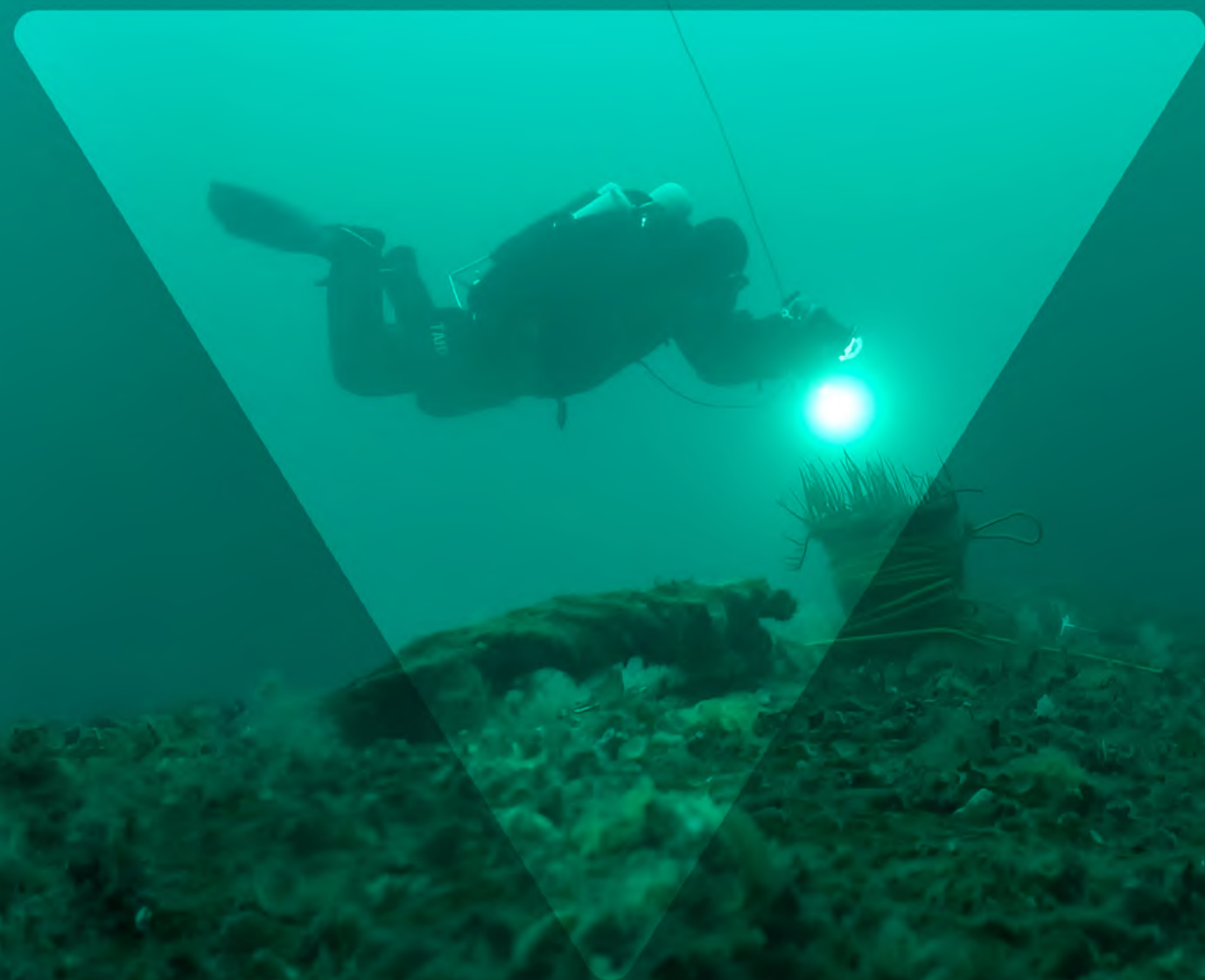




HYDROCOSMOS

ГИДРОКОСМОС

1-2 ^{ТОМ 1,1}
'23



российский научный журнал | russian scientific journal





М. В. Ковальчук,
президент НИЦ «Курчатовский институт»,
доктор физико-математических наук,
профессор, член-корреспондент РАН

Приветствую читателей и авторов первого междисциплинарного журнала о подводных исследованиях «Гидрокосмос»!

Подводно-технические работы объединяют ряд передовых областей науки: от новых видов энергетики и энергосбережения, конструкционных материалов до природоподобных технологий.

Цель данного журнала — обеспечить синергию между различными науками и отраслями, внедрить естественно-научные подходы в инженерные и гуманитарные направления подводных исследований. Это позволит нашим исследователям выйти на новый уровень в освоении Мирового океана, водных пространств нашей страны и как следствие станет стимулом для многих отраслей наукоемких технологий к дальнейшему развитию.

Круг освещаемых вопросов будет интересен широкому кругу читателей и специалистов, поскольку знакомство с новыми дисциплинами позволяет ставить новые научные задачи и получать вдохновение для дальнейшей деятельности.

