безопасности» Наркомтяжмаша (ныне известном как НПП «Респиратор», г. Орехово-Зуево). Тем не менее, в сочетании с гидрокомбинезонами в кооперации с промышленными предприятиями ЭПРОН впервые в России сформировал полноценное работоспособное легководолазное снаряжение.

Легководолазное снаряжение — новое направление в российской водолазной технике, созданное инженерами ЭПРОНа и существующее в отечественной водолазной практике по сегодняшний день.

Вентилируемое снаряжение

Шлемы производства дореволюционной России, являющиеся малоизнашиваемыми компонентами водолазного снаряжения, водолазы эксплуатировали десятилетиями. В какой-то мере естественная убыль шлемов покрывалась поставками по импорту, в частности, трехболтовыми шлемами немецкой фирмы «Флер», но сколько импортных комплектов попало в ЭПРОН — неизвестно. Во всяком случае, ни на одной из многочисленных фотографий Экспедиции нет ни одного водолаза в немецком шлеме.

Только в 1930-е годы в связи с резким увеличением выполняемого ЭПРОНом объема водолазных работ, связанным с переходом из ОГПУ в состав НКПС, со слиянием с Центральной водолазной базой и переходом всех водолазных работ на гидротехнических сооружениях в задачи ЭПРОНа и, наконец, с ускоренной индустриализацией страны, что также повлекло увеличение объемов водолазных работ, встал вопрос об освоении производства водолазного снаряжения собственными силами в мастерских Экспедиции.

Рис. 17. *Шлем трехболтового вентилируемого водолазного снаряжения конструкции и производства ЭПРОНа. Котелок шлема унифицирован с котелками шлемов двенадцатиболтового снаряжения*

Организовывая производство шлемов вентилируемого снаряжения, получивших обозначение Ш, инженеры ЭПРОНа внесли свой вклад в их конструкцию (см. рис. 17).

Во-первых, они унифицировали котелки шлемов трех- и двенадцатиболтового снаряжений. Разница в котелках конструкции ЭПРОНа заключалась только в узлах стыковки их с манишкой — соответственно тремя болтами или секторной резьбой.

Во-вторых, они убрали клапан ручного регулирования режима вентиляции подшлемного объема, оставив лишь приводимый в действие водолазом золотниковый клапан.

В-третьих, они усилили узлы крепления воздушного рожка и кабельного ввода в корпус котелка и разместили невозвратный клапан внутри шлема.

И наконец, они исключили четвертый, верхний иллюминатор, оставив только фронтальный и два боковых.

Шлемы ЭПРОНа серии Ш просуществовали в различных модификациях в производстве и эксплуатации до тех пор, пока в 1950-х годах они не были заменены на шлемы серии УВС.

Водолазное оборудование

В части водолазного оборудования доля собственных работ ЭПРОНа уменьшилась, и, помимо производства в небольшом объеме и номенклатуре в собственных мастерских, основной задачей Экспедиции стало формулирование тактико-технических требований к необходимому оборудованию, приемка его от контрагентов, доукомплектование и организация поступления его в подразделения Экспедиции. Внешних источников нового оборудования для ЭПРОНа было два: импорт и отечественная промышленность.

К началу 1930-х годов ситуация с валютными закупками в стране стала несколько проще, и ЭПРОН сумел добиться поставки необходимого технически сложного и не освоенного отечественной промышленностью оборудования по импорту. Закупались, как правило, один или в крайнем случае несколько образцов, которые давали импульс к созданию отечественного аналога. Примером подобной закупки могут быть устанавливавшиеся на борту строящихся водолазных ботов воздушные мотокомпрессоры среднего давления фирм «Хейнке», «Зибе-Горман» и «Ингерсол-Ранд», которые в конце 1930-х годов были заменены на отечественные воздушные компрессоры ЭВК-2 и ВК-25.

Связь

Дореволюционные водолазные телефонные станции довольно быстро вышли из строя, главным образом по причине коррозии незащищенных элементов станции — телефонных капсюлей, разъемов и т.п. Первое время эпроновцы выходили из положения за счет использования элементной базы обычных полевых телефонов (см. рис. 18а, б). Мастерские ЭПРОНа в год выпускали десятки телефонных станций — так, в 1930 году водолазным станциям Экспедиции было передано 150 комплектов станций. Но и эти телефоны не были

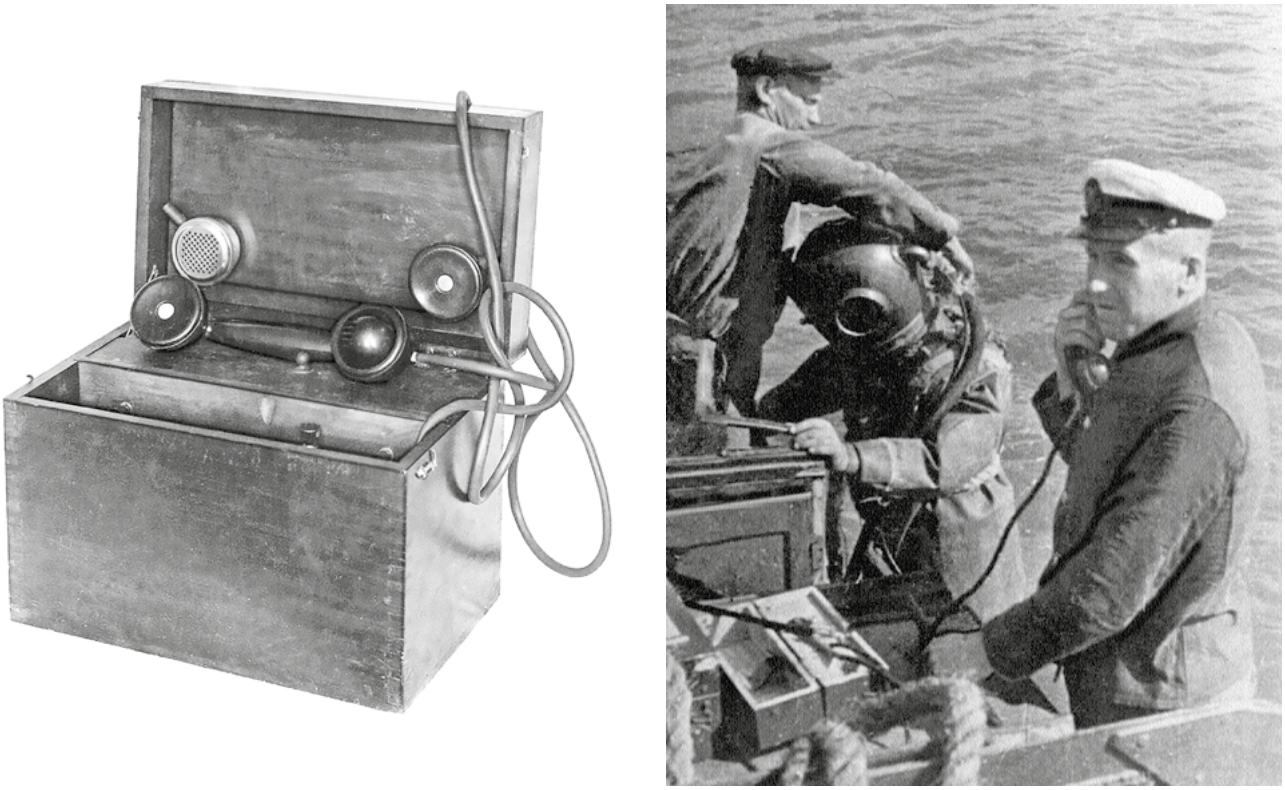


Рис. 18а,б. *Телефонный аппарат связи с водолазом, созданный ЭПРОНом на базе полевого телефона*

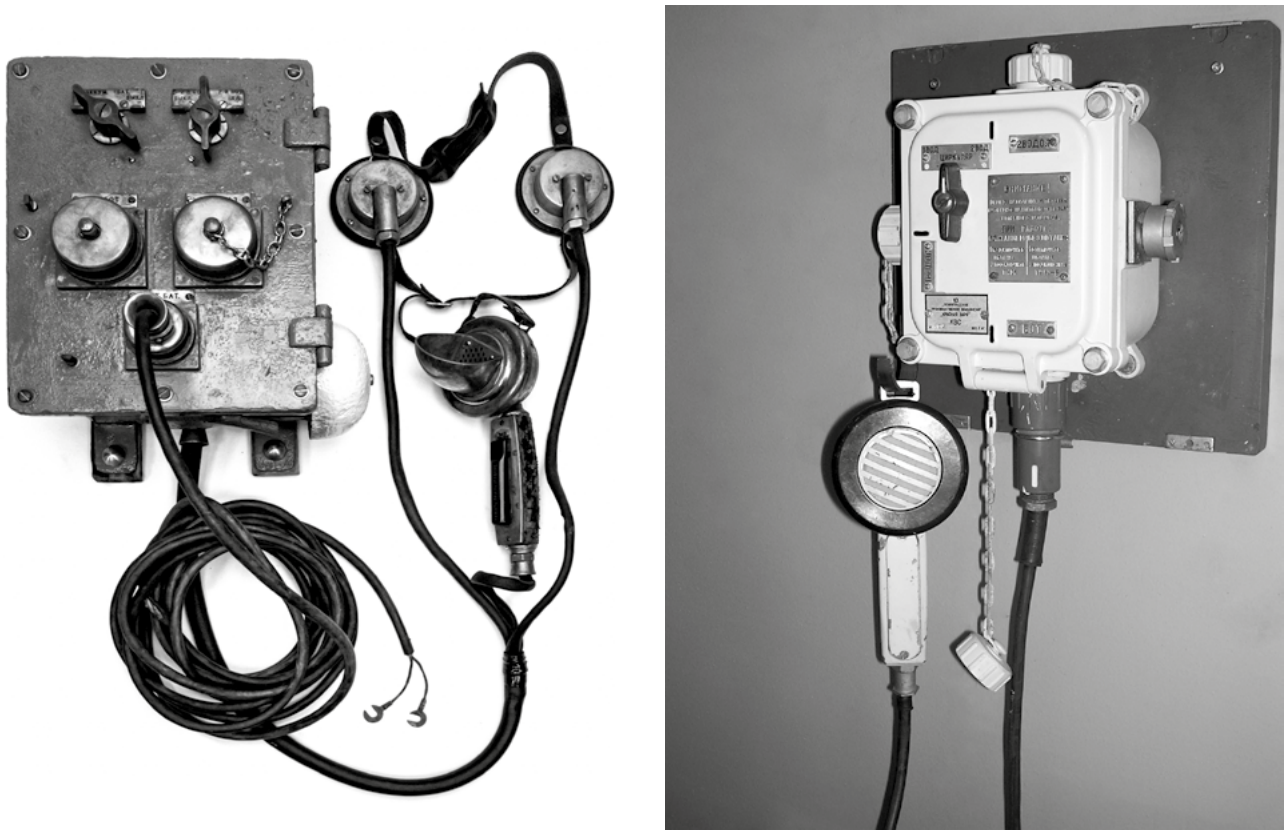


Рис. 19а, б. *Водолазные телефонные станции. Слева — телефонная станция КВЛ-36 завода им. А. А. Кулакова разработки 1936 г. Справа — водолазная комбинированная телефонная станция ВК-1 разработки конца 1950-х годов*

защищены от воздействия влаги и, как следствие, имели малую эксплуатационную надежность. В итоге ЭПРОНом на специализированном предприятии промышленности — заводе им. А. А. Кулакова — были заказаны телефонные станции с учетом эксплуатации их в морских условиях. В 1936 году заводом им. А. А. Кулакова были созданы телефонные станции КВЛ-36. В настоящее время сохранилась только одна подобная телефонная станция — ее нашли поисковики на затонувшей в р. Нева барже (см. рис. 19а, левый).

В послевоенные годы на базе накопленного при эксплуатации станции КВЛ-36 опыта был создан и введен в эксплуатацию водолазный коммутатор ВК-1 (см. рис. 19б, правый).

Свет

В отношении подводной светотехники ситуация в ЭПРОНе сложилась примерно так же, как и со связью: станции подводного освещения дореволюционного выпуска довольно быстро вышли из строя. Но, в отличие от водолазных телефонов, мы не знаем, какой путь прошли водолазные световые приборы до начала их серийного выпуска специализированными предприятиями промышленности. Есть лишь пара фотографий подводных светильников, использовавшихся ЭПРОНом, но были ли они собственного производства или получены «со стороны», неизвестно (см. рис. 20).

Рис. 20. *Подводные светильники, использовавшиеся водолазами ЭПРОНа в предвоенные годы*

Барокамеры

Существенным фактором, определяющим безопасность водолазных работ, является наличие и доступность рекомпрессионных камер. До конца 1930-х годов в водолазных службах ЭПРОНа использовались английские рекомпрессионные камеры фирмы «Зибе-Горман» (см. рис. 21). К концу 1930-х годов конструкторская служба ЭПРОНа окрепла до такой степени, что смогла спроектировать рекомпрессионные камеры собственными силами, причем производство их было ориентировано на отечественные предприятия. Именно тогда сложились основные типы рекомпрессионных камер — одноотсечная РК и двухотсечная БК (см. рис. 22).

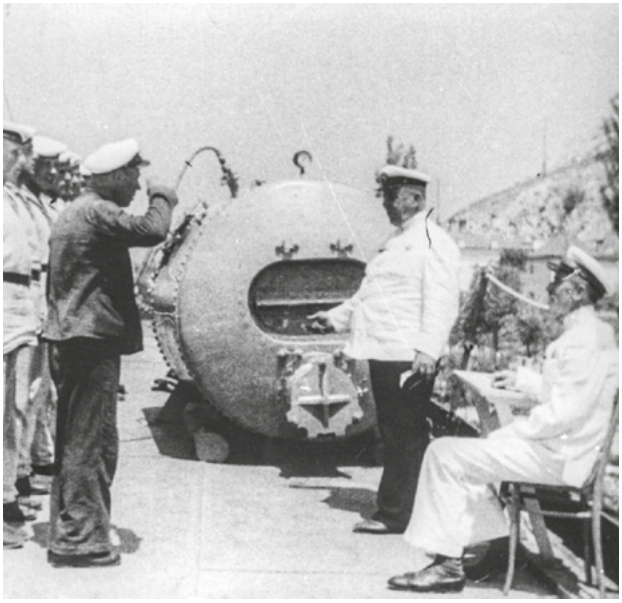


Рис. 21. *Барокамера английской фирмы «Зибе-Горман», использовавшаяся ЭПРОНом до конца 1930-х годов*

Позднее, уже после войны, на базе барокамер РК были созданы барокамеры с предкамерой РК-У и ее уменьшенный вариант РК-Ум для установки на подвижные носители — водолазные плавсредства и автомобили (см. рис. 23).

Барокамеры БК находились в эксплуатации и в послевоенные годы. Позднее на базе этой барокамеры были созданы поточно-декомпрессионные камеры серии ПДК (см. рис. 24).

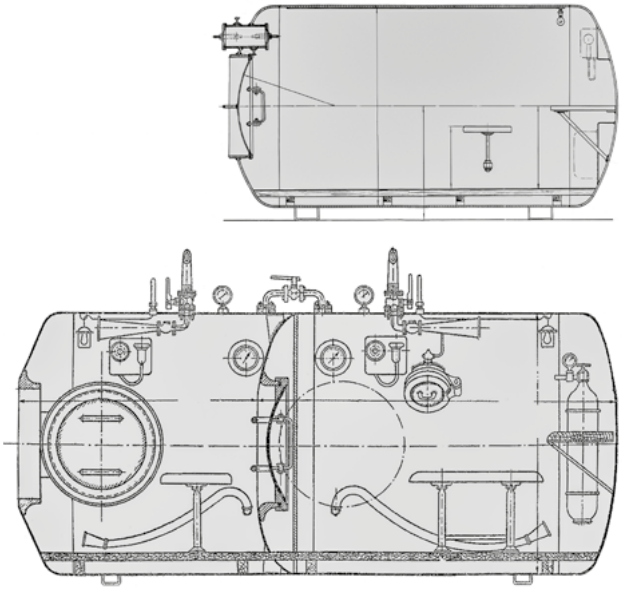


Рис. 22. Рекомпрессионные барокамеры с рабочим давлением 10 кгс/см² разработки ЭПРОНа. Верхняя: барокамера РК, диаметр 1200 мм, длина 2500 мм, вес 1100 кг. Нижняя: барокамера БК, диаметр 1600 мм, длина 3600 мм, вес 3500 кг

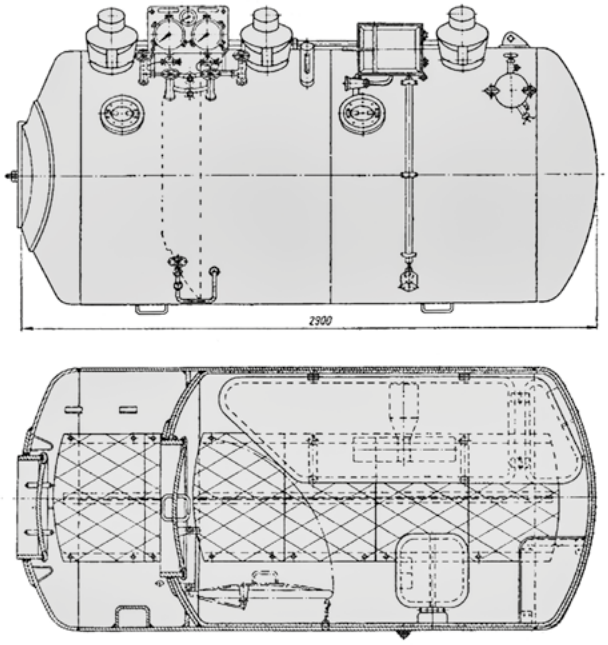


Рис. 23. Рекомпрессионная барокамера РК-М, пришедшая на смену барокамере РК. Рабочее давление – 10 кгс/см², диаметр 1200 мм, длина 2900 мм, вес 960 кг

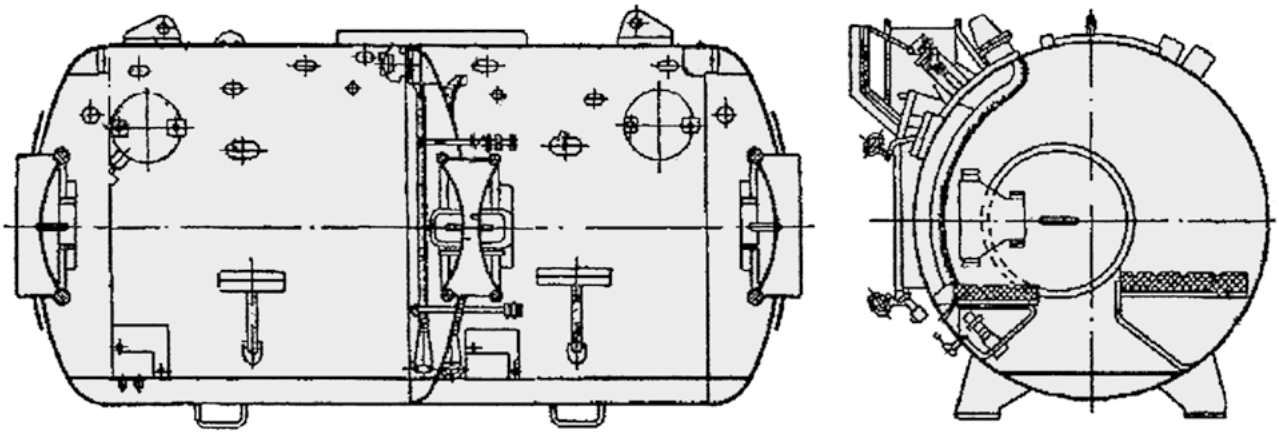


Рис. 24. Поточно-декомпрессионная камера ПДК-2

Плавсредства

Как и с другим оборудованием, в первые годы своего существования ЭПРОН был вынужден либо переоборудовать переданные ему суда в водолазные базы, либо строить водолазные боты своими силами (см. рис. 25). К 1930-м годам водолазные боты собственной постройки перестали удовлетворять потребности ЭПРОНа в водолазных плавсредствах, и Экспедиция обратилась к судостроительной промышленности с запросом на постройку трех типов водолазных судов: речного, рейдового и морского. Со временем речные водолазные боты были выведены из эксплуатации и из номенклатуры, и в отечественной водолазной практике осталось два типа водолазных ботов: рейдовые и морские, которые с соответствующей доработкой и установкой на их борту бортового водолазного и общесудового оборудования очередного поколения выпускаются и эксплуатируются до сих пор.

Несколько в стороне от используемой ЭПРОНом водолазной техники стоит проработка в 1930 году возможности переоборудования подводной лодки «Барс» в подводную водолазную базу (см. рис. 26). Не совсем понятно, как сформировался запрос на подобную разработку, хотя, учитывая тесную связь ЭПРОНа с Военно-Морским флотом, он был достаточно очевиден, и попытки создания подводных лодок, имеющих оборудование для выхода водолаза за борт, предпринимались еще в начале 1900-х годов.

В следующий раз к идее переоборудования подводной лодки в «водолазную» вернулись в 1960 году, когда в носовом торпедном отсеке подводной лодки проекта 613 были установлены жилая барокамера с системами жизнеобеспечения и устройства, обеспечивающие выход водолаза из этой барокамеры за борт лодки на глубинах до 100 м (см. рис. 27).

Данная статья, как уже отмечалось, посвящена наследству ЭПРОНа в области водолазной техники. Кроме этого, инженеры

Рис. 25. *Строительство силами мастерских ЭПРОНа водолазного бота. Установка мотокомпрессора*

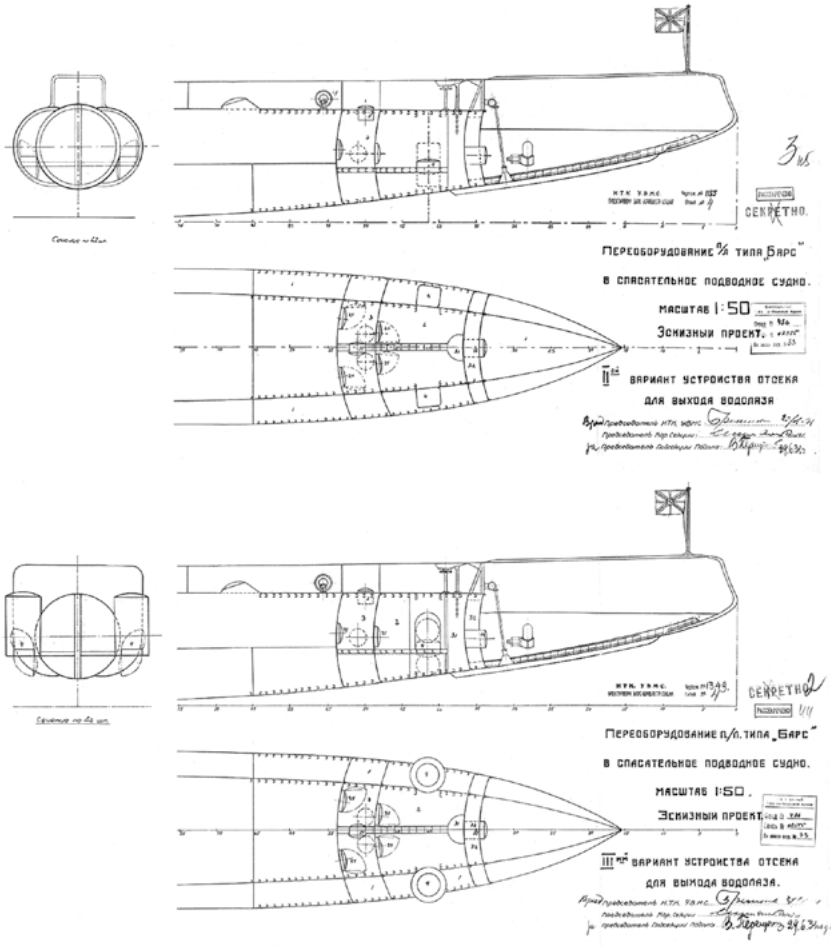


Рис. 26. *Техническое предложение ЭПРОНа по переоборудованию подводной лодки «Барс» в подводную водолазную базу. РГАВМФ*

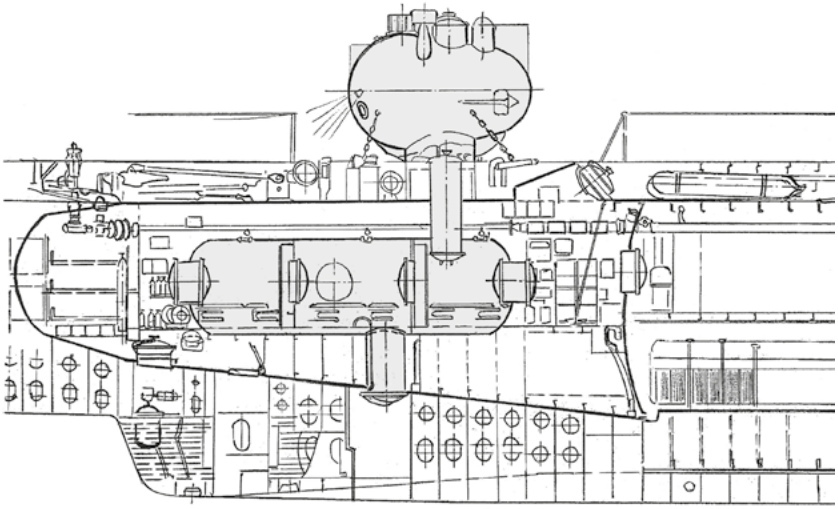


Рис. 27. *Экспериментальная спасательная подводная лодка, переоборудованная для обеспечения выхода водолазов под воду на глубинах до 100 м*

Экспедиции работали над созданием спасательной техники (судоподъемные понтоны различной грузоподъемности, продувочные компрессоры и пр.), технологической оснастки для механизации подводных работ. Особо надо отметить достижения ЭПРОНа в области водолазной физиологии и медицины средних и больших глубин при использовании для дыхания воздуха и искусственных многокомпонентных дыхательных смесей. Но эти вопросы — предмет отдельного исследования.

Возвращаясь к началу статьи, вновь отметим, что деятельность ЭПРОНа была многогранна, и далеко не все ее аспекты нашли свое отражение в том или ином виде. В одной статье невозможно описать все достижения ЭПРОНа в области развития водолазного дела России, но даже приведенных выше сведений по влиянию Экспедиции на создание новой водолазной техники достаточно, чтобы по достоинству оценить ее место в хозяйственной и оборонной деятельности страны.

Павел Андреевич Боровиков,
советский и российский
исследователь истории
водолазного дела

Изображения: из коллекции автора, фондов РГАВМФ, фондов Центрального государственного архива кинофотофонодокументов (Санкт-Петербург), Издания Экспедиции Подводных Работ «ЭПРОН». Л., 1932; из собрания водолазного специалиста Ю. К. Павловского.

ИСТОРИЯ | HISTORY

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.001 УДК 94(47).083

РЕКОНСТРУКЦИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ В ГОРЛЕ БЕЛОГО МОРЯ В 1914–1917 ГГ. НА ОСНОВЕ НАХОДОК ПОГИБШИХ СУДОВ

А. В. Лукошков

АНО «Национальный центр подводных исследований»
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Lukoshkov2004@mail.ru

Аннотация В статье рассматриваются организация и проведение перевозок военных грузов в Российскую империю в годы Первой мировой войны, а также потери транспортного флота союзников при плаваниях через Горло Белого моря в 1915–1917 гг. в результате операций германского военно-морского флота. Реконструируется ход событий, уточняются места германских действий и причины гибели судов. Описаны работы по поиску и находки погибших кораблей, работы по обследованию найденных судов, а также их состояние и выявленные повреждения от взрывов. В результате работ по реконструкции хода боевых действий 1915–1917 гг. в этом районе были обнаружены останки 10 кораблей и судов, погибших в годы Первой мировой войны, и 4 судна, датируемых другими периодами. Обнаружение всех останков позволило не только уточнить ход событий 1915–1916 гг., но и определить координаты как минимум трех минных банок, выставленных минным заградителем «Метеор». Обнаружение останков парохода «Ковда», считавшегося погибшим на минах подводной лодки U-75, позволило окончательно отнести его к жертвам минных постановок «Метеора» и подтвердить, что поход U-75 в 1916 году был безрезультатным. Из общего числа находок останки как минимум шести судов представляют интерес для дальнейшего изучения и подъема артефактов.

Ключевые слова подводная археология, Первая мировая война, Белое море, затонувшие корабли.

Для цитирования *Лукошков А. В.* Реконструкция боевых действий в Горле Белого моря в 1914–1917 гг. на основе находок погибших судов // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 35–54. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.001

RECONSTRUCTION OF THE 1914–1917 NAVAL BATTLES IN THE WHITE SEA THROAT BASED ON THE DISCOVERY OF LOST SHIPS

A. V. Lukoshkov

ANO "National Underwater Research Center"
St. Petersburg, Russian Federation
Lukoshkov2004@mail.ru

Abstract The article explores the organization and conduct of military cargo transportation to the Russian Empire during the First World War, as well as the losses of the allied transport fleet during voyages through the White Sea Throat in 1915–1917 as a result of military operations by the German navy. The course of events was reconstructed, specifying the locations of German actions and the causes of the ships' demise. The article describes the search for and discovery of sunken ships, surveys conducted on the found vessels, their condition, and identified damages from explosions. As a result of the reconstruction of the course of military actions in 1915–1917 in this area, the remains of 10 ships and vessels that perished during the First World War were discovered, along with 4 vessels dating back to other periods. The discovery of all the remains not only allowed for a more accurate understanding of the events of 1915–1916 but also determined the coordinates of at least three minefields laid by the SMS Meteor minelayer. The discovery of the remains of the Kovda steamship, considered sunk by the mines laid by a submarine SM U-75, definitively attributed it to the victims of the mine layouts by SMS Meteor and confirmed that the U-75 campaign in 1916 was unsuccessful. Among all the discoveries in the area, the remains of at least six vessels are of interest for further study and artifact recovery.

Keywords underwater archaeology, First World War, World War I, White Sea, sunken ships.

For citation Lukoshkov A. V. Reconstruction of the 1914–1917 Naval Battles in the White Sea Throat Based on the Discovery of Lost Ships. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 35–54. DOI: https://doi.org/ 10.26175/URC.2023.2.2.001 (In Russ.)

Боевые действия в Горле Белого моря были связаны с попытками Кайзерлихмарине помешать доставке в Россию из стран союзников военных и стратегических грузов по маршруту вокруг Скандинавского полуострова. Хотя Горло Белого моря было самым удаленным и труднодоступным районом для проведения германских операций, в течение трех лет их результаты сказывались на прохождении кораблей с грузами, и на дне остались жертвы этих действий.

Собственно, путь вокруг Скандинавского полуострова был в первые годы войны единственным, а потом основным вариантом доставки грузов в Российскую империю, а Архангельск — единственным портом, способным принять их. И как всегда, уже после начала войны вдруг выяснилось, что российские армия, флот, транспорт, промышленность срочно нуждаются в поставках самого широкого спектра изделий: снарядов, патронов, винтовок, бомб, автомашин, самолетов, моторов, паровозов, вагонов, армейских касок, взрывчатых веществ, медикаментов, тканей, колючей проволоки... и вообще всего.

В первый год войны трафик шел бесперебойно. Противодействие противника было ограниченным. Германские подводные лодки смогли потопить у берегов Норвегии всего три парохода, а двухнедельный поход к Кольскому полуострову вспомогательного крейсера (океанского пассажирского лайнера водоизмещением 23 700 т) «Берлин» оказался безрезультатным. Потери транспортов в Горле Белого моря ограничились двумя крушениями по навигационным причинам. На Терском берегу у острова Данилова разбился российский пароход «Иоанн Богослов», а на Орловских кошках — арендованный Морведом английский пароход «Ормедия» с грузом 3500 тонн угля.

В целом, в 1914 году перевозки грузов северным маршрутом оказались весьма успешными. В Архангельск было завезено 533 тыс. тонн грузов и вывезено 1 млн. тонн в основном пшеницы. С 25 августа к городским причалам прибыло 205 пароходов, в том числе 123 с углем для флота и 82 с военными грузами и оборудованием. Правда сохранялись сложности с вывозом грузов вглубь Росси: железная дорога могла вывозить не более 150 тонн грузов в сутки. По воспоминаниям очевидцев, порт был завален углем, а на площадях города возникли горы ящиков (в том числе со снарядами и винтовками) и мотков колючей проволоки. Для кардинального решения проблемы еще в сентябре вновь образованное Управление по строительству Мурманской железной дороги приступило к изысканиям, а в январе 1915 года император одобрил начало работ по строительству дороги.

Тем не менее Архангельск все еще был единственным портом на севере, и с приближением ледостава все реальнее становилась проблема прекращения навигации из-за невозможности организации ледовой проводки судов. В 1914 году в Архангельске имелись лишь два маломощных портовых ледокола — «Лебедин» (200 л.с.) и «Николай» (330 л.с.) — и два гидрографических судна ледового класса — «Кузнечиха» (200 л.с.) и «Соломбала» (450 л.с.). Правда Министерство Торговли и Промышленности еще летом начало поиск ледоколов за границей. Но удалось приобрести лишь четыре единицы. В Канаде за 991,2 тыс. руб. купили пассажирский пароход ледового класса «Эрл Грей» (7000 л.с.), затем за 811 тыс. руб. ледокольный пароход «Линтресс» (3500 л.с.) и за 297 тыс. руб. портовый ледокол «Горн» (700 л.с.). В Норвегии за 76 тыс. руб. приобрели старый ледокол «Мильнер» (1330 л.с.) постройки 1878 года. Но из них лишь «Эрл Грей» смог добраться в Архангельск к началу ледостава. Его переименовали в «Канаду» и поставили для проводки судов по Двине. Но режим эксплуатации был настолько интенсивным, что к декабрю пароход практически вышел из строя: через изношенные дейдвуды и таранную переборку в трюмы поступало до 1000 тонн воды в час. Но замены не было. И лишь когда 5 января (здесь и далее даты для событий в России указаны по старому стилю, кроме дат, касающихся иностранных судов и кораблей, для которых указываются даты как по российскому, так и по европейскому календарям) была сломана лопасть винта, пароход решили отправить на ремонт в Англию. Для его проводки через двинские льды пришлось вызвать с Балтийского флота команду минеров, которые взрывами проделали во льдах канал длиной 30 км. Работы обошлись в 100 000 рублей. Пароход вывели к о. Мудьюг, но работать он уже не мог, и навигация закончилась.

Российские власти привычно обратились за помощью в британское Адмиралтейство, и там сочли возможным послать в Белое море для работы в качестве ледокола лишь устаревший эскадренный броненосец «Юпитер» постройки 1895 года водоизмещением 14 900 тонн и мощностью 12 000 л.с. Меж тем 7 января в Кольский залив прибыл ледокол «Мильнер», и было решено попытаться провести через Горло Белого моря караван, включавший три парохода: российский «Двинск», английский «Тракия» и норвежский «Кнут Ярл». Попытка не удалась. Караван вышел 11 (24) января, но вскоре застрял во льдах Горла и распался. «Двинск» сумел пробиться и прибыл в Архангельск, «Кнут Ярл» вернулся в Кольский залив, где зазимовал, а «Мильнер» и «Тракия» остались дрейфовать во льдах, причем экипаж ледокола бросил корабль и перебрался на английский пароход. «Юпитер» прибыл 25 января (7 февраля) и к 2 (15) февраля сумел пробиться к Зимнегорскому маяку, куда разгрузившийся в Архангельске «Двинск» привел аварийную «Канаду». За двое суток броненосец успешно провел их через Горло и привел в Кольский залив. Оба корабля ушли в Англию, а 7 февраля в Кольский залив, наконец, пришел «Линтресс», который сразу направили выручать дрейфовавшие в Горле корабли. Но он не смог их освободить и вернулся. Вместо него послали «Юпитер», который к 5 (18) марта пробился к «Тракии», жестко пришвартовал ее к своей корме с правого борта и повел на север. Такой вариант буксировки оказался неудачным. Броненосец не ледокол. Он мог лишь таранить ледовое поле — ударял в лед, сдавал назад и снова бил по льду. При таких маневрах пришвартованный пароход рыскал, бился кормой о льды, вскоре обломал лопасти винтов и сломал руль. Форштевень «Тракии» полностью разломал кормовой адмиральский балкон броненосца. Более того, корпус парохода увеличивал общую ширину сцепки и сам упирался в лед. Уже 8 (21) февраля корабли застряли во льдах, и для их вызволения пришлось посылать «Линтросс», который с трудом привел сцепку к о. Мудьюг. Там осмотр показал, что у броненосца лопнул один носовой шпангоут, еще несколько прогнулись вместе с обшивкой. На него завезли бревна, чтобы раскрепить шпангоуты, догрузили уголь и 26 марта (8 апреля) отправили в Кольский залив. Но в Горле у броненосца лопнули еще два шпангоута, треснула обшивка в носу, бревна-распорки разломались. На помощь послали «Линтресс», который и провел броненосец сквозь льды. К моменту прихода в Кольский залив поступление воды в корпус достигало 500 т в сутки, а осмотр винтов показал, что лопасти укоротились на 45 см. Стало понятно, что «Юпитер» не может работать во льдах, и его отправили в Англию. Пришлось признать, что организовать зимнюю навигацию не удалось. Единственной хорошей новостью стало известие, что брошенный «Мильнер» принесло льдом в район Городецкого маяка, где его удалось взять на буксир и привести в Кольский залив. Навигация 1915 года началась лишь в конце апреля, когда в Кольский залив вернулся отремонтированный ледокол «Канада» и в Архангельск смог пробиться пароход «Одесса»[1].

[1] *Андриенко В. Г.* Первая зимняя навигация в Белом море (1914–1915 годы) // Гангут. Вып. 5. СПб.: Гангут, 1993. С. 59–69. ISBN: 5-85875-016-8

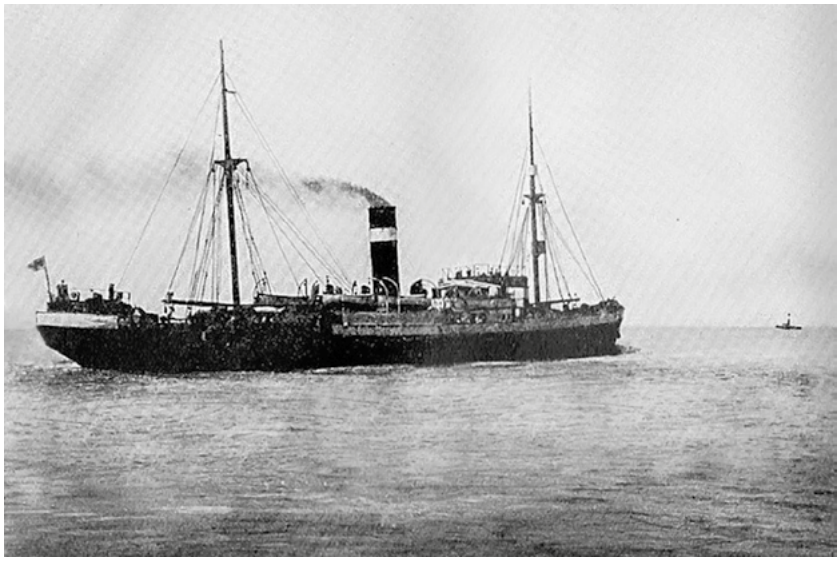


Рис. 1. *Германский минный заградитель (вспомогательный крейсер) «Метеор»*

Между тем в Генеральном штабе германской армии осознали, что блицкриг провалился и война затягивается. И 28 февраля (12 марта) начальник штаба генерал Эрих фон Фалькенхайн обратился в адмиралтейский штаб с просьбой воспрепятствовать поставкам военного снаряжения для русской армии через Архангельск. Были разработаны планы, согласно которым предполагалось направить в район Кольского полуострова подводные лодки и дополнительно заминировать фарватеры в Горле Белого моря. Для проведения этой операций был переоборудован захваченный английский пароход «Вена», имевший дальность плавания до 5000 миль. После установки вооружения он был переквалифицирован во вспомогательный крейсер и получил новое название «Метеор» (см. рис. 1). Приняв на борт мины, пароход 16 (23) мая вышел в море и легко преодолел линию английской блокады. Далее он следовал под российским флагом, будучи замаскирован под русский пароход «Император Николай I». Беспрепятственно обогнув Скандинавский полуостров, «Метеор» 25 мая (6 июня) подошел к Канину Носу и, переждав шторм, на следующий день спустился в район о. Сосновец, откуда пошел на север и за несколько дней на дистанции около 100 миль между Сосновцом и Святым Носом выставил 10 далеко отстоящих друг от друга минных банок (семь по 2 мин и три по 32 мины). Всего было выставлено 285 мин, причем наибольшая их концентрация была достигнута в районе между мысом Орлов-Терский, устьем реки Поной и островом Моржовец, где были поставлены 4 банки, всего 108 мин. Еще две банки были поставлены к югу от устья Поноя в районе острова Данилова, одна к северу от Орловского маяка, одна у мыса Городецкий и две к северу от него. Отметим, что мины ставились линиями поперек фарватера, но никто не обратил внимание на необычное маневрирование парохода. Тип выставленных мин неизвестен. Наиболее вероятно, это могли быть мины ЕМА с зарядом 150 кг ВВ, но возможно, и мины ЕМВ с увеличенным зарядом 220 кг ВВ.

И уже 27 мая (8 июня) в районе Городецкого маяка подорвался английский пароход «Твилайт» (Twilight), шедший в Архангельск с грузом 4000 тонн угля. К счастью, капитан сумел посадить его на мель, и впоследствии он был спасен и отведен по назначению. Но 29 мая (10 июня) в 12 милях южнее Орловского маяка подорвался английский пароход «Арендаль» (Arendale), имевший на борту 5325 тонн угля. Он тоже выбросился на берег в районе острова Девятова, но получил серьезные повреждения и был брошен. Вслед за ним 31 мая (12 июня) у Орловского маяка подорвался шедший из Архангельска с грузом леса английский пароход «Друмлойст» (Drumloist). Благодаря плавучему грузу он держался на воде, сохранил ход и стал возвращаться в сопровождении парохода «Феодосий Черниговский». Но на следующий день он еще дважды подорвался на минах: сначала у Трех Островов, а затем и на южной минной банке. Экипаж покинул борт и эвакуировался на шлюпках, а брошенный пароход перевернулся вверх килем и продолжил дрейфовать на юг. Последний раз его наблюдали на траверзе острова Сосновец 2 (15) июня с борта парохода «Царь». Из воды была видна только корма, торчавшая килем вверх и окруженная множеством дрейфовавших стволов деревьев. Следующей жертвой стал английский пароход «Маскара» (Maskara), выбросившийся 6 (19) июня на бе-

рег у острова Данилова. Причина этого нигде не указана, но впоследствии при осмотре парохода были обнаружены серьезные повреждения корпуса, и он был брошен. В следующие недели подрывы следовали регулярно:

8 (21) июня	*у устья Поноя погибла шхуна «Святой Николай»;*
10 (23) июня	*в районе Трех Островов взорвался и утонул норвежский пароход «Лисакер» (Lysaker), перевозивший 2780 тонн угля;*
11 (24) июня	*южнее Поноя на дно пошел английский пароход «Африкан Монарх» (African Monarch) с 5507 тоннами угля;*
17 (30) июня	*у Трех Островов погиб норвежский пароход «Хельга» (Helga).*

Все это вызвало переполох. Срочно были мобилизованы паровые рыболовецкие суда, которые оснащались лебедками и переквалифицировались в тральщики. И поскольку в Архангельске не было тралов, их отправляли в Горло Белого моря, вооружив лишь простыми тросами. Кроме того, был направлен запрос в британское Адмиралтейство с просьбой прислать английские тральщики. Поскольку гибли в основном британские суда, англичане просьбу удовлетворили, и в конце июня в Архангельск пришли 6 переоборудованных траулеров. Это позволило организовать в Горле Белого моря проводку судов караванами, следовавшими за тральщиком. Эта мера и траление фарватеров позволили снизить частоту подрывов, но полностью устранить опасность не удалось.

Уже 30 июня (13 июля) южнее мыса Городецкого взлетел на воздух российско-финляндский пароход «Урания» (Urania), следовавший четвертым номером в караване с грузом тринитротолуола, бомб и военного снаряжения. Его гибель приписали диверсии, но через месяц, 25 июля (8 августа), взорвался и утонул шедший в Архангельск английский пароход «Бенартур» (Benarthur). Затем 26 июля (9 августа) на южной минной банке подорвался английский пароход «Мадуро» (Maduro), следовавший из Архангельска в Англию с грузом пшеницы. Но он остался на плаву и был уведен обратно. Следующей жертвой стал английский вспомогательный крейсер (пассажирский лайнер водоизмещением 15 044 тонны) «Арланца» (Arlanza), подорвавшийся 27 августа (9 сентября) у Святого Носа. Но для такого гиганта одной мины было мало, и он благополучно вернулся в Англию. Зато взорвавшийся 14 (27) сентября у Поноя американский барк «Сент-Винцент» (Sent Vincent) не имел шансов на спасение и погиб. Также и подорвавшийся у Городецкого мыса 25 сентября (8 октября) английский пароход «Кап Антибес» (Cape Antibes) с грузом 3900 тонн угля мгновенно ушел под воду. К этим боевым потерям в Горле Белого моря следует прибавить и английский пароход «Гродно» (груз — 1955 тонн угля), торпедированный 23 июля (05 августа) в районе Святого Носа подводной лодкой U-22[2]. То есть появление тральщиков и проводка караванов принципиальной роли в обеспечении безопасности плаваний не сыграли. Хотя тральщики уничтожили за осенние месяцы 218 мин (из них российские только 44), общие безвозвратные потери от действий Кайзерлихмарине в Горле Белого моря 1915 году составили 12 вымпелов, и еще 3 получили повреждения[3]. Еще 5 пароходов разбились на камнях в Горле в результате штормов и по навигационным причинам:

22 июня (5 июля)	*«Парквуд» на Орловских кошках;*
14 (27) июля	*«Джанера» у Городецкого мыса;*
27 июля (9 августа)	*«Финшлей» у Трех Островов;*
10 (23) сентября	*буксир «Холланд» у Трех Островов;*
? (?) сентября	*пароход «Смелый» в бухте Йоканги.*

[2] О гибели и авариях судов на неприятельских минах. 1915–1917 гг. // Российский государственный архив Военно-Морского флота. Ф. 386. Оп. 2. Ед. хр. 125. Л. 13, 16.

[3] Переписка о крушениях и авариях русских и иностранных судов в Северном и Белом морях и в Сев. Ледовитом океане. Списки судов, погибших во внутренних и внешних водах за 1914–1918 гг. // РГАВМФ. Ф. 418. Оп. 2–2. Ед. хр. 325. Л. 123, 136–192; Сведения о погибших и потерпевших аварии судах. // РГАВМФ. Ф. 899. Оп. 1. Ед. хр. 23. Д. 19; Дело по расследованию обстоятельств подрыва судов на минах в Белом море // РГАВМФ. Ф. 378. Оп. 1. Ед. хр. 93. Л. 1, 15, 41–47, 48; Материалы по организации спасательных работ в Белом море и на Мурманском побережье (договоры, протоколы, ведомости и переписка) // РГАВМФ. Ф. 386. Оп. 2. Ед. хр. 114. Л. 212а; *Стрельбицкий К.Б.* Потери Российского флота в период Первой Мировой войны, 1914–1918 : справочник. Львов: Международный центр истории флота, 1994. 38 с.

Это количество составляет ничтожный процент от общего числа транспортов, прошедших через Горло за навигацию 1915 года, которая поставила новый рекорд по объемам перевозок. В порты Архангельска, Кеми и Сороки было доставлено 1 млн. 200 тыс. тонн грузов. Вывезено было 160 тыс. тонн пшеницы, 48 тыс. тонн сливочного масла, 80 тыс. тонн пеньки и льна, большое количество леса.

За лето Министерство транспорта и промышленности сумело несколько пополнить парк судов ледового класса. В Кольский залив, наконец, прибыл портовый ледокол «Горн» и ледокол «Минто», получивший новое и двусмысленное название «Сусанин». Также пришли закупленные в Англии пароходы, рассчитанные на плавание во льдах: «Брюс» (в России «Соловей Будимирович»), «Айсланд» («Семен Челюскин»), «Беотик» («Георгий Седов»), «Адвенчур» («Семен Дежнев»), «Бонавенчур» («Владимир Русанов»), «Беллавенчур» («Александр Сибиряков»). Но зима 1915–1916 гг. прошла не намного лучше предыдущей. Ледоколов по-прежнему не хватало, а новые ледокольные пароходы использовались для транспортировки в Архангельск грузов, приходивших на обычных пароходах в район Кольского залива, где происходила перегрузка с борта на борт. В результате в декабре 1915 года практически все российские корабли отряда (партии) траления (бывшие траулеры) оказались затертыми во льдах в Горле Белого моря. Старый тральщик «Север» — в районе мыса Городецкий, тральщики «Орезунд» и «Святой Николай» — у мыса Орлов-Терский, а тральщики «Скум», «Юг», «Запад» и мобилизованный пароход Соловецкого монастыря «Вера» (штабное судно отряда) — у Зимнегорского маяка. В конечном итоге все они погибли. Уцелел лишь тральщик «Восток». Кроме них во льдах в декабре затерло и раздавило английский пароход «Саффо»[4].

Но нерешенная проблема с ледокольным флотом была не единственной. Главный морской штаб (ГМШ) полностью «протабанил» создание на севере военной флотилии. В течение всего 1915 года ни на Белом, ни на Баренцевом морях не появилось ни одного российского боевого корабля, способного вести борьбу с кораблями и подводными лодками противника. Правда 3 сентября в Архангельск прибыли прошедшие Северным морским путем из Владивостока два ледокольных парохода «Вайгач» и Таймыр», но после 14-месячного плавания с зимовкой во льдах они нуждались в ремонте, а экипажи — в отдыхе. Все действия ГМШ свелись к присылке в Архангельск двух «малых» подводных лодок, имевших обозначения № 1 и № 2. Их история достойна отдельного рассказа как пример неразберихи, творившейся в верхних эшелонах власти империи. По своим техническим характеристикам (дальность подводного плавания — 15 миль при скорости 5,5 узлов) обе лодки вообще не были пригодны к участию в боевых действиях. Построили их несмотря на протесты Морского ведомства, которое не знало, как их можно использовать, и постаралось сбыть их подальше от театров военных действий. Обе лодки доставили в Архангельск 4 августа и разместили подальше от глаз в селе Взглавье на Северной Двине (см. рис. 2а, б). Там они простояли до октября, когда их на буксире парохода «Сергей Витте» потащили в Кольский залив. Но на переходе караван попал в шторм, и лодку № 2 оторвало и выбросило на берег у Святого Носа. Пароход вернулся в Архангельск, а обломки лодки № 2 нашли лишь следующей весной в бухте. За зиму ее разломало льдом, и присланный весной отряд водолазов смог поднять лишь несколько деталей.

Лишь 30 января 1916 года императором был подписан указ о формировании отряда обороны Кольского залива. Правда оказалось, что формировать его не из чего. В состав отряда были включены всего пять вооруженных гражданских судов: пароходы «Колгуев» и «Василий Великий» (он уже в апреле погибнет у полуострова Рыбачий), переоборудованный в тральщик траулер «Восток», гидрографическое судно «Харитон Лаптев» и прибывший из Владивостока минный транспорт «Уссури» (бывший грузовой германский пароход «Люцун»). Реальные боевые силы в регионе составляли корабли британского флота: броненосец «Амбермаль», крейсеры «Ифигения» и «Интерпид», плавбазы «Эрнестон» и «Саннидейль» и отряд тральщиков, численность которого менялась, достигая в моменте 15 вымпелов. Лишь в июне в Кольский залив пришли из Владивостока два российских военных корабля — миноносцы «Властный» и «Грозовой». Это формально позволило 19 июля переименовать российские силы во Флотилию Северного Ледовитого океа-

[4] Переписка и рапорта о снаряжении тральщиков, уходящих в море и назначений личного состава. // РГАВМФ. Ф. 389. Оп. 2. Ед. хр. 31. Л. 18, 33; О гибели и авариях судов на неприятельских минах. 1915–1917 гг. // РГАВМФ. Ф. 386. Оп. 2. Ед. хр. 125. Л. 13, 16; *Сингх С.С.* Боевая служба парохода Соловецкого монастыря «Вера» в Партии траления Белого моря в 1915 г. // Соловецкое море. Вып. 18. Архангельск, Москва: ТСМ, 2019. С. 95–104. ISSN 1810-7818; *Стрельбицкий К.Б.* Потери Российского флота в период Первой Мировой войны, 1914–1918 : справочник. Львов: Международный центр истории флота, 1994. 38 с.

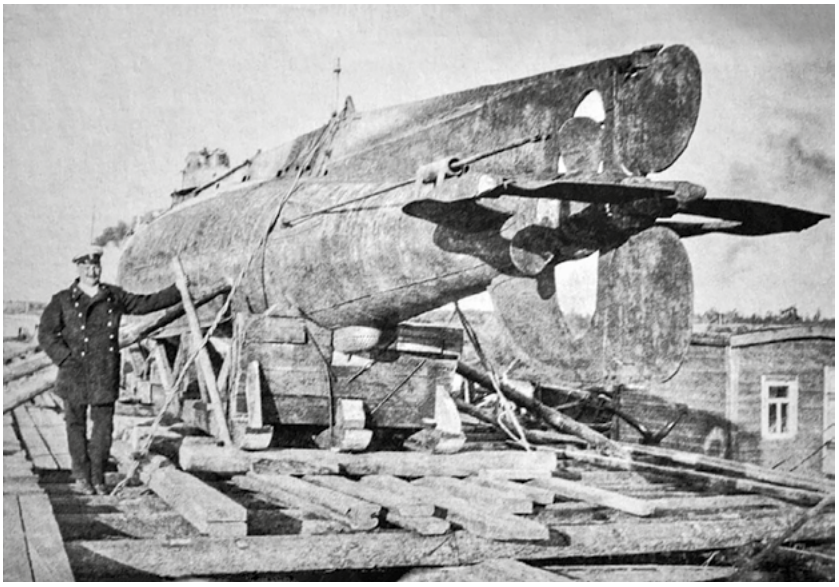


Рис. 2а. *Подводная лодка № 2 в Архангельске*

на, хотя ее боеспособность по-прежнему оставалась довольно низкой.

Между тем Кайзерлихмарине расширило свои операции против транспортов союзников на севере. На принадлежавших Норвегии Лофотенских островах была создана база, обеспечивавшая снабжение специально сформированной 3-й флотилии в составе шести подводных лодок. Так же было решено послать в Горло Белого моря подводный минный заградитель U-75 типа UE-1 с дальностью плавания 8000 миль. Выйдя из Гельголандской бухты в июле, U-75 4 (17) августа прибыл в Горло Белого моря к мысу Орлов-Терский и разом выставил весь свой запас — 36 якорных мин типа UE-150. Это были менее мощные мины с зарядом 140 кг ВВ, специально разработанные для постановки с борта подводных лодок. Затем лодка ушла на базу, но ни одного подрыва на выставленных ей минах так и не было зафиксировано ни в 1916 году, ни позже. Наиболее простое объяснение сводится к тому, что, находясь в подводном положении, лодка в условиях

Рис. 2б. *Подводная лодка №2 в Архангельске*

сильных течений в Горле Белого моря просто ошиблась с определением координат и выставила мины не на фарватере, а вне его. Такой ошибке могла способствовать и применявшаяся на лодках этого типа конструкция системы сброса мин, которая обеспечивала сброс мин лишь небольшими партиями по 6 штук, после чего требовалась перезарядка трубчатых аппаратов, занимавшая много времени. Как на самом деле было, мы никогда не узнаем, но, судя по всему, мины так и провисели на глубине, пока не утонули вследствие коррозии металла, и рискованный поход U-75 был напрасным.

Российские власти об этой постановке ничего не знали, и плавание по Горлу Белого моря считалось безопасным. Тем более что летом 1916 года удалось из Архангельска без потерь провести караванами по 5–6 вымпелов 37 английских и французских транспортов, на которых размещались части Русского экспедиционного корпуса, отправлявшиеся на помощь союзникам во Францию и Грецию. Их численность составила более 44 тыс. человек.