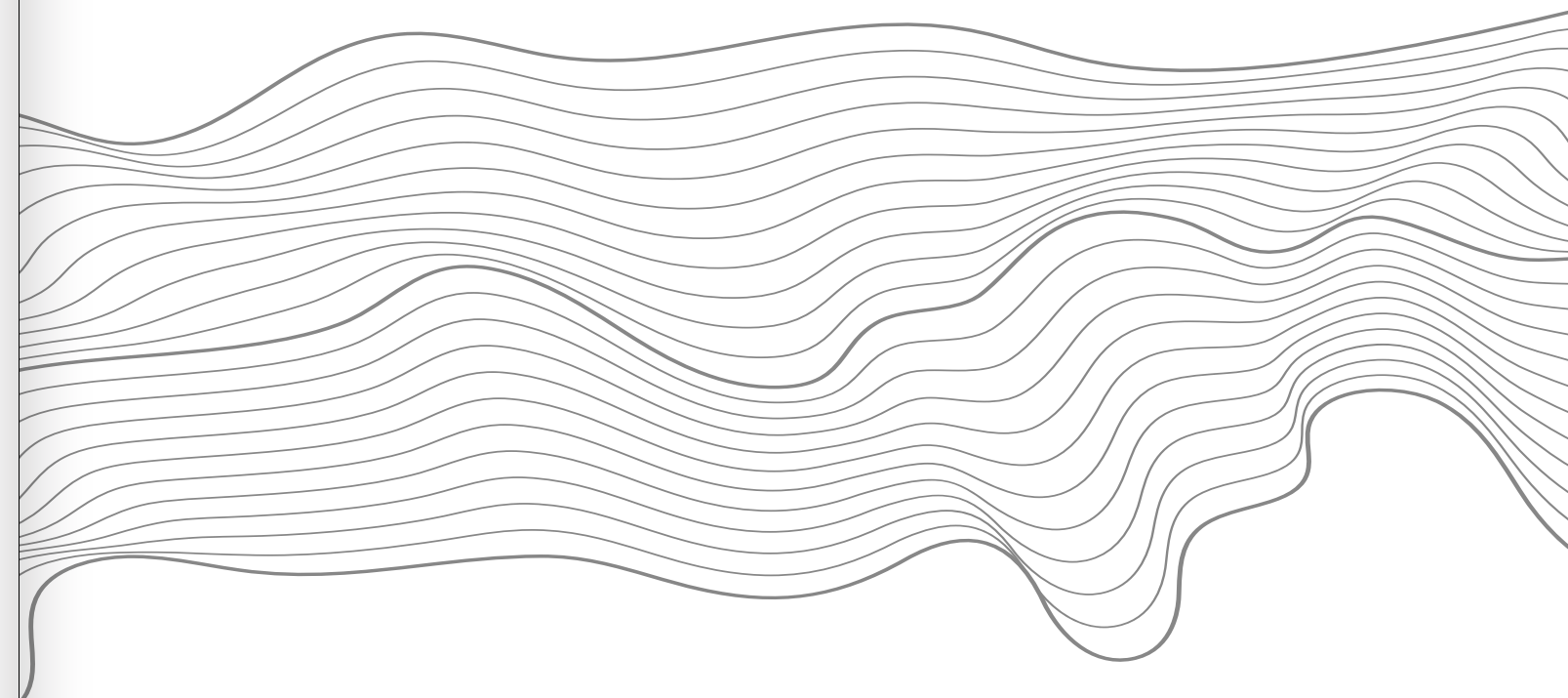
Важной составляющей любой научной работы является ее адресность, каждое исследование имеет потребителя: научное сообщество, конкретного заказчика или же широкую общественность. Такая площадка, как «Гидрокосмос», позволит выявить и объединить эти категории для последующего системного развития знаний о подводной среде. Я надеюсь видеть молодых ученых среди читателей — тех, кто еще не определился с областью интересов. Уверен, что журнал позволит им сделать осознанный выбор и принести в будущем максимальную пользу российской науке и промышленности.

Центр подводных исследований Русского географического общества

ГИДРОКОСМОС

Российский научный журнал

Том 1, 1, № 1–2
2023



HYDROCOSMOS

Russian scientific journal

Vol. 1, 1, No. 1–2
2023

Underwater Research Center of the Russian Geographical Society

ПЕРВОЕ В РОССИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ИЗДАНИЕ
О ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

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.

Редакция журнала «Гидрокосмос» ставит перед собой цель бороться за высокий научный уровень публикации и войти в российский 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.

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

С. Г. Фокин, исполнительный директор
АНО «ЦПИ РГО», 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, 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. Н. Илюхин, Государственный
научно-исследовательский
навигационно-гидрографический
институт, доктор технических наук,
профессор, г. Москва, 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, АНО «ЦПИ РГО»,
г. Санкт-Петербург, Россия

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР,
КОРРЕКТОР:

Т. В. Синицына, АНО «ЦПИ РГО»,
г. Москва, Россия

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:

А. Э. Исаханян, научный сотрудник
Отдела научной эдидии ИМЛИ РАН,
г. Москва, Россия

ДИЗАЙН, КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА:

А. В. Уколова, АНО «ЦПИ РГО»,
г. Санкт-Петербург, Россия

РЕЦЕНЗЕНТЫ НОМЕРА:

А. С. Белоусов, канд. ист. наук;
В. В. Вахонеев, канд. ист. наук;
А. В. Зубец, реставратор графики
3 категории;
В. Н. Илюхин, д-р техн. наук, проф.;
Е. М. Лупанова, канд. ист. наук;
К. Б. Назаренко, д-р ист. наук, проф.;
В. В. Лобынцев, канд. техн. наук;
А. В. Любимый, канд. техн. наук;
А. Н. Мазуркевич;
С. В. Ольховский, д-р геол. наук;
Д. В. Реймов, канд. мед. наук;
А. И. Рупасов, д-р ист. наук;
А. М. Ярков, канд. мед. наук.

ISSN 2949-3838

Гидрокосмос.
2023. Том 1, 1. № 1–2. 180 с.

Подписано в печать: 07.08.2023.

Дата выхода в свет: 21.08.2023.

Тираж 200 экз.

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

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

публикации в нашем журнале будет предоставлена возможность ответить оппонентам на страницах журнала (при соблюдении всех правил, которыми руководствуется редакция).

Периодичность. Журнал «Гидрокосмос» является ежеквар-
тальным изданием.

Открытый доступ. Все публикации журнала находятся в не-
посредственном открытом доступе с целью способствовать гло-
бальному обмену знаниями. Журнал издается в электронном виде
и размещен на сайте «гидрокосмос.рф». Бумажная версия журна-
ла является дополнительной по отношению к электронной.

Рецензирование. Все статьи проходят двойное слепое ре-
цензирование. Переписка автора и рецензента происходит через
редакцию.

Этика. Редакционная коллегия несет ответственность за все
опубликованные материалы. Редакционная коллегия стремится
строго придерживаться комплекса процедур, обеспечивающих вы-
сокое качество публикуемых материалов, совершенствовать его,
защищать свободу выражения мнений, культуру научной дискуссии,
высокие интеллектуальные и этические стандарты. Решение ре-
дакционной коллегии принять или отклонить статью основывается
исключительно на ее важности, оригинальности, научном качестве,
достоверности результатов исследования, соответствии темати-
ке журнала. Редакционная коллегия в своей деятельности строго
следует установленным процедурам и правилам, включая соблю-
дение сроков работы с предоставленными материалами, и рассчи-
тывает на понимание и сотрудничество авторов в этом вопросе.
Редакционная коллегия ожидает от рецензентов, задействован-
ных в процедуре двойного слепого рецензирования, соблюдения
установленных правил, в частности, сохранения полной конфи-
денциальности присланных материалов, раскрытия возможного
конфликта интересов, соблюдения этических норм. Редакционная
коллегия не раскрывает личных данных рецензентов без их пись-
менного согласия.

Редакционная коллегия обязуется соблюдать законодатель-
ство Российской Федерации, связанное с вопросами конфи-
денциальности, в том числе Федеральный закон № 152 ФЗ «О защите
данных» от 27 июля 2006 г. и Федеральный закон № 149 ФЗ «Об ин-
формации, 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 профессиональ-
ной деятельности. При необходимости редакция имеет право за-
просить 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 рекоменда-
циями международного Комитета по публикационной этике (COPE).

Плата за публикацию. Плата за публикацию статьи, ее ре-
цензирование или другую обработку не взимается.

Учредитель и издатель	Автономная некоммерческая организация «Центр подводных исследований Русского географического общества» (https://urc-rgs.ru)
Периодичность	Ежеквартально (4 раза в год)
Сайт	hydrocosmos.rf
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



HYDROCOSMOS

THE FIRST INTERDISCIPLINARY PUBLICATION IN RUSSIAON UNDERWATER RESEARCH

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.

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 2023 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.

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

EDITOR-IN-CHIEF:
S. G. Fokin, executive director of Autonomous Nonprofit Organisation “Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society”, 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. N. Ilyukhin, State Research Institute of Navigation and Hydrography, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow, 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” under 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

TECHNICAL EDITOR:
A. E. Isakhanyan, research associate of Department of Old Slavic Literature at A. M. Gorky Institute of World Literature under the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

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

ISSUE REVIEWERS:
A. S. Belousov, PhD (History);
V. V. Vakhoneev, PhD (History);
A. V. Zubets, 3rd category graphic restorer;
V. N. Ilyukhin, Doctor of Technical Sciences, Professor;
E. M. Lupanova, PhD (History);
K. B. Nazarenko, Doctor of History, Professor;
V. V. Lobyntsev, PhD (Technical Sciences);
A. V. Lyubiyev, PhD (Technical Sciences);
A. N. Mazurkevich;
S. V. Olkhovsky, Doctor of Geology;
D. V. Reimov, PhD (Medicine);
A. I. Rupasov, Doctor of History;
A. M. Yarkov, PhD (Medicine).

ISSN 2949-3838
Hydrocosmos.
2023. Vol. 1, 1, no. 1–2. 1-180.
Signed for publication: 07.08.2023.
Publication date: 21.08.2023.
Circulation 50 copies.

Full or partial reproduction of materials possible only by agreement with the editors.
The views of the authors may not coincide with the opinion of the editors.
Printed in the printing house:

“AM-Media”
Kamyshevaya St., 34, bldg. 2,
St. Petersburg, 197082, Russia
E-mail: saenko@am-media.spb.ru
tel.: +7 921 848–24–23

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).

Publication frequency. The journal “Hydrocosmos” is a quarterly edition.

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.

Reviewing. All articles are double-blind peer reviewed. The correspondence between the author and the reviewer takes place through the editorial board.

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).

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

Founder and Publisher	Autonomous Nonprofit Organisation “Underwater Research Centre of the Russian Geographical Society” (https://urc-rgs.ru)
Publication Frequency	Quarterly
Website	гидрокосмос.рф
Postal address	Zakharyevskaya St., 3, Lit. A, St. Petersburg, 191123, Russia
E-mail	hydrocosmos@urc-rgs.ru
Phone	+7 812 327 45 05
Subscription	Free distribution



КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Идея создания междисциплинарного журнала, посвященного не только подводной археологии, но и подводной технике и специфике подводных работ, появилась как результат ежедневной практики Центра подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО). Как организация, решающая практические задачи подводно-технических работ, мы сосредоточены в первую очередь на получении результата. Однако наш опыт подтверждает, что любая практическая работа нуждается в научно-техническом обеспечении. Мы надеемся, что этот журнал станет связующим звеном между фундаментальной и прикладной наукой в области подводных исследований и любых подводных работ.

Исходя из круга решаемых задач не только нашей организации, но и отрасли в целом, можно выделить научные области, которые непосредственно влияют на эффективность производства тех или иных подводно-технических работ. Так, подводная техника, в частности подводная робототехника, безусловно, является объектом интереса и постоянным фокусом нашей работы. Нас волнуют технология и методология выполнения различных подводно-технических работ, вопросы обеспечения технической и человеческой безопасности, водолазная медицина. Подводная археология — одна из базовых дисциплин, которая является синтетической. И все ее субдисциплины тоже оказывают прямое влияние на исследовательскую работу под водой. Историко-культурная интерпретация находок и данных закономерно продолжает археологические работы. Технологии консервации и реставрации, особенности музейного экспонирования объектов изпод воды также являются частью повестки журнала.

История — далеко не единственная сфера гуманитарного знания, которая может ставить задачи подводным археологам. Подводная работа невозможна без морского транспорта и соответствующей техники, поэтому судостроение и тематическое приборостроение являются сферами научно-практического интереса журнала «Гидрокосмос». Мы изучаем и природные объекты, а значит напрямую связаны с экологией и поиском решения проблемы сохранения мирового океана. Любые дисциплины, ставящие задачи для подводных работ, либо описывающие их результаты, могут оказаться в поле нашего внимания. Согласно теории систем, у системы есть всегда входные и выходные параметры. Любые области знания, регулирующие либо входные, либо выходные параметры, связаны с той системой, в нашем случае — с подводно-техническими работами.

Сегодня в России и в мире наблюдается рост интереса к научному и хозяйственному освоению мирового океана: изучению новых подводных территорий, обеспечению безопасности морских путей сообщения и морских объектов инфраструктуры. Но практические действия и научные исследования этой области развиваются параллельными курсами. Их периодические пересечения и обмен информацией несистемны. «Гидрокосмос» был задуман как единое информационное поле, где практика, научно-техническая база и фундаментальная наука существуют в рамках общей системы. Например, идеи и разработки, изложенные впервые здесь, получают продолжение в работающих



образцах подводной техники или в применяемых методиках, или в обработке найденных подводных объектов. Мы рассматриваем такой подход как один из признаков междисциплинарности журнала: как синхронизацию и синтез разных стадий бытования знания, от фундаментальной идеи до практического применения.

Мы надеемся, что читателями журнала станут профессионалы, косвенно или напрямую связанные с областью подводно-технических работ. Редакция ожидает, что публикации будут одинаково интересны «взрослым» ученым, изучающим физические поля мирового океана или конкретные объекты на дне и разрабатывающим подводную технику, а также студентам и аспирантам профильных вузов в качестве дополнительного источника знаний и данных для профессиональной ориентации. Конечно, мы ждем и практиков — специалистов подводно-технических работ, для которых «Гидрокосмос» может быть платформой для обмена опытом с коллегами.

Мы приглашаем стать авторами представителей наших партнеров, с которыми мы успешно работаем на протяжении уже 8 лет: производителей и разработчиков подводной техники, специалистов по водолазной медицине, археологов и историков, музейщиков и реставраторов. Мы ждем статьи от создателей и операторов гидротехнических сооружений, организаций ответственных за радиационную, экологическую и техническую безопасность наших водных пространств.

«Гидрокосмос» был задуман как издание с гибкой повесткой. Редакция готова рассматривать статьи и из других областей, если авторы считают их соответствующими общей идее издания. Мы мечтаем, что журнал будет развиваться и видоизменяться при участии наших авторов и читателей.

Журнал будет выходить ежеквартально, по 4 номера в год. В первый год нашей работы мы планируем два сдвоенных выпуска, в июне и декабре 2023 года. Все опубликованные статьи будут доступны для широкой аудитории на сайте «Гидрокосмос.рф». Печатный тираж будет распространяться среди профильных учебных заведений и организаций. Поддерживая высокий уровень научного содержания статей, мы планируем их дополнять доступным мультимедийным материалом (видео, 3-d моделирование) на сайте для более полной иллюстрации излагаемой информации. Система рубрик и хештегов позволит найти конкретную тему или изучить нужный вопрос с точки зрения разных дисциплин. Ряд научных тем будут отслеживаться на протяжении нескольких номеров с публикацией новых данных и альтернативных точек зрения. После начала выхода журнал будет зарегистрирован в актуальных индексах цитирования, а по истечению регламентного срока подан на аттестацию как издание ВАК и Scopus.