Тем более неожиданным стало известие, что 27 июля (7 августа) к югу от Городецкого мыса подорвался и погиб посыльный корабль отряда (партии) траления «Ковда» (бывший германский пароход Taurus, захваченный в 1914 году). Он шел с грузом тралового снаряжения из Архангельска в Йокангу и, очевидно, подорвался на пропущенной при тралении мине, выставленной в 1915 году «Метеором». И пароход «Ковда» оказался не единственным: через два дня в том же районе подорвалась на мине и утонула российская шхуна «Алексей». Но повторного траления района проведено не было, и 4 октября в этом же районе подорвался шедший из Архангельска с грузом леса норвежский пароход, который выкинуло на скалы. Все подрывы списали на торпедные атаки подводных лодок. Также как и подрыв английского парохода «Лотусмер» на траверзе острова Горяинова[5].

Но сегодня мы знаем, что никаких походов в Горло Белого моря немецкие подводные лодки не выполняли, и подрыв мог быть только на уцелевшей мине «Метеора». Повторного траления районов проведено не было, хотя с середины августа в Кольский залив начали приходить построенные в Англии тральщики типа «Бомбардир». Они представляли собой вооруженные рыболовецкие траулеры с усиленным набором для плавания во льдах. Всего прибыло 12 единиц, получивших обозначения с Т-13 по Т-24. Других боевых пополнений флота не было. Флотское начальство лишь имитировало активность, прислав в Александровск-на-Мурмане (совр. Полярный) еще две небоеспособные малые подводные лодки — № 1 из Архангельска и «Дельфин» из Владивостока. Последняя, построенная в 1901–1904 гг., была чисто экспериментальной и фактически не предназначалась для ведения боевых действий. Достаточно сказать, что она имела дальность подводного плавания 17 миль при скорости 4 узла или 35 миль при скорости 1,2 узла. После сдачи флоту лодка сразу же была отправлена на Дальний Восток, где в мае 1905 года утонула в результате взрыва паров бензина. После подъема лодка не использовалась и к 1916 году из-за изношенности механизмов и отсутствия запчастей физически не могла даже двигаться. Никакого смысла в ее присылке не было. Не менее странным был приход и крейсера «Варяг». Пройдя тысячемильный путь из Владивостока, он нуждался в ремонте и для этого сразу был отправлен в Англию. Последней акцией по «усилению» флотилии стала покупка для нее шести комфортабельных паровых яхт, которые числились посыльными судами, но на деле служили жильем для адмиралов и офицеров штаба флотилии.

Между тем 21 сентября на берегу Кольского залива был официально заложен новый город Романов-на-Мурмане (совр. Мурманск) с незамерзающим портом. А через два месяца состоялось открытие построенной всего за 20 месяцев Мурманской железной дороги протяженностью 1500 км. Это позволило направлять грузы в новый порт, уменьшило трафик через Горло Белого моря и существенно снизило нагрузку на Архангельск. Правда именно в это время германский флот предпринял последнюю попытку минирования Горла: 19 сентября (2 октября) подводный минный заградитель U-76 подошел к Городецкому мысу и к северу от него выставил банку из 27 мин, а затем сбросил еще 7 мин у Святого Носа. Возможно, на одной из них 2 (15) ноября подорвался российский пароход «Курск», хотя, учитывая силу взрыва и гибель парохода, более вероятно, что это была

[5] Переписка о крушениях и авариях русских и иностранных судов в Северном и Белом морях и в Сев. Ледовитом океане. Списки судов, погибших во внутренних и внешних водах за 1914–1918 гг. // РГАВМФ. Ф. 418. Оп. 2–2. Ед. хр. 325. Л. 123, 136–192; Сведения о погибших и потерпевших аварии судах. // РГАВМФ. Ф. 899. Оп. 1. Ед. хр. 23. Д. 19; Дело по расследованию обстоятельств подрыва судов на минах в Белом море // РГАВМФ. Ф. 378. Оп. 1. Ед. хр. 93. Л. 1, 15, 41–47, 48; Материалы по организации спасательных работ в Белом море и на Мурманском побережье (договоры, протоколы, ведомости и переписка) // РГАВМФ. Ф. 386. Оп. 2. Ед. хр. 114. Л. 212а; *Стрельбицкий К.Б.* Потери Российского флота в период Первой Мировой войны, 1914–1918 : справочник. Львов: Международный центр истории флота, 1994. 38 с.

мина, поставленная «Метеором». О других подрывах в районах постановки мин U-76 ничего не известно. В целом действия Кайзерлихмарине в Горле Белого моря в 1916 году следует признать неудачными. Но немецкие подводные лодки успешно действовали у берегов Норвегии и в районе Кольского полуострова. И хотя союзники «додавили» власти нейтральной Норвегии и 1 (14) октября вышел королевский указ, запрещавший под угрозой уничтожения плавание подводных лодок воюющих держав в водах королевства, активность немецких субмарин не снизилась. Всего в 1916 году они сумели потопить 31 транспорт союзников, потеряв всего одну лодку. Ей стала лодка U-56, потопленная 20 октября огнем миноносца «Грозовой».

Не имея возможности парализовать движение транспортов на море, германское командование постаралось компенсировать снижение активности операциями тайной агентуры. И 26 октября 1916 года в Архангельске у пристани Бакарицы взлетел на воздух стоявший под разгрузкой российский пароход «Барон Дризен». На его борту находилось 300 т ВВ, 380 т пороха, 50 тыс. снарядов, 25 тыс. детонационных трубок и 548 баллонов с жидким хлором. Хотя часть груза уже была вывезена, взрыв произвел чудовищные разрушения и повредил стоявший рядом английский пароход «Эрл-оффарфор». Разумеется, взорвалась лишь часть груза, и его остатки поднимали с затонувшего корпуса «Барона Дризена» вплоть до середины 1920-х годов.

В целом потери союзников за навигацию 1916 года, когда по фарватерам в обе стороны проследовали 1582 судна, считаются незначительными.

С начала 1917 года действия Кайзерлихмарине сосредоточились на блокаде Кольского залива. В январе уже известная субмарина U-76 подошла к входу в залив для постановки минного заграждения, но потерпела неудачу. Двигаясь ночью в надводном положении, лодка в темноте столкнулась с английским тральщиком Т-30 и получила серьезные повреждения двигателей. Попытка уйти на электромоторах не удалась, и, выработав весь ресурс аккумуляторных батарей, командир вынужден был пересадить экипаж на норвежское рыболовное судно, а лодку затопить. Провалилась и вторая попытка минирования подходов к Кольскому заливу, предпринятая подводной лодкой U-75. Хотя она и смогла 28 и 29 марта (10 и 11 апреля) выставить три минные банки, но они были быстро обнаружены и вытралены новыми тральщиками типа «Бомбардир». Не слишком удачным был и рейд крейсерской лодки U-195, которая подошла к Александровску-на-Мурмане (совр. Полярный) и обстреляла его из орудия, не причинив существенного ущерба. Правда серьезный ущерб нанес новый теракт в порту: 13 января у причала № 8 в Экономии (пригороде Архангельска) произошел новый взрыв. На этот раз взлетел на воздух стоявший под разгрузкой пароход «Семен Челюскин», на котором находилось 2200 тонн взрывчатки. Погибли и «Семен Челюскин» и стоявший рядом английский пароход «Байропеа», но главное, взрыв полностью уничтожил и причальный и складской комплексы.

Плавания через Горло Белого моря осуществлялись практически без инцидентов. Ледовую проводку осуществляли вновь прибывшие ледоколы «Илья Муромец», «Козьма Минин» и «Князь Пожарский», заменившие погибший летом в Белом море «Линтросс» («Садко») и севшую на камни в Йоканге «Канаду». Но в феврале в районе острова Данилова «по неизвестной причине» погиб пароход «Коммерс», выбросившийся на берег, а 20 ноября в том же районе подорвался на мине пароход «Лотаро», шедший в Архангельск с грузом снарядов и патронов. Он тоже выбросился на берег, где в его носовой части произошел взрыв[6]. Очевидно, оба парохода погибли на пропущенных при тралении в 1915 году минах вспомогательного крейсера «Метеор», которые простояли в воде два года. Последней потерей флота в годы Первой мировой войны в Белом море стало посыльное судно «Олень», затонувшее у острова Мудьюг в ночь на 29 сентября после тарана врезавшегося в него английского тральщика Т-65[7].

На основании материалов РГАВМФ общее количество транспортов, погибших на пути в Россию и из России в 1914–1917 гг. по северному коридору, оценивается в 61 судно. Из них как минимум 23 единицы погибли в Горле Белого моря.

Затем в течение нескольких лет последовали бурные события Февральской революции,

[6] Переписка с Генмором, начальником Кольского района, командиром Архангельского военного порта, командирами судов и судовыми комитетами о плавании, наличии, местонахождении, ремонте, авариях и гибели судов флотилии // РГАВМФ. Ф. 378. Оп. 1. Ед. хр. 16. Л. 78, 216, 217, 248.

[7] Там же.

Октябрьской революции, Гражданской войны и англо-американской интервенции, которые тоже сопровождались активным плаванием военных кораблей, транспортов и барж через Горло Белого моря, но уже в других условиях.

В перипетиях войн и смены властей утонувшие в 1915–1916 гг. корабли были быстро забыты, но проходившие по Горлу суда и береговые наблюдательные пункты постоянно докладывали о состоянии кораблей, брошенных на камнях под берегом. Они быстро разрушались под воздействием сильных ежедневных переменных течений, изменений уровня моря, а, главное, в зимние периоды под давлением дрейфующих льдов. Кроме того, их грабили частные мародеры, снимая механизмы, якоря, цепи и изделия из цветного металла. Но корпуса никто не трогал, учитывая, что они по-прежнему находились в собственности судоходных или страховых компаний. К 1919 году на поверхности еще были видны четыре стоявшие без мачт и надстроек корпуса — «Арендель», «Финшлей», «Маскара» и «Лотаро». Кроме них в бухте Йоканги стоял полузатонувший корпус парохода «Смелый».

В 1920 году остовы были осмотрены и в зависимости от состояния их начали утилизировать. Корпус парохода «Финшлей» был уже полностью разрушен. По рапортам кормовая оконечность развалилась и ее фрагменты были раскиданы штормами по дну. Остальной корпус был превращен в груду развалин. Весь находившийся на борту груз селитры был полностью размыт. Остов корабля был отдан под разборку: в 1921 году с него подняли лебедки, якоря, цепи, более 3000 деталей из цветного металла и даже один из котлов, который, впрочем, утопили у Зимнегорского маяка при транспортировке[8].

Пароход «Маскара» стоял на мелководье с разломившимся корпусом. В 1921 году с него подняли уголь из трюмов № 1, 2 и 3, а в 1921 году и из трюма № 4. После этого пароход был брошен. Полностью ушедший под воду пароход «Лотаро» был обнаружен только в 1921 году «по следам на воде». Осмотр показал, что нос оторван и стоял на дне отдельно форштевнем вверх. Носовой трюм был полностью разрушен взрывом, но в остальных находился груз, и в 1924 году велись работы по его подъему. По данным В. П. Пузырева в 1924 году с «Лотаро» было поднято 1860 пудов (29,8 тонн) угля, 674 пуда (10,8 тонн) медной проволоки[9].

Наиболее сложные работы проводились на пароходе «Арендель». Его палуба при отливах торчала из воды, и в 1920 году из трюмов удалось поднять 2500 тонн угля. В 1921 году приступили к заделке пробоин в корпусе, а затем и к подъему. Осенью из корпуса откачали воду, и он всплыл. Но начавшиеся шторма разрушили и сорвали все установленные пластыри, и корпус снова утонул. Пароход «Смелый» с грузом сгнившей чечевицы был признан не перспективным, и его оставили догнивать в бухте Йоканги[10]. На этом работы на пароходах Первой мировой войны прекратились, и погибшие корабли окончательно ушли в небытие. Правда в 1950–1951 гг. по данным В. П. Пузырева АСС обнаружила и после осмотра подняла корпус парохода «Бенартур», но это был одиночный случай[11].

С период с 2018 по 2023 г. специалисты ЦПИ РГО при поддержке Гидрографической службы Северного флота провели комплекс исследований по поиску и обследованию останков погибших кораблей и реконструкции событий 1915–1917 гг. Для работ использовался большой гидрографический катер БГК-2154 «Всеволод Воробьев», принадлежащий 41 району Гидрографической службы Северного флота (в 2018–2020 гг. капитан В. Кузичев, в 2021–2023 гг. капитан А. В. Талов).

При планировании экспедиционных работ наиболее понятной задачей был поиск кораблей, утонувших на фарватере сразу после взрывов. Поэтому в основу планирования были положены сведения из документов, хранящихся в Российском государственном архиве Военно-Морского флота (РГАВМФ). В основном это штабная переписка, отчеты и телеграммы, касающиеся гибели судов. Как оказалось, все данные по местам крушений в них были весьма неточными вплоть до того, что для нескольких судов в разных документах указывались разные районы и координаты, причем все они оказались ошибочными. Не указывались в них

[8] Сведения об обстоятельствах гибели в Белом море и местонахождении затонувших судов и переписка о разгрузке и возможности подъема парохода «Буревестник» // РГАВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Ед. хр. 25. 89 л; Материалы по истории судоподъема в СССР за 1918–1925 гг. // РГАВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Ед. хр. 215. 166 л.

[9] Там же; *Пузырев В. П.* Обзор кораблекрушений на Белом море // РГАВМФ. Ф. Р-315. Оп. 1. Ед. хр. 150. Д. 120. 155 л.

[10] Материалы по истории судоподъема в СССР за 1918–1925 гг. // РГАВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Ед. хр. 215. 166 л.

[11] *Пузырев В. П.* Обзор кораблекрушений на Белом море // РГАВМФ. Ф. Р-315. Оп. 1. Ед. хр. 150. Д. 120. 155 л.

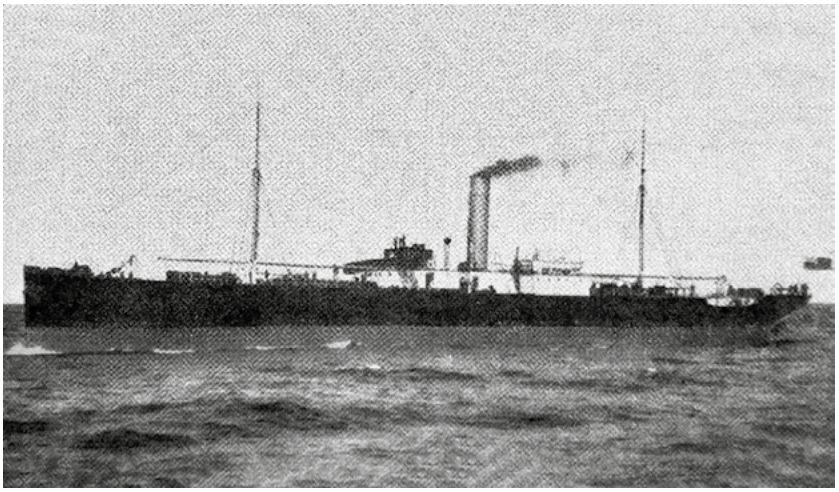


Рис. 3а. *Пароход «Кап Антибес»*

и координаты обнаруженных при тралении минных банок. Однако по найденным материалам удалось очертить предполагаемые районы постановок мин и наметить схемы их обследования. Фактически все суда подорвались лишь в двух районах: четыре на одной и той же банке к югу от Городецкого маяка и еще шесть на участке между мысом Орлов-Терский и островом Горяинова. В результате в ходе нескольких экспедиций удалось обнаружить все четыре корабля, погибших у Городецкого мыса, и три из пяти, утонувших в районе мыс Орлов-Терский — устье Поноя. Унесенный течениями на юг пароход «Друмлойст» был случайно зафиксирован на фарватере одним из кораблей Северного флота как подводное препятствие, но идентифицирован лишь два года спустя после этого специалистами ЦПИ РГО.

Если поиски кораблей прошли без особых трудностей, то обследование находок было чрезвычайно затруднено из-за сильнейших приливных и отливных течений, действующих в Горле Белого моря. Они меняют свое направление два раза в сутки, и спуск водолазов возможен лишь в короткие периоды смены направления. В результате оказалось возможным обследовать лишь корпуса, лежащие на относительно небольших (до 40 м) глубинах, где цикл погружения водолазов с учетом времени пребывания на объекте и времени всплытия с декомпрессионными остановками укладывался в 1,5 часа. К счастью, большая часть погибших кораблей имела индивидуальные конструктивные особенности, которые при получении сонограмм с хорошей детализацией позволяли уверенно их идентифицировать.

Наиболее удачными были работы в районе к югу от мыса Городецкого, где на минах заградителя «Метеор» погибли 4 судна. Все они были найдены на больших глубинах и не обследовались, но были идентифицированы по их конструктивным особенностям.

Так корпус английского парохода Cape Antibes (угольщик Британского адмиралтейства № 546) (см. рис. 3а), погибшего на мине 25 сентября (8 октября) 1915 года был найден на глубине 62 м и легко идентифицирован благодаря характерной архитектуре судна. Пароход был спущен на воду в 1903 году на верфи William Dobson & Co в Ньюкастле и относился к типу шельтердечных судов. Последние имели в главной палубе большие проемы (т.н. обмерные отверстия), открывавшие свободный доступ к верхнему твиндеку. Это снижало прочность корпуса, но формально позволяло уменьшить регистровую вместимость и тем самым снизить величину взимаемых с судна сборов.

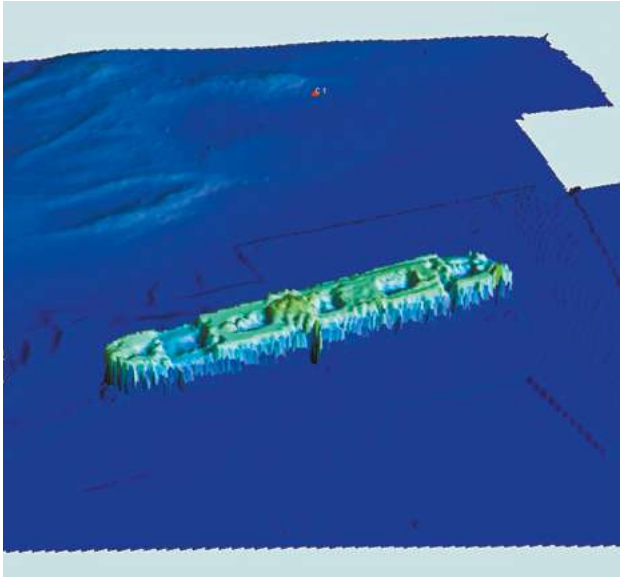


Рис. 3б. *Пароход «Кап Антибес» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

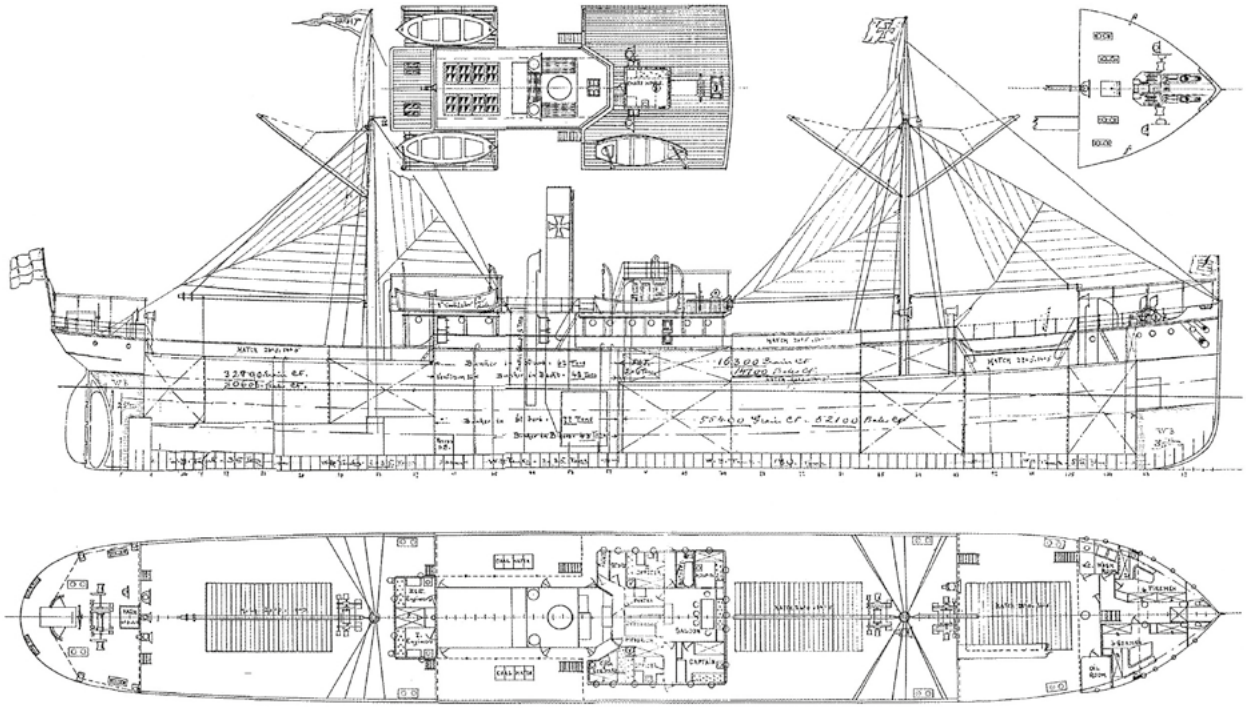


Рис. 4а. *Пароход «Ковда»*

На сонограммах корпуса хорошо виден такой проем в носовой части судна, да и его архитектура и размерения полностью совпадают с данными по Cape Antibes и его изображением. Корпус длиной 99 м и шириной 13 м с центральной надстройкой стоит на дне носом на юг и хорошо сохранился. На палубе отчетливо видны четыре грузовых люка. Высота над грунтом — 10 м. На сонограмме заметны разрушения в корме (см. рис. 3б). Удаление объекта от берега составило 4,8 мили (вместо указанных в документах 3,5 миль).

Практически на одной параллели с англичанином, на встречной стороне фарватера (в одной миле, полутора милях и четырех милях от фигурирующих в документах различных точек гибели), на глубине 65 м обнаружен металлический корпус парохода с оторванным носом. Общая длина объекта составила 80 м (основная часть — 63 м, оторванный нос — около 8 м). Наибольшая высота над грунтом в районе рубки — 12 м. Анализ сонограмм показал полное совпадение архитектуры найденного судна с чертежами германского парохода «Таурус», который был захвачен российскими пограничниками в Кеми после начала войны (см. рис. 4а, б). Позднее он получил название «Ковда», выполнил рейс в Англию и обратно, а в конце 1915 — начале 1916 г. прошел ремонт и был мобилизован. После получения вооружения (одно орудие — 75 мм и два — 47 мм) вошел

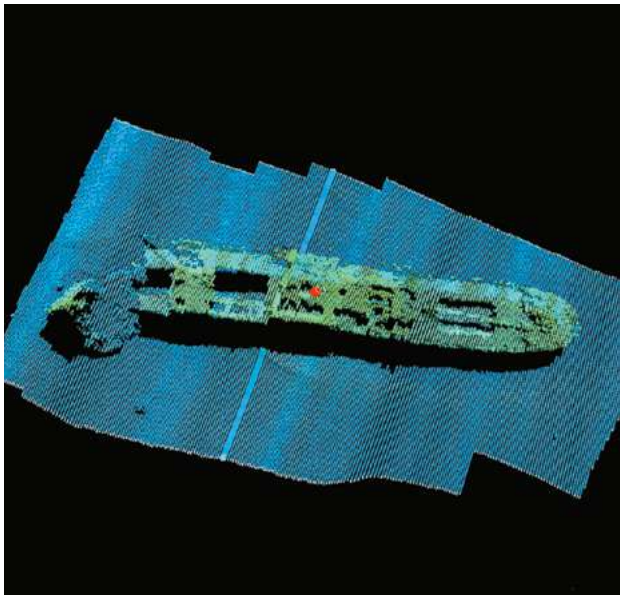


Рис. 4б. *Пароход «Ковда» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

в состав дивизии траления СЛО в качестве посыльного судна[12]. По рапортам пароход погиб в результате взрыва в носовой части и утонул всего за 3 минуты. При взрыве погибли три моряка, а остальной экипаж спасся на шлюпке.

[12] *Лапшин Р. В., Смолин А. А.* Северные пароходства России (1861–1920 гг.) Архангельск: Лодия, 2011, 148 с. ISBN 978-5-85879-724-1

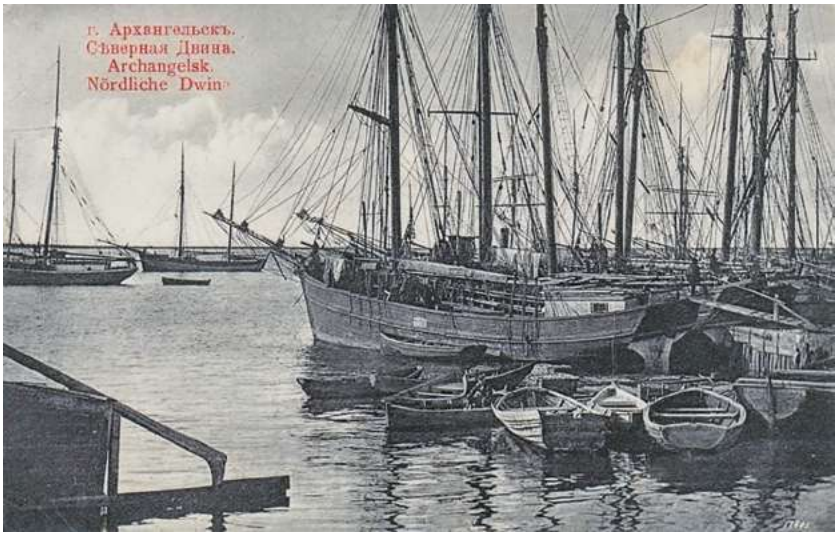


Рис. 5а. *Фотография рыбачьих шхун в Архангельске*

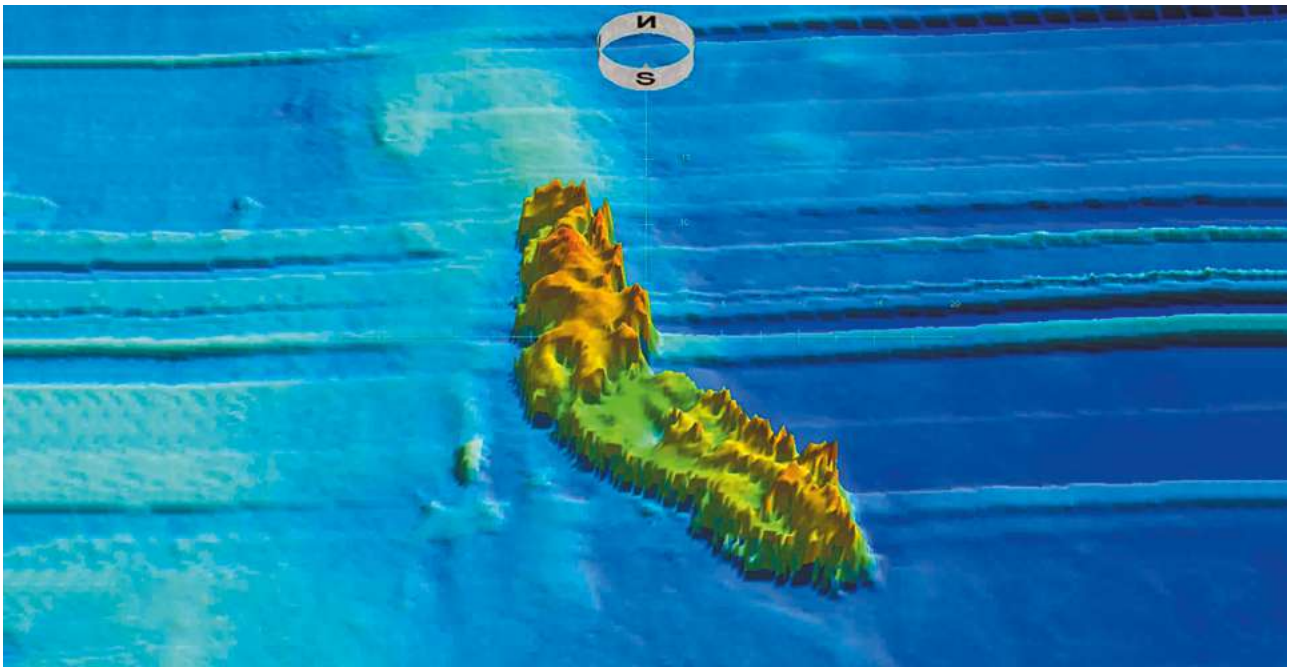


Рис. 5б. *Шхуна «Алексей» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

Найденный корабль имеет те же разрушения и полностью идентичен чертежам парохода «Таурус», включая размерения, расположение надстройки и трех грузовых люков и даже наличие шельтердечного проема в носовой части. Учитывая хорошую сохранность и наличие на борту вооружений и военных грузов, корабль без сомнений может стать источником получения артефактов для российских морских музеев.

К югу от обоих транспортов на глубине 56 м был обнаружен корпус еще одного небольшого судна. Оно сильно разрушено, предположительно, в результате взрыва, приведшего к перелому корпуса примерно по мидель-шпангоуту. При длине около 25–27 м судно имеет острую носовую оконечность, высокий полубак, большой грузовой люк в палубе и, вероятно, разрушенную рубку в корме. Все это соответствует конструкции традиционных местных рыболовецких шхун и позволяет идентифицировать находку как останки российской шхуны «Алексей» водоизмещением 98 тонн[13] (см. рис. 5а, б).

[13] *Стрельбицкий К. Б.* Потери Российского флота в период Первой Мировой войны, 1914–1918 : справочник. Львов: Международный центр истории флота, 1994. 38 с.

Рис. 6. *Пароход «Урания» в порту Гельсингфорса (совр. Хельсинки)*

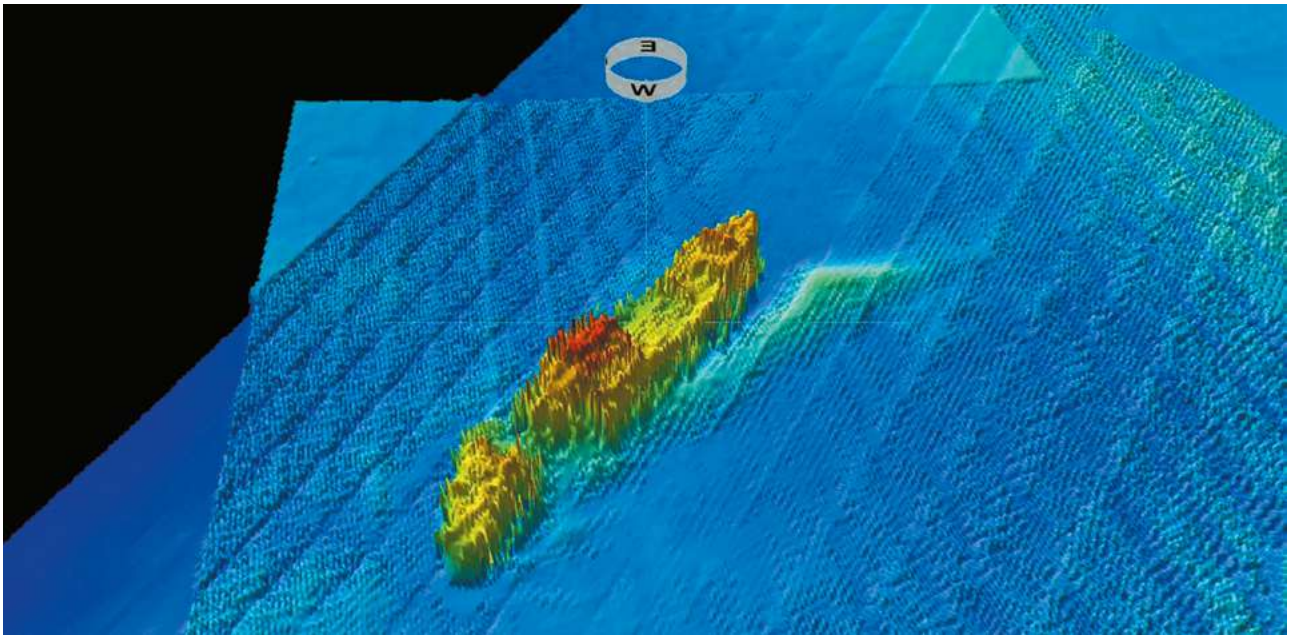


Рис. 7. *Пароход «Урания» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

Наибольшее время в этом районе заняли поиски российско-финского парохода «Урания», построенного в Англии на верфи Sunderland Shipbuilding Co. Ltd в 1897 году и принадлежавшего Finska Angfartigs A/B (см. рис. 6). Он следовал из Ливерпуля с грузом военного снаряжения, включавшего зажигательные бомбы, порох, тринитротолуол, аммоний, бензин и много других наименований. Пароход был вооружен: на нем были установлены английские артиллерийские орудия с английскими расчетами. Поскольку судно следовало в составе конвоя, сохранились подробные описания его гибели. Взрыв произошел в районе кормового трюма и полностью оторвал корму, которую выбросило из воды. Затем последовал второй взрыв, от которого рухнула дымовая труба и разрушились корпус от днища до палубы и часть центральной надстройки. Корма утонула первой, а затем транспорт стал погружаться задней частью вперед, поднимая нос из воды. Все произошло в течение 6 минут, но экипаж успел спрыгнуть в шлюпку. Погибли только пять человек английских артиллеристов, дежуривших у кормового орудия[14]. Разорванный на две части

[14] Дело по расследованию обстоятельств подрыва судов на минах в Белом море // РГАВМФ. Ф. 378. Оп. 1. Ед. хр. 93. Л. 1, 15, 41–47, 48; *Пузырев В. П.* Обзор кораблекрушений на Белом море // РГАВМФ. Ф. Р-315. Оп. 1. Ед. хр. 150. Д. 120. 155 л.

корпус парохода был обнаружен к югу от предыдущих на глубине 65 м (см. рис. 7). Длина уцелевшей носовой части с надстройкой — 42–44 м. Длина отдельно стоящей кормы — 16–17 м. Пространство между ними завалено обломками. Ширина корпуса — 11 м. Высота в районе бака — 7 м. Высота в районе центральной надстройки у ходового мостика — 10 м. Объект идентифицируется как пароход «Урания», поскольку совпадают и размерения корабля, и картина разрушений, а также архитектура и конструкция парохода, и даже положение корпуса, стоящего на дне с дифферентом к месту взрыва. Останки парохода представляют интерес, т.к. он шел в Россию с грузом военного имущества. Возможно, он также представляет опасность, т.к. известно, что в носовом трюме он имел груз динамита.

Поиски в районе устье Поноя — мыс Орлов-Терский — остров Моржовец были менее результативны вследствие большой площади, на которой были выставлены четыре минные банки. Из пяти погибших здесь судов удалось обнаружить три. Два из них лежали на небольшом (менее 1 мили) расстоянии друг от друга, наверное подорвались на минах одной банки. Один из них был идентифицирован как норвежский пароход «Лисакер», шедший в Архангельск с грузом угля. Как и остальные, он был построен в Англии, но на верфи William Gray & Co. Ltd, где спущен на воду в 1899 году. Принадлежал компании Stolt-Nielson B & Sønner A/S. Описаний его гибели не сохранилось, хотя известно, что при подрыве погибло 6 моряков. Очевидно, он погиб быстро: корпус парохода разорван взрывом на две части, которые стоят на дне на ровном киле на расстоянии около 10–11 м (см. рис. 8). Разлом проходит по второму трюму, в котором отсутствует груз угля, вымытый сильными течениям. Оторванная носовая часть имеет длину 18 м, а основная часть корпуса с сохранившейся центральной надстройкой — около 60–61 м. Относительно небольшая глубина в 45 м позволила провести водолазный осмотр, который подтвердил идентификацию и позволил считать пароход хорошо сохранившимся историко-культурным объектом.

Но вот второй объект — развалившийся на оба борта и разрушенный корпус деревянного парусного судна — был идентифицирован лишь предположительно. И гидроакустические изображения, и водолазный осмотр показали, что это лишь нижняя часть корпуса (без палубы, бимсов и мачт), которая развалилась по килю на оба борта (см. рис. 9а, б). Ее внутреннее пространство замыто осадками, из которых

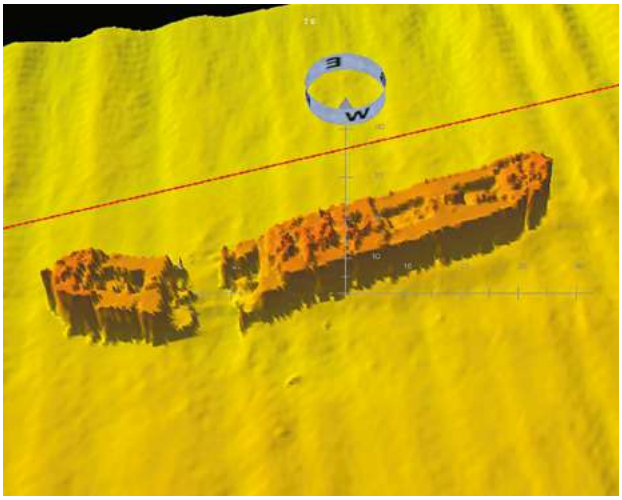


Рис. 8. *Пароход «Лисакер» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

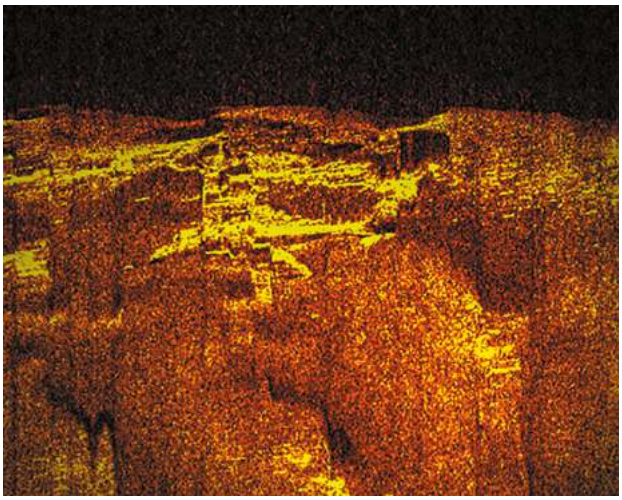


Рис. 9а. *Барк «Сент Винцент» на сонограмме, полученной с помощью гидролокатора бокового обзора*

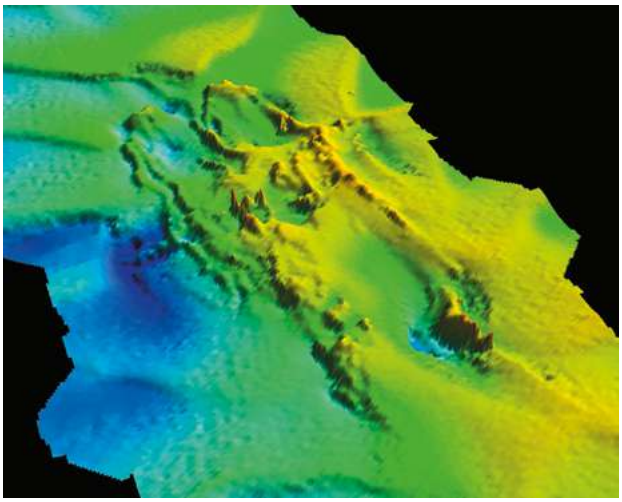
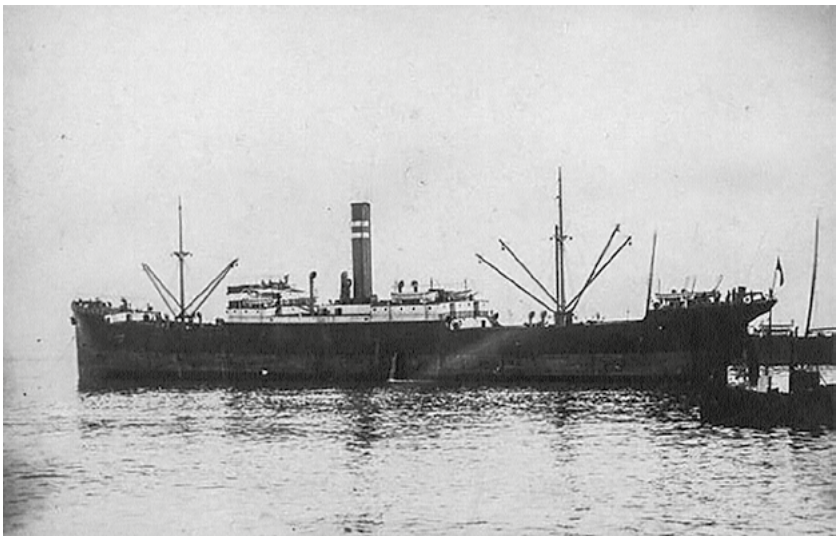
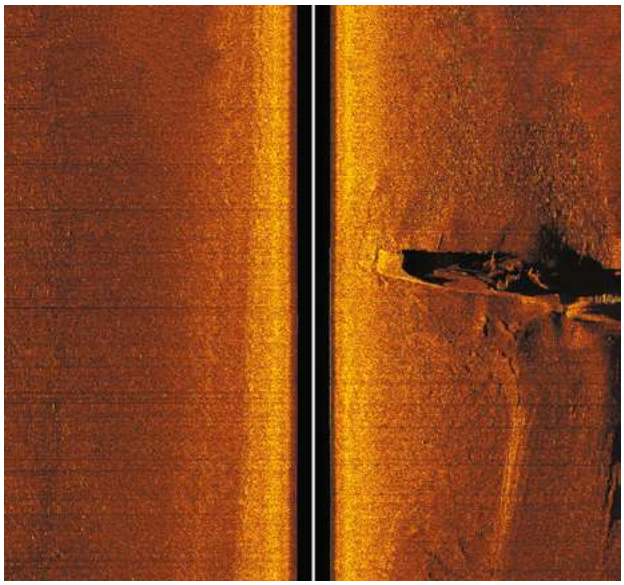


Рис. 9б. *Барк «Сент Винцент» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

Рис. 9в. *Барки на Северной Двине*

Рис. 10. *Пароход «Африкан Монарх»*





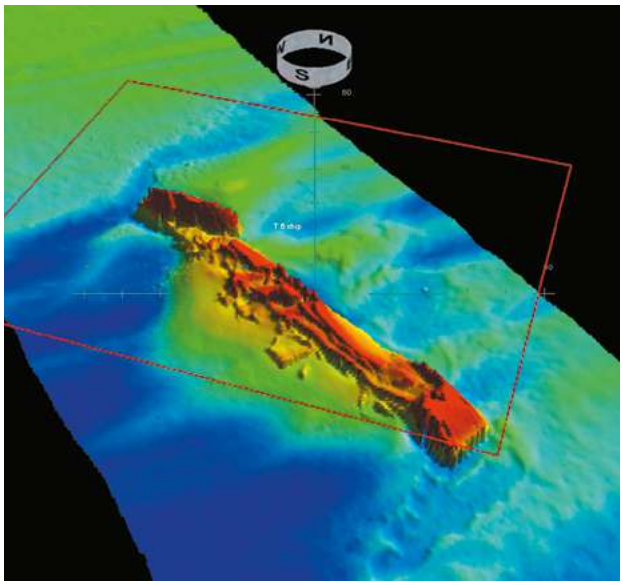


Рис. 11а, б. *Сонограмма парохода «Африкан Монарх» на дне, полученная с помощью гидролокатора бокового обзора*

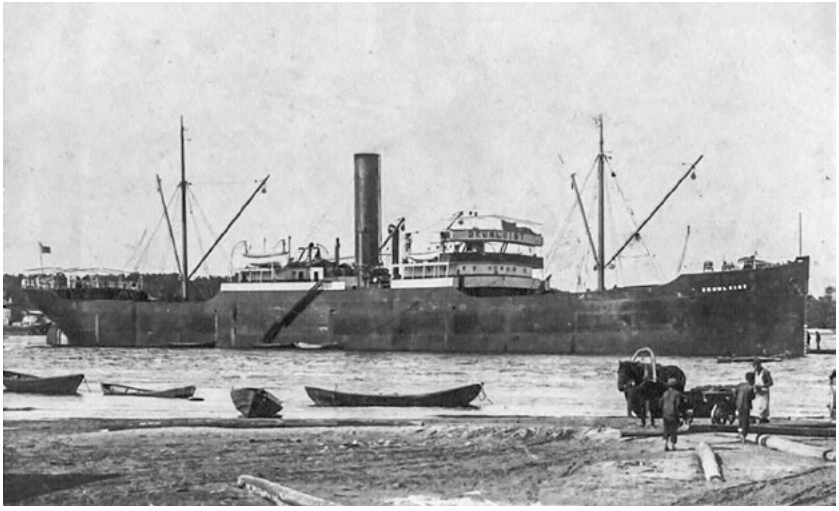


Рис. 12а. *Пароход «Друмлойст»*

торчит основание кормовой рубки и топтимберсы обоих бортов. Его размерения — длина более 40 м и ширина 12 м — позволяют считать парусник трехмачтовиком. Найденные на нем детали такелажа имеют позднюю конструкцию характерную для конца XIX — начала XX века (см. рис. 9в). Вполне вероятно, что останки парусника принадлежат американскому барку «Сент Винцент», который, судя по рапортам, после подрыва загорелся и утонул, уже не имея ни мачт, ни палубы. К сожалению, мы не имеем информации о конструкции барка, что не позволяет сделать более тщательное сравнение находки с прототипом.

Самой крупной находкой стал лежащий на правом борту на глубине 33 м пароход длиной 113–114 м и высотой над грунтом более 13 м. Он сразу был однозначно идентифицирован как «Африкан Монарх», поскольку именно он имел длину 114,7 м и ширину 14,4 м и был самым крупным из погибших угольных транспортов. Пароход грузовместимостью 4296 грт был построен в 1897 году в Англии на верфи Swan & Hunter Ltd в Ньюкастле (см. рис. 10). По документам он принадлежал компании Monarch Steamship Co. Ltd из Глазго и следовал в Архангельск с грузом 5507 тонн угля. Пароход подорвался на мине почти в 3 милях от места обнаружения и, получив пробоину, пытался выброситься на берег, но затонул по пути. При взрыве погибли 2 моряка, но остальной экипаж сумел спастись на шлюпках. Найденный корпус лежит вблизи берега поперек фарватера (см. рис. 11а, б). На полученных с помощью гидролокатора бокового обзора и многолучевого эхолота гидроакустических изображениях четко видно, что корпус имеет очевидные разрушения: вся его центральная часть рухнула внутрь, и свою форму сохраняют лишь носовая и кормовая оконечности. Водолазный осмотр показал, что за сто с лишним лет под воздействием сильнейших течений палуба и переборки парохода полностью разрушились и левый борт упал в трюмы. Последние оказались пусты: водолазы не обнаружили в корпусе никаких следов груза. Нет сомнения, что находившийся в трюмах уголь был полностью вымыт сильными переменными течениями.

Последней находкой стал пароход Drumloist. Его корпус стоит на глубине 65 м на фарватере, что исключило возможность водолазного обследования, однако высококачественные гидроакустические изображения показали полное совпадение размерений объекта с характеристиками парохода и его фотографиями (см. рис. 12а, б). Пароход был построен в Англии

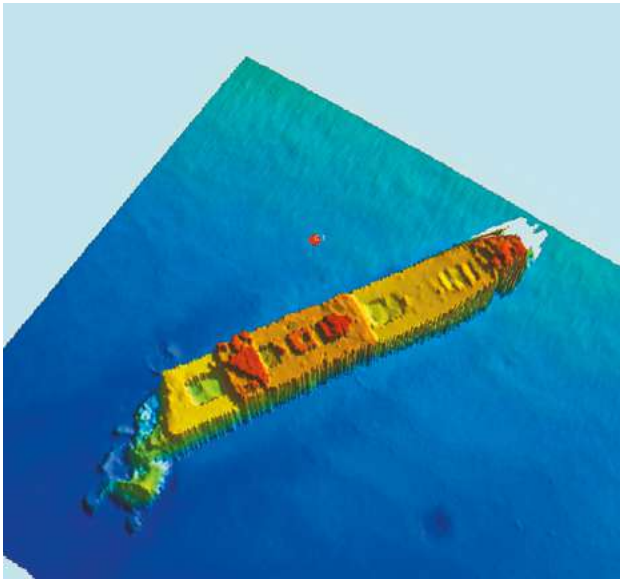


Рис. 12б. *Пароход «Друмлойст» на сонограмме, полученной с помощью многолучевого эхолота*

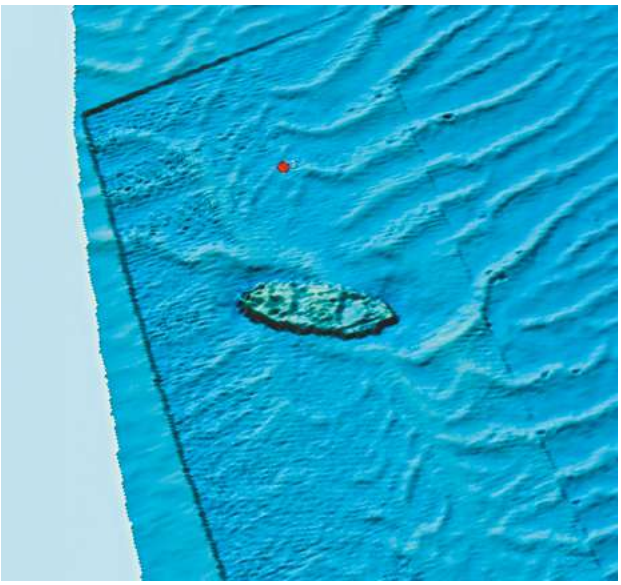
на верфи William Gray & Co. Ltd в 1905 году и при грузовместимости 3119 грт имел длину корпуса 102,1 м при ширине 15,2 м, что соответствует найденному объекту. Более того, разрушения его корпуса не оставляют сомнений, что лежащий на дне пароход погиб в результате подрыва на якорной мине, таковым в районе о. Сосновец может быть только Drumloist.

Таким образом в ходе экспедиций удалось найти и довольно надежно идентифицировать восемь из десяти судов, подорвавшихся на минах и утонувших на фарватере в 1915–1916 гг.

Следует также упомянуть, что в процессе поисков жертв подрывов 1915–1917 гг. в Горле Белого моря специалистами ЦПИ РГО и СФ были также обнаружены на дне еще четыре ранее не известных корпуса, два из которых по результатам водолазного обследования были надежно идентифицированы как английский пароход «Детгриф», погибший в 1911 году, и советский транспорт «Аргунь», потопленный немецкой подводной лодкой в 1941 г.

А вот поиски останков кораблей, выбросившихся на береговые скалы, не привели к находкам. Никаких их следов обнаружено не было, хотя поиски проходили в двух районах: у Городецкого мыса, где рядом друг с другом погибли пароходы «Каролина» и «Джанеро», и на участке между островом Данилова и мысом Девятого, где на берег выбросились пароходы «Арендаль», «Маскара» и «Лотаро». И учитывая отчет о состоянии останков парохода «Финшлей» в 1920 году и состояние, в котором сегодня находится корпус парохода «Африкан Монарх», остается предположить, что лежавшие на мелководье корпуса кораблей за прошедшие более чем сто лет были полностью разрушены штормами и подвижками ледовых полей, а их обломки затем под действием постоянных сильных течений замыты в осадки.

Но наиболее трудной задачей был поиск кораблей, затертых и раздавленных льдами зимой 1915–1916 гг., поскольку было совершенно не понятно где же их искать. Они дрейфовали с ледовыми полями, и не было никаких данных ни о направлении(–ях), ни о продолжительности дрейфа. Более того, лишь в одном случае, с пароходом «Вера», были известны координаты точки, в которой пароход был затерт во льдах. Но попытка найти его не увенчалась успехом: многодневные съемки дна в районе не выявили ни корпуса парохода, ни его обломков. Правда позднее при работах по другим темам на дне все же были обнаружены два небольших корпуса, которые теоретически могут принадлежать погибшим тральщикам. Один корпус был найден к северо-западу от Городецкого мыса на глубине 90 м и не обследовался. Но на сонограммах четко видно, что он стоит на дне на ровном киле и не имеет видимых разрушений. Корпус имеет высокий полубак, прямоугольный люк в грузовой трюм и надстройку в корме (см. рис. 13а, б). Такой внешний вид, размерения и место обнаружения позволяют предположить, что найденный корпус может принадлежать тральщику «Север» — в мирные



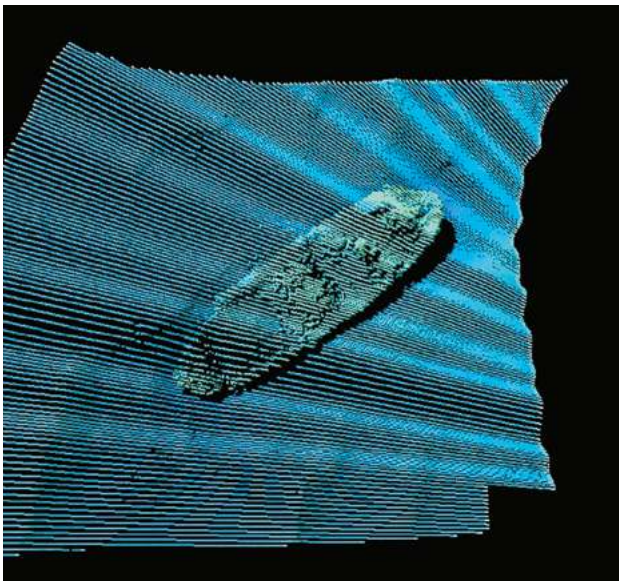


Рис. 13а, б. *Сонограмма неизвестного парохода (предположительно, тральщика «Север») на дне, полученная с помощью многолучевого эхолота*

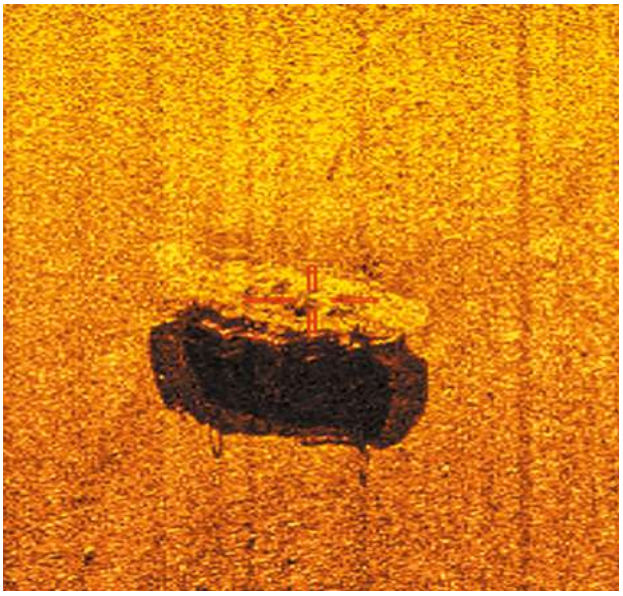


Рис. 14а. *Сонограмма неизвестного парохода (предположительно, тральщика «Святой Николай») на дне, полученная с помощью гидролокатора бокового обзора*

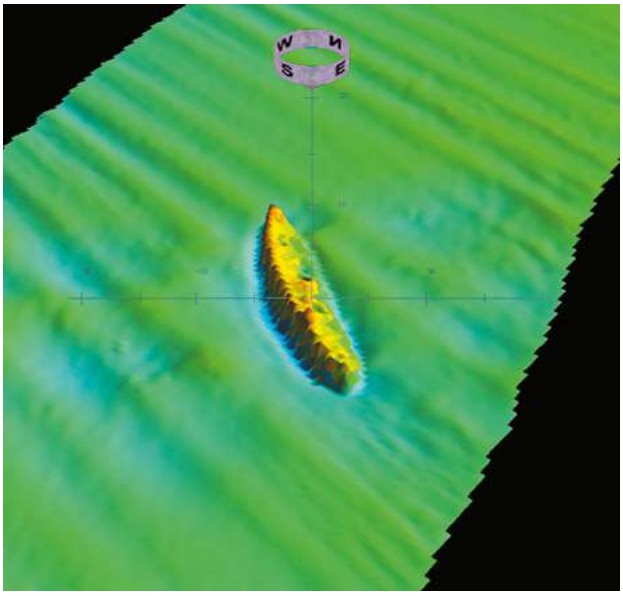


Рис. 14б. *Сонограмма неизвестного парохода (предположительно, тральщика «Святой Николай») на дне, полученная с помощью многолучевого эхолота*

годы деревянному паровому траулеру постройки 1894 года водоизмещением всего 179 тонн. Но это лишь предположение, поскольку ни чертежей, ни фотографий «Севера» найти не удалось. Второй корпус был найден на глубине всего 37 м к северо-востоку от острова Сосновец. Он был осмотрен водолазами ЦПИ РГО, но и в этом случае надежной идентификации добиться не удалось. Деревянный корпус длиной 21 м, шириной около 5 м и высотой до 3,5 м стоит на дне без видимых разрушений с сильным креном на правый борт, но полностью покрыт наростами и подводными организмами, что затрудняет осмотр (см. рис. 14а, б). Видно лишь, что это бывшее двухмачтовое рыболовецкое судно с паровым двигателем, разрушенной течениями кормовой надстройкой и проржавевшим капом над машинным отделением. Предположительно судно было идентифицировано как траулер. Возможно, это один из двух тральщиков «Орезунд» или «Святой Николай», затертых во льдах у мыса Орлов-Терский.

Исследования в Горле Белого моря будут продолжены и в перспективе дадут новые находки, но уже сегодня в результате работ по реконструкции хода боевых действий 1915–1917 гг. в этом районе были обнаружены останки 10 кораблей и судов, погибших в годы Первой мировой войны, и 4 судна, датируемых другими периодами. Отметим, что лишь у одного из последних было примерно известно место гибели. Обнаружение всех останков позволило не только уточнить ход событий 1915–1916 гг., но и определить координаты как минимум трех минных банок, выставленных минным заградителем «Метеор». Более того, обнаружение останков парохода «Ковда», считавшегося погибшим на минах подводной лодки U-75, позволило окончательно отнести его к жертвам минных постановок «Метеора» и подтвердить, что поход U-75 в 1916 году был безрезультатным. Из общего числа находок останки как минимум шести судов представляют интерес для дальнейшего изучения и подъема артефактов.

Изображения: из открытых источников, архива ЦПИ РГО, фондов РГАВМФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриенко В. Г. Первая зимняя навигация в Белом море (1914–1915 годы) // Гангут. Вып.5. СПб.: Гангут, 1993. С. 59–69. ISBN: 5-85875-016-8
2. Быков П. Д. Военные действия на Северном русском морском театре в империалистическую войну 1914–1918 гг. // Война на Северном морском театре. 1914–1918 гг. СПб.: Леонов М. А., 2003. 96 с. ISBN:5–902236–10-X
3. Варнек П. А. Русский север в Первую Мировую войну // Первая Мировая война на Европейском севере России глазами ее участников и современников: «Трехлетие почти сверхчеловеческих усилий...» / отв. ред. Т. И. Трошина. Архангельск: Лоция, 2014. С. 6–102. ISBN 978-5-905810-37-4
4. Лапшин Р. В., Смолин А. А. Северные пароходства России (1861–1920 гг.) Архангельск: Лодия, 2011, 148 с. ISBN 978-5-85879-724-1
5. Пузыревский К. П. Повреждения кораблей, борьба за живучесть и спасательные работы. М., Л.: Военмориздат, 1942, 256 с.
6. Сингх С. С. Боевая служба парохода Соловецкого монастыря «Вера» в Партии траления Белого моря в 1915 г. // Соловецкое море. Вып. 18. Архангельск, Москва: ТСМ, 2019. С. 95–104. ISSN 1810-7818
7. Стрельбицкий К. Б. Потери Российского флота в период Первой Мировой войны, 1914–1918 : справочник. Львов: Международный центр истории флота, 1994. 38 с.

REFERENCES

1. Andrienko V. G. *Pervaya zimnyaya navigaciya v Belom more (1914–1915)* [The first winter navigation in the White Sea (1914–1915). Gangut. Vol. 5. St. Petersburg, Gangut, 1993, pp. 59–69. (In Russ.) ISBN: 5-85875-016-8
2. Bykov P. D. *Voennye dejstviya na Severnom russkom morskom teatre v imperialisticheskuyu vojnu 1914–1918 gg.* [Military operations in the Northern Russian naval theater during the imperialist war of 1914–1918] *Vojna na Severnom morskom teatre. 1914–1918 gg.* [War in the Northern Naval Theater. 1914–1918] St. Petersburg, Leonov M. A., 2003, 96 p. (In Russ.) ISBN: 5-902236-10-X
3. Varnek P. A. *Russkij sever v Pervuyu Mirovuyu vojnu* [Russian North in the First World War]. Pervaya Mirovaya vojna na Evropejskom severe Rossii glazami ee uchastnikov i sovremennikov: Trekhletie pochti sverhchelovecheskih usilij... [The First World War in the European North of Russia through the eyes of its participants and contemporaries : Three years of almost superhuman efforts...]. Ed. by T. I. Troshina. Arkhangelsk, Lociya, 2014. pp. 6–102. (In Russ.) ISBN: 978-5-905810-37-4
4. Lapshin R. V., Smolin A. A. *Severnye parohodstva Rossii (1861–1920 gg.)* [Northern Shipping Companies of Russia (1861–1920)]. Arkhangelsk, Lodiya, 2011, 148 p. (In Russ.) ISBN 978-5-85879-724-1
5. Puzyrevskij K. P. Povrezhdeniya korablej, bor'ba za zhivuchest' i spasatel'nye raboty [Damage to ships, struggle for survivability and rescue operations]. Moscow, Leningrad, Voenmorizdat, 1942, 256 p. (In Russ.)
6. Singh S. S. Boevaya sluzhba parohoda Soloveckogo monastyrya Vera v Partii traleniya Belogo morya v 1915 g. [Combat service of the Solovetsky Monastery steamship Vera in the White Sea Trawling Party in 1915] Soloveckoe more [Solovetsky Sea]. Vol. 18. Arkhangelsk, Moscow, TSM, 2019, pp. 95–104. (In Russ.) ISSN 1810-7818
7. Strel'bickij K. B. Poteri Rossijskogo flota v period Pervoj Mirovoj vojny, 1914–1918 : spravochnik [Losses of the Russian fleet during the First World War, 1914–1918 : reference book]. Lviv, Mezhdunarodnyj centr istorii flota, 1994, 38 p. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Лукошков Андрей Васильевич, кандидат технических наук (Океанология), директор по научной работе АНО «НЦПИ» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д. 3, лит. А).
e-mail: Lukoshkov2004@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Lukoshkov Andrej Vasil'evich, Candidate of Technical Sciences (Oceanology), Director of Scientific Research, National underwater research center (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: Lukoshkov2004@mail.ru

Поступила в редакцию 25.09.2023
Поступила после рецензирования 30.10.2023
Принята к публикации 10.11.2023

Received 25.09.2023
Revised 30.10.2023
Accepted 10.11.2023

ИСТОРИЯ | HISTORY

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.002 УДК 94(47).05

ПРЕДМЕТЫ ОДЕЖДЫ, ПОДНЯТЫЕ С ЗАТОНУВШЕГО СУДНА «АРХАНГЕЛ РАФАИЛ», КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК ПО ИСТОРИИ МОРСКОГО КОСТЮМА ПЕТРОВСКОЙ ЭПОХИ

К. Б. Назаренко

Институт истории СПбГУ
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
kirbornaz@yandex.ru

Аннотация Реконструкция костюма моряков Петровской эпохи наталкивается на серьезные проблемы, связанные со скудостью источниковой базы. Поэтому комплекс предметов костюма, поднятых с затонувшего в 1724 году торгового судна «Архангел Рафаил», представляет исключительный интерес в связи с сохранностью предметов и комплексным характером находки. Среди этих предметов: 4 бострога, штаны, комплект из суконного кафтана и штанов, 2 фетровые шляпы, вязаная шапочка, суконная шапка, подбитая мехом, 2 башмака, уледь, 2 пары шерстяных чулок, 4 кожаные рукавицы, 5 шерстяных варег, 3 перчатки из тонкой кожи, шерстяное одеяло, материалы для ремонта одежды. Предметы гардероба, обнаруженные на этом судне, в сопоставлении с письменными и изобразительными источниками позволяют значительно уточнить наши представления об одежде простых матросов и капитанов торговых судов Северной Европы рубежа XVII–XVIII вв., и эти находки могут быть сопоставлены с обмундированием матроса русского военно-морского флота той эпохи.

Ключевые слова костюм, Германия, Россия, XVIII в., моряки.

Для цитирования *Назаренко К. Б.* Предметы одежды, поднятые с затонувшего судна «Архангел Рафаил», как исторический источник по истории морского костюма Петровской эпохи // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 55–64. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.002

CLOTHING ITEMS RECOVERED FROM THE SUNKEN SHIP "ARCHANGEL RAPHAEL" AS A HISTORICAL SOURCE ON NAUTICAL FASHION IN THE PETER THE GREAT ERA

K. B. Nazarenko

Institute of the History of St. Petersburg State University
St. Petersburg, Russian Federation
kirbornaz@yandex.ru

Abstract The reconstruction of sailor uniforms from the Peter the Great era faces serious challenges due to the scarcity of the source base. Therefore, the collection of clothing recovered from the sunken merchant ship "Archangel Raphael" in 1724 is of exceptional interest due to the preservation of the items and the comprehensive nature of the discovery. Among these items are: 4 bostrog jackets, trousers, a set of woolen coats and trousers, 2 felt hats, a knit cap, a woolen hat lined with fur, 2 shoes, an uled shoe, 2 pairs of woolen stockings, 4 leather mittens, 5 woolen mittens, 3 thin leather gloves, a woolen blanket, and clothing repair supplies. In comparison to written and pictorial sources, the clothing items discovered on this ship greatly increase our understanding of the attire of common sailors and captains of merchant vessels in Northern Europe at the turn of the 17th and 18th centuries. These findings can be compared to a Russian naval sailor's uniform of that era.

Keywords uniform, Germany, Russia, 18th century, sailors.

For citation Nazarenko K. B. Clothing Items Recovered from the Sunken Ship "Archangel Raphael" as a Historical Source on Nautical Fashion in the Peter the Great Era. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 55–64. DOI: https://doi.org/ 10.26175/URC.2023.2.2.002 (In Russ.)

Одна из важных проблем реконструкции костюма матросов Петровской эпохи — скудость источниковой базы. Проблема изобразительных источников заключается в том, что художники охотно изображали корабли в море и в гавани, виды портов и морских побережий, но фигурки людей на этих полотнах и гравюрах занимали чрезвычайно скромное место, служили лишь для оживления общей картины. Разумеется, на маленькой по размеру человеческой фигурке было затруднительно изобразить костюм во всех его деталях. После реформы дворянского костюма, произведенной Людовиком XIV в 60–70-е гг. XVII в., другие разновидности костюма стали восприниматься как простонародные и редко удостаивались внимания художников еще и по этой причине. Матросский костюм как раз и был простонародным. Письменные источники (например, описи имущества) могут подробно охарактеризовать гардероб офицера или бюргера, но в очень редких случаях сообщают об одежде поденщика или матроса. Выдачи казенного обмундирования нашли свое отражение в делопроизводственных документах и нормативных актах. Но в какой степени костюм матроса военного флота совпадал с костюмом моряка флота торгового? В нарративных источниках описываются, как правило, удивившие явления или события, тогда как рутинной повседневности внимание почти не уделяется. Поэтому вещественные источники занимают особое место в исследовании, посвященном матросскому костюму Петровской эпохи, а археологические исследования могут расширить диапазон источников этого типа. О скудости источниковой базы свидетельствует то, что предметы одежды русских моряков XVIII в. практически не сохранились. Исключением является лишь один башмак, поднятый в начале XXI в. с 54-пушечного корабля «Портсмут», затонувшего у Кронштадта в 1719 году, и то неясно, носил его матрос или морской пехотинец (вероятнее второе, поскольку башмак имеет тупоносую форму, характерную для обуви сухопутной армии)[1].

Укажем на ряд исследований, в той или иной мере затрагивающих костюм матросов конца XVII–XVIII в., на источниковой базе археологических (в том числе подводных) исследований. Среди них работы Е. Врублевского[2] (обобщающая работа) и С. Молауга[3] (публикация находок с затонувшего датского фрегата «Лоссен»). Автор настоящей статьи недавно выпустил свое исследование по истории русского морского костюма в контексте

[1] Ботинок мужской. Россия. Нач. XVIII в. МИК КП 2090. Музей истории Кронштадта.

[2] *Wróblewski E*. Danish-Norwegian Sailors During the Great Northern War, 1700–1721 : A portrait based on the available archaeological and historical sources. Odense: University of Southern Denmark, 2013, 119 p.

[3] *Molaug S*. Gjenstandsmaterialet fra fregatten "Lossen" // Norsk Sjøfartsmuseum: Årbok. Oslo, 1974. S. 155–183.

европейского[4]. Изданы статьи об отдельных находках[5].

По Е. Врублевскому, датские и норвежские матросы в начале XVIII в. носили бостроги (серые, коричневые, белые, синие, красные), широкие штаны (серые, коричневые, черные, красные), рубашки (белые, синие, полосатые), вязаные рубашки (синие, белые, красные), чулки (серые, белые, коричневые), башмаки, характерные шляпы-колпаки черного цвета[6].

Учитывая скудость источников, особенно по истории костюма матросов торгового флота Петровской эпохи, находка предметов костюма на затонувшем торговом судне «Архангел Рафаил» представляет настоящий клад для историка. Обстоятельства гибели этого судна, его обнаружения и изучения изложены в статьях А. В. Лукошкова и Р. Ю. Прохорова[7].

Начнем с предметов плечевой одежды, обнаруженных на «Архангеле Рафаиле». Они представлены четырьмя бострогами. Один из них из парусины (канифаса) без подкладки. Его длина по спинке — 58 см, он застегивался на 16 пуговиц, рукава — на 6 пуговиц каждый, пуговицы плетеные из нити, близкой к нитям материала бострога. Разрезов в юбке нет, в нее вшиты три клина. Карманы и воротник отсутствуют, вырез воротника отделан узкой оторочкой из основного материала. Плечевые швы расположены посередине плеча, как на современной одежде (тогда как в начале XVIII в. было принято сильно заваливать плечевой шов на спину). Шов рукава под мышкой имеет незашитый участок длиной около 5 см, вероятно, для облегчения движения рукой вверх и для вентиляции[8]. Такими же особенностями обладают бостроги из гардероба Петра I[9]. Судя по длине бострога и расположению его талии, он был пошит на человека маленького, даже по меркам той эпохи, роста или на подростка ростом не более 150 см. Этот бострог имеет следы износа, в том числе потертость, которая проходит по спинке наискось от правой подмышки вниз налево. Вероятно, такая потертость могла возникнуть при работе с такелажем, когда владелец бострога придерживал снасть спиной, пропуская ее под правой рукой и с левого бока.

Другой бострог такой же по материалам и конструкции, как первый, еще меньшего размера (см. рис. 1). Он имеет 12 пуговиц на борту и по 3 пуговицы на рукавах. Любопытен след износа, идущий горизонтально на уровне талии. При этом три нижние пуговицы (приходящиеся на полосу этого следа) заменены на самодельные, неаккуратно вырезанные из кусочков толстой кожи[10]. Мы полагаем, что это следы ношения кушака, причем замененные пуговицы не были бы видны из-под него. Это, вероятно, предопределило выбор владельца: он заменял утраченные пуговицы на те, которые срезал с места, закрытого кушаком, а туда ставил некрасивые, самодельные. На этом бостроге также сильно изношены внутренние части рукавов. Возможно, это следы работы с такелажем.

Третий бострог имеет наихудшую сохранность (не имеет правого рукава, есть значительные разрывы ткани на левом рукаве и на левом боку) и такой же по материалам и конструкции, как два первых, но с подкладкой из льняной ткани. Его особенностью является конструкция застежки: на каждом борту пробиты и аккуратно обметаны по 9 круглых отверстий диаметром около 0,5 см каждое. Вероятно, бострог зашнуровывался или завязывался тесьмой или веревочкой, но как именно, можно только гадать.

---

[4] *Назаренко К. Б.* Русский морской костюм от Петра Великого до Елизаветы Петровны. М.: Эксмо, 2022. С. 109. ISBN: 978-5-87849-247-8; *Он же*. Европейский морской костюм рубежа XVII – XVIII вв. // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. С. 70–79.

[5] См., напр.: *Bennett H*. A murder victim discovered: clothing and other finds from an early 18-th century grave on Arnish Moor, Lewis // Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland, 1977, Vol. 106, pp. 172–182. DOI: 10.9750/PSAS.106.172.182

[6] *Wróblewski E*. Danish-Norwegian Sailors During the Great Northern War, 1700–1721 : A portrait based on the available archaeological and historical sources. Odense: University of Southern Denmark, 2013, pp. 94–98.

[7] *Лукошков А. В.; Прохоров Р. Ю.* Поиски и исследования военных кораблей и торговых судов эпохи Петра I // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. С. 144–148; *Они же*. Изучение германского торгового судна «Архангел Рафаил» (1724 г.) // Гидрокосмос. СПб.: АНО «ЦПИ РГО», 2023. Т. 1, 1. № 1-2. С. 79–101.

[8] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 95.

[9] Предметы гардероба Петра I, атрибутированные как куртки и бостроги : Государственный Эрмитаж. ЭРТ-8545, ЭРТ-8276, ЭРТ-8482, ЭРТ-8352, ЭРТ-8522, ЭРТ-8349, ЭРТ-8551, ЭРТ-8537, ЭРТ-8350, ЭРТ-8287, ЭРТ-8544, ЭРТ-8402, ЭРТ-8446, ЭРТ-8445, ЭРТ-8448, ЭРТ-8449, ЭРТ-8455

[10] Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. С. 71.

Рис. 1. *Бострог с торгового судна «Архангел Рафаил» в процессе реставрации. Начало XVIII в.*

Четвертый бострог парусиновый (см. рис. 2), но имеет подкладку из грубой ворсистой шерстяной ткани прямого переплетения темного цвета, которая, возможно, является фризом (сорт дешевого сукна, отличавшийся большей ворсистостью, меньшей плотностью и небольшой шириной). Этот бострог не отличается от двух других по покрою, но имеет 10 пуговиц по борту. Выраженных следов износа он не имеет[11].

Возможно, все четыре предмета принадлежали юнгам, которых на «Архангеле Рафаиле» было двое: К. Швен и Я. Швен[12]. Несомненно, обнаруженные бостроги являлись повседневной одеждой матросов, о чем свидетельствуют следы износа. Насколько нам известно, это уникальные образцы матросских парусиновых бострогов Петровской эпохи.

Обнаруженные бостроги имеют параллель в письменных и изобразительных источниках. Так, согласно русским делопроизводственным документам, на канифасные бостроги массового пошива в 1719 году шло по 4½ аршина основной ткани и по 4 вершка холста на подкладку[13]. Вероятно, бостроги 1719–1720 гг. не

Рис. 2. *Бострог на шерстяной подкладке и шерстяные штаны на веревке с торгового судна «Архангел Рафаил». Начало XVIII в.*

[11] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 98.

[12] *Лукошков А. В.; Прохоров Р. Ю.* Изучение германского торгового судна «Архангел Рафаил» (1724 г.) // Гидрокосмос. СПб.: АНО «ЦПИ РГО», 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 86.

[13] Книга расходная при строении мундира о разных материалах сего [1]719 года генваря с 1 числа по предбудущий [1]720 год генваря по 1 число, коликое число изошло тех разных материалов на строение разного мундира [1719 г.] // Российский государственный архив Военно-Морского флота (РГАВМФ). Ф. 187. Оп. 1. Ед. хр. 1. Л. 280.

Рис. 3. *Штаны с лацбантом с торгового судна «Архангел Рафаил». Начало XVIII в.*

имели карманов. Очевидно, что подкладка ставилась только узкой полоской под борта для усиления мест пришивки пуговиц и прометки петель. Подобную конструкцию имеют и бостроги с «Архангела Рафаила», но там борта усилены подгибом основной ткани и также нет карманов.

На обоих специальных изображениях русских матросов первой половины XVIII в., которые нам известны, застежка одежды матроса показана на левую сторону[14]. Если в отношении гравюры Дальстейна можно предположить ошибочное зеркальное отражение изображения, то в отношении акварели неизвестного автора из коллекции BNF такое предположение выдвинуть невозможно. Во второй половине XVIII в. бостроги уже имели застежку на правую сторону[15]. Царские бостроги и бостроги с «Архангела Рафаила» также застегиваются направо.

Другую разновидность плечевой одежды представляет кафтан, найденный на «Архангеле Рафаиле». Он изготовлен из качественного сукна табачного цвета (модного на рубеже XVII–XVIII вв.) и в целом соответствует покрою жюстокора, принятого в благородном обществе после костюмных реформ Людовика XIV. Обратим внимание на одну немаловажную особенность этого предмета одежды: он имеет двойные обшлага, причем наружные оформлены в виде отворотов (как и полагалось жюстокору), а внутренние, без отворотов, имитируют рукава камзола, выступающие из-под рукавов кафтана[16]. Эта особенность позволяла носить его без камзола. Кафтан имеет множество обтяжных пуговиц, как функциональных по борту, так и декоративных на обшлагах и карманных клапанах. Большое количество пуговиц считалось признаком богатой одежды, хотя обтяжные пуговицы были самой дешевой разновидностью этого аксессуара. Возможно, здесь мы сталкиваемся с попыткой сэкономить на парадном костюме, отказавшись от камзола, но имитируя его наличие, а также демонстрируя богатство через большое количество нашитых пуговиц, но самым экономным путем (сами пуговицы дешевые).

Комплект с кафтаном, вероятно, составляли широкие штаны из того же сукна на белой льняной подкладке, имеющие лацбант и два прорезных кармана по сторонам лацбанта[17] (см. рис. 3). Покрой этих штанов указывает на конец XVII в., когда еще носили относительно широкие штаны, в то время как к концу Петровской эпохи в благородной моде полностью господствовали штаны-кюлоты обтягивающего покроя. Учитывая время гибели «Архангела Рафаила», владелец кафтана и штанов мог пользоваться ими лет 20, что говорит о его крайней бережливости и аккуратности.

[14] *Dahlstein* [*A*]. Trachten und Ausrufer in St. Petersburg. Habillements Moscovites et crieurs a St. Petersburg. [Бум., офорт]. Cassel, 1755, 49 s.

[15] *Неизвестный художник*. Рисунки мундирам служащим во флотах и адмиралтействах [1796-1797 гг.]. Акв. ГДМ-203-XI. КП 5004. ГМЗ «Гатчина».

[16] Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. С. 53.

[17] Там же. С. 74.

Рис. 4. *Фетровая шляпа с торгового судна «Архангел Рафаил» после первичной промывки. Начало XVIII в.*

Другие широкие штаны из значительно более дешевой шерстяной ткани, имеют разрез (ширинку), а не лацбант (см. рис. 2). На них видны многочисленные следы ремонта: большие неаккуратные латки на передней стороне штанин[18]. Вероятно, этот предмет гардероба принадлежал матросу или юнге. Эти штаны имеют параллель в гардеробе Петра Великого[19].

Покрой обоих штанов с «Архангела Рафаила» подтверждает наше наблюдение о том, что на рубеже XVII–XVIII вв. широкие штаны были характерны скорее для моряков Северной Европы (Дания, Голландия), тогда как для моряков Средиземноморья (Франция, Испания, итальянские земли) были характерны более узкие кюлоты[20].

Головные уборы, найденные на «Архангеле Рафаиле», представлены, прежде всего, двумя фетровыми шляпами[21] (см. рис. 4). Они имеют близкую форму, обе с широкими полями. Возможно, что тулья одной из них имела форму, близкую к цилиндрической (№ 92), более характерную для начала XVIII в., а другая — близкую к полусферической (№ 91). Однако об этом трудно судить из-за изменения формы предмета под воздействием воды. Последняя имеет тулью высотой 13,7 см и поля шириной 10 см. Обе шляпы, вероятно, были черными. Возможно, эти шляпы носились как треугольные, с завернутыми полями, но после пребывания в воде об этом судить невозможно. К одной из них пеньковой веревочкой привязан шелковый бант. Возможно, мы снова сталкиваемся с желанием одного из моряков выглядеть благородно, но при этом строжайше экономить. Вероятно, этим моряком был штурман (капитан) «Архангела Рафаила» Я. Вигре. Можно предположить, что суконный кафтан со штанами принадлежал ему же.

Уникальными по сохранности и редкости находками являются 2 парика, изготовленных из человеческих волос[22]. Это был престижный и дорогой предмет гардероба, подчеркивавший высокое положение его владельца. В середине XVIII в. парик европейского производства стоил 5 руб.[23], что было дороже, чем, например, солдатский кафтан со штанами. Отметим великолепную сохранность этих предметов. В Санкт-Петербурге недавно было обнаружено несколько десятков париков 30-х гг. XVIII в. в здании Первого кадетского корпуса, но их состояние значительно хуже[24].

---

[18] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 96.

[19] Штаны голландские. Голландский мастер. 1-я четв. XVIII в. Государственный Эрмитаж. ЭРТ-8436.

[20] *Назаренко К. Б.* Русский морской костюм от Петра Великого до Елизаветы Петровны. М.: Эксмо, 2022. С. 109. ISBN: 978-5-87849-247-8

[21] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 91, 92.

[22] Там же. № 93, 94.

[23] Внешняя торговля России через Петербургский порт, 1764 г. : Ведомость об импорте иностранных товаров. / Институт российской истории РАН. отв. ред. А. А. Преображенский. М.: Изд. центр ИРИ, 1996. Вып. 2. С. 73. ISBN 5-201-00642-6

[24] См., напр.: Парик. 20-30-е гг. XVIII в. Холст, нить, волос (человеч.) 24 х 26. НГ19. 15/А.2.18. Коллекция предметов из исследований здания Первого кадетского корпуса «Архитектурным бюро "Студия 44"» (Санкт-Петербург).

Два головных убора могут принадлежать матросам. Один из них — вязаная шапочка[25], близкая по конструкции к так называемой монмутской шапке[26], а другой — суконная шапка, подбитая мехом[27] (см. рис. 5). В Западной Европе шапки с меховым околышем бытовали в течение всей первой половины XVIII в. В частности, они использовались во французской армии в качестве гренадерских. В 1745 году художник У. Хогарт фиксирует подобную шапку на голове капитана английского военного корабля, правда находящегося в неформальной обстановке за веселой пирушкой в своей каюте[28]. В подобных шапках ярких цветов (синий, красный) несколько матросов на картине Л. Смаута «Морской бой»[29]. Аналогичная шапка бытовала в русской армии в период ношения «венгерского» платья[30]. Подобные шапки фиксируются письменными источниками у русских матросов 30-х гг. XVIII в.[31]

Рис. 5. *Шапка с меховым околыше с торгового судна «Архангел Рафаил». Начало XVIII в.*

Из предметов обуви с «Архангела Рафаила» подняты 2 классических для эпохи башмака, застегивавшихся на пряжки (отсутствуют)[32]. Оба они относятся к типу остроносых или круглоносых. Там же обнаружен предмет обуви, определенный как тапок[33], что является очевидной ошибкой. Такой тип обуви, в виде низкого башмака упрощенной конструкции, без каблука, с верхом, обшитым сукном и кожаной петлей над пяткой, был довольно широко распространен среди рабочего простонародья Европы и России Петровской эпохи и может быть атрибутирован как упаки (множественное число, с ударением на первый слог). В современной музейной практике их обычно атрибутируют как уледи[34]. Возможно, в данном случае этот предмет самый древний из сохранившихся данного типа.

С «Архангела Рафаила» были подняты две пары шерстяных чулок (см. рис. 6). Они имеют длину 72–73 см, ширину — 14–22 см[35]. Одна из них украшена характерным орнаментом. Чулки были обязательным элементом гардероба мужчин XVI–XVIII вв., поскольку штаны доходили лишь до колена.

Принадлежностью рабочей одежды были голицы (кожаные рукавицы) и вареги (вязаные шерстяные рукавицы). Четыре такие голицы были подняты с «Архангела Рафаила» (см. рис. 7), причем две из них составляют пару[36]. Отметим, что эти рукавицы сравнительно глубокие, закрывающие часть

[25] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 99.

[26] *Buckland K*. The Monmout cap // Costume. Edinburgh University Press, 1979, Vol. 13. is. 1, pp. 23–37. DOI: 10.1179/cos.1979.13.1.23

[27] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 101.

[28] *Hogarth W*. Captain Lord Georg Graham, 1715-1747, in his Cabin. Ca. 1745. Х., м. 69 × 89. National Maritime Museum (Лондон, Великобритания).

[29] *Смаут Л*. (младший). Морской бой. XVII в. Х., м. 76 x 110. Галерея К (Санкт-Петербург).

[30] *Шаменков С. И*. Венгерское платье пехотных полков армии Петра Великого // История военного дела: исследования и источники [Эл. ресурс]. 2012. Т. I. С. 421–463. URL: http://www.milhist.info/2012/07/01/shamenkov (посл. посещение: 01.10.2023).

[31] *Назаренко К. Б*. Русский морской костюм от Петра Великого до Елизаветы Петровны. М.: Эксмо, 2022. С. 124. ISBN: 978-5-87849-247-8; *Он же*. Переписка об имуществе, утраченном на фрегате «Митоу» и трех лоц-галиотах в 1734 г., как источник по истории русского морского костюма // Габаевские чтения : I военно-историческая конференция. СПб.: [Б. и.], 2022. С. 98–103.

[32] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 112, 113.

[33] Там же. № 114.

[34] См., напр.: Обувь «уледи» с оборой. Русские. Кожа, ткань полушерстяная, хлопчатобумажная (шнурок), нити: растительные, льняные. РЭМ 12667-39/1. Российский этнографический музей.

[35] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 116, 117.

[36] Там же. № 107, 108, 110.

Рис. 6. *Чулки с торгового судна «Архангел Рафаил» после первичной промывки. Начало XVIII в.*

запястья, но их исполнение максимально экономичное: на них есть надставки, восполняющие недостаток кожи в некоторых местах. На паре рукавиц имеется заплатка в самом ожидаемом месте — на стороне ладони. На «Архангеле Рафаиле» было обнаружено немалое число варег: 2 пары (в том числе одна со скандинавским орнаментом) и оригинальная варега с двумя большими пальцами, чтобы ее можно было надевать на две стороны (вероятно, с целью продлить срок эксплуатации изделия)[37]. Вареги имеют длину 26–27,5 см, ширину — 12–14,5 см, голицы — 27–28,5 см в длину и 19–21,5 см в ширину, что примерно соответствует современным стандартам. Лишь варежка с двумя большими пальцами меньше: длина — 17 см, ширина — 13,4 см.

[37] Каталог // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. № 104, 106, 120.

Рис. 7. *Голицы с торгового судна «Архангел Рафаил». Начало XVIII в.*

Частью благородного гардероба были кожаные перчатки. С «Архангела Рафаила» происходят три перчатки, две из которых составляют пару[38]. Они изготовлены из тонкой кожи, украшены декоративными строчками, а одна из них — вышитым рисунком лилии. Характерно, что эти перчатки не имеют видимых следов износа, поскольку использовались как часть парадной одежды.

Из предметов, имеющих косвенное отношение к одежде, на «Архангеле Рафаиле» было обнаружено шерстяное одеяло. Оно размером 156 см на 132,3 см, подшитое льняной простыней в белую и синюю полоску одинаковой ширины (около 5 см), сшито по длине из двух кусков шерстяной ткани[39]. Отметим, что обычай подшивать простыню под шерстяное одеяло (а не просто подкладывать ее) сохранялся еще в начале XX в.

Также необходимо указать на найденные на судне орнаментированную тесьму[40] и набор для ремонта одежды, включающий кусочки ткани, нитки, иголки, пуговицы.

Подводя итоги, подчеркнем, что комплекс одежды моряков Петровской эпохи, обнаруженный на «Архангеле Рафаиле», больше, чем простая сумма предметов, поднятых с него. Этот комплекс позволяет реконструировать

[38] Там же. № 109, 111.

[39] Там же. №122.

[40] Там же. №103.

одежду балтийского моряка с ног до головы (из необходимых предметов в нем отсутствует только рубашка). Комплекс позволяет оценить способы эксплуатации тех или иных предметов, представить себе, как матрос работал с такелажем. Он может быть сопоставлен с комплексом казенного обмундирования русского матроса военно-морского флота конца 10-х — начала 30-х гг. XVIII в. с целью понять, насколько набор предметов одежды и их комбинации совпадали у русского и иностранного моряка.

Изображения: из архива ЦПИ РГО.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лукошков А. В.; Прохоров Р. Ю.* Изучение германского торгового судна «Архангел Рафаил» (1724 г.) // Гидрокосмос. СПб.: АНО «ЦПИ РГО», 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 79–101.
2. *Лукошков А. В.; Прохоров Р. Ю.* Поиски и исследования военных кораблей и торговых судов эпохи Петра I // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. С. 144–148. ISBN: 978-5-86789-506-8
3. *Назаренко К. Б.* Европейский морской костюм рубежа XVII – XVIII вв. // Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. С. 70–79. ISBN 978-5-86789-506-8
4. *Назаренко К. Б.* Переписка об имуществе, утраченном на фрегате «Митоу» и трех лоц-галиотах в 1734 г., как источник по истории русского морского костюма // Габаевские чтения : I военно-историческая конференция. СПб.: [Б. и.], 2022. С. 106–111.
5. *Назаренко К. Б.* Русский морской костюм от Петра Великого до Елизаветы Петровны. М.: Эксмо, 2022. 320 с. ISBN: 978-5-87849-247-8
6. Погружение в эпоху Петра Великого : Каталог выставки к 350-летию со дня рождения Петра Великого. СПб.: Блиц, 2022. 170 с. ISBN 978-5-86789-506-8
7. *Шаменков С. И.* Венгерское платье пехотных полков армии Петра Великого // История военного дела: исследования и источники [Эл. ресурс]. 2012. Т. I. С. 421–463. URL: http://www.milhist.info/2012/07/01/shamenkov (посл. посещение: 01.10.2023).
8. *Bennett H.* A murder victim discovered: clothing and other finds from an early 18th century grave on Arnish Moor, Lewis // Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland, 1977, Vol. 106, pp. 172–182. DOI: 10.9750/PSAS.106.172.182
9. *Buckland K.* The Monmout cap // Costume. Edinburgh University Press, 1979, Vol. 13. is. 1, pp. 23–37. DOI: 10.1179/cos.1979.13.1.23
10. *Molaug S.* Gjenstandsmaterialet fra fregatten "Lossen" // Norsk Sjøfartsmuseum: Årbok. Oslo, 1974, S. 155–183.
11. *Wróblewski E.* Danish-Norwegian Sailors During the Great Northern War, 1700-1721: A portrait based on the available archaeological and historical sources. Odense: University of Southern Denmark, 2013, 119 p.

REFERENCES

1. Lukoshkov A. V.; Prohorov R. YU. *Izuchenie germanskogo torgovogo sudna Arhangel Rafail (1724 g.)* [The zucchies of the German trade vessel Archangel Rafail (1724)]. Gidrokosmos [Hydrocosmos]. St. Petersburg, Autonomous Nonprofit Organisation Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society, 2023, Vol. 1, 1, no. 1–2, pp. 79–101. (in Russ.)
2. Lukoshkov A. V.; Prohorov R. YU. *Poiski i issledovaniya voennyh korablej i torgovyh sudov epohi Petra I* [Search and research of warships and merchant ships of the era of Peter I]. Pogruzhenie v epohu Petra Velikogo: Katalog vystavki k 350-letiyu so dnya rozhdeniya Petra Velikogo [Immersion in the era of Peter the Great: the catalog of the exhibition for the 350th anniversary of the birth of Peter the Great]. St. Petersburg, Blic, 2022, pp. 144–148. (in Russ.) ISBN 978-5-86789-506-8
3. Nazarenko K. B. *Evropejskij morskoj kostyum rubezha XVII–XVIII vv.* [The European Marine Costume of the Forestment of the XVII–XVIII centuries] *Pogruzhenie v epohu Petra Velikogo: Katalog vystavki k 350-letiyu so dnya rozhdeniya Petra Velikogo* [Immersion in the era of Peter the Great: the catalog of the exhibition for the 350th anniversary of the birth of Peter the Great]. St. Petersburg, Blic, 2022, pp. 70–79. (in Russ.) ISBN 978-5-86789-506-8
4. Nazarenko K. B. *Perepiska ob imushchestve, utrachennom na fregate Mitou i trekh loc-galiotah v 1734 g., kak istochnik po istorii russkogo morskogo kostyuma* [Correspondence of property lost in the frigate

Mitou and three lotter-galiots in 1734, as a source on the history of Russian marine costume]. *Gabaevskie chteniya: I voenno-istoricheskaya konferenciya* [Gabaev readings: I military-historical conference]. St Petersburg, [S.n.], 2022, pp. 106–111. (in Russ.)
5. Nazarenko K. B. *Russkij morskoj kostyum ot Petra Velikogo do Elizavety Petrovny* [Russian sea costume from Peter the Great to Elizabeth Petrovna]. Moscow, Eksmo, 2022, 320 p. (in Russ.)
6. *Pogruzhenie v epohu Petra Velikogo: Katalog vystavki k 350-letiyu so dnya rozhdeniya Petra Velikogo* [Immersion in the era of Peter the Great: the catalog of the exhibition for the 350th anniversary of the birth of Peter the Great]. St. Petersburg, Blic, 2022, 170 p. (in Russ.) ISBN 978-5-86789-506-8
7. Shamenkov S. I. *Vengerskoe plat'e pekhotnyh polkov armii Petra Velikogo* [Hungarian dress of the infantry regiments of the army of Peter the Great]. *Istoriya voennogo dela: issledovaniya i istochniki* [History of military affairs: research and sources] [Digital resource]. 2012, Vol. I, pp. 421–463. URL: http://www.milhist.info/2012/07/01/shamenkov (last visit: 01.10.2023).
8. Bennett H. A murder victim discovered: clothing and other finds from an early 18th century grave on Arnish Moor, Lewis // Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland, 1977, Vol. 106, pp. 172–182. DOI: 10.9750/PSAS.106.172.182
9. Buckland K. The Monmout cap // Costume. Edinburgh University Press, 1979, Vol. 13. is. 1, pp. 23–37. DOI: 10.1179/cos.1979.13.1.23
10. Molaug S. Gjenstandsmaterialet fra fregatten "Lossen" // Norsk Sjøfartsmuseum: Årbok. Oslo, 1974, S. 155–183. (på Norsk)
11. Wróblewski E. Danish-Norwegian Sailors During the Great Northern War, 1700–1721: A portrait based on the available archaeological and historical sources. Odense: University of Southern Denmark, 2013, 119 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Назаренко Кирилл Борисович, доктор исторических наук, старший научный сотрудник, Санкт-Петербургский Институт истории РАН (197110, Россия, Санкт-Петербург, Петрозаводская ул., д. 7).
e-mail: kirbornaz@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nazarenko Kirill Borisovich, Doctor of Historical Sciences, senior researcher, St. Petersburg Institute of History of the Russian Academy of Sciences (197110, Russia, St. Petersburg, Petrozavodskaya st. 7).
e-mail: kirbornaz@yandex.ru

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 23-18-00420 «Новые люди Новой России: антропология морской державы в первой половине XVIII в.».

FUNDING

The reported study was funded by the Russian Science Foundation according to the research project number 23-18-00420 "New People of New Russia: Anthropology of the Mari-time Nation in the First Half of the 18th Century."

Поступила в редакцию 05.10.2023
Поступила после рецензирования 31.10.2023
Принята к публикации 10.11.2023

Received 05.10.2023
Revised 31.10.2023
Accepted 10.11.2023

АРХЕОЛОГИЯ | ARCHAEOLOGY

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.003 УДК 902.034.4

ПОДВОДНЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ФОРТА ИМПЕРАТОР АЛЕКСАНДР I (ФОРТ ЧУМНОЙ): АРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В. В. Вахонеев , С. Л. Соловьев

ФГБУН «Институт истории материальной культуры РАН»
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
vvvkerch@mail.ru

Аннотация Статья посвящена результатам подводной археологической разведки, произведенной в акватории Финского залива к югу от о. Котлин при проведении реконструкции с элементами реставрации для приспособления к современному использованию объекта культурного наследия федерального значения — форта Император Александр I (форт Чумной) площадью 2,6 га. В ходе работ были выявлены исторические ряжевые конструкции, опоясывающие основание форта с трех сторон, а также часть ряжевых заграждений периода Крымской войны. По результатам проведенных исследований было рекомендовано изменить границы объекта культурного наследия «Форт "Александр I", 1836–1845 гг., инж. Лебедев В.П» и определить их по внешнему краю нижней подошвы каменной отсыпки вокруг форта

Ключевые слова ряж, подводная археология, Кронштадт, форт «Александр I», Финский залив, Невская губа.

Для цитирования *Вахонеев В. В., Соловьев С. Л.* Подводные гидротехнические и инженерные сооружения форта «Император Александр I» (форт «Чумной»): археологический аспект // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 65–78. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.003

UNDERWATER HYDRAULIC AND ENGINEERING STRUCTURES OF THE FORT "EMPEROR ALEXANDER I" (FORT "CHUMNOY"): THE ARCHAEOLOGICAL ASPECT

V. V. Vakhoneev , S. L. Solovyev

Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences,
St. Petersburg, Russian Federation
vvvkerch@mail.ru

Abstract The article is devoted to the results of underwater archaeological survey carried out in the waters of the Gulf of Finland south of the Kotlin island during the reconstruction with elements of restoration with adaptation to the modern use of the object of cultural heritage of federal significance

"Fort "Emperor Alexander I", (Fort "Chumnoy"), with an area of 2.6 hectares. In the course of work, historical crib pier structures were revealed, encircling the base of the fort on three sides, as well as several crib pier barriers of the Crimean War period. According to the results of the conducted research, it was recommended to change the boundaries of the cultural heritage site "Fort Alexander I", 1836-1845 by Lebedev V. P." and determine it by the outer edge of the lower sole of the stone filling around the fort.

Keywords crib pier, underwater archeology, Kronstadt, Fort "Alexander I", Gulf of Finland, Neva Bay

For citation Vakhoneev V. V., Solovyev S. L. Underwater hydraulic and engineering structures of the fort "Emperor Alexander I" (Fort "Chumnoy"): the archaeological aspect. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 65–78. DOI: https://doi.org/ 10.26175/URC.2023.2.2.003 (In Russ.)

Археологические памятники по своей природе достаточно многообразны, соответственно разными могут быть их классификации. . Наиболее распространенными типами подводных археологических памятников являются затопленные корабли и поселения. Безусловно, подавляющее большинство археологических памятников принадлежит этим двум типам, но не исчерпывается ими.

На данный момент общая схема видов объектов археологического наследия под водой может быть представлена так[1]:

1) Объекты, созданные для водной среды (корабли, лодки, плоты, балласт и т. д.);

2) Наземные объекты, затопленные при изменении уровня моря (поселения, могильники, пещеры и т. д.);

3) Гавани и якорные стоянки;

4) Памятники, построенные в воде или над водой (свайные поселения);

5) Инженерные и гидротехнические сооружения (порты, причалы, мосты и т. д.);

6) Памятники, образовавшиеся на льду

7) Объекты морского промысла (ловушки, изгороди и т. д.);

8) Отдельные артефакты, оказавшиеся в воде.

Особого внимания, безусловно, заслуживают инженерные и гидротехнические сооружения, которые по истечении времени переходят в разряд археологических. Однако данный тип памятников до настоящего времени, за небольшим исключением, является одним из наименее изученных отечественной подводной археологией.

В этом плане стоит отдельно изучить исторические ряжевые конструкции как особый вид гидротехнического сооружения, распространенный в северо-западных регионах России с периода средневековья вплоть до нового времени. Ряж — конструкция в виде ящика, обычно собранного из бревен или брусьев и заполненного балластом (камнем, реже грунтом). Различают ряжи сплошной рубки — в виде срубов (русская конструкция) и решетчатые, или сквозного типа (американская конструкция). Ряжи в основном служат основанием мостов, плотин, набережных, молов и т. д.

При строительстве практически всех кронштадтских морских укреплений на протяжении XVIII–XIX вв. активно применялись ряжевые конструкции. Они использовались как для внешнего укрепления основания фортов, так и для создания целых линий подводных преград.

В 2020 году подводным отрядом экспедиции Института истории материальной культуры РАН были осуществлены археологические разведки в акватории Финского залива к югу от о. Котлин были осуществлены археологические разведки при проведении реконструкции с элементами реставрации для приспособления к современному использованию объекта культурного наследия федерального значения — форта Император Александр I (форт Чумной) площадью 2,6 га.

[1] *Вахонеев В. В.* Морская археология : учебное пособие для вузов. М.: 2023. С. 145. Однако существуют и иные классификации, см. напр.: *Мадикова Л. В.* Типология объектов подводного наследия и перспективы их исследования // Журнал Института наследия. 2020/1 (20).

Рис. 1. *Форт «Александр I». Вид с юга*

Форт был построен на отмели с северной стороны главного фарватера в 1836–1845 гг. по проекту Комитета во главе с генерал-лейтенантом М. Г. Дикстремом[2].

Внутренняя граница участка исследований непосредственно прилегала к форту, внешняя граница проходила в 50 м от него. Таким образом, участок исследований имел кольцевидную форму размерами по внешнему краю примерно 200 × 200 м. В центре участка на площади около 1 га размещался форт с причалом и участок насыпного грунта (см. рис. 1).

Глубина воды на всем участке исследований менялась от минимальных значений со стороны форта до глубины 5 м на удалении 50 м от его уреза. С севера к форту примыкал участок насыпного грунта и бетонный причал с установленным краном конца XIX в. и четырьмя кнехтами из чугунных пушек. Основание причала установлено на деревянные сваи.

В стенах цокольного этажа форта слева и справа от входа со стороны причала сохранились металлические опоры чугунного настила, фрагменты которого сохранились также и с северо-восточной стороны от форта. Данный настил был обустроен при строительстве форта. После оборудования причала он утратил свою функцию. Согласно плану форта 1855 года с северо-восточной стороны форта был обустроен ранний причал. На данный момент в прилегающей акватории прослеживается участок отмели.

По всему периметру форта на удалении до 30 м от его стен в акватории фиксировались многочисленные развалы гранитного камня, архитектурных деталей форта (карнизы, пороговые камни, элементы лестниц), металлических конструкций и отдельных предметов. Металлические предметы в основном представлены элементами отделки форта (решетки, крепежи, фрагменты лестниц) и утвари. По-видимому, в период массового разграбления форта в 1980–1990-х гг. многочисленные металлические детали были демонтированы со своих мест и впоследствии попали в воду. Особого внимания заслуживают до сих пор

[2] *Раздолгин А. А., Скориков Ю. А.* Кронштадтская крепость. Л.: 1988. С. 108–120.

находящиеся в воде с западной и северо-западной стороны форта обширные россыпи чугунных балясин ограждения лестниц и балконов с западной и северо-западной стороны форта, которые до сих пор находятся в воде. Такие балясины, к примеру, частично сохранились на ограждении балкона над воротами форта.

Помимо металлических предметов, прилегающая акватория насыщена целыми и фрагментированными кирпичами второй половины XIX в. Многие фрагменты имеют клейма, Например: «D. Ch. F». (Danks Chamottesten Fabrik, Bornholm, Danmark, 1853–1993)[3], «П. БѢЛЯЕВА» (Беляев Петр Абрамович, 1861–1884)[4], «НК. 99» (Кочетов Николай Петрович, конец 1840-х – 1873 гг.)[5], «О. К. З.» (Товарищество Ораниенбаумского кирпичного завода, 1897–1914 гг.)[6], герб Российской империи (Казенные кирпичные заводы Департамента военных поселений Военного министерства, 1830–1870-е гг.)[7]. Данные кирпичи попали в воду в результате частичного обрушения кирпичных стен верхнего яруса форта.

В ходе визуального обследования было установлено полное соответствие строительных конструкций в акватории с чертежами проекта строительства в 1836–1845 гг.

По всей площади основание внешних стен форта располагается на ровных хорошо обтесанных прямоугольных гранитных плитах, размерами от 1 × 2 м до 2 × 3 м. В центре плит имеются монтажные отверстия, которые, согласно сохранившимся описаниям, служили для закладки в них металлических штырей для строповки (см. рис. 2). Данные фундаментные плиты выступают от стен форта с разных сторон на расстояние от 1,0 до 2,5 м. В стыках между плит сохранился бетон на основе гидравлической извести, а также следы деревянной опалубки.

На расстоянии от 0,3 до 0,6 м от плит фундаментного ряда по окружности форта располагается линия шпунтовых свай, сооруженная в течение 1836–1837 гг. Сваи в верхней видимой части имеют сечение размерами 0,25 × 0,20 м, на одном ребре сваи имеется выступ на 0,05 м, а на противоположном — паз такой же глубины для вставки соседней шпунтовой сваи. Сваи в верхней части, выступающей над дном, имеют различную сохранность, что обусловлено их постоянным обкатыванием в зоне прибоя (см. рис. 3). Подобные шпунты хорошо известны, в том числе и по чертежам соседнего форта «Великий князь Константин». Ниже уровня дна сваи хорошо сохранились, они плотно подогнаны друг к другу, дерево не имеет видимых повреждений. В ходе археологических работ 2020 года с западной и южной сторон форта данные сваи были локально зачищены на глубину до 0,5 м для проверки их состояния. Грунт — плотный, каменистый, из гранитной крошки мелкой и средней фракции. С северной и юго-восточной сторон от форта шпунт засыпан каменными насыпями.

Рис. 2. *Плита основания и ряд шпунтовых свай. Модель на основе фотограмметрии*

Рис. 3. *Ряд шпунтовых свай с северной стороны форта*

[3] *Смирнов В. Н., Елшин Д. Д.* Кирпичные клейма Санкт-Петербургской губернии середины XIX — начала XX в. Каталог и исследование. Бюллетень № 7 Института истории материальной культуры РАН. Вып. 1. СПб.: 2017. С. 160.

[4] Там же. С. 147.

[5] Там же. С. 116.

[6] Там же. С. 120.

[7] Там же. С. 147.

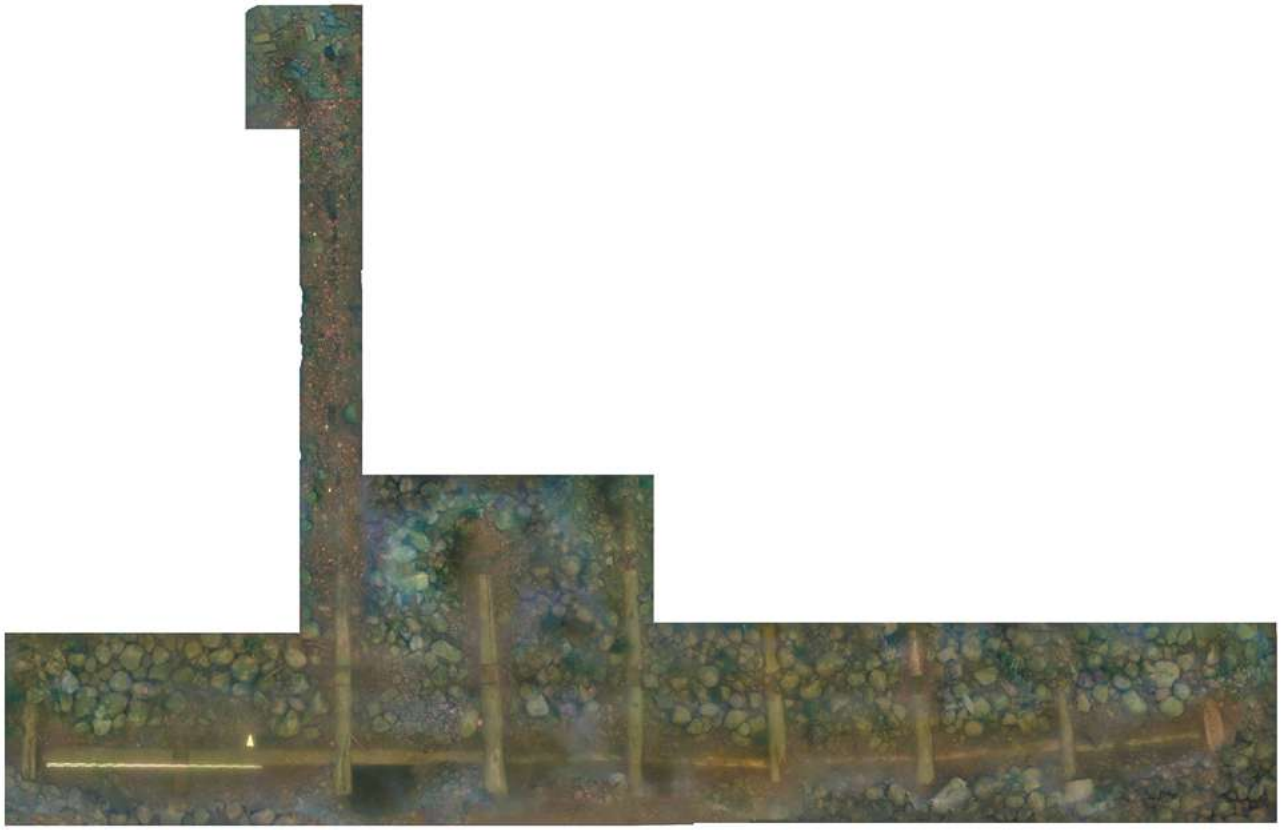


Рис. 4. *Верхний ряд ряжей и участок шпунта к югу от форта. Ортофотоплан*

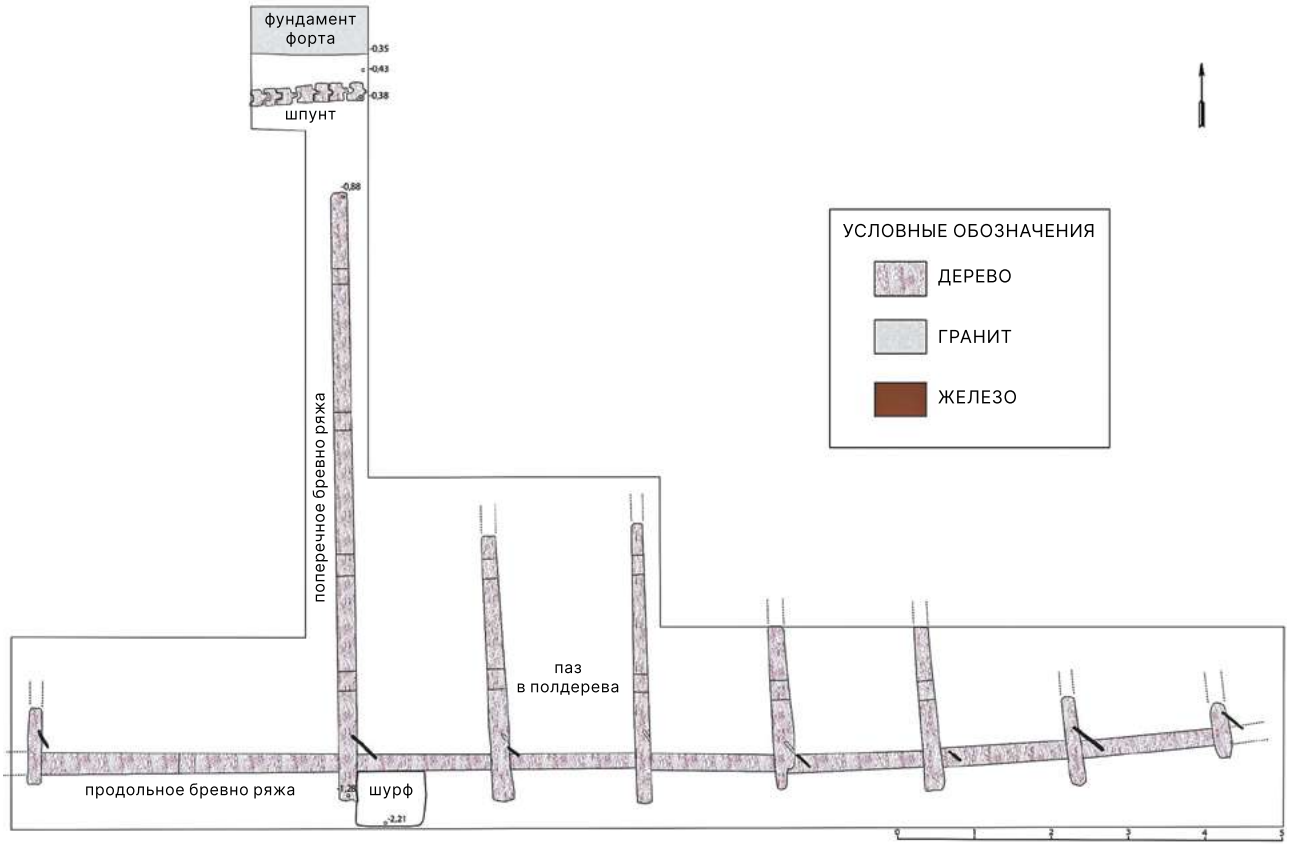


Рис. 5. *Верхний ряд ряжей и участок шпунта к югу от форта. План*

Далее на расстоянии 1 м от шпунтовых свай в сторону моря располагаются оградительные ряжи. С южной стороны форта была локально зафиксирована верхняя часть ряжевого ящика размерами 20,0 × 8,0 м (см. рис. 4–5). Верхний периметр ящика формируют продольные и поперечные балки. Продольная балка зафиксирована на расстоянии 9 м от шпунта. От нее перпендикулярно берегу в сторону форта (на север) с шагом 2,2 м располагаются поперечные балки длиной 8,05 м. К продольной балке они крепятся с помощью крепления в полдерева с остатком, выступающим на 0,3 м. Все поперечные балки имеют через каждые 1,0–1,2 м углубления в полдерева, размерами 0,3 × 0,25 м, куда крепились бревна верхнего ряжевого яруса, с которого велось строительство форта. По окончании строительства данный ярус был разобран. Помимо крепления в полдерева, продольная и поперечные балки соединены с помощью металлических пластин размерами 0,5 × 0,04 × 0,01 м.