Уважаемые коллеги, до встречи на страницах журнала «Гидрокосмос»! Я надеюсь, что совместными усилиями мы внесем существенный вклад в изучение Мирового океана, его глубоководной части, того, что с советских времен в научно-популярной литературе именовалось гидрокосмосом.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ИСТОРИЯ

12 ИСТИНА С ГЛУБИН, ДОКАЗАННАЯ АРХИВАМИ. ОБНАРУЖЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАТОНУВШЕГО ТЕПЛОХОДА «АРМЕНИЯ»

Гребенщикова Г. А.

20 КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ЕВРОПЕЙСКИХ ГАЛЬОТОВ XVIII ВЕКА В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

Лукошков А. В.

42 РЕКОНСТРУКЦИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ 1918 - 1919 ГГ. В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА НА ОСНОВЕ НАХОДОК ПОГИБШИХ КОРАБЛЕЙ

Иванов М. С., Лукошков А. В.

АРХЕОЛОГИЯ

66 АРХЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОРАБЛЕКРУШЕНИЙ У ПРИСТАНИ РУССКОГО ОБЩЕСТВА ПАРОХОДСТВА И ТОРГОВЛИ В ЕВПАТОРИИ

Вахонеев В. В.

79 ИЗУЧЕНИЕ ГЕРМАНСКОГО ТОРГОВОГО СУДНА «АРХАНГЕЛ РАФАИЛ» (1724 Г.)

Лукошков А. В., Прохоров Р. Ю.

РЕСТАВРАЦИЯ / КОНСЕРВАЦИЯ

102 СОХРАНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ПОДВОДНОЙ АРХЕОЛОГИИ НА БУМАЖНОЙ ОСНОВЕ: ОТ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ДО ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕСТАВРАЦИИ

Мымрина Е. В.

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ

117 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОНСТРУКЦИИ ПРОЧНОГО КОРПУСА ОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Кузьмичев М. В., Фокин С. Г.

126 МЕТОД ОРАБОТКИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Богданов А. А., Ермаков А. В., Кичко С. А., Миронова Н. С., Николенко М. В., Поляшов А. А., Фокин С. Г.

138 КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБСЛЕДОВАНИЮ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ АКВАТОРИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТИПА ОСМОТРОВОГО КЛАССА

Анищенко В. А., Кичко С. А., Фокин С. Г.

148 ВОДОЛАЗНЫЙ КОЛОКОЛ И АВТОНОМНОЕ ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕ

Краморенко М. В., Ярков А. М.

МЕДИЦИНА

158 ВЛИЯНИЕ ГИПЕРОКСИЧЕСКИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ

Исрафилов З. М., Колчанов С. П., Рыжилов Д. В.

РЕПОРТАЖ

172 НЫРНУТЬ В ПЕТРОВСКУЮ ЭПОХУ. О ВЫСТАВОЧНОМ ПРОЕКТЕ «ПОГРУЖЕНИЕ В ЭПОХУ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

176 РЕСТАВРАЦИЯ ШВЕДСКОЙ ПУШКИ XVIII ВЕКА

CONTENTS

HISTORY

12 THE TRUTH FROM THE DEPTHS, PROVEN BY ARCHIVES DISCOVERY AND IDENTIFICATION OF THE LOST ARMENIA MOTOR SHIP

Grebenshikova G. A.

20 ARCHITECTURE AND STRUCTURAL LAYOUT OF 18TH-CENTURY GALIOTS

Lukoshkov A. V.

42 RECONSTRUCTION OF THE 1918/1919 NAVAL BATTLES IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND BASED ON THE DISCOVERY OF LOST SHIPS

Ivanov M. S., Lukoshkov A. V.

ARCHAEOLOGY

66 ARCHAEOLOGICAL STUDY OF SHIPWRECKS AT THE PIER OF THE RUSSIAN STEAM NAVIGATION AND TRADING COMPANY IN YEVPATORIYA

Vakhoneev V. V.

79 STUDY OF THE GERMAN MERCHANT SHIP "ARCHANGEL RAPHAEL" (1724)

Lukoshkov A. V., Prokhorov R. Y.

RESTORATION / CONSERVATION

102 PRESERVATION OF PAPER-BASED UNDERWATER ARCHAEOLOGICAL OBJECTS: FROM METHODOLOGY DEVELOPMENT TO PRACTICAL RESTORATION

Mymrina E. V.

TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

117 OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF TRANSPARENT POLYMER MATERIALS USED IN THE CONSTRUCTION OF THE STURDY HULL OF MANNED UNDERWATER VEHICLES

Kuzmichev M. V., Fokin S. G.

126 METHODOLOGY FOR REFINING PROJECT DESIGN SOLUTIONS BASED ON VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

Ermakov A. V., Bogdanov A. A., Kichko S. A., Mironova N. S., Nikolenko M. V., Polyashov A. A., Fokin S. G.

138 A COMPREHENSIVE APPROACH TO SURVEYING SUBMERGED AREAS USING AN INSPECTION ROV

Anischenko V. A., Kichko S. A., Fokin S. G.

148 DIVING BELL AND AUTONOMOUS DIVING EQUIPMENT

Kramorenko M. V., Yarkov A. M.

MEDICINE

158 THE INFLUENCE OF HYPEROXIC BREATHING GAS MIXES ON THE STATE OF BODY FUNCTIONS IN LOW-MOUNTAIN CONDITIONS

Israfilov Z. M., Kolchanov S. P., Ryzhilov D. V.

REPORTAGE

172 EXHIBITION «DIVE INTO THE EPOCH OF PETER THE GREAT»

176 RESTORATION OF 18TH-CENTURY SWEDISH CANNON

ИСТОРИЯ | HISTORY

Оригинальная статья | Original paper

DOI: УДК 355 (359)

ИСТИНА С ГЛУБИН, ДОКАЗАННАЯ АРХИВАМИ.
ОБНАРУЖЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАТОНУВШЕГО
ТЕПЛОХОДА «АРМЕНИЯ»

Г. А. Гребенщикова

АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
✉ grebenshikova@urc-rgs.ru

- Аннотация** В статье рассматривается проблема подготовки и сбора документальных материалов для написания монографии о службе и судьбе теплохода «Армения», погибшего на Черном море 7 ноября 1941 г. Подчеркивается непростой путь, пройденный сотрудниками ЦПИ РГО для достижения поставленной цели, а также роль и значение архивов и подлинных документов в этом процессе.
- Ключевые слова** Подводное наследие, научный подход, технические достижения, народный проект, архивные источники, историческое исследование.
- Для цитирования** Гребенщикова Г. А. Истина с глубин, доказанная архивами. Обнаружение и идентификация затонувшего теплохода «Армения». Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 12–19. DOI: <https://doi.org/doi.org/>

THE TRUTH FROM THE DEPTHS, PROVEN BY ARCHIVES
DISCOVERY AND IDENTIFICATION OF THE LOST
ARMENIA MOTOR SHIP

G. A. Grebenshikova

ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society,"
St. Petersburg, Russian Federation
✉ grebenshikova@urc-rgs.ru

- Abstract** The article addresses the issue of compiling and gathering documentary sources for a monograph on the life and fate of the motor ship "Armenia," which perished on November 7, 1941, in the Black Sea. The paper emphasizes the difficult path taken by the URC RGS team to achieve the goal, as well as the significance and importance of archives and original documents in this process.
- Keywords** Underwater heritage, scientific approach, technical achievements, national project, archival sources, historical research.
- For citation** Grebenshikova, G. A. "The Truth from the Depths, Proven by Archives Discovery and Identification of the Lost Armenia Motor Ship." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 12–19. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

На протяжении длительного времени в различных областях научных знаний складывалась взаимосвязь между практическими и теоретическими исследованиями затонувших объектов. На современном этапе эта взаимосвязь стала настолько неразрывной, что ученым уже не представляется возможным приступить к серьезному научному анализу обнаруженных морских артефактов без комплексного подхода к этой проблеме. Зачастую при идентификации объекта даже с помощью сверхмощных телеуправляемых аппаратов специалисты не могут целиком полагаться на данные, полученные с глубин и поступившие на экраны мониторов. Визуального анализа бывает недостаточно для полной идентификации объекта, особенно в тех случаях, когда речь идет об исторически значимых судах, о национальных раритетах, о культурном подводном наследии. Малейшие погрешности, неточности и тем более неверно сделанные выводы могут повлечь за собой самые тяжелые последствия, в том числе в масштабах всей страны и за рубежом. Поэтому для исследовательской группы, задействованной в работе по обнаруженному объекту, было крайне важно предельно ответственно подойти к выполнению поставленной задачи и собрать как можно больше доказательств для подтверждения своей правоты.

Именно в таком направлении продвигалась работа по сбору фактов и документов о службе и гибели теплохода «Армения» (см. рис 1.), затонувшего в Черном море в ноябре 1941 г. и обнаруженного в ходе совместных экспедиций Министерства обороны РФ и ЦПИ РГО в 2020–2021 гг.¹ Находившаяся рядом с судном и поднятая на поверхность туманная рында с выбитым на ней наименованием теплохода «Армения» стала неопровержимым доказательством того, что затонувший объект являлся именно искомым санитарным транспортом «Армения». Для осмотра объекта на такой глубине специалисты Минобороны использовали телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (подводный робот) отечественного производства серии «РТ», оснащенный съемочным оборудованием. При этом сотрудники ЦПИ сравнивали поступившее с подводной камеры видеоизображение с кинокадрами 85-летней давности: в 1935 г. теплоход «Армения» снимали в киноленте «Сокровище погибшего корабля» в роли самого себя. Исполнительный директор ЦПИ РГО

¹ Подробнее см. гл. 8 в кн.: Гребенщикова Г. А., Евтюков Р. Р., Фокин С. Г. Теплоход «Армения». Найти и рассказать: Результаты расследования обстоятельств гибели теплохода «Армения» 7 ноября 1941 года. СПб.: ЦПИ РГО, 2021. С. 42–170.

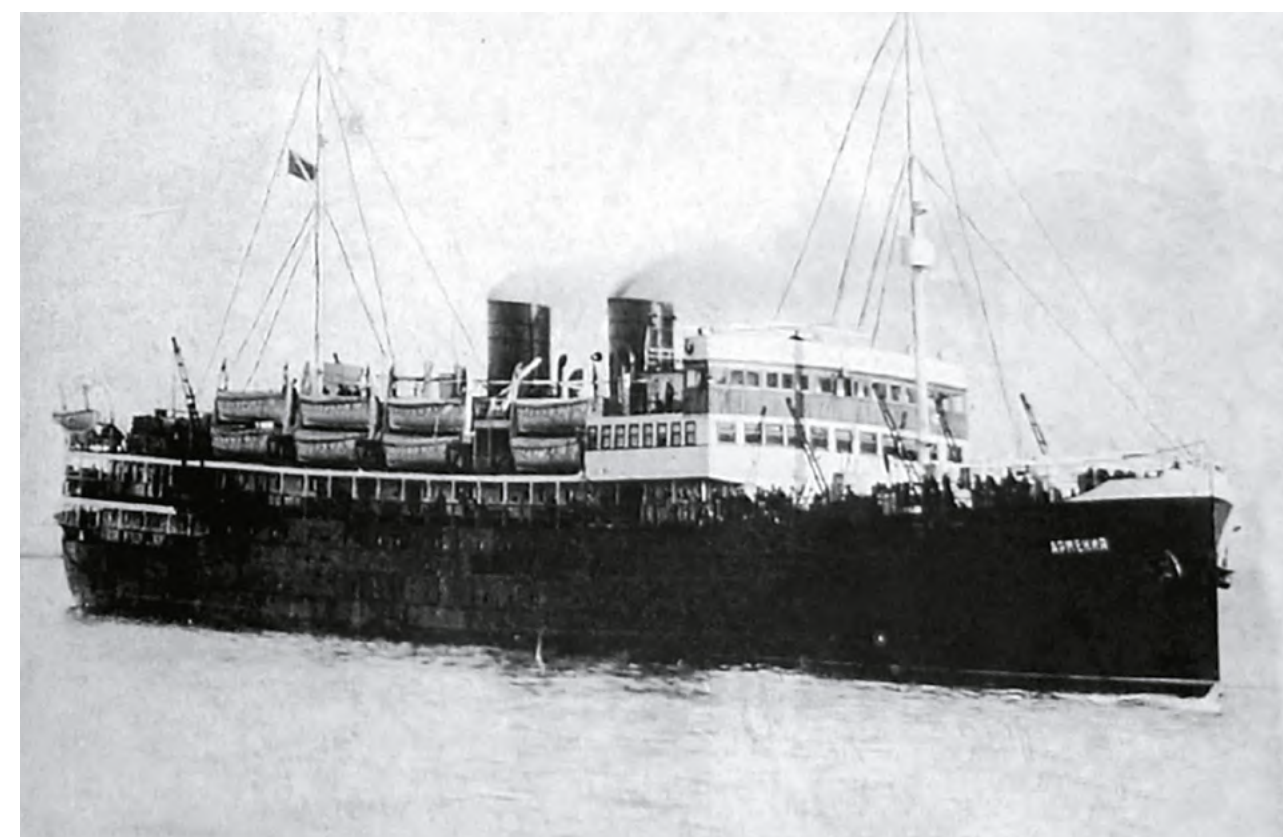


Рис. 1. Теплоход «Армения». Из фондов ЦПИ РГО

Сергей Георгиевич Фокин в эфире программы «Мужское / Женское» на Первом канале отмечал: «Эти кадры из художественного фильма в процессе идентификации сыграли большую роль, нежели какие-то архивные фото- и видеокадры, поскольку художественное кино позволило «Армению» снять в больших деталях с большого количества ракурсов. Именно это нам очень сильно помогло». Как подчеркнул С. Г. Фокин в этой же программе, совпадение основных элементов надстройки найденного судна и лайнера, снятого в киноленте, позволило понять, что исследователи на правильном пути².