С внешней стороны ряжевого ящика в точке с координатами 59.989117°С 29.717783°В был заложен археологический шурф с целью выяснения характера и мощности донных напластований.

Размеры шурфа 1 × 1 м, площадь составила 1 кв. м (рис. 6). Он расположен на расстоянии 12 м к югу от стены форта. Шурф ориентирован по направлению север — юг. Северным и частично западным бортами шурфа является внешняя часть ряжа. Уровень донной поверхности в месте, где заложен шурф, составил –1,4 м. Донная поверхность, где заложен шурф, представлена навалами камней гранита мелких и средних размеров, а также слоем гранитной крошки между ними. Стратиграфия одинаковая: гранитная крошка с мелкими и средними камнями. Никаких археологических находок в данном слое не отмечено. ВВ связи с выходом на более крупные камни подсыпки ряжа дальнейшие работы в шурфе были остановлены. Шурф доведен до глубины 0,9 м. В северном борту шурфа было вскрыто 3 ряда продольных бревен диаметром по 0,3 м (рис. 7, 8).

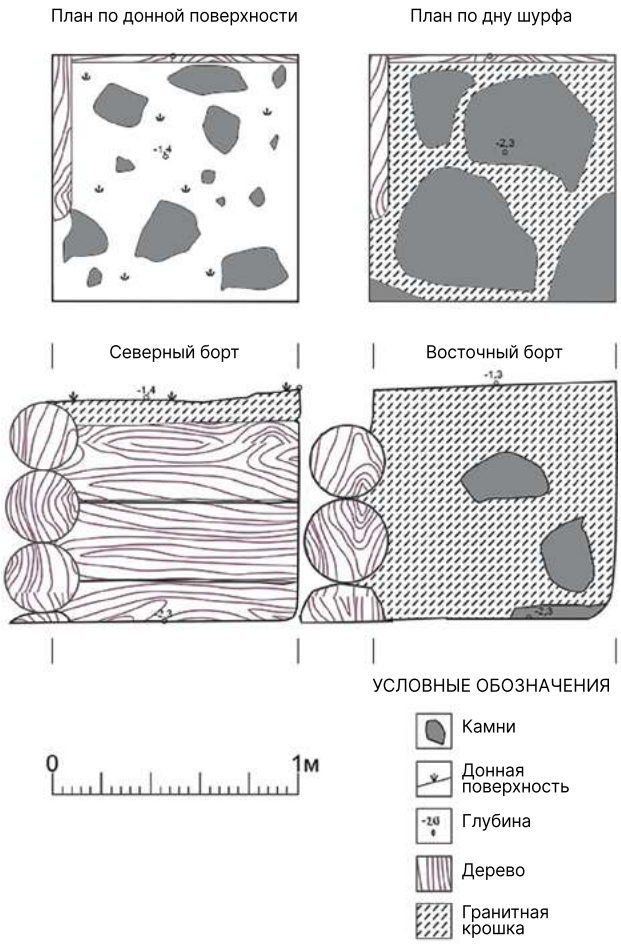


Рис. 7. *Южный ряж. Планиграфия шурфа*

Рис. 6. *Южный ряж. Шурф*

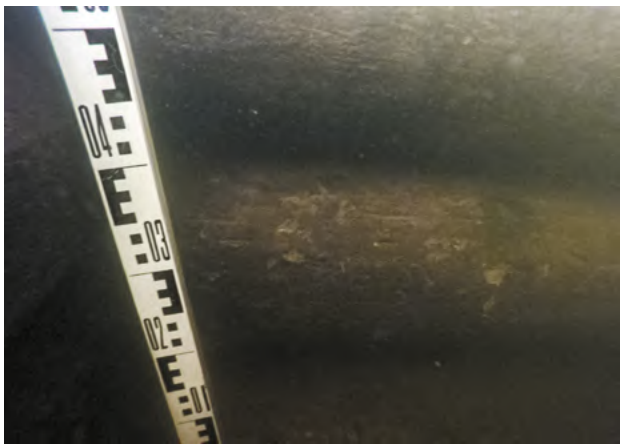


Рис. 8. *Продольные бревна ряжа*

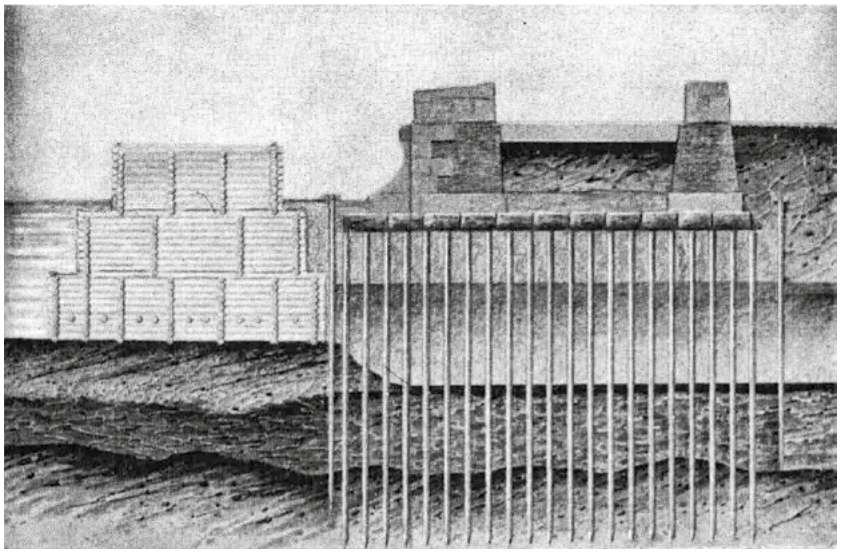


Рис. 9. *Разрез по основанию форта Александр I*

На бревне второго ряда зафиксирован паз в полдерева для наращивания длины бревна. В западном борту были вскрыты окончания трех рядов поперечных бревен, такого же диаметра.

Судя по опубликованному схематичному разрезу по основанию времен постройки форта[8] (см. рис. 9), в высоту ряжи на данном участке состояли из 10 бревен, что приблизительно соответствует 3 м. Ряжи заполнялись булыжным камнем, первоначально доставляемым кораблями, а после ледостава его привозили на лошадях с Ораниенбаумского берега.

С северо-западной стороны форта в зоне прибоя обнажен еще один участок ряжа, представленный продольной балкой диаметром 0,3 м, ориентированной по линии северо-восток – юго-запад, и четырьмя поперечными балками, уходящими от нее в юго-восточном направлении (см. рис. 10). Поскольку данные бревна частично находятся на поверхности воды, они наиболее подвержены разрушению.

[8] *Раздолгин А. А., Скориков Ю. А.* Кронштадтская крепость. Л.: 1988. С. 117.

Рис. 10. *Северно-западный ряж. Аэрофотоснимок*

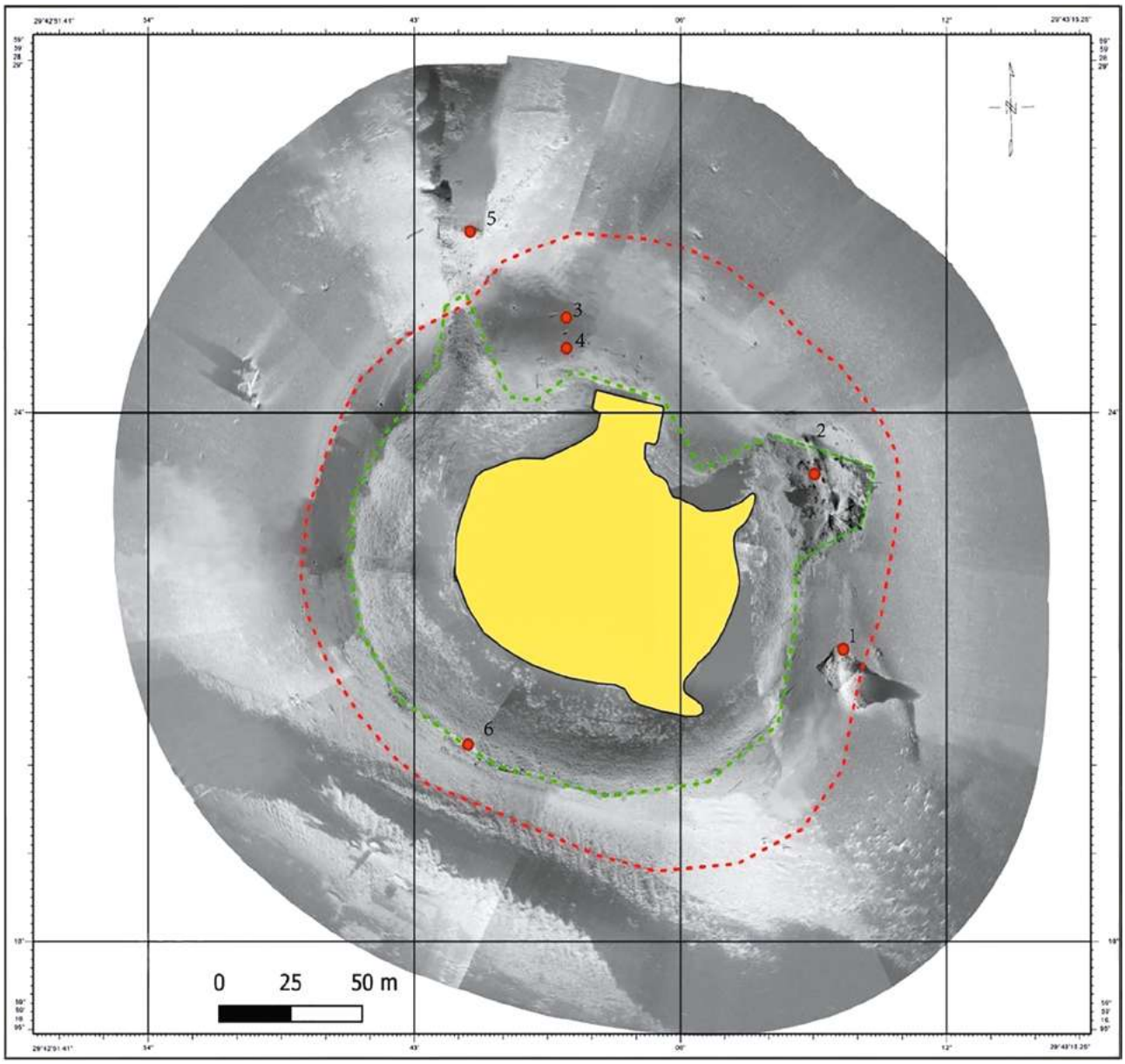


Рис. 11. *Мозаичное изображение сонограмм ГБО*

Их сохранности способствовал развал крупных гранитных блоков, частично придавивших остатки ряжа.

Частично балки ряжа уходят под основание бетонного причала с западной стороны. С восточной стороны причала на участке насыпного грунта на берегу располагается отрезок позднего шпунтового ограждения, по-видимому, середины — второй половины XX в.

Вдоль стен форта, за исключением участка у причала, отмечается следующая ситуация. Приблизительно в 20 м от уреза стены форта начинается крутой свал с глубины 1,5 до 5 м. Свал имеет едва заметную террасу из валунов округлой формы. Размеры валунов от 0,3 до 1 м. Отмеченная терраса образовалась из-за наличия нижнего придонного ряжа, который на несколько метров был шире верхнего. Далее следует пологое песчаное дно с глубинами 5–6 м.

В результате обследования акватории вокруг форта было составлено мозаичное изображение сонограмм гидролокатора бокового обзора (см. рис. 11). В ходе анализа полученных изображений было выделено 6 акустических целей, каждая из которых была дополнительно обследована аквалангистами. Акустическая цель № 1, расположенная

к востоку от форта, представлена каменной банкой-насыпью на глубине 4,8–5,0 м, которая является остатками развалившегося ряжа (см. рис. 12–13). Размеры камней от 0,3 до 0,5 м. Акустическая цель № 2 располагается к северо-востоку от форта. На этом участке на данный момент прослеживается достаточно обширная отмель, вытянутая в сторону моря в северо-восточном направлении.

Анализ картографического (см. рис. 14) и иллюстративного (см. рис. 15) материала указывает на то, что на данном участке располагался первоначальный причал форта в 1840–1860-х гг. Впоследствии, в 1870-х гг. данный причал был снивелирован и воздвигнут новый, северный, который сохранился до современности. Видимая отмель является остатками первоначального причала.

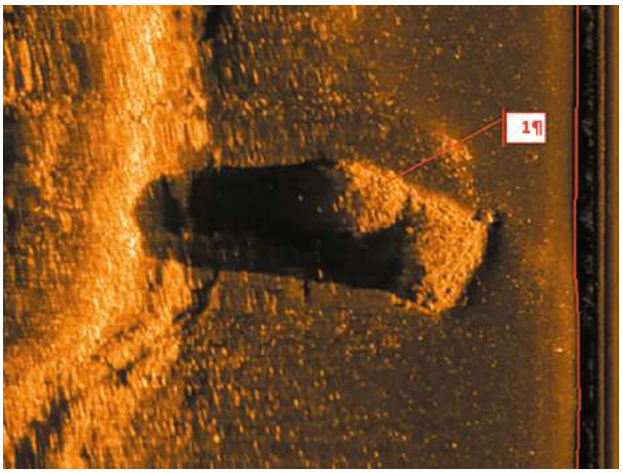


Рис. 12. *Акустическая цель № 1*

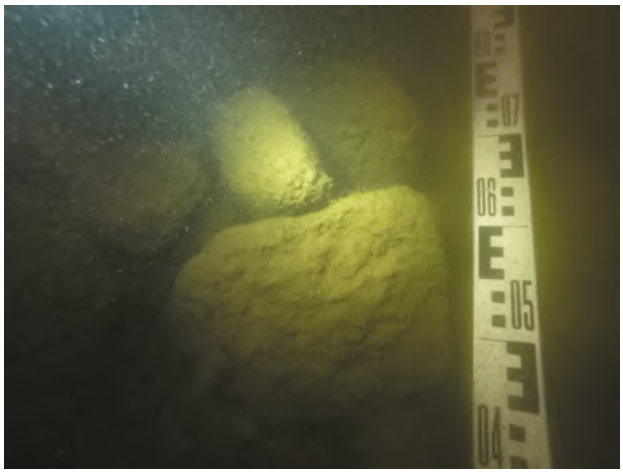


Рис. 13. *Акустическая цель № 1*

Рис. 14. *План 1 этажа форта «Александр I», 1855 г.*

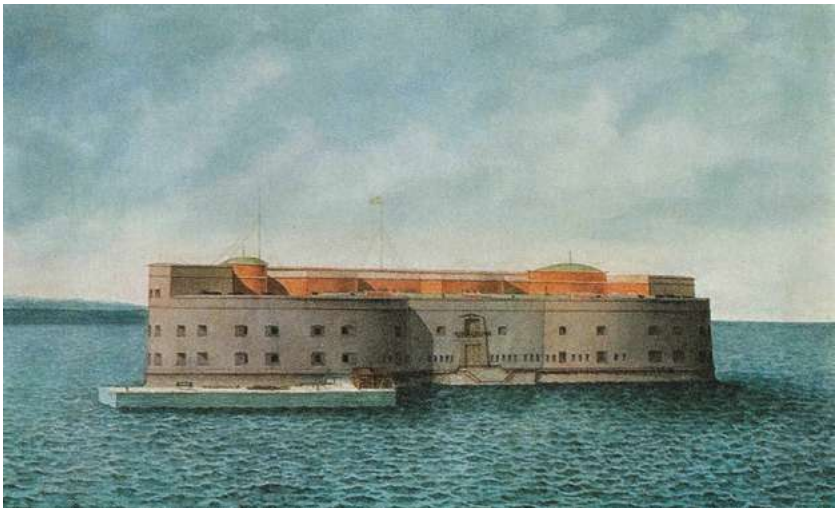


Рис. 15. *Форт. Вид с горжевой части в 1840–1860-х гг.*

Акустическая цель № 2 (см. рис. 16) является нижней частью старого причала и представлена хорошо сохранившимися двумя ярусами ряжей (северо-восточный ряж, см. рис. 17). Верхний ярус ряжа расположен на глубине от 1,5 до 3,0 м, и он наиболее разрушен. Его подстилает нижний ярус ряжа, который находится на глубине от 3,5 м до 5,5 м. Примечательно, что верхняя часть данного яруса выложена досками, также он сложен из более массивных бревен.

Акустические цели № 3 и 4 располагаются к северо-западу от бетонного причала. Цель № 3 представлена сорванным обрезиненным причальным кранцем. Подобные современные кранцы до сих пор прикреплены к причалу. Акустическая цель № 4 является полой металлической трубой. Следует отметить, что данная акватория у причала сильно захламлена современными мусорными предметами. Акустическая цель № 6 представлена опорной деревянной балкой причального крана длиной 4,8 м. Не исключено, что данный подъемный механизм мог использоваться при постройке форта.

Акустическая цель № 5 (см. рис. 18) представляет собой вытянутую гряду каменных насыпей, отходящей от форта в северо-западном направлении за пределы участка обследования 2020 года. Анализ картографического материала, в первую очередь штабной карты РККА 1941 года с немецкими пометками местонахождения ряжей (см. рис. 19) и современной навигационной морской карты (см. рис. 20), позволяет достаточно уверенно атрибутировать данную каменную гряду с остатками оборонительного ряжа середины XIX в.

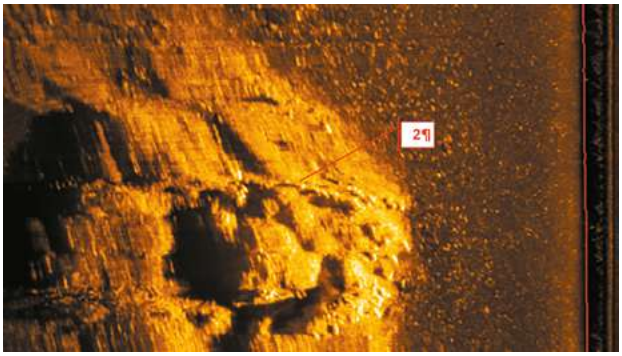


Рис. 16. *Акустическая цель № 2. Ряж*

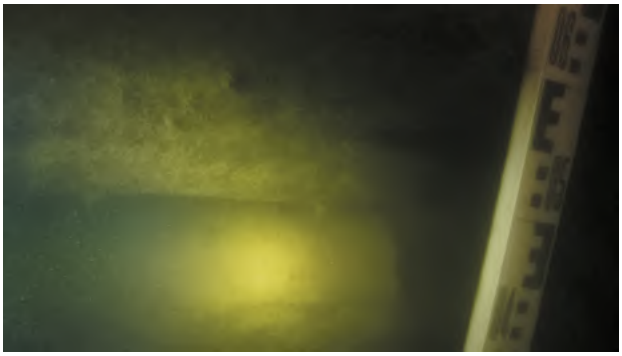


Рис. 17. *Северо-восточный ряж. Продольные балки. Вид с СВ*

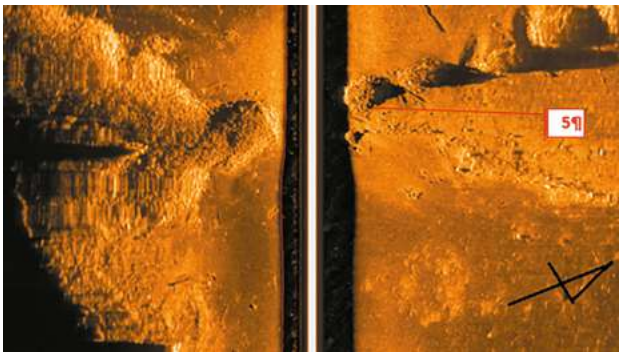


Рис. 18. *Акустическая цель № 5. Ряжи*

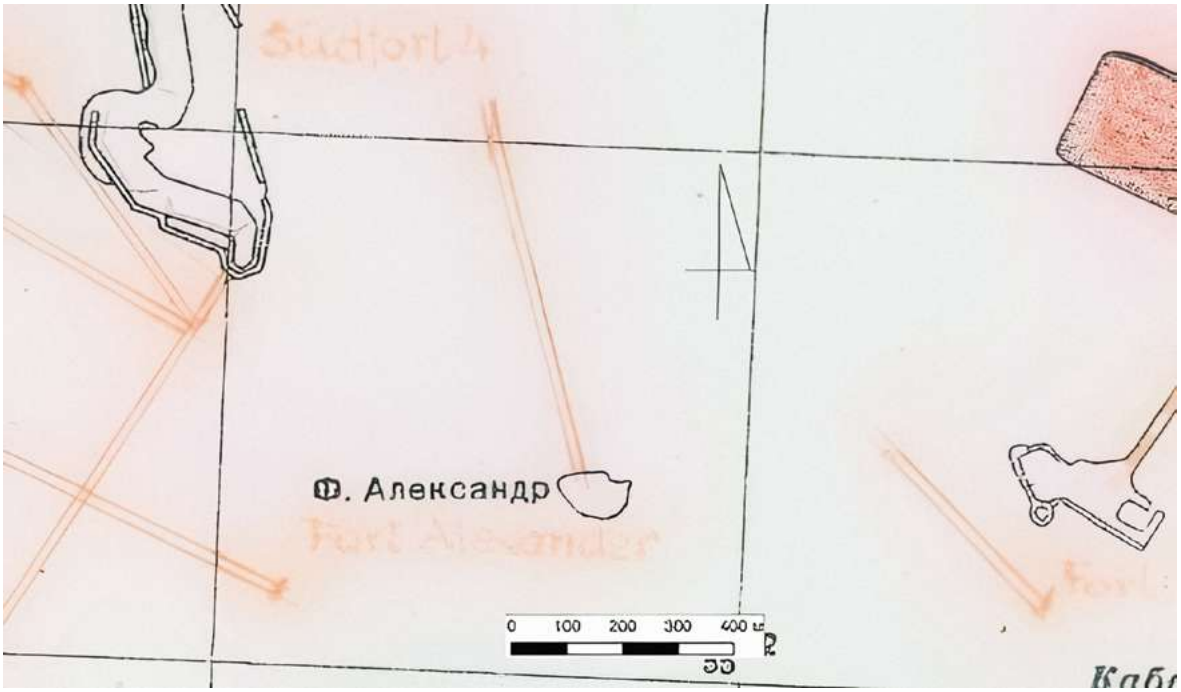


Рис. 19. *Схема ряжей к северо-западу от форта на карте Генерального штаба РККА 1941 г. с рукописными немецкими пометками*

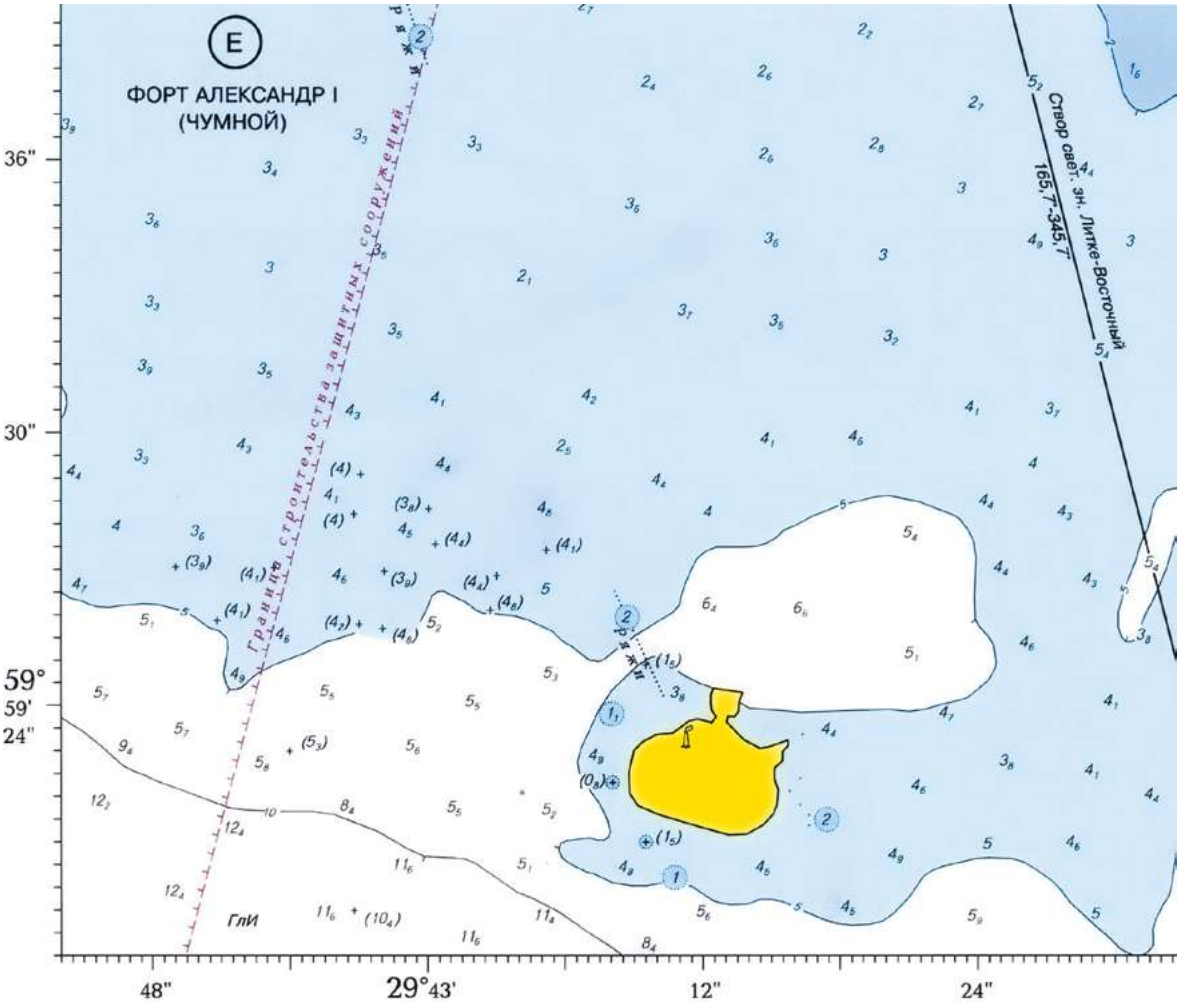


Рис. 20. *План и профиль ряжевой преграды 1854 г.*

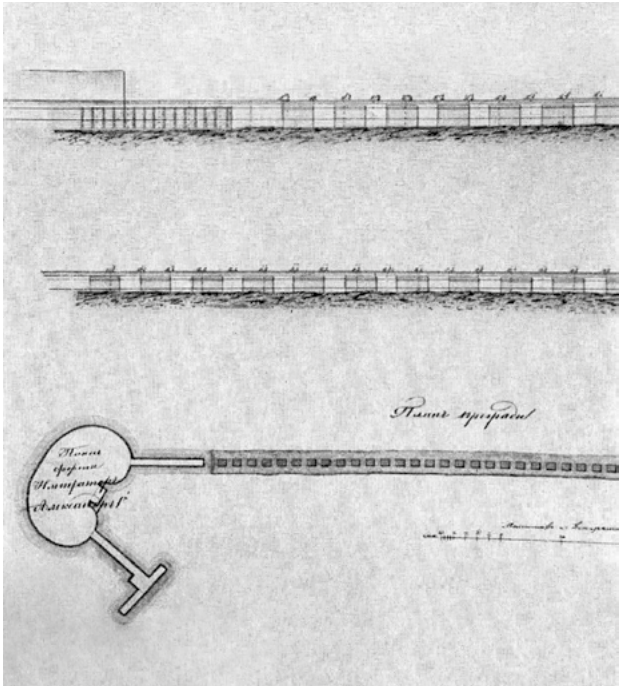


Рис. 21. *План и профиль ряжевой преграды 1854 г.*

Данный ряж был сооружен по проекту инженер-полковника И. А. Заржецкого в марте 1854 года в период Крымской (Восточной) войны из-за опасений возможности прорыва вражеских кораблей с низкой осадкой между фортом Александр I и берегом острова[9].

Проектом предусматривалось установить 43 ряжевых ящика от форта до глубины 2,7 м на участке длиной 420 м установить 43 ряжевых ящика, закрепить их сваями и заполнить камнем, далее к берегу на протяжении 168 м отсыпать из булыжного камня подводную гряду на глубине 1,8 м (см. рис. 21). В настоящее время подводные преграды находятся в разрушенном или полуразрушенном состоянии[10].

[9] *Раздолгин А. А., Скориков Ю. А.* Кронштадтская крепость. Л.: 1988. С. 183–186.

[10] Проект зон охраны г. Кронштадта и Кронштадтской крепости. СПб. 1992 // КГИОП, п. 615, Н-4499/2. С. 15–16.

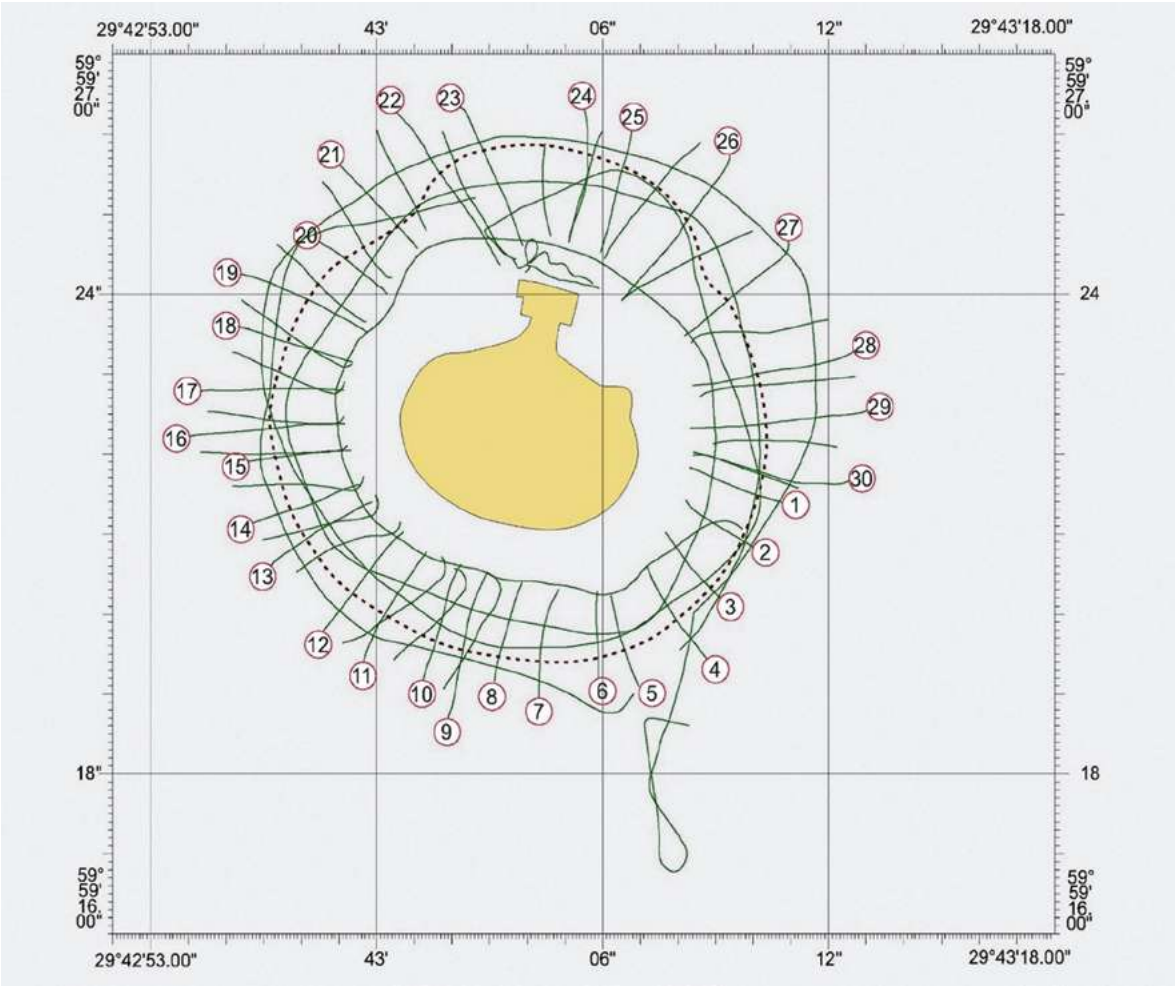


Рис. 22. *Линии фактического движения носителя при проведении съемки параметрическим профилографом с промерных эхолотом*

Работами ИИМК РАН был зафиксирован лишь юго-восточный край данного ряжа. По-видимому, описанный выше участок ряжа, зафиксированный на площади около 30 кв. м и находящийся с северо-западной стороны форта в зоне прибоя, является частью данного оборонительного ряжа 1854 года.

В ходе обследования акватории с помощью параметрического профилографа было выполнено также 30 эхограмм дна (см. рис. 22). На большинстве эхограмм хорошо видны следы ряжевых конструкций и слой подсыпки основания форта (см. рис. 23). Каких-либо антропогенных объектов за пределами насыпи на участке акватории не отмечено.

Учитывая, что основание форта по всему периметру укреплено двухъярусным ряжем, который отмечен на проектных чертежах форта и подтвержден в ходе археологического обследования экспедицией ИИМК РАН, было рекомендовано изменить границы объекта культурного наследия «Форт "Александр I", 1836–1845 гг., инж. Лебедев В.П» по нижней подошве каменной отсыпки ряжа. Кроме того, археологические исследования подтвердили хорошую сохранность деревянных гидротехнических сооружений как в основании самого форта, так и в прилегающей к нему акватории.

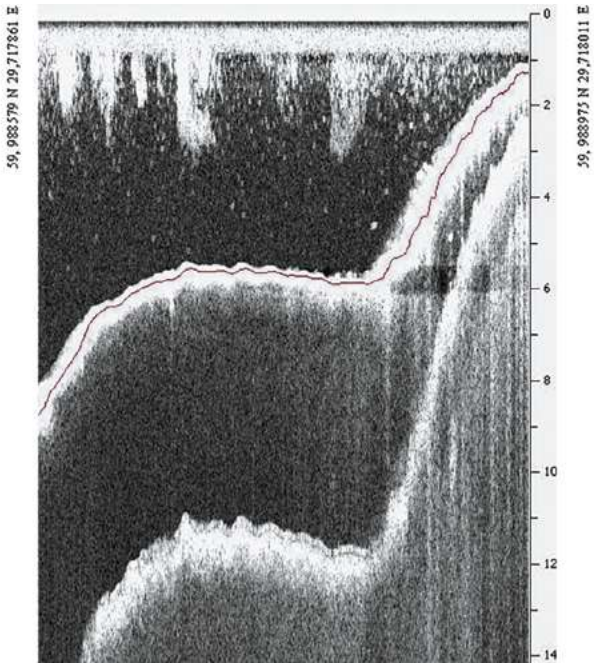


Рис. 23. *Эхограмма параметрического профилографа по линии 7*

Следует отметить, что дальнейшее научное изучение ряжевых заграждений в акватории острова Котлин представляется достаточно перспективным и важным в деле сохранения объектов подводного культурного наследия.

Изображения: из открытых источников, коллекции авторов; Раздолгин, Скориков, 1988; Исакова, Орлов, 2017.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вахонеев В. В.* Морская археология: учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2023. 205 с.
2. *Исакова Е. В., Орлов В. П.* Кронштадт. Архитектура. История. Фортификация. СПб.: Крига, 2017. С. 598.
3. *Мадикова Л. В.* Типология объектов подводного наследия и перспективы их исследования // Журнал Института наследия. 2020/1 (20). [Эл. ресурс] URL: http://nasledie-journal.ru/ru/journals/344.html (посл. посещение: 27.10.2023). DOI 10.34685/HI.2020.81.76.008
4. *Раздолгин А. А., Скориков Ю. А.* Кронштадтская крепость. Ленинград: Стройиздат, Ленинградское отд-ние, 1988. 419, [1] с.
5. *Смирнов В. Н., Елшин Д. Д.* Кирпичные клейма Санкт-Петербургской губернии середины XIX — начала XX в. Каталог и исследование / Бюллетень № 7 Института истории материальной культуры РАН. Материальная культура Санкт-Петербурга. Вып. 1. СПб.: Перифирия, 2017. 214 с.

REFERENCES

1. Vakhoneev V. V. *Morskaya arxeologiya* [Maritime archeology]. Moscow, Yurajt Publ., 2023, 205 p. (In Russ.)
2. Isakova E. V., Orlov V. P. *Kronshtadt. Arhitektura. Istoriya. Fortifikaciya* [Kronstadt. Architecture. Story. Fortification]. Saint-Petersburg, Kriga Publ., 2017, 598 p. (In Russ.)
3. Madikova L. V. *Tipologiya ob``ektov podvodnogo naslediya i perspektivy` ix issledovaniya* [Typology of underwater heritage sites and prospects for their research]. *Zhurnal Instituta naslediya* [The Heritage Institute Journal] [Digital resource]. 2020/1 (20). URL: http://nasledie-journal.ru/ru/journals/344.html (last visit: 27.10.2023) DOI 10.34685/HI.2020.81.76.008

4. Razdolgin A. A., Skorikov Yu. A. *Kronshtadtskaya krepost`* [Kronstadt Fortress]. Leningrad, Stroyisdat Publ., 1988, 420 p. (In Russ.)
5. Smirnov V. N., Elshin D. D. *Kirpichny`e klejma Sankt-Peterburgskoj gubernii serediny` XIX – nachala XX v. Katalog i issledovanie* [Brick stamps in Saint Petersburg Province in the mid-19th – early 20th century. A catalogue and study]. *Byulleten` no. 7 Instituta istorii material`noj kul`tury` RAN. Material'naya kul'tura Sankt-Peterburga. Vyp. 1.* [Bulletin no. 7 of the Institute for History of Material Culture RAS. Material culture of St. Petersburg. Vol. 1]. St. Petersburg, Perifiriya Publ., 2017, 214 p. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Вахонеев Виктор Васильевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник группы подводной археологии ФГБУН «Институт истории материальной культуры РАН» (Россия, 191186, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 18, лит. А).
e-mail: vvvkerch@mail.ru

Соловьев Сергей Львович, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник группы подводной археологии ФГБУН «Институт истории материальной культуры РАН» (Россия, 191186, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 18, лит. А).
e-mail: ssl2610@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vakhoneev Viktor Vasil'evich, PhD, Senior Researcher of the Underwater Archaeology Group of the Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences (18 A Dvortsovaya Emb., St. Petersburg, 191186, Russia).
e-mail: vvvkerch@mail.ru

Solovyev Sergey Lvovich, PhD, Senior Researcher of the Underwater Archaeology Group of the Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences (18 A Dvortsovaya Emb., St. Petersburg, 191186, Russia).
e-mail: ssl2610@yandex.ru

Поступила в редакцию 21.09.2023
Поступила после рецензирования 20.10.2023
Принята к публикации 10.11.2023

Received 21.09.2023
Revised 20.10.2023
Accepted 10.11.2023

АРХЕОЛОГИЯ | ARCHAEOLOGY

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.004 УДК 902.034.4

РЕЙЗЕКАН: К ИСТОРИИ ОДНОГО ЭКСПОНАТА МУЗЕЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

О. П. Попова, Д. Д. Пиганов

ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана»
г. Калининград, Российская Федерация
oleander@lenta.ru

Аннотация В статье рассказывается о сделанной сотрудниками Музея Мирового океана уникальной находке — фрагменте парусного судна типа рейзекан (традиционного судна для заливов и рек в северной части Пруссии). Описывается его реставрация и интеграция в музейное пространство. Приводится развернутый рассказ о судах подобного типа, их основных параметрах и сложившейся практике их использования в XIX–XX вв. Рейзекан, являющийся сегодня частью экспозиции «Тайны затонувших кораблей», имеет уникальную историю: 25–26 апреля 1945 года на завершающем этапе Восточно-Прусской операции он в качестве десантного судна принял участие в высадке на Балтийскую косу штурмовых отрядов из состава частей 3-го Белорусского фронта. Это обстоятельство удалось установить впоследствии при изучении этого судна.

Также в статье нашла отражение многолетняя практика реставрации в мастерской Музея Мирового океана извлеченных из водной среды деревянных фрагментов старинных судов и их последующая музеефикация.

Ключевые слова рейзекан, традиционный флот, Балтика, парусные торговые корабли, морское культурное наследие, история боевых действий, музейное судно, музеефикация, консервация дерева.

Для цитирования *Попова О. П., Пиганов Д. Д.* Рейзекан: к истории одного экспоната Музея Мирового океана // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 79–92. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.004

REISEKAHN: ON THE HISTORY OF ONE EXHIBIT OF THE MUSEUM OF THE WORLD OCEAN

O. P. Popova, D. D. Piganov

IFederal State Budgetary Institution Museum-Reserve Museum of the World Ocean,
Kaliningrad, Russian Federation
oleander@lenta.ru

Abstract The article discusses the history of the discovery made by employees of the Museum of the World Ocean — a fragment of a sailing ship of the Reisekahn type — a traditional vessel for bays and rivers in the northern part of Prussia.

The article describes its restoration and integration into the museum space. A detailed story about ships of this type, their main parameters and established practice of their use in the 19th — 20th centuries are also given. Reisekahn, which is now part of the exhibition "Secrets of Sunken Ships", has a unique history — as a landing ship, it took part in the landing of assault troops from units of the 3rd Belorussian Front on the Baltic Spit on April 25–26, 1945 at the final stage of the East Prussian military operation. This was discovered later during the study of this vessel's study.

The article also reflects on the long-term practice of restoring wooden fragments of ancient ships removed from the aquatic environment in the restoration workshop of the Museum of the World Ocean, and their subsequent museification.

Keywords reisekahn, traditional fleet, Baltic Sea, sailing merchant ships, maritime cultural heritage, history military of operations, museum ship, wood conservation.

For citation Popova O. P., Piganov D. D. Reisekahn: on the history of one exhibit of the Museum of the World Ocean. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 79–92. DOI: https://doi.org/ 10.26175/URC.2023.2.2.004 (In Russ.)

Сохранение объектов морского культурного наследия — одна из задач Музея Мирового океана, расположенного на Набережной Петра Великого в Калининграде. На территории Калининградской области в акватории Балтийского моря, Калининградского и Куршского заливов, рек Преголи и Деймы на протяжении многих столетий осуществлялось интенсивное судоходство, боевые действия во многих случаях проходили на воде близ береговых укреплений. С эпохи неолита основным занятием жителей Янтарного края была рыбная ловля на долбленых рыбачьих лодках. В I веке н. э. территория Самбийского (в настоящее время — Калининградского) полуострова начала заселяться племенами пруссов. Курши, один из народов Пруссии, были хорошими мореходами. В X–XI веках частыми гостями Пруссии были викинги — великолепные мореходы. Их караваны, состоявшие из ладей типа кнарр и парусно-гребных судов — драккаров[1], были частыми гостями прусских земель. В XIII веке начинается экспансия немецкого Тевтонского ордена в пределы Пруссии. Большинство орденских замков на современной территории Калининградской области были построены вблизи прусских укреплений — городищ на возвышенных берегах рек и заливов. У Тевтонского ордена был и свой флот, который служил для боевых действий и снабжения гарнизонов отдаленных замков и укреплений. Начиная с эпохи Средневековья, Кенигсберг постепенно становился главным портом на территории Самбийского полуострова, а потом и юго-восточной части Пруссии. Последующие события европейской истории: польско-шведские войны, Семилетняя война, эпоха Наполеоновских войн, Первая и Вторая мировые войны — оставили свой след в археологических памятниках на ее территории. Поэтому изучение морского наследия на территории Калининградской области можно оценить как имеющее значительные перспективы.

Принимая во внимание значение сохранения морского культурного наследия и развитие подводной археологии, Музей Мирового океана ведет в Калининградской области в этом направлении совместную работу с фондом «Морское наследие Отечества». В Историко-культурном центре «Корабельное воскресение» Музея Мирового океана собрана коллекция копий традиционных лодок народов России и зарубежья. В экспозиции также представлены инструменты и материалы, отражены технологии строительства лодок и небольших деревянных судов. В 2012 году Музей Мирового океана при участии калининградской судоверфи ООО «Пеликан» на базе музейного Историко-культурного центра «Корабельное воскресение» воспроизвел традиционное рыбацкое судно Куршского залива — куренас (Kuhrenkahn, букв. с нем. «куршская лодка»). В строительстве судна также приняли участие студенты Прибалтийского судостроительного техникума, учащиеся Кадетского корпуса и ученики средних общеобразовательных школ. Куренас был заложен 27 мая 2011 года и спущен

[1] *Кулаков В. И.* Историко-культурные объекты // Особо ценные природные и культурные объекты Национального парка «Куршская коса»: сборник научных статей. Калининград: РГУ им. И. Канта, 2009. С. 96.

на воду 11 июля 2012 года. Ему суждено было стать не только музейным экспонатом. На протяжении десяти лет куренас является участником ежегодных многодневных походов по рекам и заливам Калининградской области (см. рис. 1). Он надежно служит для проведения научных экспедиций Музея Мирового океана и участвует в фестивалях традиционного судостроения, где демонстрирует свои высокие эксплуатационные качества: хорошую грузоподъемность, управляемость и прочность конструкции, за которые его ценили многие поколения немецких и литовских рыбаков.

Особое место в музейной коллекции, посвященной морскому наследию Балтийского моря, занимают детали старинных деревянных судов: шпангоуты, части обшивки, мачты, якоря, брашпили, крепеж. В 2000 году в Музей Мирового океана поступил уникальный объект — корабль XIX века, обнаруженный во время добычи янтаря в карьере Калининградского янтарного комбината в пос. Янтарный. Срочные работы, проведенные Деснинской экспедицией ИА РАН во главе с проф. В. И. Кулаковым in situ, прямо в янтарном карьере, позволили установить тип корабля — грузовое одномачтовое каботажное судно[2]. Удалось определить время его постройки, назначение судна, обстоятельства и время его гибели и много других фактов. После извлечения останков судна из карьера, длительной консервации и реставрации с 2007 года часть собранного корабля экспонируется в выставочном зале Музея Мирового океана «Морской Кенигсберг — Калининград» (см. рис. 2 а, б).

Рис. 1. *Реплика традиционного судна типа куренас у причала Музея Мирового океана, 2023 г.*

Рис. 2а. *Одномачтовый грузовой корабль XIX в., найденный в 2000 г. в карьере Янтарного комбината. Экспозиция Музея Мирового океана*

Следующим событием в музейной практике изучения традиций местного судостроения и реставрации фрагментов старинных кораблей стала ценная находка, которой посвящена эта статья. История ее такова.

В 2006 году на российской территории Балтийской косы на берегу Вислинского залива в зарослях тростника пограничный наряд обнаружил останки старинного деревянного судна. О найденном артефакте пограничники сообщили сотрудникам Музея Мирового океана.

[2] *Бойкина И. Н.* Реставрация археологической находки «Корабль XIX в.» // Изучение памятников морской археологии. СПб.: ИИМК РАН, 2004. Вып. 5. С. 46.

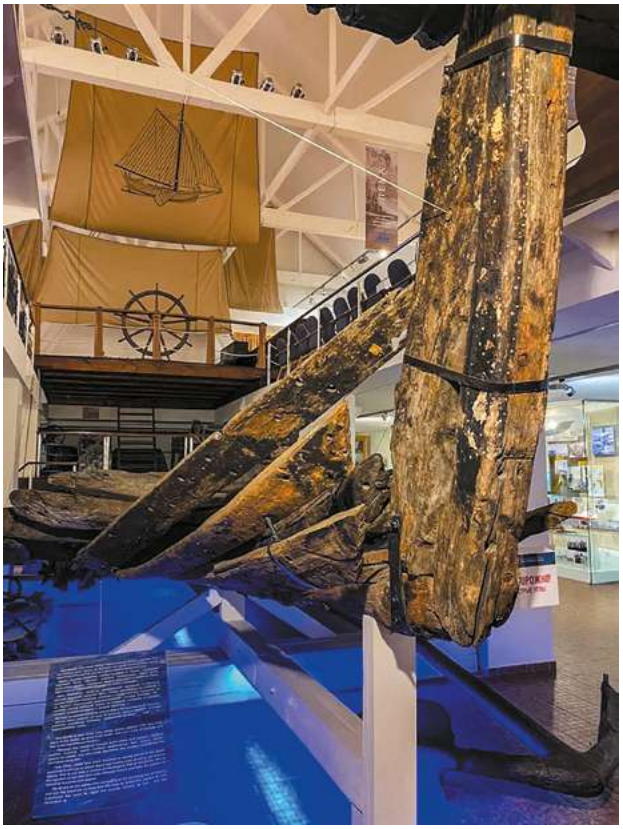


Рис. 2б. *Форштевень одномачтового грузового корабля XIX в., найденного в янтарном карьере в пос. Янтарный, находящегося в экспозиции Музея Мирового океана. 2023 г.*

Рис. 3. *Корма рейзекана на месте обнаружения на берегу Калининградского залива*

Рис. 4. *Корма рейзекана на месте обнаружения на берегу Калининградского залива. Вид изнутри. 2014 г.*

В июле 2013 года состоялась первая экспедиция к месту находки с целью уточнения местоположения, замеров, фотофиксации, определения возможности извлечения и транспортировки останков судна. В результате проведенных исследований были определены координаты судна (широта 54°32.01´N, долгота 19°46.14´E). Установлено его расположение: на берегу бухты Просторной Калининградского залива, примерно в 60 метрах от береговой черты Вислинского залива, на затапливаемом участке.

Останки лодки, находившиеся в густых зарослях тростника, представляли собой кормовую часть с хорошо сохранившейся обшивкой, шпангоутами, транцем, в котором имелись два выреза-иллюминатора (см. рис. 3, 4). Первичные замеры, проведенные на месте, показали следующие габариты: ширина максимальная — 4,20 м, длина — 2,96 м, высота максимальная — 2,20 м. Подъезд с суши к месту нахождения судна был невозможен, поскольку почва на данном участке оказалась заболоченной. Было сделано заключение, что транспортировка объекта в музей возможна только водным путем по Калининградскому заливу. Участники двух следующих экспедиций изучили состояние останков судна и возможность его транспортировки. Было решено провести операцию силами сотрудников музея с использованием музейного маломерного флота.

В октябре 2014 года этот план был осуществлен. Останки судна было необходимо извлечь из грунта и доставить их к урезу воды для погрузки на плавсредства. Для этого по пути транспортировки был выкошен камыш и сооружен настил из досок. Извлекать останки судна пришлось без применения спецтехники, руками участников экспедиции (см. рис. 5). Оказалось, что транспортировать находку целиком невозможно, поэтому ее пришлось разобрать на несколько частей. Всего на месте, где были обнаружены останки судна, удалось извлечь 28 фрагментов конструкции лодки: три больших элемента кормы, а также куски шпангоутов, обшивки, привального бруса, части такелажа,

Рис. 5. *Сотрудники экспедиции Музея Мирового океана у сохранившейся кормы рейзекана на месте ее обнаружения. 2014 г.*

брашпиля, металлических креплений. В течение нескольких следующих часов останки судна были доставлены к Исторической набережной Музея Мирового океана.

Затем наступил черед реставраторов. В их задачи входили очистка и консервация деревянного корпуса, который провел без малого семь десятилетий частично в воде, частично на открытом воздухе, то высыхая под палящим летним солнцем, то подвергаясь испытаниям на прочность волнением залива, осадками и морозами. Останки судна находились на затапливаемом участке береговой черты и подвергались сильным гидродинамическим воздействиям, что обусловило их постепенное разрушение. Известно, что такая гидрометеорологическая картина сильно снижает вероятность сохранения археологических артефактов in situ[3]. В первую очередь с сохранившихся фрагментов корпуса судна реставраторы удалили многолетние наслоения ила и провели первичную обработку антисептиком. В ходе дальнейших реставрационных работ была проведена естественная сушка останков судна в помещении с обычной вентиляцией, защищенном от резких перепадов температуры и влажности. Одновременно шла работа по поиску книг, фотографий и документов, которые помогли бы достоверно определить тип судна, его назначение и принадлежность. Эта работа почти сразу дала результаты. Сохранившаяся корма с округлой транцевой частью фальшборта и двумя характерными квадратными иллюминаторами позволила идентифицировать судно как традиционный немецкий рейзекан (нем. reisekahn, «рейсовая лодка»), хорошо знакомый музейным работникам по многочисленным немецким фотографиям портовых причалов Кенигсберга (см. рис. 6). В ходе реставрационных работ было установлено, что корпус судна построен из дуба, доски бортов и набора скреплены коваными гвоздями различной величины. Шпангоуты набраны из двойного бруса 20 × 20 с шагом между ними 120 см. Обшивка выполнена вгладь и состоит из досок размером 5 × 40. Стыки досок проложены войлоком или кожей. Судно было просмолено при постройке.

[3] *Сивков В. В., Дорохов Д. В., Дорохова Е. В., Александронец Ю. А.* Палеографические предпосылки подводных археологических исследований в российском секторе Юго-Восточной Балтики // Подводное наследие 2013: Международная научно-практическая конференция по подводной археологии и морской истории: сборник статей. М.: Нептун XXI век, 2013. С. 134.

Рис. 6. *Рейзекан с поднятыми парусами у кенигсбергского причала. 1930-е гг.*

Идентификация судна позволила определить его габариты и конструкцию корпуса. Судно имело главную палубу и трюмы. Сохранившиеся элементы кованого металлического такелажа указывают на наличие парусного вооружения. Руль судна крепился при помощи металлических деталей. Румпель выходил на верхнюю палубу через вырез в транцевой доске. Металлические детали на корме позволили предположить, что судно имело усовершенствованное силовое рулевое управление. Механического движителя не было: в корме отсутствуют места выхода линий гребного вала. Удалось также расшифровать клеймо мастера-строителя судна на сохранившейся части обшивки. Это обстоятельство позволило поставить точку в процессе идентификации судна. Им оказался рейзекан, построенный корабельным мастером В. Эггертом из Пиллау (W. Eggert P.) (см. рис. 7).

Для сохранения деревянных деталей корпуса рейзекана был предпринят целый ряд консервационно-реставрационных мероприятий. В тот момент у музея уже был опыт работы с деревянными деталями судна XIX века из янтарного карьера, речь о котором шла в начале статьи. Тогда дубовые элементы набора корпуса судна в результате медленной сушки в естественных условиях были приведены в состояние полусухой археологической древесины и были вручную законсервированы водно-спиртовыми растворами ПЭГ-1500. В 2014 году Музей Мирового океана реализовал проект по оснащению реставрационной мастерской современным технологическим оборудованием для консервации подводных археологических находок из черного дерева и металла[4]. Оно включает в себя вакуумную сублимационную сушилку, морозильную камеру, дистиллятор воды и вспомогательное оборудование, а также ручные инструменты и приспособления. Это оборудование позволяет применить самую эффективную методику сушки древесины путем вымораживания с предварительной пропиткой раствором ПЭГ (полиэтиленгликоля) для предотвращения разрушения древесной ткани.

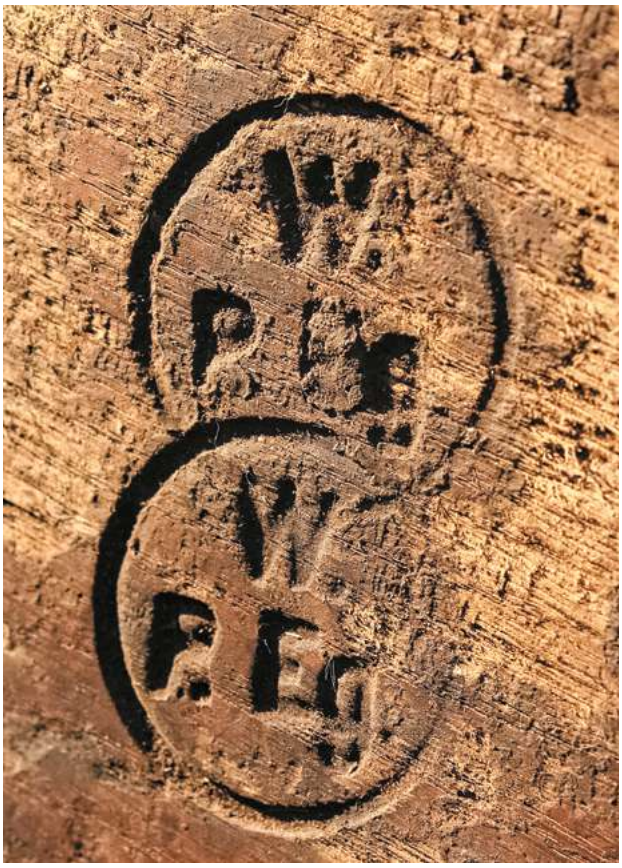


Рис. 7. *Клеймо изготовителя судна на сохранившемся фрагменте кормы рейзекана. 2014 г.*

[4] *Бойкина И. Н.* Сохранение объектов морского наследия в Музее Мирового океана // Проблемы изучения и сохранения морского наследия — The Problems of Study and Preservation of Maritime Heritage: статьи, справочные материалы, исследования: Международная научно-практическая конференция [7–11 апреля 2015 года] / Министерство культуры РФ, ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана». 1-е изд. Калининград: РОСДОАФК, 2016. С. 16.

Замораживание необходимо для того, чтобы вода при испарении переходила в газообразное состояние, минуя жидкую стадию, причем кристаллы льда не разрушают клеточную структуру древесины. Вакуум ускоряет процесс сушки. Замораживание в камере происходит несколько дней при температуре от –20 до –30 С°. После замораживания предметы помещаются в вакуумную морозильную камеру с такой же температурой. В течение процедуры сушки температура в камере постепенно повышается и в конце процесса доводится до 0 С°, когда испарение льда наиболее интенсивно. Именно такой метод работы с т.н. мокрой археологической древесиной применялся при реставрационных работах с кормой рейзекана и в дальнейшем хорошо себя зарекомендовал. В перспективе реставрационная мастерская сможет способствовать дальнейшему успешному пополнению коллекции музея предметами старины, поднятыми со дна[5].

Несколько слов об истории рейзекана

Это традиционные каботажные суда рек и заливов Восточной Пруссии. Именно этот тип судна был характерен для ареала, ограниченного дельтами рек Неман и Висла. Например, судно типа зеезенкан (нем. Zeesenkahn), похожее по манере изготовления, габаритам и парусной оснастке, использовалось для других целей и южнее: для ловли угря на Южной Балтике в Щецинской лагуне. Его название произошло от особой снасти-сети, которой немецкие рыбаки добывали угря[6]. Рейзекан, в свою очередь, был именно транспортным судном, не занимавшимся ловлей рыбы или сбором улова — для этого служили суда типа куренас. К слову, есть и другие немецкоязычные названия судна типа куренас: кюделькан (kudelkahn) и кайтелкан (keitelkahn). В их названиях нашел отражение способ ловли рыбы специальной снастью — буксируемым донным тралом, характерным для рыбного промысла именно в Куршском заливе. Общим в их названиях является корень kahn (нем. «лодка», «баржа», «челн»).

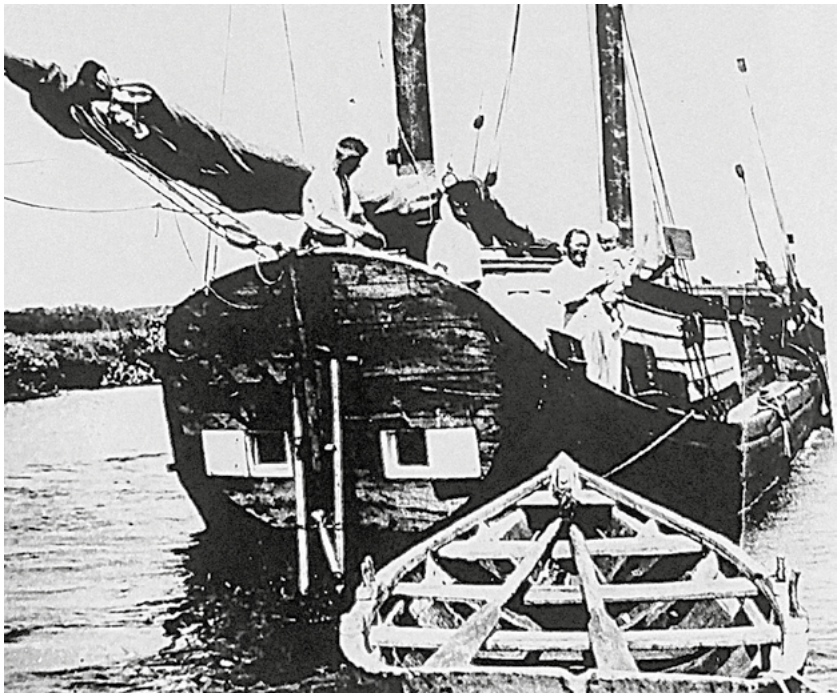
На протяжении нескольких столетий (XVIII–XX вв.) рейзеканы были традиционными грузовыми судами на внутренних водных путях Восточной Пруссии. Упоминания о данных судах встречаются в немецких источниках, датируемых 1753 годом, как уже о сложившемся типе судна (в документах Прусской налоговой службы о налогообложении замороженных грузов). Первые лодки такого типа были построены в пос. Зимонен (Simonen, ныне пос. Сиреневка, Черняховский район, Калининградская область) на берегу р. Прегель. Поблизости располагались большие лесные массивы, поэтому древесины для строительства кораблей было достаточно. Местные же плотники строили их на небольших кустарных верфях в городах Тапиау (Tapiau, ныне Гвардейск), Лабиау (Labiau, ныне Полесск), Тильзит (Tilsit, ныне Советск), Пиллау (Pillau, ныне Балтийск), а также в Кенигсберге (Königsberg, ныне Калининград). К XIX в. рейзекан стал самым распространенным грузовым судном во внутренних водах Восточной Пруссии. Более того, он поныне является одним из узнаваемых символов довоенного Кенигсберга — почти на каждой почтовой открытке с видами Кенигсберга хорошо виден «лес» из мачт рейзеканов, пришвартованных побортно у многочисленных причалов на р. Прегель.

Несложный и недорогой в постройке рейзекан как каботажное судно обладал достаточными габаритами и хорошими эксплуатационными свойствами для работы на реках, в их устьевых участках и в прибрежных зонах заливов. Благодаря плоскому дну из пятидюймовой доски и двум подъемным килям — швертам, расположенным справа и слева в районе мидель-шпангоута, рейзекан был идеальным каботажным судном для своего времени. Длина корпуса лодки в середине XIX века варьировалась и могла достигать 35 метров, ширина — до 7 м, водоизмещение — до 225 т. Осадка при этом не превышала 40–50 см. Борта, корма, палуба и крыша каюты изготавливались из дуба. Рейзекан оснащался двумя, иногда тремя мачтами и бушпритом с косым парусным вооружением. Грот-мачта устанавливалась в передней трети корабля. На ней крепился гафель и прямоугольный парус. Предусматривались также два треугольных кливера. Для лучшего маневрирования у судна прямо на корме устанавливалась маленькая бизань-мачта.

[5] *Бойкина И. Н.* Сохранение объектов морского наследия в Музее Мирового океана // Проблемы изучения и сохранения морского наследия — The Problems of Study and Preservation of Maritime Heritage: статьи, справочные материалы, исследования: Международная научно-практическая конференция [7–11 апреля 2015 года] / Министерство культуры РФ, ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана». 1-е изд. Калининград: РОСДОАФК, 2016. С. 47

[6] *Olszak. H.* Modellbau von traditionellen booten der sudlichen Osterseeregion // Meer und Museum/ Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseum, Deutsches Meeresmuseum, Stralsund, 2012, Band 24, S. 193.

Рис. 8. *Рейзекан и семья шкипера на борту. 1930–1940 гг.*



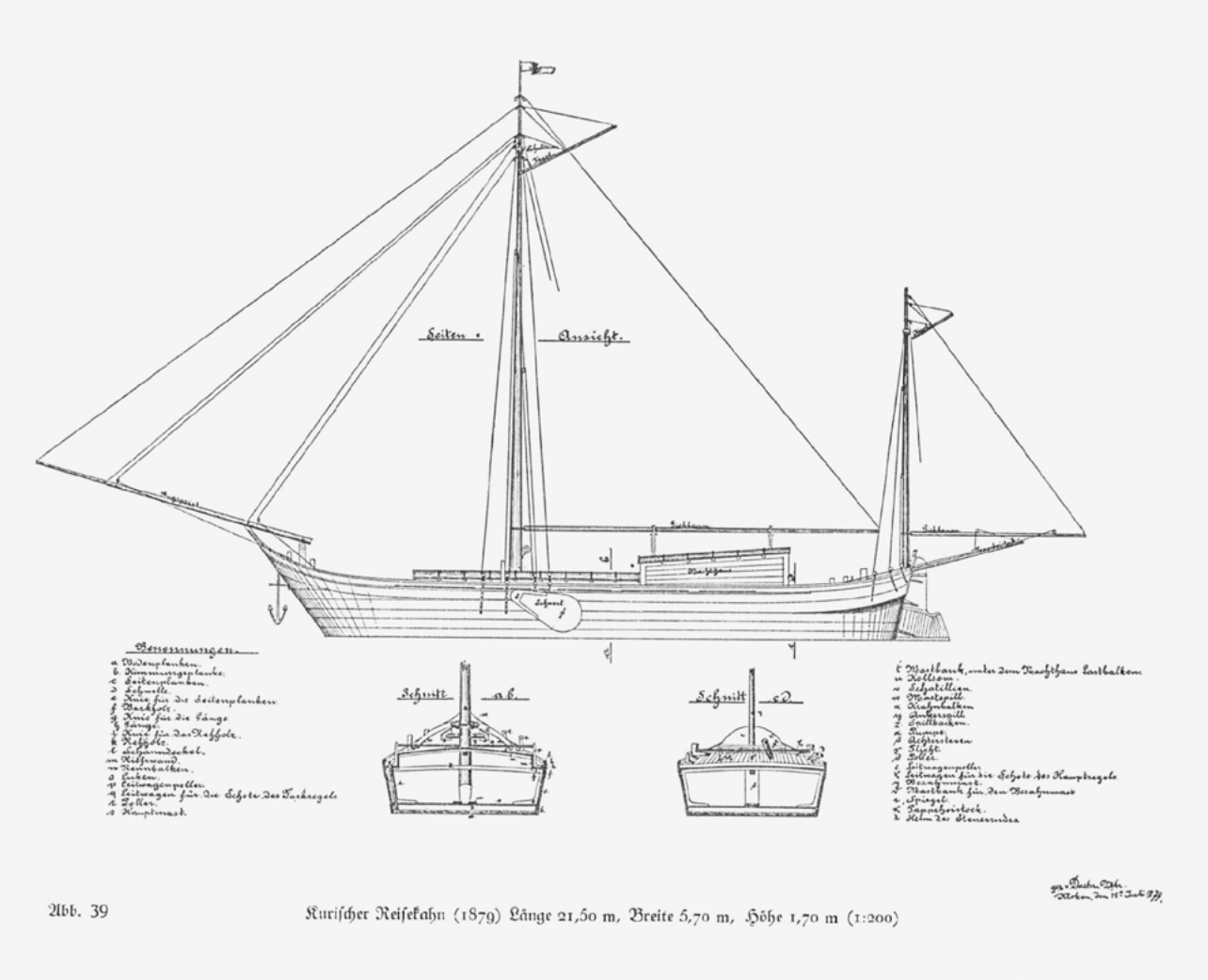


Рис. 9. *Эскиз рейзекана, выполненный В. Ягером*

Между грот-мачтой и каютой находился трюм, который закрывался сдвижными деревянными панелями, что позволяло использовать судно как транспортное средство, приспособленное для перевозки чувствительных к воде грузов, например, торфяных брикетов, зерна и соли. Зона плавания для такого судна была достаточно обширной. Рейзеканы перевозили строительные материалы, соль, зерно и другие грузы по Неману, Прегелю (Pregel, совр. Преголя), Дейме (Deime, совр. Дейма), Куршскому и Вислинскому заливам, доходили по Висле до города Эльбинга (Elbing, совр. Эльблонг, Польша) и Данцига (Danzig, совр. Гданьск, Польша). Эти суда использовались и для решения сложных логистических задач: разгрузка крупнотоннажных торговых кораблей в портах Пиллау и Кенигсберга, дальнейшая доставка грузов в небольшие реки и гавани на материке и наоборот — на рейзеканах собирали грузы для морских судов и доставляли их в Пиллау для дальнейшей отправки на морских судах[7].

Команда корабля состояла, как правило, из членов семьи шкипера. Жены капитанов, выросшие в деревнях вдоль рек, с самого детства умели управлять лодкой и работать с такелажем. Внутри судна в районе кормовой надстройки располагалось несколько кают и камбуз, которые позволяли жить на борту в условиях относительного комфорта. Дети находились на лодке вместе с родителями. Для лодки большого размера перед рейсом хозяин мог нанимать одного-двух матросов. Семья шкипера жила на корабле на протяжении всей навигации, это был своего рода семейный бизнес. Рейзекан передавался из поколения в поколение: от деда к отцу, от отца к сыновьям и так далее. На воде таким образом подрастали целые поколения будущих моряков (см. рис. 8).

В 1874 году в Восточной Пруссии насчитывалось около 600 кораблей этого типа. К 30-м годам XX века их оставалось около пятидесяти[8]: на смену старым деревянным парусным лодкам приходили металлические баржи и буксиры на паровом ходу, многие из которых производились здесь же, в Кенигсберге, на судоверфи Шихау (ныне Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь»). Последнее судно типа рейзекан под названием «Мария» было обнаружено после войны в 1963 году в Германии. В 1945 году рейзекан «Мария» попал в Гамбург, где на него обратил внимание историк судостроения Вернер Ягер (Werner Jäger). Он провел замеры корпуса судна и составил подробное техническое описание (см. рис. 9). В результате сбора обширного материала о рейзекане «Мария» и других кораблях этого типа он подготовил иллюстрированную монографию под названием «Куршский рейзекан "Мария"», снабдив ее чертежами, схемами, картами и архивными фотографиями[9]. В процессе работы над монографией В. Ягер выяснил, что «Мария» была построена в пос. Сокайтен (Sokaiten) округа Рагнит на берегу р. Неман в 1888 году (ныне пос. Сокайчяй Таурагского уезда Литвы). Взяв «Марию» за образец, В. Ягер воссоздал документальный облик традиционного судна и таким образом сохранил от забвения важный памятник судостроительной культуры. Волею случая несколько десятилетий спустя коллектив Музея Мирового океана продолжил развитие темы этого традиционного судна.

Рис. 10. *Корма рейзекана в экспозиции Музея Мирового океана «Тайны затонувших кораблей». 2023 г.*

[7] *Jaeger W.* Der Kurische Reisekahn MARIA: Einblicke in die Geschichte eines ostpreußischen Frachtseglers. Bielefeld, Verlag fur Regionalgeschichte, 1995, S. 191.

[8] Ibid, S. 29.

[9] *Jaeger W.* Der Kurische Reisekahn MARIA: Einblicke in die Geschichte eines ostpreußischen Frachtseglers. Bielefeld, Verlag fur Regionalgeschichte, 1995, S. 29.

В 1973 году «Мария», история которой легла в основу многолетней исследовательской работы В. Ягера, была разобрана, поскольку ни один немецкий музей не проявил интереса к ее сохранению в качестве памятника судостроения. Таких судов в целом виде ныне не сохранилось, и поэтому обнаруженная на берегу Вислинского залива корма рейзекана является уникальной находкой. Остатки таких судов, их якоря, такелаж, детали судовых конструкций могут быть обнаружены методами подводной археологии в обозримом будущем. В таком случае музейная экспозиция, посвященная истории судоходства на территории Калининградской области в целом и судну рейзекан в частности, будет пополнена (см. рис. 10).

Изучение истории традиционного судна рейзекан сотрудниками Музея Мирового океана нашло неожиданное продолжение в событиях военных лет. Этому судну довелось поучаствовать в апрельских боях 1945 года на завершающем этапе Восточно-Прусской операции. После овладения портом Пиллау войсками Красной Армии, немецкая группировка была блокирована на косе Фрише-Нерунг (Frische Nehrung, ныне Балтийской косе). На этой узкой песчаной полоске были сосредоточены остатки немецких дивизий, эвакуировавшиеся из Хайлигенбайльского котла в марте 1945 года. На косе Фрише-Нерунг были сооружены несколько рубежей обороны в виде блиндажей, сетей траншей и минных полей, позиций полевой и тяжелой артиллерии: немецкие войска не были настроены на капитуляцию и рассчитывали сражаться до последнего. 25–26 апреля 1945 года после ожесточенного штурма город Пиллау был взят войсками 11-й Гвардейской армии 3-го Белорусского фронта. Оставалось выбить противника с территории косы Фрише-Нерунг. Для этого командование фронта и Краснознаменного Балтийского флота совместно спланировало операцию по высадке на косу нескольких десантов. Остатки немецких дивизий необходимо было уничтожить или принудить к капитуляции.

По замыслу командования два тактических десанта — Восточный и Западный — должны были высадиться на косе со стороны

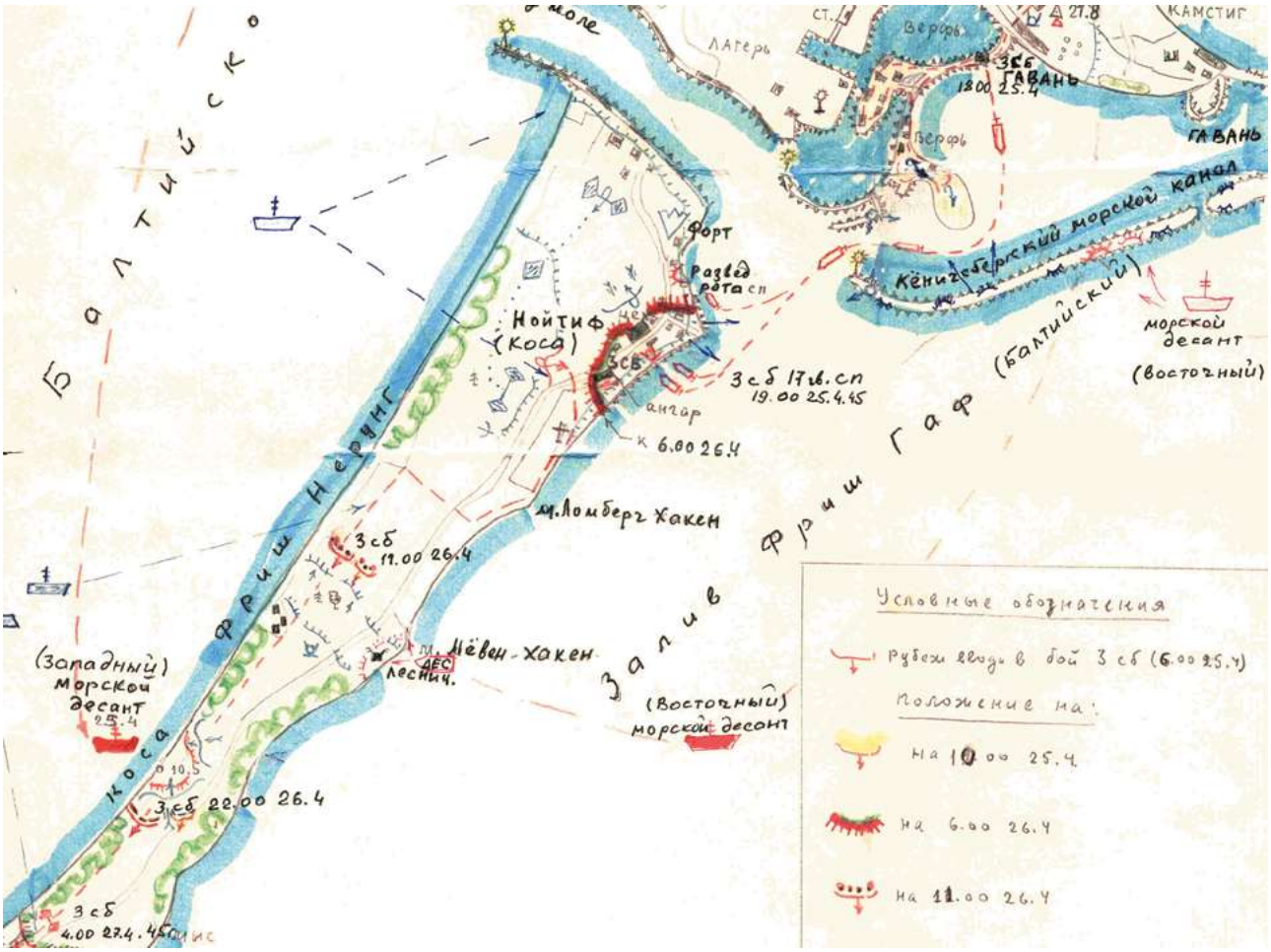


Рис. 11. *Схема десантной операции на косу Фрише-Нерунг 26–27 апреля 1945 г.*

Рис. 12. *Высадка восточного десанта на косу Фрише Нерунг, апрель 1945 г. Справа — трофейный баркас с обозначением порта приписки Пайзе (PEY 7), использовавшийся для перевозки личного состава и боеприпасов*

залива Фришес Хафф (Frisches Haff, ныне Калининградский залив) и со стороны Балтийского моря (см. рис. 11). В качестве десантных судов использовались катерные тральщики, бронекатера и торпедные катера, а также трофейные плавсредства. Западному десантному отряду из состава 83-й Гвардейской стрелковой дивизии предстояло высадиться на морском берегу. Он выходил на торпедных катерах и катерных тральщиках из района Пальмникена (Palmnicken, ныне пос. Янтарный). С катеров сняли глубинные бомбы и минные тралы, чтобы можно было погрузить на борт как можно больше оружия и боеприпасов. В состав Восточного десанта вошли сводный полк из состава частей и соединений 43-й армии, а также 260-я бригада морской пехоты КБФ. К слову, морские пехотинцы этой бригады были закалены в боях еще при высадках на острова Финского залива в 1944 году[10]. Выход Восточного десанта планировался из района Пайзе (Peyse, ныне г. Светлый) от причала у электростанции, который сохранился и поныне. Здесь в ходе подготовки операции были собраны трофейные плавсредства (баркасы, яхты и катера), размеры которых позволяли взять на борт как можно больше десантников с достаточным количеством вооружения и боеприпасов. Эти деревянные суда перед выходом в залив были в экстренном порядке отремонтированы: заделаны пробоины и щели, рулевые устройства были приведены в исправное состояние, а также на них были установлены металлические листы для защиты десанта от пуль и осколков. Это обстоятельство позволило пролить свет на появление фрагментов рейзекана на Балтийской косе, но об этом чуть ниже.

В ночь с 25 на 26 апреля десантная операция по высадке передовых отрядов началась. Корабли и суда Восточного и Западного отрядов под прикрытием ночной темноты достигли берега косы Фрише-Нерунг. Под ураганным огнем противника десанты высадились на территорию косы и в ожесточенном ночном бою, переходившем в рукопашные схватки, выполнили до подхода основных сил стоявшие перед ними задачи по захвату плацдарма. Остатки немецкой группировки сдались в плен. Эта страница в истории Великой Отечественной войны стала одной из завершающих в героической летописи ратной славы войск 3-го Белорусского фронта, а также частей и соединений Краснознаменного Балтийского Флота, встретивших День Победы на косе Фрише-Нерунг. Именно здесь Восточно-Прусская наступательная операция была завершена. Сотрудники музея предположили, что останки нашего рейзекана имеют самое непосредственное отношение к истории героического десанта на косу Фрише-Нерунг. Вероятно, в качестве буксируемой баржи он был включен в состав наряда сил и средств Восточного десанта. Поскольку десантная группа формировалась у причала порта Пайзе, весьма вероятно, что бесхозный на тот момент рейзекан был задействован как трофейное плавсредство (см. рис. 12). Корма рейзекана была обнаружена музейными сотрудниками примерно в том самом месте, где под огнем противника высаживался Восточный десант.

[10] *Якимов С. А.* Хроника штурма Пиллау. Калининград: ИП Мишуткина И. В., 2007. С. 210.

По сохранившимся фрагментам корпуса рейзекана можно предположить, что найденное нами судно привлекалось к участию в десантной операции. Дубовый набор корпуса усилен металлическими деталями (применение стяжных болтов вместе с коваными гвоздями и скобами), на деталях обшивки также присутствуют свидетельства точечного усиления палубы металлическими листами (крепление шурупами с квадратной головкой). С высокой степенью вероятности можно предположить, что перед нами следы ремонта и импровизированной модернизации корпуса рейзекана (путем установки металлических экранов) для участия в десантной операции.

Вероятно, после высадки десанта корпус судна был брошен и получил повреждения. Он простоял на топком берегу залива долгие десятилетия, постепенно обрастая тростником. Со временем штормы, которые нередки в Калининградском заливе, «разобрали» поврежденный корпус судна, а корма как наиболее крепкая часть корпуса сохранилась и была обнаружена позднее пограничниками.

В настоящее время корма рейзекана находится на территории Историко-культурного центра «Подводное наследие» в качестве центрального экспоната выставки, посвященной подводной археологии (см. рис. 13). По соседству в экспозиции находится модель рейзекана — собирательный образ рейзекана «Мария» и рейзекана, построенного некогда мастером В. Эггертом. Она была выполнена по чертежам Вернера Ягера и с учетом отреставрированной кормы рейзекана (см. рис. 14). Очевидно, в Музее Мирового океана находится единственный в мире сохранившийся фрагмент некогда широко распространенных деревянных судов типа рейзекан. История этого судна как нельзя лучше иллюстрирует значение подводной археологии для реконструкции кораблей и судов прошлых эпох. Опыт, полученный сотрудниками музея в ходе реставрации судна и при изучении его судьбы, поможет подводным исследователям и реставраторам в идентификации и восстановлении судов и их деталей, покоящихся на дне и ждущих своих исследователей.

Рис. 13. *Монтаж экспозиции Музея Мирового океана «Тайны затонувших кораблей». На заднем плане корма рейзекана после реставрации*

Рис. 14. *Модель рейзекана в экспозиции Музея Мирового океана «Тайны затонувших кораблей». 2023 г.*

Изображения: из открытых источников; коллекции авторов; Научного архива Музея Мирового океана; пресс-службы Музея Мирового океана; Jaeger W. Der Kurische Reisekahn MARIA: Einblicke in die Geschichte eines ostpreußischen Frachtseglers. Bielefeld, Verlag fur Regionalgeschichte, 1995, S. 106.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойкина И. Н.* Реставрация археологической находки «Корабль XIX в.» // Изучение памятников морской археологии. СПб.: ИИМК РАН, 2004. Вып. 5. С. 43–59.
2. Бойкина И. Н. Сохранение объектов морского наследия в Музее Мирового океана // Проблемы изучения и сохранения морского наследия — The Problems of Study and Preservation of Maritime Heritage: статьи, справочные материалы, исследования: Международная научно-практическая конференция [7–11 апреля 2015 года] / Министерство культуры РФ, ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана». 1-е изд. Калининград: РОС-ДОАФК, 2016. С. 15–18
3. *Кулаков В. И.* Историко-культурные объекты // Особо ценные природные и культурные объекты Национального парка «Куршская коса»: сборник научных статей. Калининград: РГУ им. И. Канта, 2009. С. 90–106.
4. *Сивков В. В., Дорохов Д. В., Дорохова Е. В., Александронец Ю. А.* Палеографические предпосылки подводных археологических исследований в российском секторе Юго-Восточной Балтики // Подводное наследие 2013 : Международная научно-практическая конференция по подводной археологии и морской истории: сборник статей. М.: Нептун XXI век, 2013. С. 128–136.
5. *Якимов С. А.* Хроника штурма Пиллау. Калининград: ИП Мишуткина И. В., 2007. 305 с. ISBN: 978-5-98787-032-7
6. *Jaeger W.* Der Kurische Reisekahn MARIA : Einblicke in die Geschichte eines ostpreuβischen Frachtseglers. Bielefeld, Verlag fur Regionalgeschichte, 1995, 400 s.
7. *Olszak H.* Modellbau von traditionellen booten der sudlichen Osterseeregion // Meer und Museum/ Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseum, Deutsches Meeresmuseum, Stralsund, 2012, Band 24, S. 193–198.

REFERENCES

1. Boykina I. N. Restavraciya arkheologicheskoi nakhodki «Korabl 19 veka» [The Restoration of the Archaeological Find "Ship of the 19th century"] // Izuchenie pamyatnikov morskoj arheologiiv [Study of monuments of underwater archeology]. St. Petersburg, IHMC RAS, 2004, Vol. 5, pp. 43–59. (In Russ.)
2. Boykina I. N. Sokhranenie ob`ektov morskogo naslediya v Musee Mirovogo Okeana [Preservation of maritime heritage objects in the Museum of the World Ocean] // Problemy izucheniya i sohraneniya morskogo naslediya – The Problems of Study and Preservation of Maritime Heritage: articles, reference materials, research : the International Scientific and Practical Conference [7–11 April, 2015] / Ministry of Culture of the Russian Federation, Federal State Budgetary Institution Museum-Reserve Museum of the World Ocean. 1st ed. Kaliningrad, ROS-DOAFK, 2016, pp. 15–18. (In Russ.)
3. Kulakov V. I. I*storicheskie I kulturhye ob`ekty* [Historical and cultural objects] // *Osobo cennye prirodnye i kul'turnye ob"ekty Nacional'nogo parka "Kurshskaya kosa" : sbornik nauchnyh statej* [Particularly valuable natural and cultural objects of the Curonian Spit National Park: a collection of scientific articles]. Kaliningrad, The Russian State University named after. I. Kant, 2009, pp. 90–106. (In Russ.) ISBN:978-5-9971-0015-5
4. Sivkov V. V., Dorokhov D. V., Dorokhova E. V., Aleksandronets Yu. A. *Paleograficheskiye predposylki podvodnykh arkheologicheskikh issledovanij v rossiyskom sektore Yugo-Vostochnoj Baltiki* [Paleographical prerequisites for underwater archaeological research in the Russian sector of the South-Eastern Baltic] // *Podvodnoe nasledie 2013* [Underwater Heritage 2013] : International Scientific and Practical Conference on Underwater Archeology and Marine History : Digest of articles. Moscow, Neptune XXI century, 2013, pp. 128–136. (in Russ.)
5. Yakimov S. A. Khronika shturma Pillau [Chronicle of the assault on Pillau]. Kaliningrad, IP Mishutkina I. V., 2007, 304 p. (in Russ) ISBN:978-5-98787-032-7
6. Jaeger W. Der Kurische Reisekahn MARIA : Einblicke in die Geschichte eines ostpreuβischen Frachtseglers. Bielefeld, Verlag fur Regionalgeschichte, 1995, 400 s. (in Germ.)
7. Olszak, Helmut. Modellbau von traditionellen booten der sudlichen Osterseeregion // Meer und Museum/ Schriftenreihe des Deutschen Meeresmuseum, Deutsches Meeresmuseum, Stralsund, 2012, Band 24, S. 193–198. (in Germ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Попова Ольга Петровна, ведущий методист Историко-культурного центра «Корабельное воскресение», ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана» (Россия, 236006, г. Калининград, набережная Петра Великого, д. 1).
e-mail: olga-worldocean@yandex.ru

Пиганов Даниил Дмитриевич, ведущий методист по музейно-образовательной деятельности, младший научный сотрудник Отдела истории ФГБУК «Музей-заповедник «Музей Мирового океана» (Россия, 236006, г. Калининград, набережная Петра Великого, д. 1).
e-mail: oleander@lenta.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Popova Olga Petrovna, leading methodologist of the Historical and Cultural Center Ships Resurrection, Federal State Budgetary Institution Museum-Reserve Museum of the World Ocean (Peter the Great emb. 1, Kaliningrad, 236006, Russia).
e-mail: olga-worldocean@yandex.ru

Piganov Daniel Dmitrijewitsch, leading methodologist of museum-and-educational activities, jr. research scientist at the Department of History of the Federal State Budgetary Institution Museum-Reserve Museum of the World Ocean (Peter the Great emb. 1, Kaliningrad, 236006, Russia).
e-mail: oleander@lenta.ru

Поступила в редакцию 03.10.2023
Поступила после рецензирования 21.10.2023
Принята к публикации 10.11.2023

Received 03.10.2023
Revised 21.10.2023
Accepted 10.11.2023

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ | TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.005 УДК 626.022: 627.77: 658.386: 629.127.4(047)

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ С ПРОЗРАЧНЫМИ АКРИЛОВЫМИ ПРОЧНЫМИ КОРПУСАМИ

С. Г. Фокин[1], А. А. Богданов[2], Р. С. Жданов[3], С. А. Кичко[1], А. А. Поляшов[1]

[1]АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
[2] НИЦ «Курчатовский институт» г. Москва, Российская Федерация
[3]АО «СПМБМ «Малахит» г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
Bogdanov_AA@nrcki.ru

Аннотация В настоящей статье представлена история развития зарубежных обитаемых подводных технических средств, в конструкции которых использовались прозрачные материалы для создания прочных корпусов, обеспечивающих панорамный визуальный обзор. Приведен сравнительный анализ технических характеристик таких корпусов, в том числе описание компоновочных решений, краткая информация о современных зарубежных производителях таких аппаратов, а также перспективы развития данного направления подводной техники.

Ключевые слова обитаемый подводный аппарат, обитаемый прочный корпус, иллюминатор, акриловый прочный корпус.

Для цитирования *Фокин С. Г., Богданов А. А., Жданов Р. С., Кичко С. А., Поляшов А. А.* Исторический обзор развития обитаемых подводных аппаратов с прозрачными акриловыми прочными корпусами // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 93–108. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.005

HISTORICAL OVERVIEW OF THE DEVELOPMENT OF MANNED SUBMERSIBLES WITH TRANSPARENT ACRYLIC HULLS

S. G. Fokin[1], A. A. Bogdanov[2], R. S. Zhdanov[3], S. A. Kichko[1], A. A. Polyashov[1]

[1]ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society" St. Petersburg, Russian Federation
[2] National Research Center Kurchatov Institute Moscow, Russian Federation
[3]JSC Malakhit Marine Engineering Bureau St. Petersburg, Russian Federation
Bogdanov_AA@nrcki.ru

Abstract This article presents the history of the development of foreign manned underwater vehicles with transparent materials used for hulls construction, providing panoramic visibility; article provides a comparative analysis of technical characteristics of such hulls, including descriptions of design solutions, brief overview of modern foreign manufacturers of such vehicles, and prospects of this type's of underwater technology further development.

Keywords manned underwater vehicles, manned hull, illuminator, acrylic hull.

For citation Fokin S. G., Bogdanov A. A., Zhdanov R. S., Kichko S. A., Polyashov A. A. Historical overview of the development of manned submersibles with transparent acrylic hulls. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 93–108. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.005 (In Russ.)

Введение

В период 60–80-х годов в научно-исследовательских центрах ВМС США проводились первые исследования физико-механических свойств новых материалов для использования в составе обитаемых прозрачных прочных корпусов подводных аппаратов.

Первыми прототипами, демонстрационными и опытными обитаемыми подводными техническими средствами с прозрачными прочными корпусами являлись:

— *демонстрационный макет подводного аппарата HIKINO (1966 год завершения строительства);*

— *подводный аппарат KUMUKAHI (1969 г.);*

— *пилотируемая обсерватория NEMO (1970 г.);*

— *подводное техническое средство NUCOTE (1971 г.);*

— *подводный аппарат Johnson Sea-Link I (1971 г.);*

— *подводный аппарат Makakai (1971 г.);*

— *подводный аппарат Johnson Sea-Link II (1975 г.).*

Первые исследования в области применимости и работоспособности прозрачных прочных корпусов в составе обитаемых подводных аппаратов (ОПА) проводились в следующих научных центрах:

— *Инженерно-строительной лаборатории (NCEL);*

— *Центре подводных исследований (NUC);*

— *Ракетном центре (NMC);*

— *Испытательной станции морского оружия (NOTS).*

Результаты выполненных исследований, а также опыт эксплуатации первых прототипов, демонстрационных и опытных образцов ОПА с прозрачными прочными корпусами послужили фундаментом для разработки сосудов под давлением для пребывания человека ASME PVHO-1, 2[1] и введения в действие стандартов Американского общества инженеров-механиков, применяемых в настоящее время при проектировании, изготовлении и эксплуатации стекол иллюминаторов и акриловых прочных корпусов ОПА, подлежащих освидетельствованию классификационными обществами DNV, ABS, Lloyd's Register, а также Российским морским регистром судоходства.

Наблюдаемый за последнее десятилетие рост количества эксплуатируемых зарубежных ОПА с прозрачными прочными корпусами характеризует возросший коммерческий спрос частных заказчиков на данный вид подводной техники в первую очередь за счет предоставления наблюдателям широкого панорамного визуального обзора окружающей подводной обстановки.

Среди наиболее известных производителей ОПА данного класса являются такие зарубежные компании, как голландская фирма U-boat Worx B. V., американские коммерческие

[1] ANSI/ASME PVHO-1, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy. ASME, 2020, 196 p. ISBN: 9780791873212; ANSI/ASME PVHO-2, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy: In-Service Guidelines. ASME, 2020, 60 p. ISBN: 9780791873229

компании Triton Submarines LCC и SEAmagine Hydrospace Corporation.

В Российской Федерации опытом гражданской эксплуатации и выполнения различных видов подводно-технических работ с использованием ОПА с прозрачными прочными корпусами обладает Центр подводных исследований Русского географического общества.

Начало применения акрилового материала в конструкциях ОПА

Акриловый пластик впервые был предложен для применения в качестве материала для стекол иллюминаторов обитаемых подводных технических средств профессором Огюстом Пикаром в 1947 году. Первые иллюминаторы имели ограниченную область визуального обзора, увеличение же их числа в корпусе приводило к увеличению массы вварышей узлов герметизации и, как следствие, увеличивало массу прочного корпуса и обитаемого подводного технического средства в целом.

В 1964 году Лабораторией артиллерии (NOL)[2] была проведена серия испытаний, в ходе которых изготовленные из силикатного стекла сферы опускались на глубину и на фиксированных расстояниях от них устанавливались заряды пентолита. Было установлено, что на глубине 90 м детонация заряда пентолита приводила к полному разрушению стеклянных сфер на расстоянии 5 м от сферы, а уже на глубине 2200 м эти же сферы разрушались при уменьшении расстояния от заряда до сферы до 2 м, при которых расчетное давление во фронте ударной волны превышало 90 МПа.

Ввиду таких факторов, как несоразмерно высокая стоимость технологии изготовления силикатных стекол, сложность организации системы контроля качества такого производства, а также критического влияния даже незначительных внутренних и поверхностных дефектов на прочность конструкции сферической формы, любые марки силикатных стекол были исключены из рассмотрения в качестве конструкционных материалов прозрачных прочных корпусов ОПА.

Исходя из реалистичных оценок, частные компании, океанографические исследовательские институты и научные центры ВМС США сконцентрировали свои усилия на исследовании прозрачных пластиков, пригодных для изготовления прочных корпусов и стекол иллюминаторов ОПА, в частности, на исследовании физико-механических свойств органического стекла (акрилового пластика). Промышленные поставки акрилового пластика ограничивались листами и блоками, габаритные размеры которых не превышали 1200 × 1500 × 100 мм. Продолжительность процесса полимеризации мономера метилметакрилата (ММА) приводила к экономической неэффективности технологии изготовления более габаритных акриловых изделий[3] в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

На тот момент сферические и полусферические оболочки изготавливались из сравнительно тонких листов по технологии свободного формования листового акрилового материала сжатым воздухом или термического формования акриловых тонких листов. Эксплуатация первых ОПА с акриловыми прочными корпусами была ограничена малыми глубинами погружения в силу незрелой технологии производства акриловых листов и блоков больших размеров и толщин[4].

Демонстрационный макет подводного аппарата HIKINO

Результаты проведенных в 1964 году испытаний сфер из силикатного стекла послужили стартом для разработки первого демонстрационного макета обитаемого подводного технического средства HIKINO, оснащенного прозрачным сферическим прочным корпусом. В связи с тем, что сферическая форма обеспечивает наилучшую устойчивость к воздействию внешнего гидростатического давления, такая форма корпуса была выбрана и для HIKINO.

Прозрачный прочный корпус HIKINO наружным диаметром 1422 мм, изготовленный из двух полусферических акриловых оболочек толщиной 6,35 мм каждая, соединенных между собой алюминиевым фланцем, обеспечивал положительную плавучесть в 1433 кгс.

[2] В июле 1967 году Лаборатория артиллерии (NOL) и Испытательная станция морского оружия (NOTS) были объедены в единый Военно-морской центр вооружения (NWC).

[3] *Stachiw J. D.* Origins of Acrylic Plastic Submersibles. Ocean Engineering Division, Naval Ocean Systems Center, San Diego, CA, Technical Document 972 AD-A173 779, September 1986.

[4] Ibid.

В январе 1967 года в бассейне Военно-морской базы испытательной станции морского оружия (NOTS) прошли первые испытания HIKINO[5].

ОПА HIKINO использовался как технологический демонстратор. Испытанный макет открыл возможность применения акриловых прозрачных корпусов в составе ОПА, что положило начало для более широкого применения акрилового материала в обитаемой подводной технике.

Подводный аппарат KUMUKAHI

После создания демонстрационного макета HIKINO, по всему Тихоокеанскому региону в разных научных центрах США приступили к созданию подводных транспортных средств с панорамным визуальным обзором, одним из которых был ОПА KUMUKAHI, рассчитанный на глубину погружения 90 м.

Прозрачный прочный корпус ОПА KUMUKAHI (с гавайского «первый в серии»), спроектированный Уиллом Форманом (военно-морской инженер, пионер в области проектирования обитаемых подводных аппаратов, таких как DEEP JEEP, KUMUKAHI, DEEP VOYAGER)[6], и изготовленный Fortin Plastics Inc. из акрилового пластика торговой марки Plexiglas® GS производства Röhm & Haas, уже в сентябре 1969 года был доставлен в Океанический центр Макапуу (в 1972 году был переименован в Океанический институт)[7].

В составе подводного аппарата массой 1678 кг использовался прочный корпус наружным диаметром 1422 мм, изготовленный по вновь разработанной технологии термического формования внутри пресс-форм акриловых листов толщиной 32 мм в выпуклые четырехугольники с последующим их склеиванием между собой. Положительная плавучесть ОПА за счет обитаемого прочного корпуса составляла 1381 кгс при общей массе корпуса в 313 кг.

ОПА KUMUKAHI прошел безэкипажные испытания на глубинах 90 м и 137 м в открытом море у залива Покай острова Оаху. После 10 последовательных 30-минутных погружений на глубины до 90 м акриловый прочный корпус был признан безопасным для пилотируемых погружений.

Подводная обсерватория NEMO

Полученный опыт создания прозрачных прочных корпусов для HIKINO, KUMUKAHI, NUCOTE не был применен конструкторами при разработке следующих проектов обитаемой подводной техники. Причиной тому были:

— малые глубины погружения, на которые были рассчитаны первые пилотные, демонстрационные и опытные образцы ОПА с прозрачными прочными корпусами;

— размеры акриловых прочных корпусов, ограниченные существующими технологиями создания сферических оболочек;

— отсутствие для акрилового материала расчетных и экспериментальных данных, применимых для больших глубин;

— отсутствие одобрения со стороны независимых классификационных обществ (DNV, ABS, Lloyd's Register) акрилового материала в качестве конструкционного материала для изготовления прочных корпусов ОПА.

Сложившуюся ситуацию должен был исправить проект создания Военно-морской экспериментальной пилотируемой обсерватории (NEMO).

Подводная обсерватория NEMO зародилась в Ракетном центре (NMC). Именно здесь в 1964 году Ричард Маккарти, Джеймс Молденгауэр и Джерри Стачив[8] задумали пилотируемую подводную обсерваторию.

В сентябре 1964 года была разработана конструкторская документация на маломасштабную модель прочного акрилового корпуса, в январе 1965 года изготовлен первый комплект из двух моделей наружным

[5] *Perry H. A.* Feasibility of Transparent Hulls for Deep-Running Vehicles. American Society of Mechanical Engineers (ASME), Paper no. 63-WA-219, 1963, 8 p.

[6] *Forman W.* The History of American Deep Submersible Operations : 1775–1995. Best Publishing Company, 1999, 320 p. ISBN: 978-0941332729

[7] *Lawson C.* The Station Comes of Age: Satellites, Submarines, and Special Operations in the Final Years of the Naval Ordnance Test Station, 1959–1967. History of the Navy at China Lake, California. Vol. 4. China Lake, CA: NAWCWD, 2017, pp. 502–508.

[8] *McCarty R., Stachiw J. D., Moldenhauer G.* Edreobenthic manned observatory for undersea research. Patent US3527184A, July 20, 1966.

диаметром 381 мм каждая. Маломасштабные модели прочного корпуса изготавливались из 12 сферических секторов, термоформованных в вакууме из акриловых листов толщиной 13 мм и впоследствии обработанных до правильных выпуклых пятиугольников. Модель прочного корпуса включала отверстия для размещения стальной крышки входного люка и плиты кабельных вводов.

В ходе проведенных в камере высокого давления испытаний двух маломасштабных моделей акриловых прочных корпусов имитацией погружения и выдержки в течение 5 суток на глубине 137 м прогнозируемые остаточные деформации обнаружены не были. Маломасштабная модель разрушилась при гидростатическом давлении, соответствующем глубине погружения 1112 м, что согласовывалось с результатами ранее выполненных расчетов.

После завершения экспериментов с первыми двумя моделями дополнительно были изготовлены еще 20 маломасштабных моделей акриловых прочных корпусов, предназначенных для проведения испытаний при кратковременных, циклических и длительных режимах нагружения гидростатическим давлением.

По завершению 2-годичных испытаний 20 маломасштабных моделей, на которые было затрачено более 3000 ч. экспериментального времени, разработанная конструкция акрилового прочного корпуса NEMO считалась готовой к проведению испытаний на полноразмерных моделях. Результаты экспериментов показали, что прочностные характеристики маломасштабных акриловых прочных корпусов сферической формы с отклонением от округлости менее 0,5% и утончением толщины стенки корпуса в пределах 3% повторялись от модели к модели.

В ходе испытаний маломасштабных моделей было установлено:

— глубина разрушения акрилового прочного корпуса может быть определена аналитическим путем;

— зависящее от времени разрушение акрилового прочного корпуса на любой глубине погружения может быть определено эмпирически на основе линейного графика в логарифмических по ординате координатах значений давления разрушения, по абсциссе которого откладывается продолжительность действия нагрузки;

— влияние температуры на глубину разрушения акрилового корпуса может быть определено эмпирически на основе графика, связывающего температуру с давлением разрушения.

Результаты проведенных испытаний в общей сложности на 22 маломасштабных моделях при воздействии кратковременного, циклического и длительного гидростатического давления подтвердили правильность проектных решений, а спроектированная конструкция акрилового прочного корпуса отвечала требованиям безопасной работы на расчетной глубине.

Изготовление полноразмерной модели акрилового прочного корпуса NEMO было завершено к 1968 году. Наружный диаметр прочного корпуса составил 1676 мм, корпус состоял из 12 правильных выпуклых пятиугольников, термоформованных из стандартных акриловых листов размерами 1220 × 1520 мм и толщиной 63,5 мм.

Система обеспечения качества, разработанная в процессе создания маломасштабных моделей акриловых прочных корпусов, позволила изготовить полноразмерный образец, сферичность и однородность которого соответствовали маломасштабным моделям. Утончение стенки полноразмерного прочного корпуса в процессе термического формования акриловых листов составило около 2%. Готовый прочный корпус имел отклонения от номинального радиуса менее 0,5%.

Перед проведением гидростатических испытаний на полное разрушение на глубине 1260 м полноразмерная модель акрилового прочного корпуса успешно выдержала 105 циклов имитации погружения в диапазоне глубин от 70 до 730 м. Испытания полноразмерной модели прочного корпуса подтвердили основную гипотезу программы сертификационных испытаний акрилового материала: экспериментальные данные, полученные для маломасштабных моделей акриловых сферических оболочек наружным диаметром 381 мм, могут полноценно использоваться при создании полноразмерных акриловых прочных корпусов наружным диаметром 1676 мм, т. е. акриловые сферические оболочки ведут себя практически одинаково при условии сохранения параметров масштабирования (отношения t/R_0).

После завершения испытаний первой полноразмерной модели акрилового прочного корпуса NEMO результаты работы были запатентованы[9], в различные военно-морские бюро были направлены предложения по дальнейшему финансированию работ по созданию пилотируемой подводной обсерватории NEMO.

В 1969 году между Инженерно-строительным командованием (NAVFAC) и Юго-западным научно-исследовательским институтом (SwRI) был заключен контракт на изтовление подводной обсерватории NEMO. Отдельно был заключен контракт с Swedlow Inc. на создание трех прочных корпусов наружным диаметром 1676 мм из акрилового пластика торговой марки Plexiglas® GS[10]. Один из них предназначался непосредственно для использования в составе пилотируемой подводной обсерватории NEMO, второй — для продолжения проведения циклических испытаний в Инженерно-строительной лаборатории (NCEL), а третий корпус предназначался для включения в состав следующего за NEMO ОПА Makakai.

Официально подводная обсерватория NEMO была спущена на воду в мае 1970 года[11].

После сертификации акрилового материала прочного корпуса в июле 1970 года, за пределами Фрипорта был проведен ходовой этап приемо-сдаточных испытаний. По результатам завершения программы испытаний 15 декабря 1970 года Командование систем кораблестроения сертифицировало подводный аппарат DSV NEMO (Deep Submergence Vehicle, принятое обозначение глубоководных подводный аппаратов ВМС США) на предельную глубину погружения в 183 м.

В период с 1971 года по февраль 1972 года Инженерно-строительной лабораторией (NCEL) проведена опытная эксплуатация DSV NEMO, в ходе которой специалисты лаборатории заключили, что спроектированный и изготовленный акриловый прочный корпус не приводит к существенному оптическому искажению окружающей подводной обстановки, конструкция корпуса является надежной, а эксплуатация — безопасной.

После 10-летней службы DSV NEMO был выведен из эксплуатации и выставлен как музейный экспонат в Центре океанических систем (NOSC, в наст. время NAVWAR — Командование военно-морских систем информационной войны ВМС США). Образцы, вырезанные из акрилового прочного корпуса DSV NEMO, показали, что после 10 лет эксплуатации в морской среде фотохимическая деградация акрилового материала составила не более 1 мм от общей толщины корпуса 63,5 мм. Вывод из эксплуатации DSV NEMO ознаменовал завершение периода исследований и опытной эксплуатации и начало эпохи применения акрилового материала при строительстве различных типов ОПА с прозрачными прочными корпусами.

Несмотря на принятое ограничение рабочей глубины погружения равное 183 м, DSV NEMO показал осуществимость технологии изготовления сферических акриловых прочных корпусов, а опытная эксплуатация ОПА подтвердила высокую эксплуатационную значимость панорамного обзора.

Подводный аппарат Makakai

Обитаемый подводный аппарат Makakai (с гавайского «глаз») эксплуатировался Центром подводных исследований (NUC).

Для ОПА осмотрового класса Makakai использовалась аналогичная DSV NEMO конструкция акрилового прочного корпуса с ограничением по глубине погружения 183 м. Прочный корпус ОПА Makakai, склеенный из 12 правильных выпуклых пятиугольников, изготовленных из акрилового пластика торговой марки Plexiglas® GS, имел наружный диаметр 1676 мм и толщину стенки корпуса 63,5 мм. Масса акрилового прочного корпуса составляла 680 кг, постоянный плавучий объем — 2495 кгс.

Подводные аппараты Johnson Sea-Link I, II

Первоначальная конструкция прозрачного прочного корпуса подводной обсерватории NEMO создала целый класс океанографических ОПА с рабочими глубинами погружения, которые позже были увеличены до 1000 м за счет улучшения прочностных характеристик акрилового материала. Такие устойчивые к гидростатическому давлению прочные корпуса

[9] *McCarty R., Stachiw J. D., Moldenhauer G.* Edreobenthic manned observatory for undersea research. Patent US3527184A, July 20, 1966.

[10] *Frank B.* Manned Submersibles. Washington, Office of the Oceanographer of the Navy, 1976, 764 p.

[11] *Vetter T.* 30,000 Leagues Undersea: True Tales of a Submariner and Deep Submergence Pilot. Tom Vetter Books, LLC, 2015, 539 p.

соответствовали требованиям сертификации Командования систем кораблестроения ВМС США, а также требованиям правил независимого классификационного общества — Американского бюро судоходства (ABS).

Вслед за NEMO последовала разработка ОПА Johnson Sea-Link I, созданного усилиями Эдвина Линка для Смитсоновского института. Аппарат включал два прочных корпуса. Изготовленный из акрилового пластика торговой марки Plexiglas® GS сферический корпус с наружным диаметром 1676 мм, толщиной стенки 101,6 мм и общей массой 1043 кг предназначался для размещения пилота и наблюдателя. Второй прочный корпус представлял собой цилиндр из алюминиево-магниевого сплава 5456 диаметром 1283 мм и толщиной 85 мм с алюминиевыми полусферическими крышками (сплав 5456-0), изготовленными корпорацией Aluminum Co. of America (ALCOA). Длина алюминиевого корпуса составляла 2,44 м, масса — 2177 кг.

Для ускорения процесса сертификации Центр подводных исследований (NUC) провел программу испытаний на одном полноразмерном акриловом прочном корпусе наружным диаметром 1676 мм и четырех маломасштабных моделях наружным диаметром 381 мм, изготовленных Swedlow Inc[12]. Для обеспечения работы на глубине 305 м конструкции крышки входного люка и плиты кабельных вводов ОПА Johnson Sea-Link I были изменены от первоначально выбранной для DSV NEMO конструкции. Такие же изменения были приняты при проектировании по заказу Фонда Харбор Брэнч (HBF) прочного корпуса ОПА Johnson Sea-Link II, рассчитанного на глубину погружения 914,4 м.

В 1971 году подводный аппарат Johnson Sea-Link I был сертифицирован Американским бюро судоходства (ABS) на глубину погружения 305 м, а уже в 1983 году — на глубину погружения 805 м. Построенный после, в 1975 году, второй ОПА Johnson Sea-Link II эксплуатировался вплоть до 2007 года.