Важно обратить внимание и на то, что Минобороны и ЦПИ РГО являлись далеко не первопроходцами в поисках погибшего теплохода, на борту которого находилось свыше 5500 человек. Слишком велика была трагедия, развернувшаяся на Черноморском театре военных действий на пятом месяце войны и глубоко потрясшая все слои советского общества. Однако в ходе исторического исследования научная группа ЦПИ обнаружила явные парадоксы, например, отсутствие упоминания о произошедшем с «Арменией» в обширном итоговом докладе Народного Комиссара Морского флота П. Шершова и начальника Политуправления Наркомморфлота Л. Белахова председателю Государственного Комитета Обороны И. В. Сталину за 1941 г. о безвозвратных судовых потерях на Черном море. Названные лица доложили о гибели парохода «Ленин» на коммуникации Одесса–Мариуполь (погибло 1000 пассажиров), о подрывах на минных полях теплоходов «Крым» и «Чапаев» вблизи Новороссийска и на подходе к Севастополю, о потоплении пароходов «Полина Осипенко» на подходе к Одессе, «Брянск» на коммуникации Севастополь–Одесса, «Урал Лес» на Евпаторийском рейде, «Аджария» на большом Одесском рейде и о других крупных потерях³.

Сообщению о гибели «Армении» не нашлось места и на страницах передовой газеты военных лет «Красный Черноморец», которая подробно освещала хронику каждого боевого дня и информировала читателей обо всех событиях, даже самых мелких и незначительных. Так, в рубрике «Из вечернего сообщения» за 7 и 8 ноября 1941 г. в газете помещены крайне скудные сведения: «За 7 ноября уничтожено

29 немецких самолетов. Наши потери — 1 самолет. Особенно ожесточенные бои происходили на Крымском участке фронта». По сути, в условиях военного времени подобное положение дел представляло собой нонсенс.

Искали «Армению» долго. Подводные археологи Крыма периодически снаряжали различного рода экспедиции на поиски затонувшего транспорта, обследовали предполагаемые районы гибели, однако безуспешно. Но, пожалуй, наиболее резонансной стала экспедиция американского исследователя Роберта Балларда, стяжавшего себе известность обнаружением судов мировой величины: «Титаника» (Titanic), линкора «Бисмарк» (Bismarck) и авианосца «Йорктаун» (Yorktown). В 2006 г. Баллард на научно-исследовательском судне «Эндивор» (Endeavor), оборудованном современными гидролокаторами и телеуправляемыми роботами, обследовал районы моря на расстоянии примерно 40 км от Ялты, но поиски оказались безрезультатными. Американцам это дало повод предположить, что имевшиеся у них координаты места гибели «Армении» неверные, поэтому они решили продолжить поиски в районе Гурзуфа. Но и тут их постигла неудача. В итоге дорогостоящая экспедиция, обошедшаяся Балларду в 2,5 миллиона долларов, завершилась безрезультатно⁴.

Между тем время шло, у родственников погибших все меньше оставалось надежд на обнаружение последнего места пристанища судна, а у историков и краеведов — на восстановление подлинной картины тех событий. Когда, наконец, «Армению» обнаружили, то команда ЦПИ РГО взялась проследить и реконструировать весь этап службы транспорта — от постройки до момента гибели. Фактически проект «Армения» стал народным. Задача предстояла сложнейшая, и здесь имел место именно тот случай, когда на сотрудников ЦПИ выпала колоссальная ответственность за предоставление общественности исторически достоверной информации. Причем информации не в виде некоего сухого отчета с перечисленными фактами, а тщательно выверенной, отобранной или же, наоборот, отброшенной из-за сомнений в правдивости и отсутствия подкрепления документами. В итоге получилась книга, в которой на строго документальной основе изложена судьба теплохода «Армения».

² Судьба «Армении» // Мужское / Женское. Выпуск от 9.11.2020.

³ РГАСПИ. Ф. 473. Политуправление Министерства Морского флота СССР. Оп. 1. Д. 22. Л. 14–21.

⁴ См., например: «На глубине» // Огонек. 23.07.2006. № 29 (4954).

Команда ЦПИ РГО вела работу по нескольким направлениям. В целях установления имен погибших пассажиров был открыт специальный портал, на который поступали сведения от разных людей, что-либо слышавших или знавших о тех событиях. На том же портале размещались архивные документы, справки, учетные карточки и т.д. Такая обратная связь существенно помогала ходу расследования, но, безусловно, для восстановления максимально подлинной обстановки на Черном море, связанной со службой и последними минутами «Армении», требовалась большая и кропотливая работа в архивах. Стоит подчеркнуть, что на повестку дня выносились выяснение не только подробностей последнего рейса теплохода по часам и минутам, но и анализ всего спектра предшествовавших событий — от момента нападения фашистской Германии на Советский Союз до роли каждого офицера, в той или иной степени причастного к роковому рейсу «Армении». Также представлялось важным проследить все эвакуационные рейсы «Армении», начиная от даты первого рейса, выяснить количество перевозимых раненых, фамилии членов экипажа теплохода, медицинского персонала, партийных работников на борту и т.д.

Начинали поиски с двух крупных ведомственных архивов России, в которых по логике вещей могли храниться документы, проливающие свет на события 80-летней давности. Это архивы Минобороны РФ — в Подольске (ЦАМО) и в Гатчине (ЦАВМФ). В той многоплановой исследовательской работе имела значение любая документация, прямо или косвенно связанная с тремя месяцами службы «Армении» в качестве санитарного транспорта. Однако не стоит думать, что такого рода материалы, образно говоря, сами легко и быстро шли в руки. За искомыми документами стояли тщательные поиски по фондам и описям, заказанные «этажерки» архивных дел. Безусловно, в ходе такой работы присутствовала моральная готовность к тому, что изученные документы окажутся «пустышками». Группа изо дня в день вела поиск, внимательно исследовала очередные массивы документов, анализировала их, сопоставляла с уже отработанными и, конечно же, рассчитывала на удачу, как в хорошей пословице: «Дорогу осилит идущий».

Документы ЦАМО во многом способствовали прояснению обстановки на сухопутном театре военных действий в начальных числах ноября 1941 г. и помогли установить хронику событий в Ялте и на подступах к ней. К числу таких документов относились прежде

всего оперсводки Штаба Приморской Армии, оперразведсводки Штаба Севастопольского Оборонительного района и оперсводки Штаба Вооруженных Сил Крыма. Такого рода документация позволила реконструировать трагический рейс «Армении» 7 ноября 1941 г. и, самое главное, выявить ошибочную информацию, переданную с помощью светограммы с тральщика «Груз» капитану «Армении» В. Я. Плаушевскому (см. рис. 2). Та светограмма стала роковой для теплохода и его пассажиров и привела к их гибели⁵.

Изучению обстановки на морском театре в значительной мере способствовали подлинные архивные источники, хранящиеся в ЦАВМФ, и в первую очередь дела с эвакуационными рейсами «Армении» на коммуникациях Ялта и Севастополь–Новороссийск и Туапсе, и обратно, с приказами Командующего Черноморским флотом, журналами боевых действий кораблей, журналами оперативного дежурного Штаба ЧФ, оперсводками охраны водного района. Для установления истины особым видом исторического источника служили вахтенные журналы тральщика «Груз» и эсминцев

⁵ Архив УКГБ Крымской области (Архив ФСБ Республики Крым). Ф. 21. Оп. 8. Д. 8.



Рис. 2. В. Я. Плаушевский. Из фондов ЦВМА

«Сообразительный», «Бойкий» и «Бдительный». Вахтенные журналы «Бойкого» и «Бдительного» помогли понять причину позднего выхода «Армении» из порта в роковой день 7 ноября. Как выяснилось, в ночь с 6 на 7 ноября оба эсминца в течение трех часов принимали на борт бойцов морской пехоты для перевозки в Севастополь на усиление обороны города и вышли за заградительные боны только после трех часов ночи⁶.

Действия летного звена истребителей Нева-3, ставшего свидетелем бомбардировки и гибели «Армении», отразились в «Журнале боевых действий ВВС и ПВО» Черноморского флота и в «Журнале боевых действий 32-го Авиационного полка»⁷. Однако стоит подчеркнуть, что даже следствие, проведенное Особым Отделом НКВД Черноморского флота, окончательно не установило истинную причину, по которой летчики не выполнили боевую задачу по обеспечению прикрытия «Армении» на заданном участке перехода и допустили бомбардировщиков люфтваффе в заданный район Черного моря.

Значительную лепту в ход расследования судьбы «Армении» внесли источники, хранящиеся в Архиве военно-медицинских документов и в Российском государственном архиве социально-политической истории. Среди этих источников нашлись материалы под грифом «Общая сов. секретная и секретная переписка», о хирургическом обеспечении Черноморского флота, отчеты о работе лечебно-эвакуационного Отделения МСО ЧФ, приказы и директивы Политуправлений, в том числе Министерства Морского флота СССР, отчеты и докладные записки руководящих работников ВКП(б) в вышестоящие инстанции, документы об эвакуации морем из Одессы в июле 1941 г. на теплоходах Крымско-Кавказской линии⁸.

Однако, прежде чем приступить к анализу действий «Армении» на театре войны, научная группа ЦПИ РГО поставила задачи проследить историю появления малой серии типовых теплоходов на Черном море и их постройку, выяснить тактико-технические характеристики, статьи нагрузки, водоизмещение и другие

подробности. С этой целью проводилась работа в Центральном государственном архиве научно-технической документации, которая завершилась обнаружением пакета документов под общим заголовком «Спецификация, техническое описание и пояснительная записка о теплоходе для Крымско-Кавказской линии. 1926 год». Данная спецификация в совокупности с другими источниками позволила реконструировать параметры типовых теплоходов, их грузоподъемность, скорость хода и другие тактико-технические элементы⁹.

Особое место в научно-исследовательской работе о судьбе «Армении» заняли Государственный архив Республики Крым и архив УКГБ Крымской области (архив ФСБ Республики Крым). С полным основанием можно утверждать, что дело № 8 из архива ФСБ Республики Крым восполнило многие недостающие звенья в ходе выяснения причин трагедии с теплоходом (см. рис. 3). Восполнило, но далеко не окончательно. Уже на следующий день после трагедии, то есть 8 ноября 1941 г., Особый Отдел НКВД Черноморского

⁹ ЦГА НТД. Ф. 168. Оп. 1-1. Д. 144; Там же. Оп. 3-1. Д. 37.

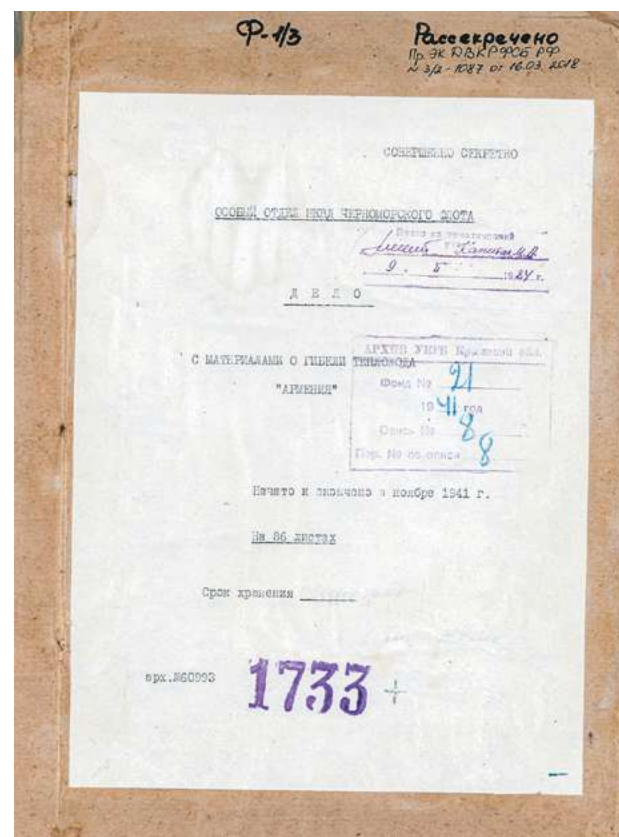


Рис. 3. Обложка дела НКВД ЧФ. Архив УКГБ Крымской области. Ф. 21. Оп. 8. Д. 8



Рис. 4. И. А. Бурмистров. Из фондов ЦВМА

флота начал расследование обстоятельств произошедшего. По мере изучения имевшихся в деле материалов создавалось отчетливое впечатление, что следствие стремилось спокойно и основательно разобраться в истинных причинах гибели теплохода и его пассажиров. Стоит отметить, что дознание проводилось сдержанно, без угроз в адрес допрашиваемых и без давления на них. Сохранившиеся протоколы допросов свидетелей вполне корректны, в задаваемых им вопросах отсутствуют какие-либо подвохи и беспричинные обвинения. Следственное дело НКВД Черноморского флота полностью опубликовано в упомянутой монографии «Теплоход «Армения». Найти и рассказать», и заинтересованный читатель может с ним подробно ознакомиться.