Разработка новой технологии изготовления акриловых прочных корпусов способом литья и полимеризации в форме

Несмотря на то, что строительство ОПА Johnson Sea-Link I показало, что технология изготовления, разработанная для акрилового прочного корпуса подводной обсерватории NEMO наружным диаметром 1676 мм и толщиной стенки 63,5 мм, может быть применена и для изготовления прочных корпусов ОПА Johnson Sea-Link I и II наружным диаметром 1676 мм и толщиной стенки 101,6 мм, был выявлен ряд ограничений[13]:

— термическое формование правильных сферических пятиугольников с отношениями t/R0 > 0,12 приводило к неприемлемо высоким остаточным растягивающим напряжениям, из за которых со временем на наружной поверхности акрилового прочного корпуса образовывались многочисленные и разветвленные микротрещины;

— сферический прочный корпус был ограничен максимально достижимым наружным диаметром 1676 мм, который мог быть обеспечен из склеенных между собой термоформованных правильных сферических пятиугольников, вырезанных из доступных на тот момент самых больших акриловых листов толщиной 101,6 мм.

Причиной существенных недостатков первых акриловых прочных корпусов, использовавшихся в DSV NEMO, ОПА Makakai и аппаратах серии Johnson Sea-Link I, II, являлся технологический процесс изготовления корпусов сферической формы способом склеивания акриловых выпуклых пятиугольных секторов. В результате применения указанной технологии изготовления акриловых прочных корпусов общая длина склеенных швов составляла более 15 м. Они требовали большого количества ручного труда и зачастую являлись причиной оптических искажений.

Для акриловых сферических прочных корпусов (см. рис. 1) с наружным диаметром 1676 мм, изготовленных путем склеивания 12 правильных сферических пятиугольников, глубина погружения в 914,4 м на тот момент являлась предельной.

Преодолеть данное техническое ограничение предложил Брюс Бисли, специализировавшийся на создании массивных акриловых скульптур. В 1969 году при финансировании от Центра океанических систем (NOSC)

[12] *Vetter T.* 30,000 Leagues Undersea: True Tales of a Submariner and Deep Submergence Pilot. Tom Vetter Books, LLC, 2015, 539 p.

[13] *Stachiw J. D.* Origins of Acrylic Plastic Submersibles. Ocean Engineering Division, Naval Ocean Systems Center, San Diego, CA, Technical Document 972 AD-A173 779, September 1986, 20p.

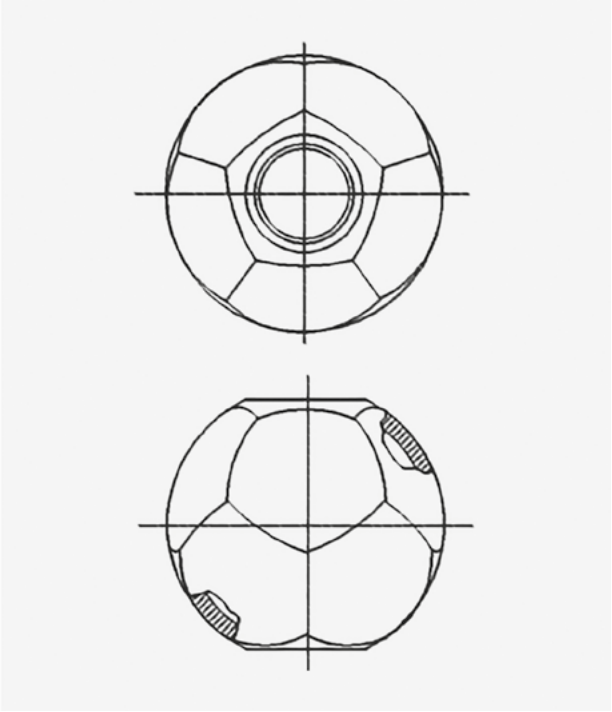


Рис. 1. *Прочный корпус, склеенный из 12 сферических пятиугольников*

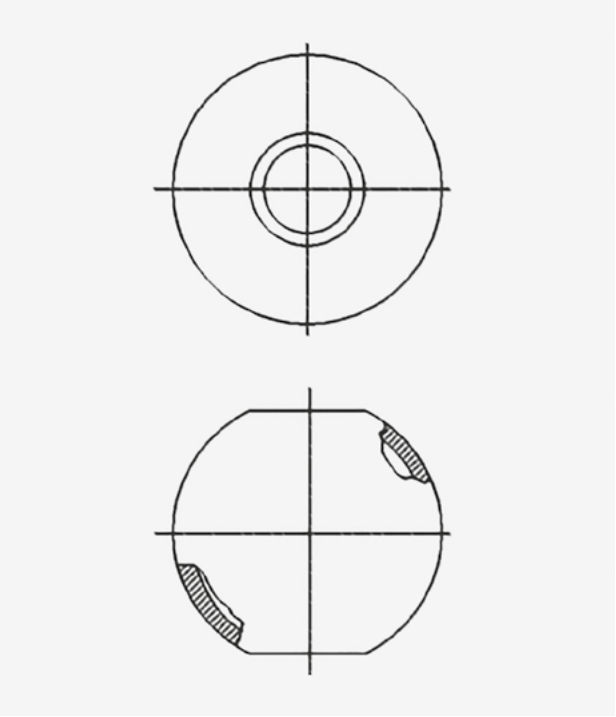


Рис. 2. *Прочный корпус, склеенный из 2 полусферических заготовок*

и фонда Харбор Бранч (HBF) Брюс Бисли совместно с фирмой Polymer Products Inc. разработал способ литья и полимеризации акриловых полусфер в стальных формах (см. рис. 3, 4) из тщательно смешанной смеси жидкого мономера ММА, инициаторов и полимеризованного порошка метилметакрилата (порошка ПММА).

Требуемая валидация технологии литья и полимеризации в форме была выполнена в период с июня 1972 по июнь 1973 года. Разработка усовершенствованного процесса изготовления проводилась в два этапа. Целью первого этапа являлось наглядное представление возможности прецизионного литья и полимеризации в форме, не требующих в дальнейшем большого объема механической обработки поверхности заготовок. Эта цель была достигнута успешным изготовлением полусферических акриловых заготовок внутренним и наружным диаметрами 254 и 457 мм, которые впоследствии были склеены Джерри Стачивом, механически обработаны в модели прочных корпусов сферической формы и подвергнуты гидростатическим испытаниям. Однако испытания, проведенные на первых моделях, показали, что материал корпуса имел предел текучести примерно на 10% ниже, чем листовой акриловый пластик торговой марки Plexiglas® GS, из которого изготавливались первые склеенные акриловые корпуса. Было принято решение об увеличении минимальной толщины стенки нового корпуса по меньшей мере на 10% от первоначальной толщины 101,6 мм, поскольку уменьшение внутреннего диаметра прочного корпуса привело бы к уменьшению полезного объема. Увеличение толщины было достигнуто за счет увеличения внешнего диаметра корпуса, доработки крышки входного люка и плит кабельных вводов.

Последующие испытания маломасштабных моделей, проведенные в Юго-Западном научно-исследовательском институте (SwRI), дали положительные результаты, и Брюс Бисли получил одобрение на продолжение работ второго этапа — изготовление прочных корпусов наружным диаметром 1676 мм способом литья и полимеризации в форме (см. рис. 2). Два из них были доставлены в Океанографический институт Харбор Бранч (HBOI) для включения в состав обитаемых подводных аппаратов Johnson Sea-Link I и II взамен склеенных, а один — для проведения дальнейших испытаний и оценки прочностных характеристик.

Проведенные в 1975 году Юго-Западным научно-исследовательским институтом (SwRI) гидростатические испытания акрилового прочного корпуса наружным диаметром 1676 мм

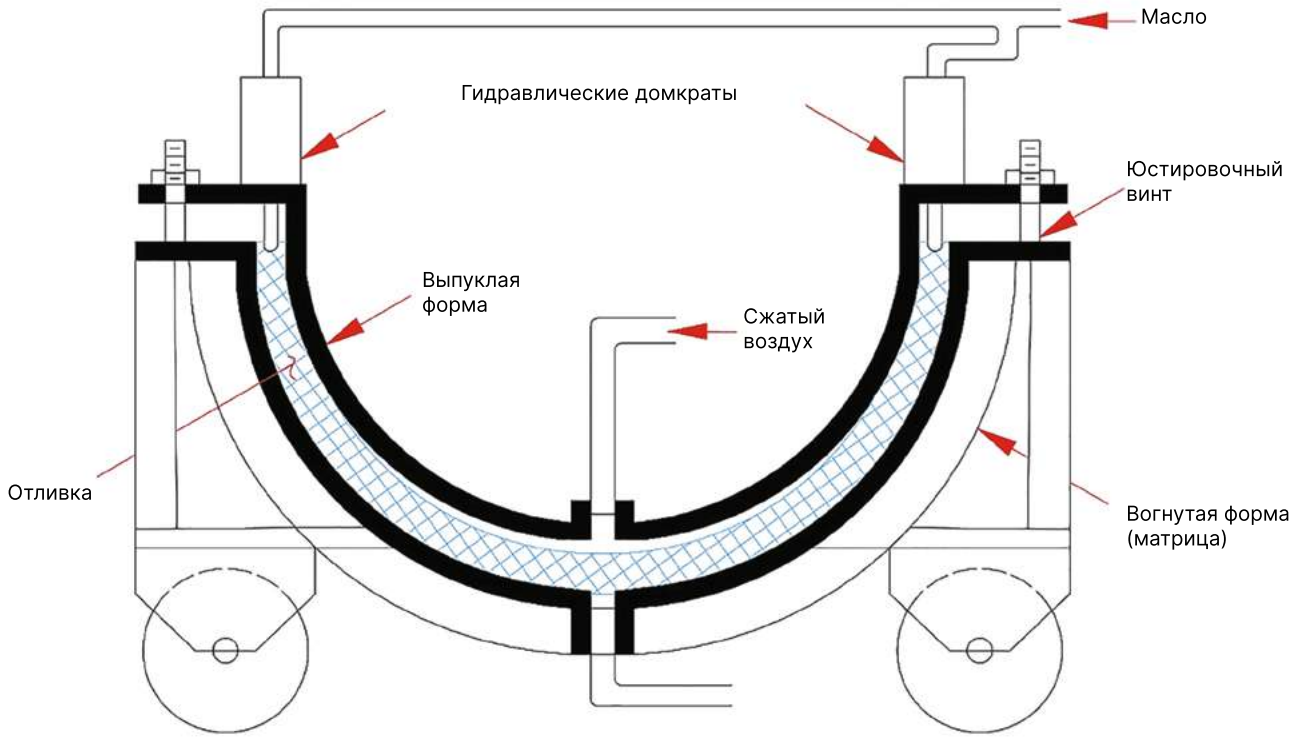


Рис. 3. *Разделение выпуклой пресс-формы от материала литья акриловой заготовки*

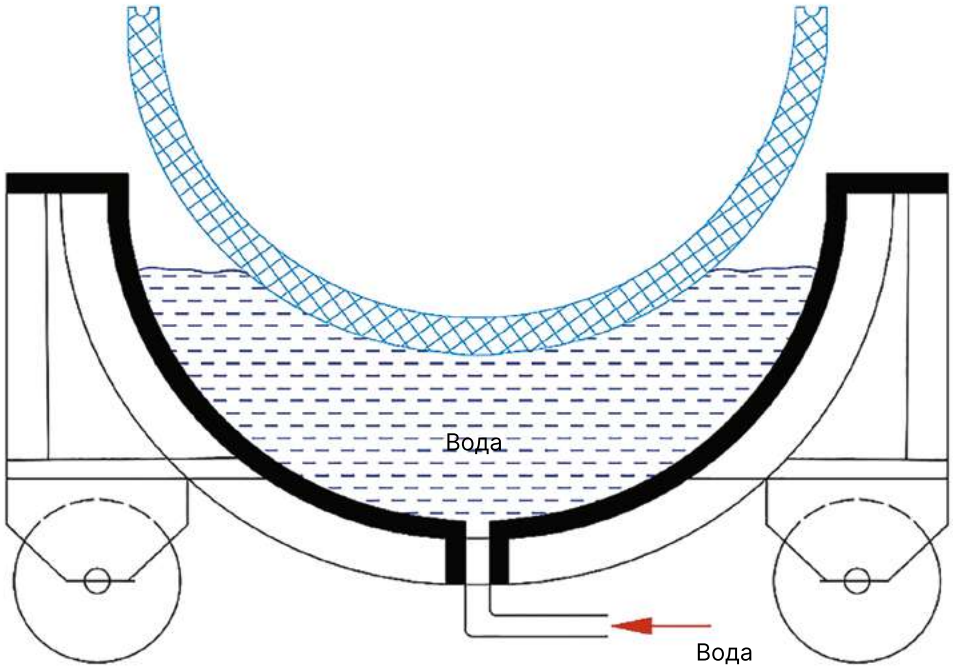


Рис. 4. *Разделение акриловой заготовки от вогнутой пресс-формы (матрицы) под напором воды*

и толщиной стенки 108 мм, изготовленного Брюсом Бисли и Джерри Стачивом способом литья и полимеризации в форме, дали удовлетворительные результаты. Без каких либо признаков наличия постоянной деформации корпус выдержал в камере высокого давления 24-часовые имитационные погружения на глубины 610, 914 и 1219 м с 24 часовыми периодами выдержки после каждого периода нагружения гидростатическим давлением. Прочный корпус разрушился в камере высокого давления только после 13 минутного воздействия гидростатическим давлением во время имитационного погружения на глубину 2743 м. Испытания полноразмерного акрилового прочного корпуса доказали, что прочностные характеристики сферических корпусов, изготовленных по технологии литья и полимеризации в форме, аналогичны акриловым прочным корпусам, изготовленным способом склеивания термоформованных правильных сферических пятиугольников.

Было установлено, что стоимость усовершенствованного процесса изготовления акриловых прочных корпусов на 50% ниже стоимости традиционного процесса склеивания корпуса из 12 обработанных термоформованных сферических пятиугольных секций. Кроме того, количество склеиваемых соединений было снижено на 90%, что позволило улучшить оптические свойства конечного изделия.

Сравнение характеристик первых ОПА с прозрачными прочными корпусами

Сравнение первых обитаемых подводных технических средств с прозрачными акриловыми прочными корпусами приведено в таблице 1.

Современные производители ОПА с прозрачными прочными корпусами

Основными изготовителями ОПА с акриловыми прочными корпусами являются:

— *U-boat Worx B. V. (Нидерланды);*

— *Triton Submarines LCC (США);*

— *SEAmagine Hydrospace Corporation (США).*

Перечисленные производители сотрудничают с компаниями, специализирующимися на изготовлении стекол иллюминаторов и прочных акриловых корпусов:

— *Blanson Ltd. (Великобритания);*

— *Stanley Plastics Ltd. (Великобритания);*

— *Heinz Fritz GmbH (Германия).*

Первые их двух производителей изготавливают акриловые прочные корпуса для ОПА с прозрачными прочными корпусами по усовершенствованной технологии литья и полимеризации в форме, последний — традиционным способом термического формования толстых листов и блоков на специальной оснастке.

Обитаемые подводные аппараты производства U-Boat Worx B. V. представлены моделями C-Researcher, Cruise Sub, Super Yacht Sub, C-Explorer, Nemo, Super Sub[14].

Общее количество построенных U-Boat Worx B. V. ОПА составляет более 12 аппаратов, а максимальная освоенная глубина погружения ОПА с акриловыми прочными корпусами составляет 500 м.

Американская компания Triton Submarines LCC, основанная в 2008 году, является лидером на мировом рынке продаж коммерческих ОПА с акриловыми прочными корпусами, а также одним из первых производителей, сертифицировавших свои аппараты в европейском классификационном обществе DNV GL и американском ABS.

Обитаемые подводные аппараты производства Triton Submarines LCC представлены моделями Triton 660/2, Triton 1650/3, Triton 1650/7, Triton 3300/1, Triton 3300/3, Triton 3300/6, Triton 7500/3, Triton 4000/2. Общее количество построенных Triton Submarines LCC или находящихся в стадии строительства ОПА составляет около 20 аппаратов.

Наиболее распространенные серийные модели ОПА Triton 3300/3 сертифицированы на длительные погружения на рабочие глубины до 1000 м. Максимальная освоенная глубина погружения построенных к настоящему времени компанией Triton Submarines LCC ОПА с акриловыми прочными корпусами составляет 2286 м.

Сравнение характеристик акриловых прочных корпусов современных серийных ОПА приведено в таблице 2.

[14] Production models. U-Boat Worx [Digital resource]. URL: https://www.uboatworx.com (last visit: 10.09.2023).

Табл. 1. *Сравнительные технические характеристики HIKINO, KUMUKAHI, NEMO, Johnson Sea-Link I, Makakai*[15]

Характеристика	HIKINO	KUMUKAHI	NEMO	Johnson Sea-Link I, II	Makakai
Длина × ширина × высота, м	4,88 × 2,44 × 5,5	1,8 × 2,0 × 2,29	2,286 × 2,286 × 2,8	7 × 2,4 × 3,3	5,64 × 2,44 × 2,286
Осадка, м	1,68	2,29	0,3	2,16	1,8
Масса, кг	2585	1678	4000	9500	5300
Диаметр обитаемого прочного корпуса D_0, мм	1422	1422	1676	1676 (1689)*	1676
Толщина стенки обитаемого прочного корпуса t, мм	6,35	32	63,5	101,6 (108)*	63,5
Отношение t/R_0	0,00893	0,045	0,0758	0,121 (0,128)*	0,0758
Материал прочного корпуса	Акриловый пластик торговой марки Plexiglas® GS				
Рабочая глубина погружения $H_{раб}$, м	6,1	91,4	183	305 (762)*	183
Глубина разрушения корпуса H_{STCP}, м	9,1	304,8	1265	1829 (2743)*	1265
$CF = H_{STCP} / H_{раб}$	1,49	3,33	6,91	6 (3,6)*	6,91
Год строительства	1966	1969	1970	1971	1971
Диаметр входного люка, мм	Нет	457,2	475	609,6	470
Автономность по запасам средств жизнеобеспечения, ч/чел	48/2	32/2	64/2	72/4	72/2
Мощность основной аккумуляторной батареи, кВт	2,3	5,1	15	32	36
Скорость/время, узлов/ч	0,9/–	1,3/3	0,75/8	0,75/–	0,75/8
Грузоподъемность, кг	–	272	385	500	394,6

Примеч.: * — акриловый корпус, выполненный по новой технологии литья и полимеризации в форме

[15] *Frank B*. Manned Submersibles. Washington, Office of the Oceanographer of the Navy, 1976, 764 p.

***Табл. 2**. Сравнение характеристик акриловых прочных корпусов ОПА*

Модель ОПА	Характеристики прочного корпуса			Мгновенное критическое давление разрушения (STCP), МПа	Расчетное значение коэффициента CF = STCP/$P_{раб}$
	Отношение t/R_0	Глубина погружения $H_{раб}$, м	Допустимая эксплуатационная температура t морской воды на глубине $H_{раб}$, ^{0}C		
Triton 1650/3 LP	85 мм / 847,5 мм = 0,1	500	10	20,5	20,5 МПа / 5 МПа = 4,10
Deep Rover	135 мм / 875 мм = 0,154	1000	10	39,5	39,5 МПа / 10 МПа = 3,95
Triton 3300/3	166 мм / 1050 мм = 0,158	1000	10	41,0	41 МПа / 10 МПа = 4,10
Triton 7500/3	324 мм / 1200 мм = 0,27	2286	10	95,0	95 МПа / 22,86 МПа = 4,15

***Табл. 3**. Основные характеристики ОПА модели C-Explorer 3.11*

Характеристика	Значение
Год строительства	2013
Производитель	U-boat Worx B. V.
Водоизмещение, т	6,07
Длина × ширина × высота, м	4,225 × 4,088 × 2,329
Автономность, ч: - рабочая - аварийная по средствам жизнеобеспечения	 6 96
Глубина погружения Нраб, м	300
Экономичная скорость подводного хода, узлов	1,6
Дальность подводного плавания, миль	~ 9,6
Экипаж, человек	до 3
Материал прозрачного прочного корпуса	Акриловый пластик торговой марки LUCITE®
Изготовитель прозрачного прочного корпуса	Blanson Ltd. (Англия)
Наружный диаметр обитаемого прочного корпуса, мм	2100
Толщина стенки обитаемого прочного корпуса t, мм	98
Отношение t/R0	0,093
Мгновенное критическое давление разрушения (STCP), МПа	18,25
Расчетное значение коэффициента CF = STCP/$P_{раб}$	18,25 МПа / 3,04 МПа ~ 6
Допустимая эксплуатационная температура t морской воды на глубине $H_{раб}$, ^{0}C	24

Для осуществления безопасных погружений ОПА с акриловыми прочными корпусами на протяжении всего срока их службы, определяемого циклической усталостью акрилового материала, при температурах окружающей морской среды, не превышающих 10 °C, стандарт ASME PVHO-1 устанавливает ограничение гидростатического давления на рабочей глубине погружения $P_{раб}$, составляющее в среднем 25% от значения мгновенного критического давления разрушения STCP. Все современные ОПА производства компаний U-boat Worx B. V., Triton Submarines LCC, SEAmagine Hydrospace Corporation проектируется с расчетно принятым значением критерия $CF = STCP/P_{раб} = 4$ для $t \leq 10\ ^0C$, $CF = STCP/P_{раб} = 6$ для $t \leq 24\ ^0C$.

Отечественный опыт эксплуатации ОПА с прозрачными прочными корпусами

Современные ОПА с прозрачными прочными корпусами по своему техническому оснащению могут выполнять широкий спектр подводно-технических работ любой сложности. Возможность оперативно менять программу работ, а также совершать точное маневрирование вблизи донных объектов делает применение ОПА с прозрачным прочным корпусом эффективным при проведении подводно-технических работ, требующих высокой точности, в том числе с использованием манипуляторов, а также работ, требующих присутствия узкопрофильных специалистов (научных работников, инженеров, инспекторов наблюдающих органов), не имеющих опыта пилотирования и управления техническими средствами ОПА[16].

В Российской Федерации единственной организацией, эксплуатирующей ОПА с прозрачным прочным корпусом осмотрового класса модели C-Explorer 3.11 (см. табл. 3) производства фирмы U-boat Worx B. V., является Центр подводных исследований Русского географического общества.

География работ с использованием ОПА C-Explorer 3.11 включает морские полигоны Балтийского, Баренцева, Охотского и Черного морей, а также пресноводное озеро Церик-Кель.

ОПА модели C-Explorer 3.11 имеет классификационные свидетельства, выданные норвежским DNV GL. Опыт специалистов АНО «ЦПИ РГО» по техническому обслуживанию акрилового прочного корпуса ОПА позволяет проходить ежегодное освидетельствование аппарата с участием инспекторов Российского морского регистра судоходства.

Заключение

Первые сферические акриловые прочные корпуса проектировались на 20-летний срок службы. Результаты проведенных научными центрами ВМС США испытаний различных конструкций, маломасштабных моделей и полноразмерных образцов прочных корпусов легли в основу разработки для сосудов под давлением для пребывания человека серии действующих стандартов безопасности Американского общества инженеров-механиков ASME PVHO[17], в соответствии с рекомендациями которых в настоящее время проектируются, изготавливаются и эксплуатируются все акриловые стекла иллюминаторов и акриловые прочные корпуса, применяемые в обитаемой подводной технике.

Основными изученными характеристиками, отличающими поведение акрилового материала от металлов и сплавов, являются:

— величина деформации материала корпуса при нагружении давлением зависит не только от величины нагрузки, но также от температуры окружающей среды и продолжительности времени нагружения давлением;

— скорость роста деформаций в материале корпуса при постоянном давлении (ползучесть) изменяется нелинейно в зависимости от величины напряжения, температуры и длительности воздействия;

— скорость снижения деформации материала корпуса после разгружения (релаксация) изменяется нелинейно в зависимости от температуры материала, времени процесса первоначального нагружения давлением и величин деформации материала корпуса до начала процесса релаксации;

[16] *Кузьмичев М. В., Фокин С. Г.* Эксплуатационные особенности прозрачных полимерных материалов, применяемых в конструкции прочного корпуса обитаемых подводных аппаратов // Гидрокосмос. СПб.: АНО «ЦПИ РГО», 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 117–125

[17] ANSI/ASME PVHO-1, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy. ASME, 2020, 196 p. ISBN: 9780791873212; ANSI/ASME PVHO-2, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy: In-Service Guidelines. ASME, 2020, 60 p. ISBN: 9780791873229

— величина постоянной деформации материала корпуса изменяется нелинейно в зависимости от величины нагружения давлением, температуры материала и длительности воздействия постоянной нагрузки;

— разрушение прочного акрилового корпуса происходит при превышении порогового значения деформации сжатия сферической оболочки. Упругие, пластические деформации и деформации ползучести вносят вклад в величину общей деформации.

Вместе с тем при сравнении акрилового материала с традиционными корпусными материалами из металлов и сплавов стоит выделить следующие ограничения:

— удельная прочность (отношение предела текучести к плотности) для акрилового пластика в 2 раза меньше, чем удельная прочность высокопрочных титановых сплавов;

— предел текучести при сжатии акрила в разы (от 5 и выше) меньше, чем условный предел текучести титановых сплавов;

— относительная трещиностойкость (отношение коэффициента интенсивности напряжений к пределу текучести) на порядок меньше, чем для высокопрочных титановых сплавов.

Один из авторов серии стандартов ASME PVHO Джерри Стачив, посвятивший своим профессиональным интересам изучение свойств акрилового материала и создание первых в мире акриловых прочных корпусов ОПА, предполагал, что рациональный предел рабочих глубин прочных корпусов, для которых применим акриловый материал, никогда не превысит 3000 м, так как за пределами этой величины удельный вес и оптические эффекты толстостенных сферических оболочек сделают практически невозможным их использование в составе прочных корпусов ОПА, а для глубин свыше 3000 м прочные корпуса должны изготавливаться из других материалов, например традиционных конструкционных материалов — металлов, а также алюминиевых и титановых сплавов.

Создаваемый в Российской Федерации ОПА проекта 03660 «Ясон»[18] и эксплуатирующийся в настоящее время единственный в своем роде ОПА модели Triton 7500/3 Aurelia[19] производства Triton Submarines LCC приблизились к данному ограничению. Прочные акриловые корпуса указанных двух проектов ОПА рассчитаны на предельные глубины погружения в 2250[20] и 2286 м соответственно и являют собой совершенство и зрелость технологии создания прозрачных прочных корпусов ОПА за всю 60-летнюю историю ее развития.

[18] В «Севмаше» обсудили ход реализации отечественных инновационных проектов // ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» [Эл. ресурс]. URL: https://spb-tr.gazprom.ru/press/news/2022/12/957 (посл. посещение: 10.09.2023).

[19] DSV Aurelia to champion a new generation of ocean solutions. REV Ocean [Эл. ресурс]. URL: https://www.revocean.org/dsv_aurelia (посл. посещение: 10.09.2023).

[20] *Богданов А. А., Жданов Р. С., Кичко С. А., Нилов В. П., Устинов В. С., Фокин С. Г.* и др. Прозрачный прочный корпус обитаемого подводного аппарата //Патент РФ № 2796434, заявл. 11.07.2022 : опубл. 23.05.2023, бюл. № 15.

Изображения: предоставлены авторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богданов А. А., Жданов Р. С., Кичко С. А., Нилов В. П., Устинов В. С., Фокин С. Г.* и др. Прозрачный прочный корпус обитаемого подводного аппарата // Патент РФ № 2796434, заявл. 11.07.2022 : опубл. 23.05.2023, бюл. № 15.
2. *Кузьмичев М. В., Фокин С. Г.* Эксплуатационные особенности прозрачных полимерных материалов, применяемых в конструкции прочного корпуса обитаемых подводных аппаратов // Гидрокосмос. СПб.: АНО «ЦПИ РГО», 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 117–125. DOI: https://doi.org/
3. ANSI/ASME PVHO-1, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy. ASME, 2020, 196 p. ISBN: 9780791873212
4. ANSI/ASME PVHO-2, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy: In-Service Guidelines. ASME, 2020, 60 p. ISBN: 9780791873229
5. *Forman W.* The History of American Deep Submersible Operations: 1775–1995. Best Publishing Company, 1999, 320 p. ISBN: 978–0941332729

6. *Frank B*. Manned Submersibles. Washington, Office of the Oceanographer of the Navy, 1976, 764 p.
7. *Lawson C*. The Station Comes of Age: Satellites, Submarines, and Special Operations in the Final Years of the Naval Ordnance Test Station, 1959–1967. History of the Navy at China Lake, California. Vol. 4. China Lake, CA: NAWCWD, 2017, 784 p. ISBN: 0160939704
8. *McCarty R., Stachiw J. D., Moldenhauer G*. Edreobenthic manned observatory for undersea research. Patent US3527184A, July 20, 1966.
9. *Perry H. A*. Feasibility of Transparent Hulls for Deep-Running Vehicles. American Society of Mechanical Engineers (ASME), Paper no. 63-WA-219, 1963, 8 p.
10. *Stachiw J. D*. Origins of Acrylic Plastic Submersibles. Ocean Engineering Division, Naval Ocean Systems Center, San Diego, CA, Technical Document 972 AD-A173 779, September 1986, 20 p.
11. *Vetter T*. 30,000 Leagues Undersea: True Tales of a Submariner and Deep Submergence Pilot. Tom Vetter Books, LLC, 2015, 539 p.
12. В «Севмаше» обсудили ход реализации отечественных инновационных проектов // ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» [Эл. ресурс]. URL: https://spb-tr.gazprom.ru/press/news/2022/12/957 (посл. посещение: 10.09.2023).
13. All submersibles. Triton Submarines [Эл. Ресурс]. URL: https://tritonsubs.com/subs (посл. посещение: 10.09.2023).
14. DSV Aurelia to champion a new generation of ocean solutions. REV Ocean [Эл. ресурс]. URL: https://www.revocean.org/dsv_aurelia (посл. посещение: 10.09.2023).
15. History. Hawaii Pacific University, Oceanic Institute [Эл. ресурс]. URL: https://www.hpu.edu/about-us/information/history.html (посл. посещение:16.11.2023).
16. Production models. U-Boat Worx [Эл. Ресурс]. URL: https://www.uboatworx.com (посл. посещение: 10.09.2023).

REFERENCES

1. Bogdanov A. A., Zhdanov R. S., Kichko S. A., Nilov V. P., Ustinov V. S., Fokin S. G. et. al. *Prozrachnyj prochnyj korpus obitaemogo podvodnogo apparata* [Transparent hull of manned underwater vehicle]. Patent RU2796434C1, July 11, 2023, Bul. 15. (In Russ.)
2. Kuzmichev M. V., Fokin S. G. *Ekspluatacionnye osobennosti prozrachnyh polimernyh materialov, primenyaemyh v konstrukcii prochnogo korpusa obitaemyh podvodnyh apparatov* [The Operational Features of Transparent Polymer Materials Using in the Durable Hull Construction of Habitable Underwater Vehicles]. *Gidrokosmos* [Hydrocosmos]. St. Petersburg, Autonomous Nonprofit Organisation "Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society", 2023, Vol. 1, 1, no. 1–2, pp. 117–125. DOI: https://doi.org/ (In Russ.)
3. ANSI/ASME PVHO-1, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy. ASME, 2020, 196 p. ISBN: 9780791873212
4. ANSI/ASME PVHO-2, 2019 Edition, Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy: In-Service Guidelines. ASME, 2020, 60 p. ISBN: 9780791873229
5. Forman W. The History of American Deep Submersible Operations : 1775–1995. Best Publishing Company, 1999, 320 p. ISBN: 978-0941332729
6. Frank B. Manned Submersibles. Washington, Office of the Oceanographer of the Navy, 1976, 764 p.
7. Lawson C. The Station Comes of Age: Satellites, Submarines, and Special Operations in the Final Years of the Naval Ordnance Test Station, 1959–1967. History of the Navy at China Lake, California. Vol. 4. China Lake, CA: NAWCWD, 2017, 784 p.
8. McCarty R., Stachiw J. D., Moldenhauer G. Edreobenthic manned observatory for undersea research. Patent US3527184A, July 20, 1966.
9. Perry H. A. Feasibility of Transparent Hulls for Deep-Running Vehicles. American Society of Mechanical Engineers (ASME), Paper no. 63-WA-219, 1963, 8 p.
10. Stachiw J. D. Origins of Acrylic Plastic Submersibles. Ocean Engineering Division, Naval Ocean Systems Center, San Diego, CA, Technical Document 972 AD-A173 779, September 1986, 20 p.
11. Vetter T. 30,000 Leagues Undersea: True Tales of a Submariner and Deep Submergence Pilot. Tom Vetter Books, LLC, 2015, 539 p.
12. Sevmash discussed the implementation of domestic innovative projects. Gazprom transgaz St. Petersburg LLC [Digital resource]. URL: https://spb-tr.gazprom.ru/press/news/2022/12/957 (last visit: 10.09.2023).
13. All submersibles. Triton Submarines [Digital resource]. URL: https://tritonsubs.com/subs (last visit: 10.09.2023).
14. DSV Aurelia to champion a new generation of ocean solutions. REV Ocean [Digital resource]. URL: https://www.revocean.org/dsv_aurelia (last visit: 10.09.2023).

15. History. Hawaii Pacific University, Oceanic Institute [Digital resource]. URL: https://www.hpu.edu/about-us/information/history.html (last visit: 16.11.2023).
16. Production models. U-Boat Worx [Digital resource]. URL: https://www.uboatworx.com (last visit: 10.09.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Фокин Сергей Георгиевич, исполнительный директор АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: office@urc-rgs.ru

Богданов Алексей Александрович, главный специалист, главный инженер проекта НИЦ «Курчатовский институт» (Россия, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1).
e-mail: Bogdanov_AA@nrcki.ru

Жданов Роман Сергеевич, заместитель главного конструктора проекта – руководитель группы АО «СПМБМ «Малахит» (Россия, 196135, Санкт-Петербург, ул. Фрунзе, д. 18).
e-mail: info-ckb@malachite-spb.ru

Степан Александрович Кичко, начальник проектно-инженерного отдела АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: office@urc-rgs.ru

Александр Александрович Поляшов, руководитель направления проектной деятельности АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: office@urc-rgs.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fokin Sergey Georgievich, Executive Director, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: office@urc-rgs.ru

Bogdanov Aleksej Aleksandrovich, Chief Specialist, Chief Project Engineer, National Research Center Kurchatov Institute (pl. Akademika Kurchatova, d.1, Moscow, 123182, Russia).
e-mail: Bogdanov_AA@nrcki.ru

Zhdanov Roman Sergeevich, Deputy Chief Designer of the project – head of group of Saint-Petersburg Malakhit Marine Engineering Bureau (18 Frunze Street, Saint Petersburg, 196135, Russia).
e-mail: info-ckb@malachite-spb.ru

Stepan Aleksandrovich Kichko, Head of Project and Engineering Department, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: office@urc-rgs.ru

Aleksandr Aleksandrovich Polyashov, Head of Project Activities, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: office@urc-rgs.ru

Поступила в редакцию 11.09.2023
Поступила после рецензирования 13.11.2023
Принята к публикации 15.11.2023

Received 11.09.2023
Revised 13.11.2023
Accepted 15.11.2023

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ | TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.006 УДК 681.883.45

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НЕСКОЛЬКИХ КОДОВО РАЗДЕЛЕННЫХ ПАР АБОНЕНТОВ В ОДНОЙ АКВАТОРИИ

А. В. Дикарев, С. М. Дмитриев, В. А. Кубкин

ООО «Лаборатория подводной связи и навигации»
г. Москва, Российская Федерация
a.dikarev@unavlab.com

Аннотация В статье приводятся результаты экспериментальной проверки работы нескольких пар гидроакустических модемов uWave в одном водоеме. Дана оценка взаимному влиянию нескольких пар абонентов, работающих на разных кодовых каналах. Эксперименты проводились как в естественном водоеме, так и в бассейне. Согласно результатам экспериментов в условиях бассейна, увеличение числа параллельно работающих пар абонентов с кодовым разделением ухудшает качество связи. Однако в условиях малого естественного водоема такая тенденция не прослеживается при работе до трех пар абонентов с кодовым разделением.

Ключевые слова гидроакустическая связь, кодовое разделение абонентов, подводные беспроводные сети сенсоров.

Для цитирования *Дикарев А. В., Дмитриев С. М., Кубкин В. А.* Особенности работы нескольких кодово разделенных пар абонентов в одной акватории // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 109–115. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.006

OPERATION OF SEVERAL CODE DIVIDED PAIRS OF SUBSCRIBERS IN THE SAME WATER AREA

A. V. Dikarev, S. M. Dmitriev, V. A. Kubkin

Underwater communication & navigation laboratory
LLC, Moscow, Russian Federation
a.dikarev@unavlab.com

Abstract The article represents the results of an experimental test of the operation of several pairs of uWave hydroacoustic modems in one reservoir. Mutual influences of several pairs of subscribers operating in different code channels were assessed. Experiments were carried out both in a natural reservoir and in a pool. According to the results of experiments in a pool, an increase in the number of parallel working code-divided pairs of subscribers worsens the quality of communication, however, in the conditions of a small natural water body, such a trend is not visible, at least up to three pairs of code-divided subscribers operating.

Keywords underwater acoustic communication, CDMA, underwater wireless sensors networks.

For citation Dikarev A. V., Dmitriev S. M., Kubkin V. A. Operation of several code divided pairs of subscribers in the same water area. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 109–115. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.006 (In Russ.)

Введение

Кодовое разделение абонентов (CDMA англ. Code Division Multiple Access), широко применяемое в радиосвязи, является одним из эффективных способов организации множественного доступа к среде[1]. Кодовое разделение позволяет абонентам использовать одновременно одну полосу частот. Это особенно важно в гидроакустической связи, где, во первых, сильно ограничена доступная полоса частот[2], а во-вторых, условия прохождения сигнала существенно зависят от частоты[3], что при реализации частотного разделения абонентов (FDMA англ. Frequency Division Multiple Access) сужает доступную полосу для одного абонента (а следовательно, пропускную способность или помехоустойчивость) и ставит абонентов в неравные условия. Кроме того, на практике сложно обеспечить работу системы с временным[4] разделением абонентов (TDMA англ. Time Division Multiple Access) с общей синхронизацией ввиду существенного более продолжительного времени распространения сигнала даже на малых дистанциях связи по сравнению с радиосвязью.

В гидроакустической связи сигналы в общей полосе частот складываются со случайными (и постоянно меняющимися даже для относительно стационарных абонентов ввиду изменчивости канала[5]) задержками, что усугубляется многолучевым распространением.

С другой стороны, существует устойчивая тенденция к развитию[6] так называемых подводных беспроводных сенсорных сетей (UWSN), что актуализирует задачу обеспечения множественного доступа для гидроакустической связи.

Гидроакустические модемы uWave[7] реализуют технологию CDMA, работают в единой полосе частот 10–30 кГц и в зависимости от модели обеспечивают дальность связи до 1000 и до 3000 метров со скоростями от 78 до 634 бит/с. В данной статье, как один из наиболее вероятных сценариев применения подобных устройств, анализируется возможность одновременной работы в одной акватории нескольких пар абонентов, независимо друг от друга передающих данные в разных кодовых каналах.

Гидроакустические модемы uWave имеют несколько режимов работы:

— *режим прозрачного канала, в котором данные, приходящие от пользовательской системы, передаются в гидроакустический канал без изменения согласно настройкам кодового канала передачи;*

— *режим командных запросов, в котором, согласно протоколу взаимодействия[8],*

[1] *Torrieri D.* Principles of Spread-Spectrum Communication Systems. Springer International Publishing AG, 4th edition, 2018, 733 p. ISBN: 978-3-319-70568-2

[2] *Huang Jg., Wang H., He Cb. et al.* Underwater acoustic communication and the general performance evaluation criteria. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2018, vol. 19, is. 9, pp. 951–971. DOI: 10.1631/FITEE.1700775

[3] *Wang L. S., Heaney K. D., Pangerc T. et al.* Review of underwater acoustic propagation models. Report AC 12. National Physical Laboratory, Queen's Printer and Controller of HMSO, 2014. ISSN 1754-2936

[4] *Yoshizawa S., Wada A., Sugimoto H.* Underwater Acoustic Positioning for Close Sources Using Time Division and Code Division Multiplexing. International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing, 2023, vol. 17, pp. 170–176. DOI: 10.46300/9106.2023.17.20

[5] *Yang T. C.* Properties of underwater acoustic communication channels in shallow water. The Journal of the Acoustical Society of America, 2012, vol. 131, no. 1, pp. 129–145. DOI: 10.1121/1.3664053

[6] *Felemban E., Shaikh F. K., Qureshi U. M. et al.* Underwater Sensor Network Applications: A Comprehensive Survey. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, vol. 11, is. 11, pp. 1–14. DOI: 10.1155/2015/896832

[7] Краткое описание семейства устройств uWave [Эл. ресурс]. URL: https://docs.unavlab.com/documentation/RU/uWAVE/uWAVE_Family_ru.html (посл. посещение: 22.09.2023)

[8] Описание протокола сопряжения: uWave [Эл. ресурс]. URL: https://docs.unavlab.com/documentation/RU/uWAVE/uWAVE_Protocol_Specification_ru.html (посл. посещение: 22.09.2023)

пользовательская система может запросить у абонента, идентифицируемого по паре номеров кодовых каналов (один на прием, один на передачу), информацию о глубине, температуре воды, напряжении питания запрашиваемого абонента с одновременным измерением времени распространения (а следовательно, и наклонной дальности) между запрашивающим (ведущим) и запрашиваемым (ведомым) абонентами;

— режим пакетной передачи, где в рамках одного кодового канала реализуется логическая адресация 255 абонентов с гарантированной доставкой пакетов данных размером до 64 байт. В этом же режиме имеется возможность измерения времени распространения сигнала между ведущим и ведомым.

Устройства uWave поддерживают несколько скоростных режимов связи: 78, 152, 314 и 634 бит/с. В каждом из этих режимов число доступных кодовых каналов соответственно 20, 14, 7 и 3.

При проведении экспериментов использовался только режим 78 бит/с как наиболее помехоустойчивый.

Описание эксперимента

Очевидно, что наиболее неблагоприятной следует считать ситуацию, когда в точке приема на полезный сигнал накладывается сигнал из другого кодового канала с разными временными сдвигами (в т.ч. и без таковых). Для обеспечения наложения сигналов из других кодовых каналов и минимизации набора требуемого оборудования удобно построить эксперимент следующим образом.

Ведущий абонент выполняет командные запросы к ведомому абоненту, используя номера кодовых каналов, соответствующие настройкам ведомого. При этом оценивается число успешных транзакций: транзакция считается успешной, если ведущий получил ответ от ведомого, что означает как успешный прием ведомым запросного сигнала, так и успешный прием ведущим ответного сигнала ведомого.

Для того чтобы обеспечить наложение сигнала в точке приема, вводятся дополнительные ведомые, у которых номера приемного кодового канала совпадают с первым ведомым, а номера кодового канала на передачу не совпадают ни с каким используемым в эксперименте (и друг с другом).

Так как наложение сигналов в данном случае происходит только при приеме ведущим, имитируется ситуация для одного абонента, потому что приему ведущим не создается искусственных помех.

Для сбора статистических данных используется стандартное приложение с открытым исходным кодом для работы с модемами uWave — uWaveCommander[9], позволяющее в автоматическом режиме выполнить заданное число запросов с одновременным подсчетом успешных и неуспешных попыток.

В эксперименте участвовало 4 модема: ведущий, ведомый и два дополнительных ведомых с несовпадающими кодовыми каналами на передачу.

Эксперимент делился на две фазы: в первой фазе он проводился в естественном водоеме (озеро), во второй фазе — в бассейне объемом около 100 м^3.

Каждая фаза в свою очередь содержит несколько этапов:

— эталонное измерение числа успешных и неуспешных запросов без использования дополнительных ведомых в качестве помехи;

— измерение числа успешных и неуспешных запросов при работе одного ведомого в качестве помехи;

— измерение числа успешных и неуспешных запросов при работе двух ведомых в качестве помехи.

Эксперимент в естественном водоеме

Эксперимент проводился 15 сентября 2023 г. на озере Сарпа (г. Волгоград, координаты 48.502309 °СШ, 44.552509° ВД). Глубина озера — 2 м, дно илистое, температура воды — 19 °С. Ширина озера в месте проведения эксперимента — порядка 50 м.

Питание ведомых модемов осуществлялось от автономных источников напряжением 5 В, питание ведущего осуществлялось от USB порта управляющего ПК.

[9] Репозиторий приложения uWaveCommander на GitHub [Эл. ресурс]. URL: https://github.com/ucnl/uWaveCommander (посл. посещение: 22.09.2023)

Рис. 1. *Расположение позиций ведущего и ведомых в ходе эксперимента*

Во всех экспериментах все модемы находились на расстоянии 1 м от поверхности воды, ведомые располагались на плотах, установленных на якорь.

На рисунке 1 представлено расположение станций в ходе экспериментов: M1 и M2 — положения ведущего, P1 и P2 — положения ведомых. Положения фиксировались при помощи GPS навигатора. Расстояния между соседними положениями составляли 35 м. На рисунке 2 представлена фотография позиций P1 и P2, сделанная с позиции M2 во время проведения эксперимента.

Для каждого этапа выполнялось по 128 транзакций «запрос-ответ». Количество успешных транзакций с описанием каждого этапа сведены в таблицу 1.

В таблице 1 под количеством помех понимается количество включенных модемов, работающих на передачу в кодовых каналах, отличных от кодового канала, в котором принимает ведущий. Можно видеть, что явной зависимости от количества помех не прослеживается, в большей степени влияет взаимное расположение абонентов. Так, например, в этапе № 2 аномально большое число пропусков при одной работающей помехе,

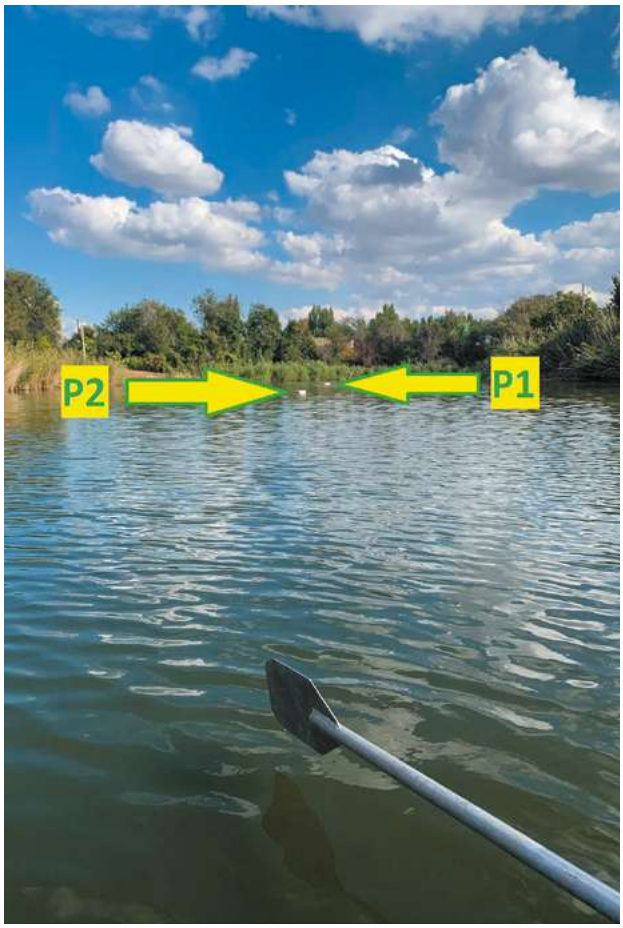


Рис. 2. *Вид на позиции P1 и P2 с позиции M2*

***Табл. 1**. Результаты эксперимента в естественном водоеме (о. Сарпа)*

№ этапа	Кол-во помех	% успешных	% пропусков	Положение ведущего	Положение ведомого	Положение помех
1	0	93,0	7,0	M1	P1	–
2	1	78,9	21,1	M1	P1	P1
3	2	98,4	1,6	M1	P1	P1
4	0	99,2	0,8	M1	P1	–
5	1	97,7	2,3	M1	P1	P2
6	2	100,0	0,0	M1	P1	P2
7	2	99,2	0,8	M1	P1	P2
8	2	82,0	18,0	M2	P1	P2
9	2	96,9	3,1	M1	P1	P2

а в этапе № 6, напротив, полное отсутствие пропусков при двух работающих помехах, что лучше, чем в обоих этапах без помех (№ 1 и № 4). В этапе № 8 существенное число пропусков вызвано, по всей видимости, тем, что обе помехи располагаются между ведущим и ведомым модемами и находятся ближе к ведущему.

Эксперимент в бассейне

Эксперимент проводился 15 сентября 2023 г. в бассейне объемом 100 м^3, размерами (ширина × длина × глубина) 3 × 12 × 2 м и температурой воды 26 °C. Все модемы находились на расстоянии 0,2 м от поверхности воды. На каждом этапе выполнялись 1024 транзакции, оценивалось количество успешных и количество пропусков. Положение всех устройств показано на фото (см. рис. 3) и не менялось в течение всего эксперимента.

Результаты эксперимента сведены в таблицу 2.

Согласно таблице 2 число пропусков растет с увеличением числа параллельно работающих абонентов с зависимостью, отражающейся формулой 0,5•N^3, где N — число помех (абонентов).

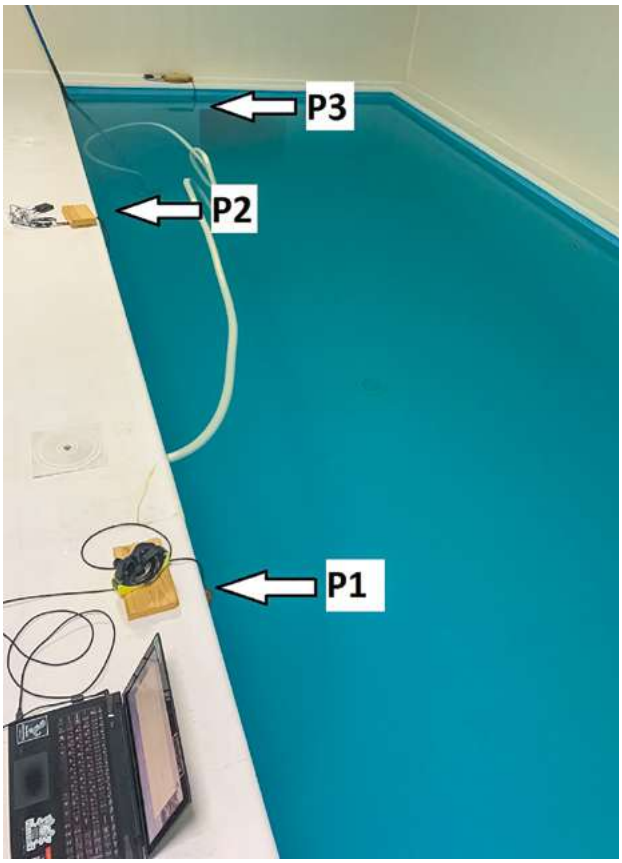


***Рис. 3.** Взаимное расположение устройств в ходе эксперимента.*
P1 — ведущий, P2 — помеха, P3 — ведомый

***Табл. 2**. Результаты эксперимента, бассейн*

№ этапа	Кол-во помех	% успешных	% пропусков
1	0	99,2	0,8
2	1	94,7	5,3
3	2	80,7	19,3
4	0	99,6	0,4
5	1	97,5	2,5
6	2	82,0	18,0

Выводы

По результатам проведенных экспериментов можно констатировать, что в условиях даже малого водоема одновременная работа нескольких пар абонентов возможна, и в целом их наличие не влияет на производительность системы связи. Эксперименты подтверждают сам факт влияния и позволяют приблизительно оценить его количественно.

Отметим, что в работе рассматривался наиболее худший сценарий, когда помехи всегда накладываются на полезный сигнал в точке приема.

Дальнейшее исследование вопроса предполагает проведение экспериментов с применением большего числа параллельно работающих абонентов при различных взаимных расположениях, в том числе и в динамике.

Изображения: из коллекции авторов; Google Earth.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Felemban E., Shaikh F. K., Qureshi U. M. et al.* Underwater Sensor Network Applications: A Comprehensive Survey. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, vol. 11, is. 11, pp. 1–14. DOI: 10.1155/2015/896832
2. *Huang Jg., Wang H., He Cb. et al.* Underwater acoustic communication and the general performance evaluation criteria. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2018, vol. 19, is. 9, pp. 951–971. DOI: 10.1631/FITEE.1700775
3. *Torrieri D.* Principles of Spread-Spectrum Communication Systems. Springer International Publishing AG, 4th edition, 2018, 733 p. ISBN: 978-3-319-70568-2
4. *Wang L. S., Heaney K. D., Pangerc T. et al.* Review of underwater acoustic propagation models. Report AC 12. National Physical Laboratory, Queen's Printer and Controller of HMSO, 2014. ISSN 1754-2936
5. *Yoshizawa S., Wada A., Sugimoto H.* Underwater Acoustic Positioning for Close Sources Using Time Division and Code Division Multiplexing. International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing, 2023, vol. 17, pp. 170–176. DOI: 10.46300/9106.2023.17.20
6. *Yang T. C.* Properties of underwater acoustic communication channels in shallow water. The Journal of the Acoustical Society of America, 2012, vol. 131, no. 1, pp. 129–145. DOI: 10.1121/1.3664053
7. Краткое описание семейства устройств uWave [Эл. ресурс]. URL: https://docs.unavlab.com/documentation/RU/uWAVE/uWAVE_Family_ru.html (посл. посещение: 22.09.2023)
8. Описание протокола сопряжения: uWave [Эл. ресурс]. URL: https://docs.unavlab.com/documentation/RU/uWAVE/uWAVE_Protocol_Specification_ru.html (посл. посещение: 22.09.2023)
9. Репозиторий приложения uWaveCommander на GitHub [Эл. ресурс]. URL: https://github.com/ucnl/uWaveCommander (посл. посещение: 22.09.2023)

REFERENCES

1. Felemban E., Shaikh F. K., Qureshi U. M. et al. Underwater Sensor Network Applications: A Comprehensive Survey. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2015, vol. 11, is. 11, pp. 1–14. DOI: 10.1155/2015/896832
2. Huang Jg., Wang H., He Cb. et al. Underwater acoustic communication and the general performance evaluation criteria. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 2018, vol. 19, is. 9, pp. 951–971. DOI: 10.1631/FITEE.1700775
3. Torrieri D. Principles of Spread-Spectrum Communication Systems. Springer International Publishing AG, 4th edition, 2018, 733 p. ISBN: 978-3-319-70568-2
4. Wang L. S., Heaney K. D., Pangerc T. et al. Review of underwater acoustic propagation models. Report AC 12. National Physical Laboratory, Queen's Printer and Controller of HMSO, 2014. ISSN 1754-2936
5. Yoshizawa S., Wada A., Sugimoto H. Underwater Acoustic Positioning for Close Sources Using Time Division and Code Division Multiplexing. International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing, 2023, vol. 17, pp. 170–176. DOI: 10.46300/9106.2023.17.20
6. Yang T. C. Properties of underwater acoustic communication channels in shallow water. The Journal of the Acoustical Society of America, 2012, vol. 131, no. 1, pp. 129–145. DOI: 10.1121/1.3664053
7. *Kratkoe opisanie semejstva ustrojstv uWave* [Data brief: uWave devices family] [Digital resource]. URL: https://docs.unavlab.com/documentation/RU/uWAVE/uWAVE_Family_ru.html (last visit: 22.09.2023) (in Russ.)
8. *Opisanie protokola sopryazheniya: uWave* [Communication protocol specification: uWave] [Digital resource]. URL: https://docs.unavlab.com/documentation/RU/uWAVE/uWAVE_Protocol_Specification_ru.html (last visit: 22.09.2023) (in Russ.)
9. uWaveCommander: Application repository on GitHub [Digital resource]. URL: https://github.com/ucnl/uWaveCommander (last visit: 22.09.2023)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дикарев Александр Васильевич, руководитель разработок ООО «Лаборатория подводной связи и навигации» (121205, г. Москва, Сколково инновационного центра тер, Большой б-р, дом 42, строение 1, ЭТ 3 ПОМ 1098 РАБ 10).
e-mail: a.dikarev@unavlab.com

Дмитриев Станислав Михайлович, главный инженер ООО «Лаборатория подводной связи и навигации» (121205, г. Москва, Сколково инновационного центра тер, Большой б-р, дом 42, строение 1, ЭТ 3 ПОМ 1098 РАБ 10).
e-mail: s.dmitriev@unavlab.com

Кубкин Виталий Анатольевич, ведущий инженер ООО «Лаборатория подводной связи и навигации» (121205, Москва г, Сколково инновационного центра тер, Большой б-р, дом 42, строение 1, ЭТ 3 ПОМ 1098 РАБ 10).
e-mail: v.kubkin@unavlab.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dikarev Aleksandr Vasil'evich, R&D Director Underwater communication & navigation laboratory, LLC (Skolkovo innovation center, Bolshoy bld, 42, building 1, office 1098/10, Moscow, 121205, Russia).
e-mail: a.dikarev@unavlab.com

Dmitriev Stanislav Mihajlovich, CTO Underwater communication & navigation laboratory, LLC (Skolkovo innovation center, Bolshoy bld, 42, building 1, office 1098/10, Moscow, 121205, Russia).
e-mail: s.dmitriev@unavlab.com

Kubkin Vitalij Anatol'evich, Senior engineer Underwater communication & navigation laboratory, LLC (Skolkovo innovation center, Bolshoy bld, 42, building 1, office 1098/10, Moscow, 121205, Russia).
e-mail: v.kubkin@unavlab.com

Поступила в редакцию 22.09.2023
Поступила после рецензирования 12.10.2023
Принята к публикации 15.11.2023

Received 22.09.2023
Revised 12.10.2023
Accepted 15.11.2023

МЕДИЦИНА / MEDICINE

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.007 УДК 626.025

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО ОБСЕМЕНЕНИЯ ВОДОЛАЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СНАРЯЖЕНИЯ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СТРАНАХ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ЖАРКИМ КЛИМАТОМ

М. З. Лесен[1], В. В. Филюшин[1], И. И. Севастьянова[1], В. В. Филюшина[2], А. М. Ярков[1]

[1]АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
[2]Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
a.yarkov@urc-rgs.ru

Аннотация

Цель работы — выявить особенности микробного обсеменения водолазного снаряжения и техники при их эксплуатации в неблагоприятных условиях жаркого климата (высоких показателей температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха).

Материалы и методы. Для микробиологического исследования были отобраны 4 контрольные точки: 1 — отсек барокамеры, 2 — загубник и дыхательный автомат водолазного аппарата с открытой схемой дыхания, 3 — клапанная коробка с клапанами вдоха и выдоха и соединительными трубками снаряжения с закрытой схемой дыхания, 4 — внутренняя поверхность гидрокомбинезона и утеплитель. После первичной обработки согласно требованиям и правилам по охране труда при проведении водолазных работ, утвержденным Приказом Минтруда России от 17 декабря 2020 г. № 922н (далее Правила) забор проб проводился еженедельно до получения наглядного результата с последующим посевом на питательные среды на фоне постоянной эксплуатации и планового обслуживания снаряжения. Водолазные спуски в исследуемом водолазном снаряжении проводились ежедневно, барокамера использовалась только в качестве дежурного средства.

Микробиологическое исследование проводилось качественными показателями микрофлоры обследуемых объектов на базе санитарно-эпидемиологического отделения.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования было достоверно установлено, что рост патогенной микрофлоры отмечается уже на 7 сутки после полноценной обработки, на 14 сутки отмечается присоединение плесневых грибов. Из полученных данных можно сделать вывод, что в странах с неблагоприятным жарким климатом необходимо сократить сроки обработки/дезинфекции водолазного оборудования (барокамер, гидрокомбинезонов сухого типа и утеплителей) до 7 суток, акцентировать внимание спускающихся водолазов на качественную обработку узлов водолазного снаряжения перед водолазным спуском.

Ключевые слова водолазная медицина, дезинфекция, микробиология, водолаз, иммунитет, иммунная система.

Для цитирования *Лесен М. З., Филюшин В. В., Севастьянова И. И., Филюшина Е. В.*, Ярков А. М. Особенности микробного обсеменения водолазного оборудования и снаряжения при их эксплуатации в странах с неблагоприятным жарким климатом // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 116–122. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.007

FEATURES OF MICROBIAL CONTAMINATION OF DIVING EQUIPMENT AND EQUIPMENT DURING THEIR OPERATION IN COUNTRIES WITH UNFAVORABLE HOT CLIMATE

M. Z. Lesen[1], V. V. Filyushin[1], I. I. Sevastyanova[1], E. V. Filyushina[2], A. M. Yarkov[1]

[1]*ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society"*
St. Petersburg, Russian Federation
[2]*S. M. Kirov Military Medical Academy*
St. Petersburg, Russian Federation
a.yarkov@urc-rgs.ru

Abstract The purpose of the work is to identify the features of microbial contamination of diving equipment and equipment during their operation in hot climate unfavorable conditions (high ambient temperature and relative humidity).

Materials and methods. 4 control points were selected for microbiological examination: 1 — pressure chamber compartment, 2 — mouthpiece and second stage of an open circuit diving regulator, 3 — a valve box with inhalation and exhalation valves and connecting tubes of closed circuit rebreather regulator, 4 — the inner surface of the diving suit and insulation. After initial processing in accordance with the requirements of the Rules on Labor Protection during diving operations approved by the Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated December 17, 2020. No. 922n (hereinafter referred to as the Rules) sampling was carried out weekly until a visual result was obtained, followed by sowing on nutrient media amid constant operation and scheduled maintenance of equipment. Dives in the equipment under study were carried out daily, the pressure chamber was used only on standby.

The microbiological study was carried out by qualitative indicators of the microflora of the examined objects carried out at the sanitary and epidemiological department.

Results and their discussion. During the study, it was reliably established that the growth of pathogenic microflora is noted already on the 7th day after full–fledged treatment, on 14 days — the addition of mold fungi is noted. From the data obtained, it can be concluded that in countries with unfavorable hot climates, it is necessary to reduce the time of treatment / disinfection of diving equipment (pressure chambers, dry-type wetsuits and insulation) to 7 days, to focus the attention of divers on high-quality processing of diving equipment components before diving.

Keywords diving medicine, disinfection,; microbiology, diver, immunity, the immune system.

For citation Lesen M. Z., Filyushin V. V., Sevastyanova I. I., Filyushina E. V., Yarkov A. M. Features of microbial contamination of diving equipment and equipment during their operation in countries with unfavorable hot climate. *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 116–122. DOI: https://doi.org/doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.007 (In Russ.)

Введение

Микроорганизмы, или микробы, являются одноклеточными организмами микроскопических размеров, которые могут существовать как в виде одноклеточной формы, так и в качестве колоний клеток. Микроорганизмы могут иметь самые разные среды обитания и жить повсюду: от полюсов до экватора, в пустынях, гейзерах, горных породах и глубоко под водой. Некоторые из них приспособлены к экстремальным условиям, таким как очень жаркий или очень холодный климат, другие — к высокому давлению и некоторые — к высокой радиации окружающей среды[1].

В организме человека микроорганизмы составляют микробиоту человека, включая основную кишечную флору[2]. Патогены, ответственные за многие инфекционные заболевания, являются микробами и как таковые являются объектом гигиенических мер.

Иммунитет — невидимый и неосязаемый заслон организма против всевозможных микробов, окружающих нас, будь то паразиты, грибки или вирусы. Есть ряд признаков, указывающих на поломки в иммунном механизме: нарушение сна, повышенная температура, высыпания на коже, постоянные мигрени, дискомфорт в суставах и мышцах и частые простудные заболевания[3].

В настоящее время пределы изучения физиологических и практических проблем подводных погружений значительно расширились. Большое внимание уделяется вопросу о пределах переносимости человеком воздействия факторов подводного погружения.

Иммунная система является чувствительным индикатором действия на организм экстремальных факторов внешней среды. К неблагоприятным факторам, ослабляющим резистентность организма и способствующим развитию у работников различных специальностей вторичных иммунодефицитных состояний (ВИДС), относятся природно-климатические воздействия, повышенные физические и психические нагрузки, различные стрессовые и экстремальные условия профессиональной деятельности, связанные, в частности, с участием в водолазных спусках, а также разнообразные профессиональные вредности (ионизирующие и неионизирующие излучения различной природы, контакты с горюче-смазочными веществами, агрессивными жидкостями и т.д.). ВИДС могут быть обусловлены недостаточностью или нарушением сбалансированности питания при дефиците поступления в организм белков, витаминов и микроэлементов[4]. Со всеми или некоторыми из этих факторов сталкивается специалист при прибытии в страны с неблагоприятным жарким климатом.

К данным факторам в стране пребывания относились:

1) *высокая температура воздуха (среднесуточная около 42 °C);*

2) *высокая относительная влажность воздуха на побережье (среднесуточная 76–82%);*

3) *неблагоприятная санитарно-эпидемиологическая обстановка в районе проведения водолазных спусков: свалки бытового мусора и пищевых отходов вблизи места проведения водолазных работ, большое количество бродячих животных и грызунов, канализационные стоки в море на расстоянии до 200 метров от водолазного поста.*

---

[1] *Андреева Е. А.* Микрофлора внутренних поверхностей гипербарических комплексов и сравнительная оценка эффективности дезинфицирующих средств : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.32. М.: 2000. 24 с.; *Боголюбова А. В.* Иммунитет: борьба с чужими и.. своими // Спецпроект: аутоиммунные заболевания / Биомолекула [Эл. ресурс]. URL: https://biomolecula.ru/articles/immunitet-borba-s-chuzhimi-i-svoimi (посл. посещение: 20.11.2023)

[2] *Боев В. М., Кряжев Д. А., Суменко В. В., Кряжева Е. А., Смолягин А. И.* Реакция иммунной системы и лимфоидной ткани на воздействие химических факторов окружающей среды // Современные проблемы науки и образования [Эл. ресурс]. 2017. № 4. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=26555 (посл. посещение: 20.11.2023)

[3] *Жоголев К. Д.* Диагностика и коррекция вторичных иммунодефицитных состояний у военнослужащих в экстремальных условиях военно-профессиональной деятельности : автореф. дис. ... доктора медицинских наук : 14.00.36. СПб.: [Б. и.]. 2002. 46 с.; *Логунов К. В.* Водолазная физиология и медицина: подготовка кадров : лекция. СПб.: СпбМАПО, 2002. 16 [1] с.; *Мухин Н. А., Моисеев В. С.* Пропедевтика внутренних болезней : учебник. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 848 с.

[4] *Покровский В. И., Пак С. Г., Брико Н. И., Данилкин Б. К.* Инфекционные болезни и эпидемиология : учебник. 2-е издание. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 816 с.; *Смолин В. В.* Водолазные спуски до 60 метров и их медицинское обеспечение. 4-е издание. М.: Слово, 2013. 607 с.; *Шелепов А. М., Смагулов Н. К., Мухаметжанов А. М., Аскаров Б. С.* Экстремальные ситуации и психогенные факторы военно-профессиональной деятельности // Фундаментальные исследования. М.: Академия Естествознания, 2013. № 7. ч. 1. С. 225–228; *Яхонтов Б. О.* Физиологические факторы, лимитирующие глубину водолазных погружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. М.: Академия Естествознания, 2019. № 7. С. 23–30.

На этом фоне увеличилось количество медицинских отводов от водолазных спусков в связи с инфекционными заболеваниями (диарея, гнойничковые и грибковые заболевания кожи и слизистой полости рта, гнойный конъюнктивит), что и побудило к проведению данного исследования.

Инфекционная заболеваемость водолазов распределилась следующим образом:

1) *диарея и острый гастроэнтерит — 56%;*

2) *гнойничковые заболевания кожи — 26%;*

3) *микозы гладкой кожи и крупных складок — 16%;*

4) *гнойничковые заболевания видимых слизистых — 2%.*

С профилактической целью были усилены как общие санитарно-эпидемиологические мероприятия, так и специальные, касаемые обработки и дезинфекции водолазного оборудования.

Согласно требованиям Правил определена кратность обработки спиртом узлов водолазного снаряжения, а именно:

1) *шлем полумягкий с полумаской — перед каждым спуском;*

2) *загубник и дыхательный автомат водолазного аппарата — перед каждым спуском;*

3) *клапанная коробка с клапанами вдоха и выдоха и соединительными трубками вдоха и выдоха — через каждые 15 спусков;*

4) *дыхательный мешок и регенеративная коробка — каждые 15 спусков;*

5) *редуктор дыхательного аппарата — каждые 15 спусков.*

Обработка водолазных барокамер осуществляется согласно инструкций по их эксплуатации: не реже чем 1 раз в 2 недели и при их сильном загрязнении.

Цель исследования

Оценить скорость микробного загрязнения водолазного снаряжения и оборудования в условиях неблагоприятного жаркого климата, определить безопасные сроки их плановой обработки.

Материалы и методы исследования

Для микробиологического исследования были отобраны 4 контрольные точки: 1 — отсек барокамеры, 2 — загубник и дыхательный автомат водолазного аппарата с открытой схемой дыхания, 3 — клапанная коробка с клапанами вдоха и выдоха и соединительными трубками снаряжения с закрытой схемой дыхания, 4 — внутренняя поверхность гидрокомбинезона и утеплитель. После первичной обработки согласно требованиям руководящих документов забор проб проводился еженедельно до получения наглядного результата с последующим посевом на питательные среды на фоне постоянной эксплуатации и планового обслуживания снаряжения. Водолазные спуски в исследуемом водолазном снаряжении проводились ежедневно, барокамера использовалась только в качестве дежурного средства.

Микробиологическое исследование проводилось качественными показателями микрофлоры обследуемых объектов на базе санитарно-эпидемиологического отделения.

Результаты и их обсуждение

Для микробиологического исследования были отобраны 4 контрольные точки: 1— отсек барокамеры, 2 — загубник и дыхательный автомат водолазного аппарата с открытой схемой дыхания, 3 — клапанная коробка с клапанами вдоха и выдоха и соединительными трубками снаряжения с закрытой схемой дыхания, 4 — внутренняя поверхность гидрокомбинезона и утеплитель. После соответствующей обработки забор материала осуществлялся на следующий день (1 сутки), на 7 и 14 сутки. В этот период времени отсек барокамеры обработке не подвергался, спуски в барокамере не проводились, она использовалась в качестве дежурного средства обеспечения водолазных работ. Обслуживание узлов дыхательных аппаратов с открытой и закрытой схемами дыхания проводилось планово перед каждым спуском согласно требованиям, водолазные спуски проводились 5 дней в неделю в течение 2 недель.

Забор материала для исследования проводился зондом для отбора проб с тампоном в пробирке с наполнителем STUART и в течение часа доставлялся в лабораторию. Для формирования колоний микроорганизмов материал

***Табл. 1**. Точки для микробиологического исследования*

Объект исследования	1 день	7 день	14 день
Отсек барокамеры	отрицательный	Streptococcus pyogenes — обильный рост Staphylococcus aureus — скудный рост	Streptococcus pyogenes — обильный рост Staphylococcus aureus — скудный рост Klebsiela pneumonie — очень скудный рост
Загубник и дыхательный автомат	отрицательный	Плесневые грибы — скудный рост	Плесневые грибы — скудный рост
Трубки вдоха и выдоха с клапанной коробкой	отрицательный	Streptococcus pyogenes — очень скудный рост	—
Внутренняя поверхность ГКН	отрицательный	Streptococcus epidermidis — скудный рост Плесневые грибы — скудный рост	Плесневые грибы

переносился на среды Эндо, 5% сахарный бульон и кровяной агар. Для верификации м/о материал переносился на желточно-солевой агар, мясо-пектонный агар, среды Плоскиева и Клигера. Полученные результаты отражены в таблице 1.

В результате анализа основных медико-статистических показателей здоровья водолазов и микробиологических характеристик водолазного снаряжения установлена роль микробной загрязненности как фактора риска заболеваемости некоторыми инфекционными и другими заболеваниями микробной этиологии.

Осуществление спусков в странах с неблагоприятным жарким климатом, имеющих высокие уровни микробной загрязненности, предполагает высокую вероятность контаминации водолазного снаряжения и, соответственно, обусловливает потенциальный риск развития у водолазов заболеваний бактериальной этиологии, в первую очередь инфекционных болезней, а также заболеваний кожи, органов желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей.

В ходе исследования необходимо было уточнить особенности динамики микробного пейзажа при хранении водолазной экипировки. Установлено, что в процессе хранения загрязняющая микрофлора способна длительное время сохраняться на поверхностях водолазного снаряжения, на дистальных (замкнутых) отделах внутренней поверхности «сухих» костюмов.

Заключение

Исследование наглядно показало сокращение сроков обсеменения водолазного снаряжения патогенной микрофлорой, несмотря на плановое обслуживание узлов перед каждым водолазным спуском. Отсеки барокамер, утеплители и внутренние поверхности гидрокомбинезонов сухого типа также обсеменяются значительно быстрее — за 7 дней или через 3–4 спуска.

Выводы

При организации водолазных спусков в странах с неблагоприятным жарким климатом необходимо:

1. При проведении рабочей проверки перед каждым спуском тщательно дезинфицировать не только загубник легочного автомата/клапанной коробки, но и дыхательный автомат водолазного аппарата/клапанную коробку с клапанами вдоха и выдоха и трубками вдоха и выдоха. Командиру спуска необходимо акцентировать внимание и строго контролировать данный элемент обслуживания снаряжения.

2. Сократить срок мытья внутренних поверхностей барокамеры с применением моющих и дезинфицирующих средств до 1 раза в неделю, не исключая влажной уборки в день проведения водолазного спуска.

3. Стирку утеплителей и обработку внутренних поверхностей гидрокомбинезонов проводить через каждые 4–5 спусков.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of the article.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андреева Е. А.* Микрофлора внутренних поверхностей гипербарических комплексов и сравнительная оценка эффективности дезинфицирующих средств : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.32. М.: 2000. 24 с.
2. *Жоголев К. Д.* Диагностика и коррекция вторичных иммунодефицитных состояний у военнослужащих в экстремальных условиях военно-профессиональной деятельности : автореф. дис. ... доктора медицинских наук : 14.00.36. СПб.: [Б. и.]; 2002. 46 с.
3. *Логунов К. В.* Водолазная физиология и медицина: подготовка кадров : лекция. СПб.: СпбМАПО, 2002. 16 [1] с.
4. *Мухин Н. А., Моисеев В. С.* Пропедевтика внутренних болезней : учебник. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 848 с. ISBN 978-5-9704-0770-7
5. *Покровский В. И., Пак С. Г., Брико Н. И., Данилкин Б. К.* Инфекционные болезни и эпидемиология : учебник. 2-е издание. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 816 с. ISBN 978-5-9704-0471-3
6. *Смолин В. В.* Водолазные спуски до 60 метров и их медицинское обеспечение. 4-е издание. М.: Слово, 2013. 607 с. ISBN 978-5-4348-0013-6
7. *Шелепов А. М., Смагулов Н. К., Мухаметжанов А. М., Аскаров Б. С.* Экстремальные ситуации и психогенные факторы военно-профессиональной деятельности // Фундаментальные исследования. М.: Академия Естествознания, 2013. № 7. ч. 1. С. 225–228].
8. *Яхонтов Б. О.* Физиологические факторы, лимитирующие глубину водолазных погружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. М.: Академия Естествознания, 2019. № 7. С. 23–30. DOI: 10.17513/mjpfi.12793
9. *Боголюбова А. В.* Иммунитет: борьба с чужими и.. своими // Спецпроект: аутоиммунные заболевания / Биомолекула [Эл. ресурс]. URL: https://biomolecula.ru/articles/immunitet-borba-s-chuzhimi-i-svoimi (посл. посещение: 20.11.2023)
10. *Боев В. М., Кряжев Д. А., Суменко В. В., Кряжева Е. А., Смолягин А. И.* Реакция иммунной системы и лимфоидной ткани на воздействие химических факторов окружающей среды // Современные проблемы науки и образования [Эл. ресурс]. 2017. № 4. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=26555 (посл. посещение: 20.11.2023)

REFERENCES

1. Andreeva E. A. *Mikroflora vnutrennih poverhnostej giperbaricheskih kompleksov i sravnitel'naya ocenka effektivnosti dezinficiruyushchih sredstv* : avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. med. Nauk : 14.00.32 [Microflora of internal surfaces of hyperbaric complexes and comparative evaluation of the effectiveness of disinfectants. Extended Abstract of Ph.D. Tesis]. Moscow, [S.n.], 2000, 24 p. (in Russ.)
2. Zhogolev K. D. *Diagnostika i korrekciya vtorichnyh immunodeficitnyh sostoyanij u voennosluzhashchih v ekstremal'nyh usloviyah voenno-professional'noj deyatel'nosti* [Diagnostics and correction of secondary immunodeficiency conditions in military personnel in extreme conditions of military professional activity]. Extended Abstract of D.Sc. Thesis. St. Petersburg, [S.n.], 2002, 46 p. (in Russ.)
3. Logunov K. V. *Vodolaznaya fiziologiya i medicina: podgotovka kadrov : Lekciya* [Diving physiology and medicine: training : Lecture]. St. Petersburg, SpbMAPO, 2002, 16[1] p. (in Russ.)
4. Mukhin N. A., Moiseev V. S. *Propedevtika vnutrennih boleznej : uchebnik. 2-e izd.* [Propaedeutics of internal diseases : Textbook. 2nd edition]. Moscow, GEOTAR-Media, 2008, 848 p. (in Russ.)ISBN 978-5-9704-2132-1
5. Pokrovsky V. I., Pak S. G., Briko N. I., Danilkin B. K. Infekcionnye bolezni i epidemiologiya : uchebnik. 2-e izd. [Infectious diseases diseases and epidemiology : Textbook. 2nd edition]. Moscow, GEOTAR-Media, 2007, 816 p. (in Russ.) ISBN 978-5-9704-0471-3
6. Smolin V. V. *Vodolaznye spuski do 60 metrov i ih medicinskoe obespechenie. 2-e izd.* [Diving descents up to 60 meters and their medical suppor. ; 4th edition]. Moscow; Slovo, 2013, 607 p. ISBN 978-5-4348-0013-6
7. Shelepov A. M., Smagulov N. K., Mukhametzhanov A. M., Askarov B. S. *Ekstremal'nye situacii i psihogennye faktory voenno-professional'noj deyatel'nosti* [Extreme situations and psychogenic factors of military-

professional activity]. Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental research]. Moscow, Academy of Natural History, 2013, no. 7, part 1, pp. 225–228. (in Russ.)
8. Yakhontov B. O. *Fiziologicheskie faktory, limitiruyushchie glubinu vodolaznyh pogruzhenij* [Physiological factors limiting the depth of diving dives]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. Moscow, Academy of Natural History, 2019, no. 7, pp. 23–30. (in Russ.) DOI: 10.17513/mjpfi.12793
9. Bogolyubova A. V. Immunitet: bor'ba s chuzhimi i.. svoimi. Specproekt: autoimmunnye zabolevaniya [Immunity: the fight against alien and..their own. Special project: autoimmune diseases]. Biomolecula [Digital resource]. URL: https://biomolecula.ru/articles/immunitet-borba-s-chuzhimi-i-svoimi (last visit: 20.11.2023)
10. Boev V. M., Kryazhev D. A., Sumenko V. V., Kryazheva E. A., Smolyagin A. I. *Reakciya immunnoj sistemy i limfoidnoj tkani na vozdejstvie himicheskih faktorov okruzhayushchej sredy* [The reaction of the immune system and lymphoid tissue to the effects of chemical environmental factors]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education] [Digital resource]. 2017, no. 4. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=26555 (last visit: 20.11.2023)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лесен Матвей Залманович, врач первой категории, врач водолазной медицины, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
SPIN6814–5471
e-mail: ktof_1@yandex.ru

Филюшин Виталий Владимирович, кандидат медицинских наук, врач водолазной медицины, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
SPIN 5250–6962
e-mail: 89219526013@mail.ru

Севастьянова Ирина Игоревна, специалист медицинской реабилитации, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: mapkuzka@mail.ru

Филюшина Елизавета Витальевна, студент 5 курса, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Россия, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6).
e-mail: mapkuzka@mail.ru

Ярков Андрей Михайлович, кандидат медицинских наук, врач водолазной медицины, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д. 3, лит. А).
ORCID ID: https://orcid.org/0000–0001–9349–0085
e-mail: a.yarkov@urc-rgs.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lesen Matvei Zalmanovich, doctor of the first category, Doctor of Diving Medicine, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
SPIN6814–5471
e-mail: ktof_1@yandex.ru

Filyushin Vitalii Vladimirovich, PhD in Medical sciences, Doctor of Diving Medicine, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
SPIN 5250–6962
e-mail: 89219526013@mail.ru

Sevastyanova Irina Igorevna, specialist of medical rehabilitation, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: mapkuzka@mail.ru

Filyushina Elizaveta Vitalievna, 5th year student, S. M. Kirov Military Medical Academy (ul. Akademika Lebedeva, d. 6, Saint Petersburg, 194044, Russia).
e-mail: mapkuzka@mail.ru

Yarkov Andrey Mikhailovitch, Candidate of Medical Sciences, Diving Medicine Physician, Autonomous NonProfit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia). ORCID ID: https://orcid.org/0000–0001–9349–0085
e-mail: a.yarkov@urc-rgs.ru

Поступила в редакцию 28.08.2023
Поступила после рецензирования 20.10.2023
Принята к публикации 10.11.2023

Received 28.08.2023
Revised 20.10.2023
Accepted 10.11.2023

ЭКОЛОГИЯ | ECOLOGY

Оригинальная статья | Original paper

DOI: 10.26175/URC.2023.2.2.008 УДК 504.03

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УГРОЗЫ ИЗ ПРОШЛОГО (ПО МАТЕРИАЛАМ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТАНКЕРА Т-12)

Л. А. Ермакова

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
livia77@inbox.ru

Аннотация На дне Балтийского моря лежат более 6 тысяч военных и транспортных кораблей, затонувших во время Второй мировой войны. Все они в том или ином количестве содержат опасные вещества и потому представляют собой потенциальные источники загрязнения окружающей среды. В статье анализируются результаты гидро- и геохимических исследований проб морской воды и донных отложений, отобранных вокруг танкера Т-12 силами водолазов ЦПИ РГО.

Ключевые слова Таллинский переход, танкер Т-12, ЦПИ РГО, загрязнение нефтепродуктами, ПАУ, ЛАУ, летучие органические соединения, смолы и асфальтены, молекулярные маркеры ПАУ.

Для цитирования *Ермакова Л. А.* Экологические угрозы из прошлого (по материалам обследования танкера Т-12) // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 2. № 3–4. С. 123–145. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.008

ENVIRONMENTAL THREATS FROM THE PAST (BASED ON THE SURVEY OF THE TANKER T-12)

L. A. Ermakova

St. Petersburg, Russian Federation
livia77@inbox.ru

Abstract More than 6 thousand military and transport ships that sank during the Second World War lie on the Baltic seabed. All of them contain hazardous substances in varying quantities and therefore are potential sources of environmental pollution. The article analyzes the results of hydro- and geochemical studies of samples of seawater and bottom sediments taken around tanker T-12 by divers from the Underwater Research Center of the Russian Geographical Society.

Keywords Tallin passage, Tanker T-12, Underwater Research Center of the Russian Geographical Society, pollution with petroleum products, PAHs, LAHs, volatile organic compounds, gums and asphaltenes, molecular markers of PAHs.

For citation Ermakova L. A. Environmental threats from the past (based on the survey of the tanker T-12). *Hydrocosmos*. 2023. Vol. 1, 2, no. 3–4, pp. 123–145. DOI: https://doi.org/10.26175/URC.2023.2.2.008 (In Russ.)

Из-за стремительного наступления гитлеровских войск летом 1941 года главная военно-морская база Советского Союза на Балтике в г. Таллин оказалась в сухопутной блокаде. Командование Краснознаменного Балтийского флота приняло решение о полной эвакуации сил и средств на Ленинградскую военно-морскую базу.

Двадцать восьмого августа 1941 года из портов Таллинского залива вышли 225 кораблей и судов, составлявших основную силу Балтийского флота. На их борту находились 41 992 человека. До Кронштадта дошли лишь 163 корабля и судна: 62 погибли. Вместе с ними погибли 15 111 человек. Эти трагические и наполненные героизмом дни вошли в историю флота и историю нашей страны как Таллинский прорыв.

Одним из судов, следовавших в составе конвоя № 3, был танкер Т-12 (см. рис. 1).

Танкер был построен в 1938 году в г. Любек (Германия). В 1940 году приобретен СССР и включен в состав Краснознаменного Балтийского Флота. Вместимость — 1240 брт. Размерения — 70,5 × 10,5 × 4,4 м.

В тот день на борту Т-12 находилось 300 человек из состава эвакуируемых из окруженного Таллина частей: 200 бойцов 10-го стрелкового корпуса и 100 человек из инженерного отдела.

Танкер был потоплен немецкой авиацией 29 августа 1941 года в районе о. Большой Тютерс в точке с координатами 59°59.753' с.ш. 027°19.718' в.д.

Как показали обследования, выполненные водолазами АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества» (далее — ЦПИ РГО), корпус судна находится на глубине 63 метра с дифферентом на корму, поврежденную и сильно заглубленную в илистый грунт. Сохранились якоря, якорные цепи, брашпиль, установленные на баке зенитные орудия. В исключительно хорошем состоянии ходовая рубка и, в частности, ходовой мостик со штурвалом, машинным телеграфом, компасом, различными приборами, судовым имуществом. В рубке находятся столы, навигационные инструменты, средства связи. На палубе много стрелкового оружия, патроны, пулеметные ленты, стреляные гильзы, имущество бойцов. И это лишь один из эпизодов трагедии Великой Отечественной войны.

Рис. 1. *Танкер Т-12*

Рис. 2. *Утечка нефтепродуктов с Т-12. Цифровая модель*

На сегодняшний день на дне Балтийского моря лежит более 6 тысяч объектов, затонувших во время Второй мировой войны. И все они не только свидетели и память о трагедии тех лет, но и потенциальные источники опасности (см. рис. 2).

По подсчетам специалистов, лежащие на морском дне десятки тысяч затонувших судов содержат в себе от 3 до 25 миллионов тонн нефтепродуктов[1]. Морская среда агрессивна по своему составу, поэтому вероятная опасность таких судов увеличивается со временем из-за постепенного их разрушения. Применительно к Балтийскому морю данное обстоятельство усугубляется еще и тем, что оно, будучи внутренним и окруженным при этом развитыми в промышленном отношении государствами, и так относится к числу наиболее загрязненных на планете.

Проводя планомерное обследование затонувших объектов в акватории Финского залива Балтийского моря и идентифицируя погибшие суда и корабли, команда исследователей ЦПИ РГО обратила внимание на постоянные разводы нефтепродуктов над одним из объектов. Этим объектом оказался танкер Т-12. Было принято решение о проведении экологических исследований в этом месте.

Методика отбора проб

Пробоотбор был выполнен силами водолазов-глубоководников ЦПИ РГО. Ими была разработана методика взятия образцов донных отложений и морской воды, которая позволила обеспечить точность пробоотбора и его привязку к конкретному месту затонувшего судна.

В ходе подготовительного этапа корпус танкера был размечен осевой и поперечными линиями с помощью концов с грузами. Ввиду ограниченности времени пребывания водолазов на глубине 60–63 м отбор проб морской воды и донных отложений следовало произвести максимально быстро и точно. Был составлен планшет с указанием конструктивных элементов судна и точных мест пробоотбора. Спустившись по спусковому концу и попав на корпус судна, следуя разметке, водолаз выходил на место отбора проб.

Для эффективной и безопасной работы на данном объекте водолазами применялись дыхательные аппараты с замкнутой системой дыхания с электронным управлением

[1] *Kuria Ndungu, Beylich B., Staalstrom A., Øxnevad S., Berge J., Braaten H. F. V., Schaanning M., Bergstrøm R.* Petroleum oil and mercury pollution from shipwrecks in Norwegian coastal waters. Science of the Total Environment. Elsevier, 2017, vol. 593–594. p. 624.

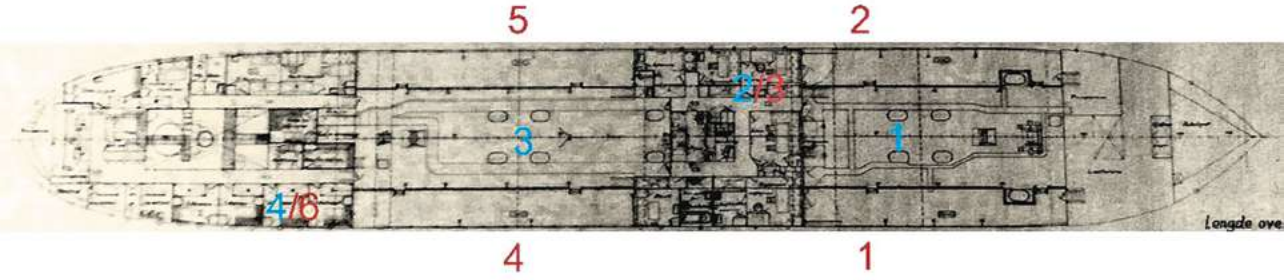


Рис. 3. *Схема пробоотбора на танкере Т-12 (синими цифрами обозначены станции отбора проб морской воды, коричневыми – станции отбора проб донных отложений)*

и искусственной дыхательной газовой смесью, что позволило увеличить эффективное время нахождение на глубине, обеспечить результативный пробоотбор и минимизировать время декомпрессии.

Условия на грунте во время отбора проб: глубина — 60–63 метра, видимость — 3–5 м, температура — 4 °С, практически полное отсутствие течений.

Пробы **морской воды** отобраны на 6 станциях (см. рис. 3):

№ 1 — над танком № 3;

№ 2 — из надстройки;

№ 3 — над танками № 5 и 6;

№ 4 — в месте разрушения кормы;

№ 5 — из поверхностного слоя водной толщи в районе визуального обнаружения маслянистых разводов на расстоянии около 50–60 м от затонувшего танкера;

№ 6 — фоновая на расстоянии около 50–60 м от затонувшего танкера.

Пробы на станциях 1–4 и 6 отбирались из слоя водной толщи над элементами конструкции судна (в том числе над горловинами танков) в 5-литровые пластиковые емкости, предварительно заполненные на поверхности дистиллированной водой. Прибыв на место отбора проб, водолаз очищенным сжатым воздухом отжимал воду из емкости и наполнял ее окружающей водой, затем емкость закупоривалась и поднималась на поверхность.

На станции 5 пробоотбор морской воды из поверхностного слоя с маслянистыми разводами был выполнен с борта вспомогательного судна.

На поверхности пробы для лабораторных исследований переносились в стеклянную тару с притертыми крышками (на общее содержание нефтепродуктов и полиароматические углеводороды (ПАУ) — по 1 л, на алканы — по 0,5 л, на летучие органические соединения — 200 см^3).

Пробы на нефтепродукты законсервированы с помощью 1 см^3 серной кислоты и 2 см^3 четыреххлористого углерода на 1 л воды, пробы на алканы — при помощи 1 см3 серной кислоты и 5 см^3 четыреххлористого углерода на 0,5 л воды.

Хранение проб осуществлялось в холодильнике при 2,5 °С.

Пробы **донных отложений** отобраны на 7 станциях (см. рис. 3):

№ 1 — в районе трюма № 3 по правому борту;

№ 2 — в районе трюма № 3 по левому борту;

№ 3 — из надстройки;

№ 4 — в районе трюма № 6 по правому борту;

№ 5 — в районе трюма № 6 по левому борту;

№ 6 — из разрушенного участка кормовой оконечности;

№ 7 — фоновая на расстоянии около 50–60 м от затонувшего танкера.

На станциях 1, 2, 4, 5, 7 (в конкретных точках за пределами корпуса судна) донные отложения отбирались водолазами с помощью пробоотборников (трубок) из нейтрального пластика длиной 0,4 м. Затем пробоотборники закрывались и поднимались на поверхность.

На станциях 3 и 6 (из внутренних помещений судна) донные отложения отбирались в герметично закрываемые лотки из нейтрального пластика.

На поверхности пробы для лабораторных исследований переносились в стеклянную тару с притертыми крышками (по 0,5 кг на алканы и ПАУ, по 110–150 г на смолы и асфальтены) и в полиэтиленовые пакеты (по 1 кг на общее содержание нефтепродуктов).

Хранение проб осуществлялось в холодильнике при 2,5 °C.

Лабораторные исследования

Лабораторные исследования включали в себя анализ проб морской воды на общее содержание растворенных нефтепродуктов, на содержание летучих органических соединений (ацетон, бутанол-1,2, изопропанол, пропанол-1, бутилацетат, кумол, м-, п-ксилолы, о-ксилол, пентанол-1, циклогексанол, этилацетат, пропилацетат, бензол, толуол, этилбензол, стирол, хлорбензол, 1,2-дихлорэтан), на содержание полиароматических углеводородов (ПАУ) (бенз(а)пирен, бенз(k)флуорантен, нафталин, фенантрен, аценафтен, бенз(а)антрацен, флуорантен, пирен, индено(1,2,3-cd) пирен, флуорен, антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, дибенз(a, h)антрацен, бенз(g, h, i)перилен), алканов С9–С32 и анализ проб донных отложений на общее содержание нефтяных углеводородов, смол и асфальтенов, ПАУ и алканов С9–С32[2].

Химические анализы выполнены в аналитической лаборатории ООО «Лаборатория»[3].

Результаты лабораторных исследований

Исследования проб морской воды

Общее содержание растворенных нефтепродуктов

Во всех придонных пробах воды общее содержание нефтепродуктов менее 40 мкг/л, что не превышает ПДК (50 мкг/л (0,05 мг/л) для водных объектов рыбохозяйственного значения, к которым относится и Финский залив)[4].

Общее содержание растворенных нефтепродуктов в пробе воды, отобранной из поверхностного слоя водной толщи на расстоянии около 50–60 м от затонувшего танкера в районе визуального обнаружения маслянистых разводов, составляет 200 мкг/л, что в 4 раза превышает ПДК.

Летучие органические соединения

Из 19 веществ лишь для ацетона (пропана-2-он) и изопропанола массовые концентрации превышают установленные ПДК (см. таб. 1). Содержание ацетона варьировалось от 0,106±0,026 мг/л до 0,31±0,08 мг/л (превышения ПДК в 2–6 раз). Наибольшие значения отмечены на станции 2: в пробе воды из надстройки. Содержание изопропанола на пяти из шести станций составляло от 0,028±0,01 мг/л до 0,054±0,019 мг/л (превышения ПДК в 3–5 раз). Исключение — станция 5 (проба воды с поверхности). Наибольшие значения отмечены на фоновой станции 6.

Еще для четырех веществ (м-, п-ксилолы (<0,010 мг/л), циклогексанол (<0,01 мг/л), этилбензол (<0,0050 мг/л) и хлорбензол (<0,0050 мг/л)) нельзя исключать превышение ПДК, так как величины последних ниже пределов обнаружения указанных веществ согласно применявшимся методикам.

[2] Применяемые методики: ПНД Ф 14.1:2:4.273-2012; ЦВ 3.12.59-2010 (ФР. 1.31.2005.01586); ФР.1.31.2004.01272 (М-МВИ-109-03); ПНДФ 14.1:2:4.70-96.

[3] Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.21.АК94, дата внесения сведений 11.08.2016.

[4] Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приложение к приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года). Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [эл. ресурс]. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (посл. посещение: 16.10.2023)

Табл. 1. *Содержание летучих органических соединений в воде, мг/л*

	1	2	3	4	5	6ф	ПДК	Класс опасности
Ацетон	0,12±0,03	0,31±0,08	0,12±0,03	0,18±0,05	0,106±0,026	0,116±0,029	0,05	3
Бутанол-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	4
Бутанол-2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2*	3
Изопропанол	0,029±0,01	0,029±0,01	0,028±0,01	0,031±0,011	<0,01	0,054±0,019	0,01	4
Пропанол-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,25*	3
Бутилацетат	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09± 0,03	0,3	4
Кумол	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,1	3
м-, п- ксилолы (суммарно)	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,005 (п-ксилол)	3
о-ксилол	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,05	3
Пентанол-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,5*	3
Циклогексанол	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,001	3
Этилацетат	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2	4
Пропилацетат	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	3
Бензол	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,5	4
Толуол	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,5	3
Этилбензол	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,001	3
Стирол	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,1	3
Хлорбензол	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,001	3
1,2-дихлорэтан	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,1	3

* Значения ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.1315–03)[5]. Для водных объектов рыбохозяйственного значения по данным параметрам ПДК не установлены[6].
Для остальных параметров приведены ПДК для объектов рыбохозяйственного значения.
Красным цветом выделены значения, превышающие ПДК, оранжевым — возможно, превышающие ПДК.

[5] Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 // Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 № 78 «О введении в действие ГН 2.1.5.1315-03» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2003 № 4550) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43149/ (посл. посещение: 16.10.2023)

[6] Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения... URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (посл. посещение: 16.10.2023)

Табл. 2. *Содержание ПАУ в воде, мкг/л*

	1	2	3	4	5	6ф	ПДК	Класс опасно-сти	Индекс токсич-ности
Бенз(а)пирен	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	0,01*	1	1,0
Бенз(k) флуо-рантен	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004			
Нафталин	<0,10	<0,10	0,1±0,04	<0,10	<0,10	0,12± 0,05	4	3	0,001
Фенантрен	0,029± 0,012	0,039± 0,016	0,033± 0,014	0,032± 0,013	0,053± 0,022	0,041± 0,017		2	0,001
Аценафтен	0,039± 0,016	0,037± 0,017	0,042± 0,017	0,03± 0,012	0,041± 0,016	0,034± 0,014			0,001
Бенз(а) антра-цен	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025			0,05
Флуорантен	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10			0,034
Пирен	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10			0,08
Индено(1,2,3-cd)пирен	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10			0,1
Флуорен	<0,025	0,035± 0,015	0,027± 0,011	0,032± 0,013	0,044± 0,018	0,031± 0,013			0,001
Антрацен	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004		2	0,01
Хризен	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015			0,09
Бенз(b) флуо-рантен	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025			0,1
Дибенз(a,h) антрацен	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		1	1,4
Бенз(g,h,i) пе-рилен	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025			1,0

* Значения ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.1315-03)[7]. Для водных объектов рыбохозяйственного значения по данному параметру ПДК не установлены[8]. Для нафталина приведен ПДК для водного объекта рыбохозяйственного назначения.

** Индекс токсичности ПАУ выражен в долях единицы относительно канцерогенной опасности бенз(а)пирена[9].

[7] Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03... URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43149/ (посл. посещение: 16.10.2023)

[8] Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения... URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (посл. посещение: 16.10.2023)

[9] *Опекунов А. Ю., Митрофанова Е. С., Санни С., Коммедал Р., Опекунова М. Г., Баги А.* Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях рек и каналов Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 102.

Полиароматические углеводороды (ПАУ)

Полиароматические углеводороды (ПАУ) в экологии рассматриваются как приоритетные загрязняющие вещества, поскольку они способны вызывать канцерогенные и мутагенные изменения в живых организмах. ПАУ накапливаются в объектах окружающей среды как за счет поступления природного органического вещества (биогенные) или нефти и нефтепродуктов, не связанных с горением (петрогенные), так и из техногенных источников, таких как выбросы в атмосферу промышленных предприятий, предприятий теплоэнергетики и автомобильного транспорта (пирогенные).

В России из всех ПАУ применительно к водным объектам установлены ПДК только для бенз(а)пирена (для водных объектов хозяйственно-питьевого и куль-турно-бытового водопользования ПДК — 0,01 мкг/л (0,00001 мг/л); для водных объектов рыбохозяйственного значения ПДК не установлена) и для нафталина (для водных объектов рыбохозяйственного значения — 4 мкг/л (0,004 мг/л); для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования — 10 мкг/л (0,01 мг/л)). Как видно из полученных данных (см. таб. 2), содержание указанных ПАУ в пробах воды не превышает ПДК.

Интерес представляет распределение лишь четырех параметров: нафталина, фенантрена, аценафтена и флуорена, массовые концентрации которых превышают пределы обнаружения.

Повышенные по сравнению с остальными станциями концентрации нафталина (0,1±0,04 мкг/л и 0,12±0,05 мкг/л соответственно) отмечены на станциях 3 и фоновой 6. Массовые концентрации фенантрена варьируются от 0,029±0,012 мкг/л (станция 1) до 0,041±0,017 мкг/л (станция 5). Массовые концентрации аценафтена составляют от 0,03±0,012 мкг/л (станция 4) до 0,042±0,017 мкг/л (станция 3), чуть меньше (0,041±0,016 мкг/л) на станции 5. Минимальная массовая концентрация флуорена (<0,025 мкг/л) отмечена на станции 1, на остальных станциях она варьируется от 0,027±0,011 мкг/л (станция 3) до 0,044±0,018 мкг/л (станция 5).

Алканы

Содержание алканов в пробах воды представлено в таблице 3 и на рис. 4.

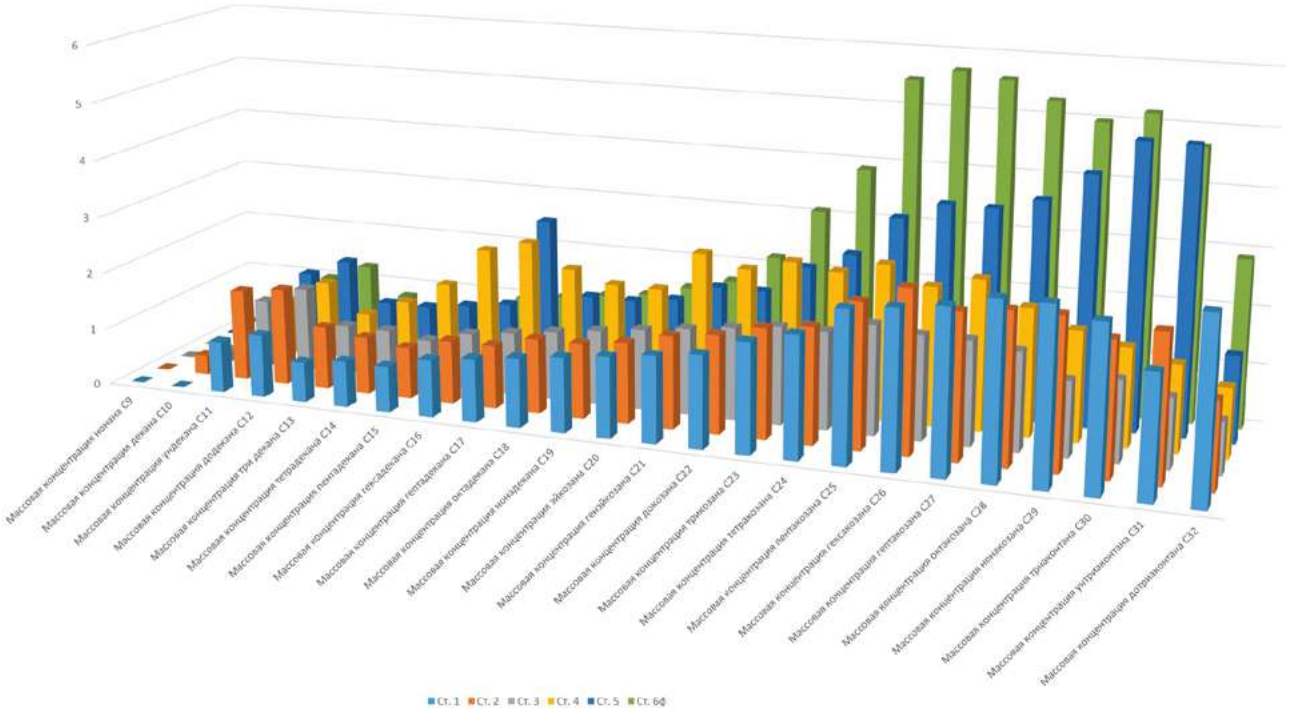


Рис. 4. *Содержание алканов в пробах воды, мкг/л*

Табл. 3. *Содержание алканов в воде, мкг/л*

	1	2	3	4	5	6ф
Массовая концентрация нонана С9	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Массовая концентрация декана С10	<0,2	<0,2	0,2 ± 0,11	<0,2	<0,2	<0,2
Массовая концентрация ундекана С11	0,9 ± 0,5	0,34 ± 0,19	1,2 ± 0,7	1 ± 0,6	1,3 ± 0,7	1 ± 0,6
Массовая концентрация додекана С12	1,1 ± 0,6	1,6 ± 0,9	1,5 ± 0,8	1,4 ± 0,7	1,6 ± 0,9	1,3 ± 0,7
Массовая концентрация тридекана С13	0,7 ± 0,4	1,7 ± 0,9	0,9 ± 0,5	0,9 ± 0,5	0,9 ± 0,5	0,8 ± 0,4
Массовая концентрация тетрадекана С14	0,8 ± 0,4	1,1 ± 0,6	0,9 ± 0,5	1,2 ± 0,6	0,9 ± 0,5	0,8 ± 0,4
Массовая концентрация пентадекана С15	0,8 ± 0,5	1 ± 0,5	0,8 ± 0,5	1,6 ± 0,9	1 ± 0,6	0,8 ± 0,4
Массовая концентрация гексадекана С16	1 ± 0,6	0,9 ± 0,5	1 ± 0,6	2,3 ± 1,2	1,1 ± 0,6	1 ± 0,5
Массовая концентрация гептадекана С17	1,1 ± 0,6	1,1 ± 0,6	1,1 ± 0,6	2,5 ± 1,4	2,7 ± 1,5	1,1 ± 0,6
Массовая концентрация октадекана С18	1,2 ± 0,7	1,1 ± 0,6	1,2 ± 0,7	2,1 ± 1,2	1,4 ± 0,8	1,2 ± 0,7
Массовая концентрация нонадекана С19	1,3 ± 0,7	1,3 ± 0,7	1,3 ± 0,7	1,9 ± 1	1,4 ± 0,7	1,3 ± 0,7
Массовая концентрация эйкозана С20	1,4 ± 0,8	1,3 ± 0,7	1,4 ± 0,8	1,9 ± 1	1,5 ± 0,8	1,5 ± 0,8
Массовая концентрация генэйкозана С21	1,5 ± 0,8	1,4 ± 0,8	1,5 ± 0,8	2,6 ± 1,4	1,8 ± 1	1,7 ± 1
Массовая концентрация докозана С22	1,6 ± 0,9	1,6 ± 0,9	1,6 ± 0,9	2,4 ± 1,3	1,8 ± 1	2,2 ± 1,2
Массовая концентрация трикозана С23	1,9 ± 1	1,7 ± 0,9	1,7 ± 0,9	2,6 ± 1,5	2,3 ± 1,2	3,1 ± 1,7
Массовая концентрация тетракозана С24	2,1 ± 1,1	1,9 ± 1,1	1,7 ± 0,9	2,5 ± 1,4	2,6 ± 1,4	3,9 ± 2,2
Массовая концентрация пентакозана С25	2,6 ± 1,4	2 ± 1,1	1,9 ± 1,1	2,7 ± 1,5	3,3 ± 1,8	5,5 ± 2,5
Массовая концентрация гексакозана С26	2,7 ± 1,5	2,5 ± 1,4	1,8 ± 1	2,4 ± 1,3	3,6 ± 2	5,7 ± 2,6
Массовая концентрация гептакозана С27	2,8 ± 1,5	2,8 ± 1,5	1,8 ± 1	2,6 ± 1,4	3,6 ± 2	5,6 ± 2,5
Массовая концентрация октакозана С28	3 ± 1,6	2,5 ± 1,4	1,7 ± 1	2,2 ± 1,2	3,8 ± 2,1	5,3 ± 2,4
Массовая концентрация нонакозана С29	3 ± 1,7	2,6 ± 1,4	1,3 ± 0,7	1,9 ± 1	4,3 ± 2,4	5 ± 2,3
Массовая концентрация триаконтана С30	2,8 ± 1,6	2,6 ± 1,4	1,4 ± 0,8	1,7 ± 1	4,9 ± 2,7	5,2 ± 2,3
Массовая концентрация унтриаконтана С31	2,1 ± 1,1	2,3 ± 1,3	1,2 ± 0,7	1,5 ± 0,8	4,9 ± 2,7	4,7 ± 2,6
Массовая концентрация дотриаконтана С32	3,1 ± 1,7	2,5 ± 1,4	0,9 ± 0,5	1,2 ± 0,7	1,5 ± 0,8	2,9 ± 1,6

Исследования проб донных отложений

Донные отложения — критическая зона в морской среде, где накопление загрязняющих веществ, в том числе и ПАУ, намного превышает их содержание в водной толще[10]. При этом донные отложения являются средой обитания бентосных организмов и, будучи загрязненными, вызывают не только вторичное загрязнение поверхностных вод, но и оказывают негативное воздействие на различные звенья трофической цепи, включая микро- и макроорганизмы[11].

Общее содержание нефтяных углеводородов

Общее содержание нефтепродуктов в пробах донных отложений варьирует от 51±21 до свыше 100 мг/кг (см. таб. 4), что как минимум в 5–10 раз превышает региональные фоновые значения (10 мг/кг)[12].

Наименьшие величины параметра отмечаются на фоновой станции 7, а наибольшие (свыше 100 мг/кг) — на станциях 2 и 4 (у трюма № 3 по левому борту и у трюма № 6 по правому борту).

ПДК для содержания нефтепродуктов в донных отложениях на федеральном уровне в Российской Федерации не установлены. В ряде регионов установлены региональные нормативы: например, в Ханты-Мансийском автономном округе предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов составляет 20 мг/кг[13].

Содержание смол и асфальтенов

Наибольшие значения содержания смол и асфальтенов зафиксированы на станции 1 (по правому борту у трюма № 3), а также на станциях 5 (по левому борту у трюма № 6) и 6 (на разломе кормы) (см. таб. 5).

Полиароматические углеводороды (ПАУ)

Полученные данные представлены в таблице 6.

Красным цветом выделены значения, превышающие ПДК.

Табл. 4. *Общее содержание нефтяных углеводородов (НУВ) в донных отложениях, мг/кг*

Станция	1	2	3	4	5	6	7ф
Массовая доля НУВ	66±25	>100	58±23	>100	74±28	53±21	51±20

Табл. 5. *Содержание смол и асфальтенов, мг/г*

Станция	1	2	3	4	5	6	7ф
Массовая доля смол и асфальтенов	>0,07	<0,020	<0,020	<0,020	0,066±0,014	0,034±0,014	<0,020

[10] *Жилин А. Ю., Киреева Л. И.* Полициклические ароматические углеводороды в воде, биоте и донных осадках Баренцева моря // Известия ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 342.

[11] *Поляк Ю. М., Губелит Ю. И., Шигаева Т. Д., Бакина Л. Г., Кудрявцева В. А., Дембска Г., Пазиковска-Сапота Г.* Мониторинг Финского залива Балтийского моря: влияние антропогенных факторов на биогеохимические процессы в прибрежной зоне // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018. Т. 29. № 2. С. 110.

[12] Там же. С. 104.

[13] Региональный норматив «Предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», утвержденный постановлением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10.11.2004 № 441-П (в редакции постановления Правительства ХМАО-Югры от 22.07.2016)). URL: https://docs.cntd.ru/document/991016047 (посл. посещение: 16.10.2023)

Табл. 6. *Содержание ПАУ в донных отложениях, г/кг*

	1	2	3	4	5	6	7ф	ПДК	Класс опасности	Индекс токсичности (It)*
Бенз(а)-пирен	0,000008	0,000017± 0,000007	0,00073± 0,00029	0,000045± 0,000018	0,0000012± 0,0000005	0,000045± 0,000018	0,0000023± 0,0000009	0,00002	1	1,0
Бенз(k) флуорантен	0,000015	0,000018± 0,000007	0,00054± 0,00022	<0,0000012	0,0000036± 0,0000014	0,000043± 0,000017	<0,0000012			
Нафталин	<0,0000012	<0,0000012	0,00016± 0,00006	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012		3	0,001
Фенан-трен	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012		2	0,001
Аценаф-тен	<0,0000012	<0,0000012	0,000038± 0,000015	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			0,001
Бенз(а) антрацен	<0,0000012	<0,0000012	0,0019± 0,0008	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			0,05
Флуоран-тен	<0,0000012	<0,0000012	0,00014± 0,00005	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			0,034
Пирен	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			0,08
Индено(1,2,3-cd)пирен	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			0,1
Флуорен	<0,0000012	<0,0000012	0,000046± 0,000019	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012		2	0,001
Антрацен	0,000012	0,000018± 0,000007	0,0012± 0,0005	<0,0000012	<0,0000012	0,000038± 0,000015	<0,0000012			0,01
Хризен	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			0,09
Бенз(b) флуорантен	0,00001	0,000031± 0,000012	0,001± 0,0004	<0,0000012	<0,0000012	0,000068± 0,000027	<0,0000012			0,1
Дибенз(a,h) антрацен	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012		1	1,4
Бенз(g,h,i) перилен	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012			1,0

* - Индекс токсичности ПАУ выражен в долях единицы относительно канцерогенной опасности бенз(а)пирена[14].

Красным цветом выделены значения, превышающие ПДК.

[14] *Опекунов А. Ю., Митрофанова Е. С. И др.* Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях рек и каналов Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 102.

В России не установлены ПДК по ПАУ для донных отложений. Для почв данный норматив установлен только для бенз(а)пирена: 0,02 мг/кг (0,00002 г/кг)[15]. Данный ПДК превышен на трех станциях: 3 (в надстройке), 4 (по правому борту у трюма № 6) и 6 (на разломе кормы). В пробах со станций 4 и 6 концентрация бенз(а)пирена превышает ПДК в 2,5 раза, а в надстройке — в 36,5 (!) раз.

Помимо бенз(а)пирена, выше пределов обнаружения оказалось содержание нафталина, аценафтена, антрацена, бенз(а)антрацена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, флуорена и флуорантена.

Содержание всех перечисленных ПАУ на станции 3 (в надстройке) существенно превышает содержание на всех остальных станциях. По бенз(а)пирену, антрацену, бенз(b)флуорантену и бенз(k)флуорантену также несколько выделяется станция 6 (разлом кормы) и в существенно меньшей степени станции 2 (по левому борту у трюма № 3) и 1 (по правому борту у трюма № 3). На станции 4 (по правому борту у трюма № 6) отмечается несколько повышенное содержание бенз(а)пирена. На станциях 5 (по правому борту у трюма № 6) и фоновой 7 все параметры ниже порога обнаружения.

Алканы

Содержание алканов в пробах донных отложений представлено в таблице 7 и на рис. 5.

Анализ полученных результатов

Представляющие интерес с точки зрения анализа данные по содержанию углеводородов и их производных в пробах воды и донных отложений в обобщенной форме схематически представлены на рис. 6 и 7 соответственно.

Во всех придонных пробах морской воды общее содержание нефтепродуктов менее 40 мкг/л, что не превышает ПДК. В связи с тем, что используемая методика химического анализа была нацелена на выявление именно концентраций, превышающих ПДК, как наиболее опасных для окружающей среды, это не позволило определить более низкие содержания параметра в воде.

Вместе с тем нельзя исключать превышение над фоновыми концентрациями, которые для данной части Финского залива составляют 23 мкг/л. Уточнение данного вопроса требует проведения дополнительных анализов.

[15] Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03... URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43149/ (посл. посещение: 16.10.2023)

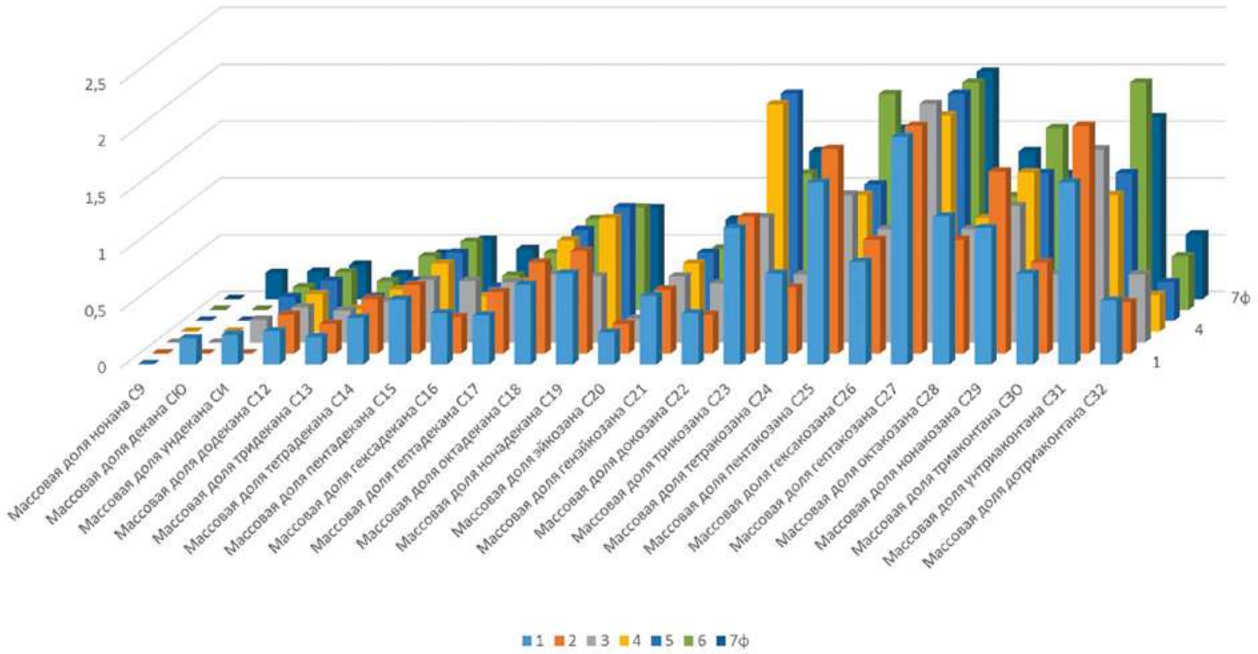


Рис. 5. *Содержание алканов в донных отложениях, мг/кг*

Табл. 7. *Содержание алканов в донных отложениях, мг/кг*

	1	2	3	4	5	6	7ф
Массовая концентрация нонана С9	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Массовая концентрация декана С10	0,34 ± 0,17	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,23 ± 0,12
Массовая концентрация ундекана С11	0,26 ± 0,13	<0,2	0,33 ± 0,16	<0,2	0,21 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,24 ± 0,12
Массовая концентрация додекана С12	0,48 ± 0,24	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,33 ± 0,16	0,35 ± 0,18	0,33 ± 0,16	0,3 ± 0,15
Массовая концентрация тридекана С13	0,6 ± 0,3	0,31 ± 0,16	0,37 ± 0,18	0,2 ± 0,1	0,21 ± 0,1	0,25 ± 0,12	0,22 ± 0,11
Массовая концентрация тетрадекана С14	0,32 ± 0,16	0,28 ± 0,14	0,6 ± 0,3	0,37 ± 0,18	0,35 ± 0,18	0,47 ± 0,24	0,4 ± 0,2
Массовая концентрация пентадекана С15	0,54 ± 0,27	0,36 ± 0,18	0,31 ± 0,16	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,52 ± 0,26
Массовая концентрация гексадекана С16	0,8 ± 0,4	0,55 ± 0,28	0,44 ± 0,22	0,31 ± 0,16	0,3 ± 0,15	0,3 ± 0,15	0,44 ± 0,22
Массовая концентрация гептадекана С17	0,9 ± 0,5	0,54 ± 0,27	0,8 ± 0,4	0,44 ± 0,22	0,45 ± 0,22	0,5 ± 0,25	0,42 ± 0,21
Массовая концентрация октадекана С18	0,26 ± 0,13	0,53 ± 0,26	1 ± 0,5	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,7 ± 0,4
Массовая концентрация нонадекана С19	0,56 ± 0,28	0,6 ± 0,3	0,26 ± 0,13	1 ± 0,5	1 ± 0,5	0,9 ± 0,5	0,8 ± 0,4
Массовая концентрация эйкозана С20	0,34 ± 0,17	0,58 ± 0,29	0,6 ± 0,3	0,26 ± 0,13	0,25 ± 0,12	0,27 ± 0,14	0,29 ± 0,14
Массовая концентрация генэйкозана С21	1,2 ± 0,6	0,21 ± 0,1	0,32 ± 0,16	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,54 ± 0,27	0,7 ± 0,3
Массовая концентрация докозана С22	0,58 ± 0,29	0,58 ± 0,29	2 ± 1	0,32 ± 0,16	0,36 ± 0,18	0,32 ± 0,16	0,41 ± 0,2
Массовая концентрация трикозана С23	1,8 ± 0,9	0,52 ± 0,26	0,8 ± 0,4	2 ± 1	2 ± 1	1,2 ± 0,6	1,3 ± 0,6
Массовая концентрация тетракозана С24	1 ± 0,5	1,1 ± 0,6	1,2 ± 0,6	0,8 ± 0,4	0,7 ± 0,3	0,57 ± 0,28	0,7 ± 0,4
Массовая концентрация пентакозана С25	2 ± 1	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	1,2 ± 0,6	1,2 ± 0,6	1,9 ± 0,9	1,5 ± 0,8
Массовая концентрация гексакозана С26	1 ± 0,5	1,3 ± 0,7	1,9 ± 1	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	1 ± 0,5	0,9 ± 0,4
Массовая концентрация гептакозана С27	1,6 ± 0,8	1 ± 0,5	1 ± 0,5	1,9 ± 1	2 ± 1	2 ± 1	2 ± 1
Массовая концентрация октакозана С28	0,8 ± 0,4	2,1 ± 1,1	1,4 ± 0,7	1 ± 0,5	1 ± 0,5	1 ± 0,5	1,3 ± 0,6
Массовая концентрация нонакозана С29	2 ± 1	1 ± 0,5	0,8 ± 0,4	1,4 ± 0,7	1,3 ± 0,7	1,6 ± 0,8	1,1 ± 0,6
Массовая концентрация триаконтана С30	0,45 ± 0,22	1,2 ± 0,6	1,2 ± 0,6	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4	0,8 ± 0,4
Массовая концентрация унтриаконтана С31	0,34 ± 0,17	0,6 ± 0,3	0,32 ± 0,16	1,2 ± 0,6	1,3± 0,6	2 ± 1	1,6 ± 0,8
Массовая концентрация дотриаконтана С32	0,26 ± 0,13	1,7 ± 0,8	0,33 ± 0,16	0,32 ± 0,16	0,34 ± 0,17	0,47 ± 0,24	0,57 ± 0,28

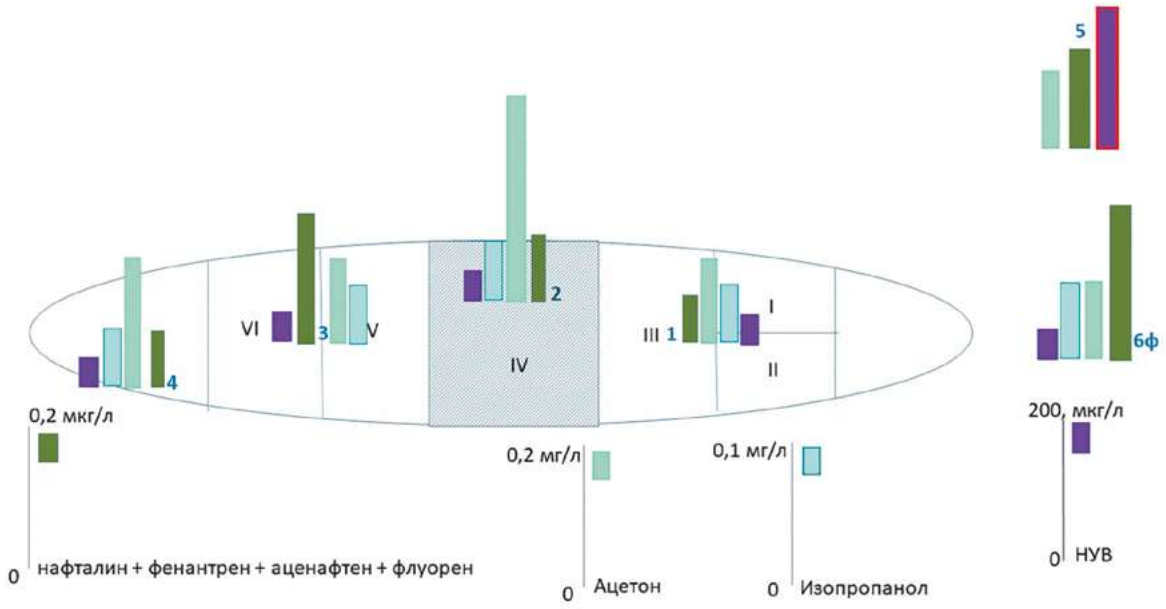


Рис. 6. *Содержание некоторых углеводородов и их производных в пробах воды*

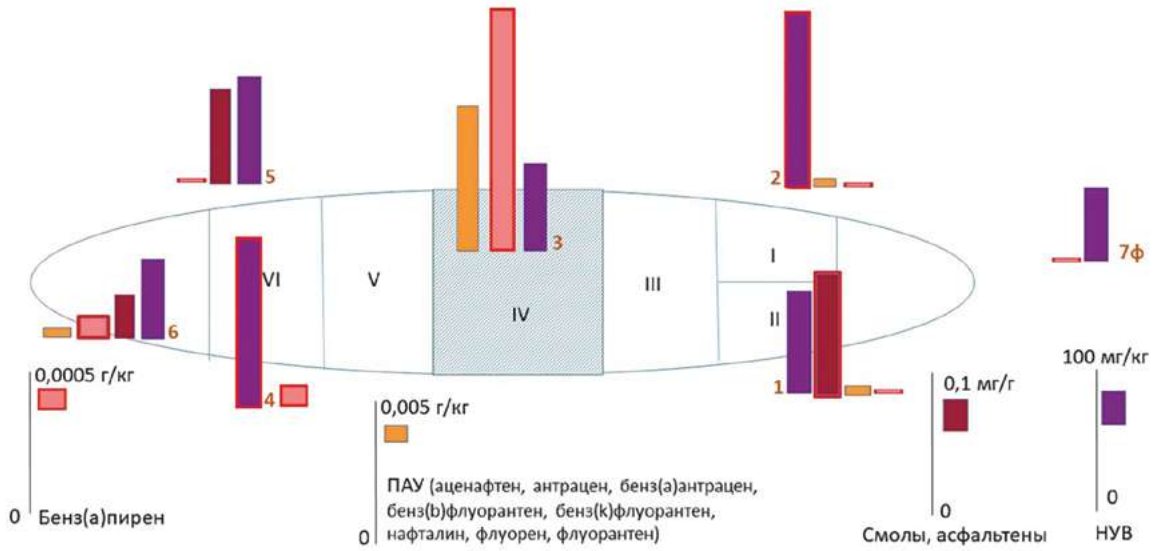


Рис. 7. *Содержание некоторых углеводородов в пробах донных отложений*

Наличие маслянистых разводов на расстоянии около 50–60 м от затонувшего танкера свидетельствует о продолжающемся поступлении нефтепродуктов в морскую среду. Общее содержание растворенных нефтепродуктов в пробе воды, отобранной из поверхностного слоя водной толщи в районе визуального обнаружения маслянистых разводов, в 4 раза превышает ПДК и составляет 200 мкг/л. Отсутствие превышения ПДК в пробе придонной воды, отобранной в той же точке, может быть связано с относительно быстрым всплытием поступающих нефтепродуктов в поверхностный слой до их растворения в придонной воде.

Массовые концентрации большинства летучих органических соединений в пробах воды не превышают установленных ПДК. Исключениями являются ацетон и изопропанол, присутствие которых в воде может быть связано с иными источниками загрязнения

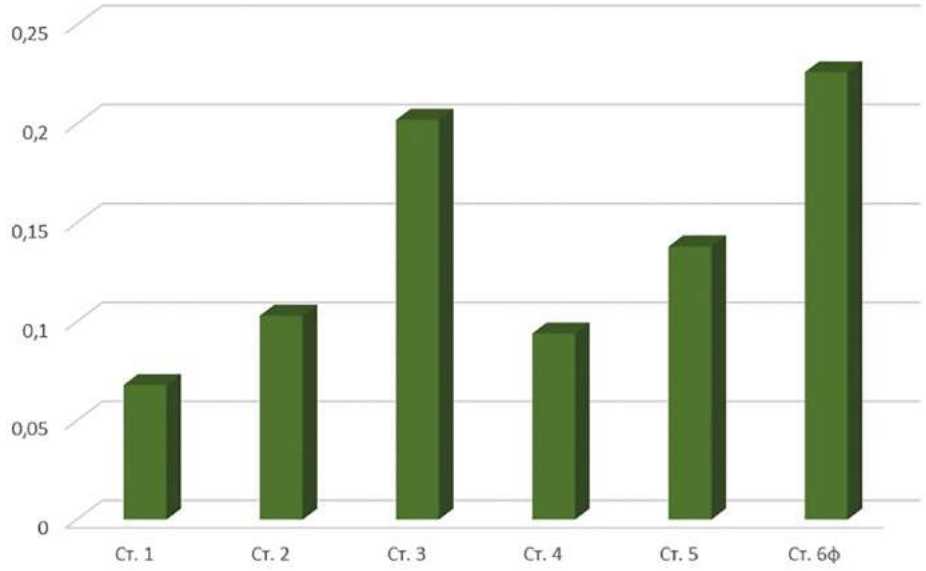


Рис. 8. *Суммарная массовая концентрация нафталина, фенантрена, аценафтена и флуорена в пробах воды*

и которые не классифицируются как опасные для водной среды[16].

Из всех полиароматических углеводородов ПДК в России установлены только для бенз(а)пирена и нафталина. В анализируемых пробах воды ПДК по этим параметрам не превышены. Для большинства ПАУ их содержание ниже пределов обнаружения: исключение — нафталин, фенантрен, аценафтен и флуорен.

Суммарное содержание четырех указанных ПАУ показано на рис. 8. Наиболее выделяются станция 3 (проба воды, отобранная над танками 5 и 6) и фоновая станция 6.

В качестве ориентира оценки загрязнения могут служить концентрации ПАУ в воде относительно чистых районов Мирового океана, соответствующие глобальному фоновому уровню: например, средняя концентрация ПАУ в морской воде чистых районов Антарктики, равная 0,02 мкг/л при интервале колебаний от 0,007 до 0,73 мкг/л[17]. Исходя из такого критерия (0,02 мкг/л), для всех станций суммарная концентрация ПАУ превышает их концентрации в чистых районах Мирового океана.

Молекулярные маркеры ПАУ для проб морской воды

Соотношение концентраций нафталина к фенантрену больше 1 может свидетельствовать о присутствии нефтяных полиаренов[18]. Расчет данного соотношения приведен в таблице 8.

Красным цветом выделены значения соотношения, однозначно (ввиду точно известной концентрации нафталина) превышающие 1.

Как видно из таблицы 8, на станциях 3 и фоновой 6 соотношение нафталин/фенантрен однозначно больше 1. Что касается остальных станций, то для них приведен расчет соотношения, исходя из гипотетического предположения, что массовая концентрация нафталина на них составляет 0,09 мкг/л. Если же концентрация ниже, чем 0,03 мкг/л, то соотношение нафталин/фенантрен будет ниже единицы.

При этом следует учитывать, что нефтепродукты в морскую среду могут поступать не только из антропогенных, но и из природных источников.

[16] Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing. Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006. Official Journal of the European Union [Digital resource]. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008R1272 (last visit: 16.10.2023)

[17] *Жилин А. Ю., Киреева Л. И.* Полициклические ароматические углеводороды в воде, биоте и донных осадках Баренцева моря // Известия ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 341.

[18] *Немировская И. А., Реджепова З. Ю., Трубкин И. П.* Трансформация углеводородов в зоне река – море в Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 2. С. 71.

Табл. 8. *Расчет соотношения нафталин/фенантрен*

	1	2	3	4	5	6ф
Нафталин, мкг/л	<0,10	<0,10	0,1±0,04	<0,10	<0,10	0,12±0,05
Фенантрен, мкг/л	0,029±0,012	0,039±0,016	0,033± 0,014	0,032± 0,013	0,053± 0,022	0,041± 0,017
Нафталин/ фененантрен	3,103448?	3,103448?	3,030303	2,8125?	1,698113?	2,926829

Красным цветом выделены значения соотношения, однозначно (ввиду точно известной концентрации нафталина) превышающие 1.

Табл. 9. *Расчет соотношения антрацена к сумме антрацена и фенантрена*

	1	2	3	4	5	6ф
Антрацен, мкг/л	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Фенантрен, мкг/л	0,029±0,012	0,039±0,016	0,033±0,014	0,032±0,013	0,053±0,022	0,041±0,017
АН/(АН+Ф)	0,118541?	0,118541?	0,105691?	0,108635?	0,068541?	0,08686?

Красным выделены значения соотношения, с высокой степенью вероятности не превышающие 0,10.

Другим молекулярным маркером ПАУ является отношение антрацена к сумме антрацена и фенантрена АН/(АН+Ф). Если оно меньше 0,10, то это является индикатором нефтяного происхождения этих соединений, в то время как отношение АН/(АН+Ф) больше 0,10 указывает на образование ПАУ в результате пирогенеза.

В таблице 9 приведен расчет указанного соотношения, исходя из предполагаемых значений массового содержания антрацена 0,0039 мкг/л. В таком случае на станциях 5 и фоновой 6 данное соотношение меньше 0,10, что говорит о нефтяном происхождении ПАУ. На остальных станциях при снижении предполагаемого содержания антрацена до 0,003 мкг/л соотношение АН/(АН+Ф) также становится меньше 0,10.

Красным выделены значения соотношения, с высокой степенью вероятности не превышающие 0,10.

Таким образом, рассчитанные молекулярные маркеры ПАУ свидетельствуют о присутствии нефтяных полиаренов в пробах воды, отобранных из надстройки из поверхностного слоя водной толщи в районе визуального обнаружения маслянистых разводов и на фоновой придонной станции. Кроме того, нельзя исключать их наличие и в пробах воды на остальных станциях.

По характерным хроматографическим пикам, групповому составу, содержанию и соотношению алканов можно выявить преобладающий источник углеводородов в водном объекте.

Так, анализ соотношений четных и нечетных алканов позволяет делать выводы о происхождении углеводородов: для этого используется критерий CPI (Carbon Preference Index), или индекс нечетности. CPI>1 характерен для аллохтонных биогенных углеводородов, так как в составе углеводородов растительности суши значительно преобладают высокомолекулярные нечетные алканы C27–C31. Для ископаемого органического вещества по мере его катагенетического преобразования индекс CPI снижается до 1 и ниже. Таким образом, для нефти соотношение н-алканов с четным и нечетным числом атомов

Табл. 10. *Расчет индексов CPI для воды*

	CPI21-31	CPI25-31
1	0,961937716	0,830039526
2	1,058366	0,990196
3	1,005347594	0,932330827
4	1,090196078	0,994285714
5	1,10989011	1,066225166
6ф	1,044897959	0,988123515

углерода обычно близко к единице[19]. Для автохтонных алканов характерны максимумы в низкомолекулярной, а для аллохтонных — в высокомолекулярных областях[20].

В таблице 10 приведены индексы CPI, рассчитанные по двум методикам[21]. Все они близки единице, что позволяет предполагать нефтяное происхождение алканов. Это подтверждается и отсутствием резких пиков в распределении низкомолекулярных нечетных алканов C15, C17, C19, которые, как правило, преобладают в составе липидной фракции различных организмов (фитопланктона, зоопланктона, бентоса, ихтиофауны и микроорганизмов) водных объектов (некоторое исключение на станции 4, где наблюдается небольшое увеличение гептадекана C17, впрочем, сопровождающееся увеличением и октадекана C18 — маркера микробиального разложения)[22]. Отсутствует и аномально высокая интенсивность пиков н-алканов с нечетным числом атомов углерода (C25, C27, C29, C31), которые считаются вкладом высших растений[23]. Плавное распределение гомологов в низкомолекулярной части соответствует выветренным нефтяным углеводородам[24].

В случае предполагаемого свежего поступления нефтепродуктов в водную толщу (проба воды из поверхностного слоя водной толщи) анализ распределения гомологов углерода в отобранной пробе (преобладание высокомолекулярных алканов) позволяет предположительно отнести данные нефтепродукты к тяжелым, или темным (мазут, дистиллятные масла и др.). В последнем случае, с некоторой долей вероятности, исходящие на поверхность моря нефтепродукты можно связать с протечкой из масляной системы главного двигателя судна.

---

[19] *Herrera-Herrera A. V., Leierer L., Jambrina-Enríquez M., Connolly R., Mallol C.* Evaluating different methods for calculating the Carbon Preference Index (CPI): Implications for palaeoecological and archaeological research. Organic Geochemistry. Elsevier, 2020, Vol. 146. p. 6; *Немировская И. А., Реджепова З. Ю., Трубкин И. П.* Трансформация углеводородов в зоне река – море в Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 2. С. 72; *Немировская И. А.* Содержание и состав органических соединений в отделяющихся озерах в Антарктике и Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. № 4. С. 77.

[20] *Немировская И. А.* Содержание и состав органических соединений в отделяющихся озерах в Антарктике и Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. № 4. С. 77.

[21] Индекс нечетности рассчитывается по отношениям н-алканов с нечетным и четным числом атомов углерода в определенном диапазоне молекулярных весов с помощью различных уравнений, например, CPI21-31 = 2 × (∑ нечетных C21-C31) / ((∑ четных C20-C30) + (∑ четных C22-C32)) или CPI25–31 = 2 × (∑ нечетных C25-C31) / ((∑ четных C24-C32) + (∑ четных C26-C32)).

[22] *Немировская И. А., Онегина В. Д., Лисицын А. П., Коновалов Б. В.* Происхождение углеводородов во взвеси и донных осадках в районе крымского полуострова // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484. № 5. С. 601.

[23] *Геннадиев А. Н., Пиковский Ю. И., Цибарт А. С., Смирнов М. А.* Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1200.

[24] *Немировская И. А., Онегина В. Д., Лисицын А. П., Коновалов Б. В.* Происхождение углеводородов во взвеси и донных осадках в районе крымского полуострова // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484. № 5. С. 601.

Как было показано выше, общее содержание нефтепродуктов в пробах **донных отложений** (от 51±21 мг/кг до свыше 100 мг/кг) как минимум в 5–10 раз превышает региональные фоновые значения (10 мг/кг). При этом следует отметить, что величина региональных фоновых значений зависит от исходных параметров: так, при включении в них результатов измерений во внутригородских водоемах и акваториях портов фоновые значения становятся равными 63 мг/кг[25]. Но и в таком случае превышение над фоновыми значениями имеет место, хотя и в меньшем размере.

Поскольку на федеральном уровне в Российской Федерации ПДК для содержания нефтепродуктов в донных отложениях не установлены, для оценки можно использовать региональные нормативы (например, уже упомянутый выше предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов, установленный в Ханты-Мансийском автономном округе, составляющий 20 мг/кг[26]) либо зарубежные нормативы (например, предложенные Агентством по охране окружающей среды Голландии (DCMR), Центром исследования почв и грунтов (TNO) и фирмой HANSKONING и используемые, в частности, ФГБУ «ГОИН»[27]: согласно им, допустимая концентрация содержания нефтепродуктов в донных отложениях — 50 мг/кг).

Следует указать, что при содержании НУВ в илисто-песчаных донных отложениях водотоков от 20 до 50 мг/кг отмечаются нарастающие изменения в донной экосистеме, обедняющие ее биотические (бентические) сообщества. При содержании от 50 до 100 мг/кг наблюдается пороговое состояние, видовая замена, выраженное обеднение донной экосистемы. При содержании НУВ от 100 до 500 мг/кг отмечается дальнейшее угнетение донной экосистемы[28].

Смолы и асфальтены — высокомолекулярные гетероциклические соединения, наиболее устойчивые к деградации компоненты нефти, как следствие накапливающиеся в донных отложениях. Таким образом, их наличие в пробах (прежде всего в пробах, отобранных у трюма № 3 по правому борту, а также у трюма № 6 по левому борту и на разломе кормы) является следствием имевшего ранее загрязнения нефтепродуктами.

Единственный ПАУ, для которого в России установлены ПДК хотя бы для почвы (не для донных отложений), — это бенз(а)пирен. Как уже отмечалось, его содержание превышено на трех станциях: в надстройке, у трюма № 6 по правому борту и на разломе кормы, причем в надстройке величины параметра (0,00073 г/кг) превышают ПДК в 36,5 раз. Бенз(а)пирен по степени воздействия на организм относится к 1 (высшему) классу опасности. Вместе с тем его поступление в водную среду может быть связано с целым рядом антропогенных источников, а не только с нефтепродуктами.

Резко выделяющиеся по своим значениям содержания ряда ПАУ (бенз(а)пирена, нафталина, аценафтена, антрацена, бенз(а)антрацена, бенз(b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, флуорена и флуорантена) в пробе донных отложений, отобранной из надстройки, по-видимому, связаны с замкнутостью пространства, препятствующей вымыванию загрязняющих веществ. Также следует учитывать наличие во внутренних помещениях затонувшего судна большого количества органических веществ разной степени разложения (деревянные детали интерьера, ткань и др.).

Молекулярные маркеры ПАУ для проб донных отложений

Соотношение концентраций нафталина к фенантрену больше 1 может свидетельствовать о присутствии нефтяных полиаренов[29].

---

[25] *Шахвердов В. А., Шахвердова М. В.* Типы и факторы загрязнения восточной части Финского залива и го береговой зоны // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2015. № 176. С. 109.

[26] Региональный норматив «Предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»... URL: https://docs.cntd.ru/document/991016047 (посл. посещение: 16.10.2023)

[27] Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95, *Warmer H., van Dokkum R.*, 2002, Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 77 p. Цитируется по: Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник. 2021. ФГБУ «ГОИН». Москва. 2023. С. 17.

[28] Региональный норматив «Предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»... URL: https://docs.cntd.ru/document/991016047 (посл. посещение: 16.10.2023)

[29] *Немировская И. А., Реджепова З. Ю., Трубкин И. П.* Трансформация углеводородов в зоне река – море в Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 2. С. 71.

Табл. 11. *Расчет соотношения антрацена к сумме антрацена и фенантрена для донных отложений*

	1	2	3	4	5	6	7ф
Антрацен, мкг/л	0,000012	0,000018± 0,000007	0,0012± 0,0005	<0,0000012	<0,0000012	0,000038± 0,000015	<0,0000012
Фенантрен, мкг/л	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012	<0,0000012
АН/(АН+Ф)	0,999009316	0,93798854	0,999009316			0,969635111	

Табл. 12. *Индексы CPI для проб донных отложений*

	CPI21-31	CPI25-31	∑C12-C22/∑C23-C32
1	1,755888651	1,616161616	0,436454849
2	2,247852761	2,09039548	0,434432824
3	1,934545455	1,8	0,451785714
4	2,17847769	1,826923077	0,466131907
5	2,23701731	1,877022654	0,46886121
6	2,275862069	2,109704641	0,421052632
7ф	1,806167401	1,581632653	0,441801189

На станции 3 данное соотношение не менее 133,333333 (даже при допуске, что фенантрен на пороге обнаружения: 0,0000012 г/кг).

Другим молекулярным маркером ПАУ, как отмечалось выше, является отношение антрацена к сумме антрацена и фенантрена АН/(АН+Ф). Если оно меньше 0,10, то это является индикатором нефтяного происхождения этих соединений, в то время как отношение АН/(АН+Ф) больше 0,10 указывает на образование ПАУ в результате пирогенеза.

В таблице 11 приведен расчет указанного соотношения для станций, где содержание антрацена выше пределов обнаружения (станции 1, 2, 3, 6), исходя из предполагаемых значений массового содержания антрацена 0,00000119 г/кг. Для всех четырех станций данное соотношение меньше 0,10, что позволяет говорить о нефтяном происхождении ПАУ в пробах донных отложений, отобранных в надстройке, на разломе кормы, а также по правому и левому бортам у трюма № 3. Лишь в случае уменьшения предполагаемого содержания антрацена до 0,000000000000000119 г/кг отношение АН/(АН+Ф) станет равным.

В таблице 12 приведены индексы CPI для проб донных отложений, рассчитанные, как и для проб воды, по двум методикам. В отличие от проб воды они больше единицы, но не превышают при этом 2,28, что свидетельствует все-таки о петрогенных, а не биогенных источниках поступления алканов[30].

[30] *Геннадиев А. Н., Пиковский Ю. И., Цибарт А. С., Смирнова М. А.* Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1200; *Садыхова Л. Р.* Углеводороды в поверхностных донных отложениях Каспийского моря вблизи Апшеронского полуострова // Молодой ученый. Казань: 2014. № 19 (78). С. 138–145.

Кроме того, при трансформации нефтяных углеводородов роль низкомолекулярных алканов уменьшается и увеличивается содержание высокомолекулярных нечетных гомологов, обладающих большей устойчивостью, что объясняет более высокие значения индекса CPI в донных осадках по сравнению с водой[31]. Резкие пики в распределении низкомолекулярных нечетных алканов C15, C17 и C19, типичных для гидробионтов, отсутствуют. Плавное распределение гомологов в низкомолекулярной части соответствует выветренным нефтяным углеводородам. Некоторое преобладание нечетных алканов над четными в высокомолекулярной области указывает на присутствие терригенных алканов. Пониженные значения отношения низко- к высокомолекулярным гомологам (∑C12-C22/∑C23-C32) свидетельствуют о разложении алканов[32].

Обобщая результаты выполненных лабораторных исследований и анализа полученных данных, можно сделать следующие выводы.

Водная толща и донные отложения вокруг танкера Т-12 содержат нефтепродукты и продукты их разложения. В ряде случаев содержание загрязняющих веществ превышает ПДК, ПДУ или региональные фоновые значения.

Вместе с тем величины таких превышений применительно к данному объекту (танкеру Т-12) не позволяют говорить о наличии на сегодняшний день каких-либо катастрофических последствий для окружающей среды (исключением могло бы стать содержание бенз(а) пирена в пробе донных отложений из надстройки, в 36 раз превышающее ПДК, однако изолированность содержимого данной части танкера от окружающей среды предохраняет от выхода загрязняющего вещества в окружающую среду и оказания им влияния на донных гидробионтов).

Тем не менее данная ситуация требует дальнейшего регулярного мониторинга и анализа, особенно учитывая тот факт, что корпус танкера подвергается непрерывному агрессивному воздействию окружающей среды и с течением времени постепенно начнет разрушаться, что приведет к резкому выбросу загрязняющих веществ в окружающую среду.

[31] *Немировская И. А., Онегина В. Д., Лисицын А. П., Коновалов Б. В.* Происхождение углеводородов во взвеси и донных осадках в районе крымского полуострова // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484. № 5. С. 601.

[32] Там же.

Изображения: из коллекции автора, архива ЦПИ РГО.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геннадиев А. Н., Пиковский Ю. И., Цибарт А. С., Смирнова М. А.* Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209. DOI: 10.7868/S0032180X15100020
2. *Жилин А. Ю., Киреева Л. И.* Полициклические ароматические углеводороды в воде, биоте и донных осадках Баренцева моря // Известия ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 337–345.
3. *Немировская И. А., Реджепова З. Ю., Трубкин И. П.* Трансформация углеводородов в зоне река – море в Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 2. С. 64–78.
4. *Немировская И. А.* Содержание и состав органических соединений в отделяющихся озерах в Антарктике и Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2017. № 4. С. 76–85. DOI: 10.30758/0555-2648-2017-0-4-76-85
5. *Немировская И. А., Онегина В. Д., Лисицын А. П., Коновалов Б. В.* Происхождение углеводородов во взвеси и донных осадках в районе крымского полуострова // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484. № 5. С. 600–604. DOI: 10.31857/S0869-56524845600-604
6. *Опекунов А. Ю., Митрофанова Е. С., Санни С., Коммедал Р., Опекунова М. Г., Баги А.* Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях рек и каналов Санкт-Петербурга // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 98–109.
7. *Поляк Ю. М., Губелит Ю. И., Шигаева Т. Д., Бакина Л. Г., Кудрявцева В. А., Дембска Г., Пазиковска-Сапота Г.* Мониторинг Финского залива Балтийского моря: влияние антропогенных факторов на биогеохимические процессы в прибрежной зоне // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018. Т. 29. № 2. С. 99–117. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-2-99-117
8. *Садыхова Л. Р.* Углеводороды в поверхностных донных отложениях Каспийского моря вблизи Апшеронского полуострова // Молодой ученый. Казань: 2014. № 19 (78). С. 138–145. URL: https://moluch.ru/archive/78/13521/ (посл. обращение: 16.10.2023)

9. *Шахвердов В. А., Шахвердова М. В.* Типы и факторы загрязнения восточной части Финского залива и его береговой зоны // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2015. № 176. С. 101–113
10. *Шелепова В. С., Звягинцева А. В.* Бензапирен — химико-биологическая проблемы современности (C20H12) // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Воронеж: 2017. № 8. Т. 1. С. 477–480.
11. *Herrera-Herrera A. V., Leierer L., Jambrina-Enríquez M., Connolly R., Mallol C.* Evaluating different methods for calculating the Carbon Preference Index (CPI): Implications for palaeoecological and archaeological research. Organic Geochemistry. Elsevier, 2020, Vol. 146. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2020.104056
12. *Kuria Ndungu, Beylich B., Staalstrom A., Øxnevad S., Berge J., Braaten H. F. V., Schaanning M., Bergstrøm R.* Petroleum oil and mercury pollution from shipwrecks in Norwegian coastal waters. Science of the Total Environment. Elsevier, 2017, Vol. 593–594. pp. 624–633. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.213
13. Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95. *Warmer H., van Dokkum R.* Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 2002, 77 p. Цитируется по: Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2021. ФГБУ «ГОИН». Москва: 2023. 248 с.
14. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приложение к приказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года). Справ.-правовая система «КонсультантПлюс» [эл. ресурс]. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (посл. посещение: 16.10.2023)
15. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 // Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 № 78 «О введении в действие ГН 2.1.5.1315-03» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.05.2003 № 4550). Справ.-правовая система «КонсультантПлюс» [эл. ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43149/ (посл. посещение: 16.10.2023)
16. Региональный норматив «Предельно допустимый уровень (ПДУ) содержания нефти и нефтепродуктов в донных отложениях поверхностных водных объектов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», утвержденный постановлением Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10.11.2004 № 441-П (в редакции постановления Правительства ХМАО-Югры от 22.07.2016)). Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [эл. ресурс] URL: https://docs.cntd.ru/document/991016047 (посл. посещение: 16.10.2023)
17. Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing. Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006. Official Journal of the European Union [эл. ресурс]. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008R1272 (посл. посещение: 16.10.2023)

REFERENCES

1. Gennadiev A. N., Pikovskij YU. I., Cibart A. S., Smirnova M. A. *Uglevodorody v pochvah: proiskhozhdenie, sostav, povedenie (obzor)* [Hydrocarbons in soils: origin, composition, behavior (review)]. *Pochvovedenie* [Soil Science]. 2015, no. 10, pp. 1195–1209. (In Russ.) DOI: 10.7868/S0032180X15100020
2. Zhilin A. YU., Kireeva L. I. Policiklicheskie aromaticheskie uglevodorody v vode, biote i donnyh osadkah Barenceva morya [Polycyclic aromatic hydrocarbons in water, biota and bottom sediments of the Barents Sea]. Izvestiya TINRO. 2004, vol. 137, pp. 337–345. (In Russ.)
3. Nemirovskaya I. A., Redzhepova Z. YU., Trubkin I. P. *Transformaciya uglevodorodov v zone reka – more v Arktike* [Transformation of hydrocarbons in the area river – sea in the Arctic]. *Problemy Arktiki i Antarktiki* [Arctic and Antarctic Research]. 2016, no. 2, pp. 64–78. (In Russ.)
4. Nemirovskaya I. A. Soderzhanie i sostav organicheskih soedinenij v otdelyayushchihsya ozerah v Antarktike i Arktike [Content and composition of organic compounds in separate lakes in Antarctica and the Arctic]. *Problemy Arktiki i Antarktiki* [Arctic and Antarctic Research]. 2017, no. 4, pp. 76–85. (In Russ.) DOI: 10.30758/0555-2648-2017-0-4-76-85
5. Nemirovskaya I. A., Onegina V. D., Lisicyn A. P., Konovalov B. V. *Proiskhozhdenie uglevodorodov vo vzvesi i donnyh osadkah v rajone krymskogo poluostrova* [The origin of hydrocarbons in suspension and bottom sediments in the area of the Crimean Peninsula]. *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2019, vol. 484, no. 5, pp. 600–604. (In Russ.) DOI: 10.31857/S0869-56524845600-604

6. Opekunov A. YU., Mitrofanova E. S., Sanni S., Kommedal R., Opekunova M. G., Bagi A. *Policiklicheskie aromaticheskie uglevodorody v donnyh otlozheniyah rek i kanalov Sankt-Peterburga* [Polycyclic aromatic hydrocarbons in bottom sediments of rivers and canals of St. Petersburg]. *Vestnik SPbGU. Nauki o Zemle* [Bulletin of St. Petersburg State University. Geosciences]. 2015, no. 4, pp. 98–109. (In Russ.)
7. Polyak YU. M., Gubelit YU. I., SHigaeva T. D., Bakina L. G., Kudryavceva V. A., Dembska G., Pazikovska-Sapota G. Monitoring Finskogo zaliva Baltijskogo morya: vliyanie antropogennyh faktorov na biogeohimicheskie processy v pribrezhnoj zone [Monitoring Of The Gulf Of Finland, Baltic Sea: Antropogenic Pressure On Biogeochemical, Processes In The Coastal Zone]. Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem [Problems of environmental monitoring and ecosystem modeling]. 2018, vol. 29, no. 2, pp. 99–117. (In Russ.) DOI: 10.21513/0207-2564-2018-2-99-117
8. Sadyhova L. R. Uglevodorody v poverhnostnyh donnyh otlozheniyah Kaspijskogo morya vblizi Apsheronskogo poluostrova [Hydrocarbons in surface sediments of the Caspian Sea near the Absheron Peninsula]. Molodoj uchenyj [Young scientist]. Kazan, 2014, no. 19 (78), pp. 138–145. URL: https://moluch.ru/archive/78/13521/ (last visit: 16.10.2023). (In Russ.)
9. Shahverdov V. A., Shahverdova M. V. *Tipy i faktory zagryazneniya vostochnoj chasti Finskogo zaliva i ego beregovoj zony* [Types And Factors Of The Contamination The Eastern Gulf Of Finland And Its Coastal Zone] *Izvestiya RGPU im. A. I. Gercena* [News of the Russian State Pedagogical University named after. A. I. Herzen]. 2015, no. 176, pp. 101–113. (In Russ.)
10. Shelepova V. S., Zvyaginceva A. V. *Benzapiren — himiko-biologicheskaya problemy sovremennosti (S20H12)* [Benzopyrene — chemical and biological problems of our time (C20H12)]. *Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy* [Fire safety: problems and prospects]. Voronezh, 2017, no. 8, vol. 1, pp. 477–480. (In Russ.)
11. Herrera-Herrera A. V., Leierer L., Jambrina-Enríquez M., Connolly R., Mallol C. Evaluating different methods for calculating the Carbon Preference Index (CPI): Implications for palaeoecological and archaeological research. Organic Geochemistry. Elsevier, 2020, vol. 146. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2020.104056
12. Kuria Ndungu, Beylich B., Staalstrom A., Øxnevad S., Berge J., Braaten H. F. V., Schaanning M., Bergstrøm R. Petroleum oil and mercury pollution from shipwrecks in Norwegian coastal waters. Science of the Total Environment. Elsevier, 2017, vol. 593–594. pp. 624–633. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.213
13. Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95. Warmer H., van Dokkum R. Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 2002, 77 p. Cited in: *Kachestvo morskih vod po gidrohimicheskim pokazatelyam* [Quality of sea waters according to hydrochemical indicators]. Ezhegodnik 2021 [Yearbook 2021]. FSBI "State Oceanographic Institute". Moscow, 2023, 248 p. (In Russ.)
14. *Normativy kachestva vody vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativy predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshchestv v vodah vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya. Prilozhenie k prikazu Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 13.12.2016 № 552 "Ob utverzhdenii normativov kachestva vody vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentracij vrednyh veshchestv v vodah vodnyh ob"ektov rybohozyajstvennogo znacheniya" (s izmeneniyami na 10 marta 2020 goda)* [Water quality standards for water bodies of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery importance. Appendix to the order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated December 13, 2016 No. 552 "On approval of water quality standards for water bodies of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery importance" (as amended as of March 10, 2020)]. Reference and legal system "ConsultantPlus" [Digital resource]. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211155/ (last visit: 16.10.2023) (In Russ.)
15. *Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskih veshchestv v vode vodnyh ob"ektov hozyajstvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya. Gigienicheskie normativy GN 2.1.5.1315-03* [Maximum permissible concentrations (MPC) of chemical substances in water of water bodies for domestic, drinking and cultural water use. Hygienic standards GN 2.1.5.1315-03] Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 27.04.2003 № 78 "O vvedenii v dejstvie GN 2.1.5.1315-03" (Zaregistrirovano v Minyuste Rossii 19.05.2003 N 4550) [Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated April 30, 2003 No. 78 "On the implementation of GN 2.1.5.1315-03" (Registered with the Ministry of Justice of Russia on May 19, 2003 No. 4550)]. Reference and legal system "ConsultantPlus" [Digital resource]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43149/ (last visit 16.10.2023) (In Russ.)
16. *Regional'nyj normativ "Predel'no dopustimyj uroven' (PDU) soderzhaniya nefti i nefteproduktov v donnyh otlozheniyah poverhnostnyh vodnyh ob"ektov na territorii Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – YUgry", utverzhdennyj postanovleniem Pravitel'stva Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – YUgry ot 10.11.2004 № 441-P (v redakcii postanovleniya Pravitel'stva HMAO-YUgry ot 22.07.2016))* [Regional standard "Maximum permissible level (MPL) of oil and oil products content in bottom sediments of surface water bodies on the territory of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra", approved by Decree of the Government of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra dated November 10, 2004 No. 441-P]. Electronic fund of legal, regulatory and technical documents [Digital resource]. URL: https://docs.cntd.ru/document/991016047 (last visit: 16.10.2023) (In Russ.)

17. Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing. Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006. Official Journal of the European Union [Digital resource]. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008R1272 (last visit: 16.10.2023)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ермакова Ливия Анатольевна, независимый исследователь, океанолог, эколог (г. Санкт-Петербург).
e-mail: livia77@inbox.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ermakova Livia Anatol'evna, independent researcher, oceanographer, ecologist (Saint Petersburg).
e-mail: livia77@inbox.ru

Поступила в редакцию 25.10.2023
Поступила после рецензирования 01.11.2023
Принята к публикации 10.11.2023

Received 25.10.2023
Revised 01.11.2023
Accepted 10.11.2023

КРЫМ ПОМНИТ. КРЫМ БУДЕТ ПОМНИТЬ

7–8 ноября 2023 года в республике Крым состоялся ряд официальных мероприятий, посвященных 82 годовщине гибели санитарного транспорта «Армения». Все события прошли в рамках проекта «Теплоход “Армения”. Вспомнить всех», реализуемого при поддержке Фонда президентских грантов.

Лина Николаевна Милешко, свидетель отправки «Армении»

7 ноября Центр подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО) торжественно передал в Ялтинский историко-литературный музей на постоянное хранение подлинный колокол судна «Армения», поднятый с глубины 1500 метров. В тот же день копия колокола, отлитая ранее в колокольных мастерских Даниловского монастыря (г. Москва), стала частью мемориала всем погибшим на теплоходе, открытом на набережной Ялты у стен Часовни новомучеников и исповедников российских. В мероприятиях приняли участие представители администрации и департамента культуры г. Ялты, представители Русской православной церкви, ветеранских и общественных организаций.

Церемония освящения копии колокола на набережной Ялты

ПАМЯТИ ПОГИБШИХ НА СТС «АРМЕНИЯ»

Часовня Новомучеников и Исповедников Российских в Ялте

Копия колокола «Армении» и мемориальные таблички на набережной Ялты

Позднее ялтинские школьники и ветераны в кинотеатре «Сатурн IMAX» получили возможность посмотреть документальный фильм о проделанной работе, о реконструкции обстоятельств гибели судна и поиске имен его пассажиров. Завершился кинопоказ прямым общением с представителями ЦПИ РГО.

8 ноября 100 экземпляров 2-го тома Книги памяти всех погибших на теплоходе «Армения» были переданы в Региональную информационно-библиотечную систему и Централизованную библиотечную систему для детей Севастополя. Ранее, в 2021 году, эти библиотеки приняли такое же количество копий 1-го тома Книги памяти, а также книг «Теплоход “Армения”. Найти и рассказать», куда вошли результаты подводных и архивных исследований судьбы транспорта.

Кинопоказ документального фильма в кинотеатре «Сатурн»

Передача 2-го тома Книги памяти в библиотеки г. Севастополя

Торжественная передача подлинного колокола «Армении» в фонды Ялтинского историко-литературного музея

* Фотографии **В. Ляшенко.** Архив ЦПИ РГО

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

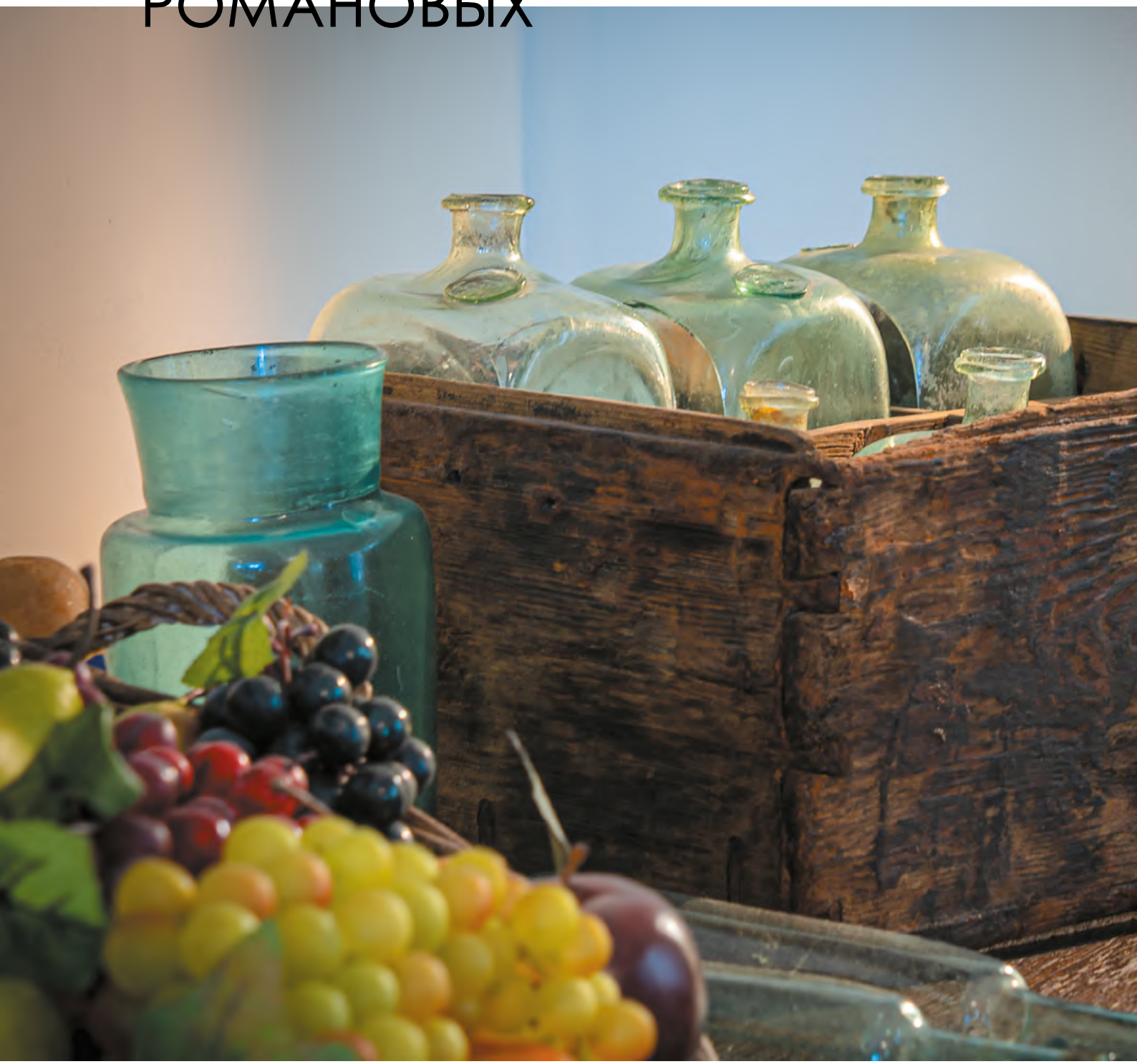
7 ноября 1941 года санитарный транспорт «Армения» вышел в последний рейс из порта Ялты в направлении Туапсе. На его борту было до 5500 пассажиров: раненые бойцы, собственный медперсонал и сотрудники военных госпиталей, экипаж, политактив и гражданские. Все эти люди надеялись эвакуироваться с полуострова, отрезанного войсками вермахта от Большой земли. Враг все глубже проникал в Крым, и единственной надеждой на спасение было попасть на судно, уходящее на Кавказ. В 10:20–10:40 судно подверглось атаке авиации противника, в результате которой затонуло.

Гибель нескольких тысяч человек, включая лучшие медицинские кадры Черноморского флота, не освещалась в советских СМИ. Несколько десятилетий архивные документы, касающиеся трагедии, хранились под грифом «Секретно». Часть из них недоступна исследователям и сегодня. До последнего времени все обстоятельства трагедии не были известны, зато возникло множество мифов о том, где и по какой причине утонула «Армения».

Теплоход был обнаружен и идентифицирован в 2020 году в 15 морских милях от Ялты на глубине 1500 метров в ходе совместной экспедиции Министерства обороны и Центра подводных исследований РГО. Обследование проводилось телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом (ТНПА, подводный робот). С его помощью были получены первые видеокадры затонувшего объекта, а самое главное, в носу теплохода под штатной стойкой был обнаружен судовой колокол, на котором отчетливо читалось название теплохода, что является неопровержимым подтверждением идентификации затонувшего судна.

Подробную историю исследования читайте на teplohodarmenia.ru

СО ДНА БАЛТИКИ – В РЕЗИДЕНЦИЮ РОМАНОВЫХ



Стеклянные штофы
из-под сухого джина в ящике
в экспозиции столовой
Павильона катальной горки

* Фотографии **В. Ляшенко**. Архив ЦПИ РГО

В 2023 году Центр подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО) передал в Государственный музей-заповедник «Петергоф» более 40 предметов, поднятых с глубин Балтийского моря. Все артефакты были найдены в ходе разведывательных работ на четырех торговых судах XVIII–XIX вв.

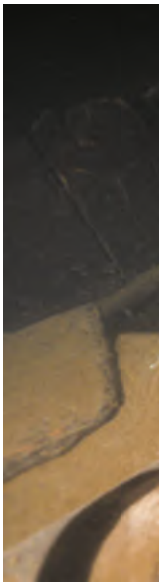
◁ Бутылки, супница и тарелки в экспозиции

Большие кувшины с четырьмя ручками в экспозиции ▽

Большая часть переданных предметов — посуда: тарелки и супница из глазурованной керамики с ручной росписью, редкие кувшины Бартмана (от нем. Bartmann, «бородатый мужчина») с лицами бородачей, глиняные сосуды и горшки. Интересно, что в одном из переданных кувшинов при подъеме были обнаружены сохранившиеся корки апельсина — вероятно, он использовался для консервации. Уникальным объектом является связка свечей из животного жира. Также в музей переданы несколько стеклянных штофов из-под сухого джина с клеймом London. При транспортировке они находились в плотной упаковке, а при кораблекрушении их повредило давлением — почти все они имеют сколы или трещины. Компанию штофам составляют бутылочки с узким горлом, в которых при анализе были найдены следы аниса.

Все предметы вошли в экспозицию кухни и столовой в Павильоне Катальной горки в парке Ораниенбаум. Это уникальный архитектурный ансамбль XVIII века в стиле рококо, построенный итальянским зодчим Антонио Ринальди. В 2023 году была завершена реставрация Павильона, и предметы ЦПИ РГО органично дополнили его интерьеры.

Супница и тарелки ▷ в экспозиции



Глиняная посуда
в экспозиции

Глиняные горшки, тарелки,
миски на воссозданной
печи в экспозиции

Бутылки с узким
горлышком в экспозиции

Связка свечей из жира
в экспозиции

Стеклянные штофы
в ящике на дне
Балтийского моря

© АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества», 2023

ЦЕНТР ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

гидрокосмос.рф

HYDROCOSMOS

ГИДРОКОСМОС

ISSN 2949–3838