И все же, несмотря на стремление объективно разобраться в произошедшем, часть вопросов следствие не сняло с повестки дня. Так, например, остался невыясненным поступок капитана 1 ранга И. А. Бурмистрова (см. рис. 4) относительно отправления «Армении» из порта Ялта в светлое время суток, вопреки приказу начальника Отдела обеспечения коммуникаций не подвергать корабль опасности и выходить только после 19 часов.

По показаниям оперативного дежурного Штаба ЧФ, в пять часов утра 7 ноября из Ялты в Штаб позвонил капитан 1 ранга И. А. Бурмистров и сообщил, что обстановка не позволяет держать теплоход в течение дня, что противник уже занял Кызылташ и движется на Ялту, «и что отмечается движение противника по проселочной дороге на Алупку». На основании телефонограммы Бурмистрова оперативный дежурный, как и полагалось, внес запись в журнал: «Наши части отходят. Противник обстреливает Ялту из пулемета с гор». Но далее в деле обнаружилось несовпадение. Бурмистров на допросе показал, что обстановку на фронте он не знал, поэтому никакой информации оперативному дежурному не давал. В таком случае закономерны вопросы: кто же тогда лгал — оперативный дежурный или Бурмистров? Мог ли оперативный дежурный безо всякого повода внести запись в журнал и указать на источник информации, то есть на И. А. Бурмистрова, и кто тогда ему звонил по телефону в 5 утра, если не Бурмистров? Следствие не выяснило и причину спешного отхода сторожевого катера СКА 0122 от места гибели «Армении» в Балаклаву, и почему Бурмистров не завершил спасательную операцию и оставил находившихся в ледяной воде пассажиров?

Следующими невыясненными в ходе следствия остались обстоятельства вылета звена истребителей Нева-3, точнее — время подлета звена старшего лейтенанта М. С. Феоктистова к месту атаки теплохода немецкой авиацией. В материалах следствия имеются следующие показания Феоктистова: звено вылетело с базы в районе Херсонесского маяка в 9 утра и прибыло в Ялту в 9 часов 20 минут. Другими словами, Феоктистов назвал нормальное подлетное время для истребителя в условиях низкой облачности, но следствие зафиксировало и показания начальника 3-го Отделения 62-й Авиабазы о том, что звено Феоктистова потратило на перелет от Ялты до места гибели теплохода один час 20 минут. Объяснения такой явной путаницы во времени в деле нет.

При изучении материалов следствия обнаружился и заслуживавший внимания штрих к характеристике командира тральщика «Груз» старшего лейтенанта А. М. Кроля: на допросе он не отрицал своей вины в гибели теплохода. Судя по протокольным записям, А. М. Кроль и комиссар с «Груза» Н. Н. Власов были одними из тех, кто не пытались любыми способами выгораживать себя и взваливать вину на других. Кроль честно признался, что когда

⁶ ЦАВМФ. Ф. 1145. Оп. 06525. Д. 15; Там же. Оп. 062524. Д. 8; Там же. Ф. 2132. Оп. 304. Д. 1.

⁷ ЦАВМФ. Ф. 2874. Оп. 1. Д. 10; Там же. Ф. 1087. Оп. 368. Д. 100; Там же. Ф. 2089. Оп. 91. Д. 6.

⁸ Архив военно-медицинских документов. Ф. 5691. Оп. 4088. Д. 8; Там же. Ф. 5695. Оп. 51878. Д. 1; Там же. Ф. 5695. Оп. 5188/2. Д. 14.

он получил светофор от командира эсминца «Сообразительный» с приказом лечь на обратный курс и следовать в Севастополь, то решил, что Ялта уже занята противником. По его рассуждениям, если командир конвоя приказывает идти не в Ялту, а в Севастополь, значит, Ялта уже занята противником. Поэтому он и дал светогрaмму соответствующего содержания командиру «Армении». Вместе с тем в следственном деле отсутствует протокол допроса командира эсминца «Сообразительный» капитан-лейтенанта С. С. Воркова.

После произведенных допросов следствие вынесло постановление об аресте и предании суду ряда допрошенных офицеров, включая командира тральщика «Груз» старшего лейтенанта А. М. Кроля и командира СКА 051 капитан-лейтенанта П. А. Кулашова, и о привлечении к ответственности капитана 1 ранга И. А. Бурмистрова, контр-адмирала И. Д. Елисеева и старшего лейтенанта М. С. Феоктистова. В этой связи представляет интерес итоговая резолюция Командующего Черноморским флотом вице-адмирала Ф. С. Октябрьского: «Случай тяжелый, но судить представленных людей не за что. Наверное, единственно согласен

судить к-ра ТЩ Кроль, но надо еще доследовать. Октябрьский. 11.XI.41».

Ни один из допрошенных офицеров не понес никакого наказания, и суд над ними не состоялся. 17 мая 1942 г. Особый Отдел НКВД Черноморского флота постановил отправить материалы о гибели теплохода «Армения» в архив. Дело засекретили, и до 2021 г. истории не имели к нему доступа. Однако благодаря совместной работе ЦПИ РГО с агентством «РИА Новости» (Симферополь) эти материалы стали доступны широкой общественности. На сегодняшний день можно уверенно констатировать, что в отечественной историографии не существует научного труда, аналогичного монографии «Теплоход “Армения”. Найти и рассказать».

Величайшая трагедия XX в. — гибель теплохода «Армения» — навсегда останется болью и скорбью советских людей, родственников погибших и их потомков. Но работа над восстановлением списка пассажиров рокового рейса 7 ноября 1941 г. еще не завершена: сотрудники ЦПИ продолжают поиск, и в скором времени Книга Памяти пополнится новыми именами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воздушный торпедоносец и бомбардировщик в войне на море. М.: [Б. и.], 1939–1940.
2. Ионов П. П. Истребительная авиация. М.: Воениздат, 1940. 152 с.
3. Исаев А. В., Глухарев Н. Н., Романько О. В., Хазанов Б. Битва за Крым 1941–1944 гг. М.: Яуза, 2016. 894, [1] с.
4. Крым в период Великой Отечественной войны. 1941–1945: Сб. документов и материалов / сост. И. П. Кондранов, А. А. Степанова. Симферополь: Таврия, 1973. 493 с.
5. Лобач-Жученко Б. М. Теплоходы: Описание океанских, морских и речных пассажирских грузовых, рефрижераторных, наливных, буксирных и специальных теплоходов. М.: Водный транспорт, 1938. 192 с.
6. Манштейн Э. фон. Утерянные победы. М.: СПб.: АСТ, Terra fantastica, 1999. 891, [2] с.
7. Морозов М. Э., Кузнецов А. Я. Черноморский флот в Великой Отечественной войне: краткий курс боевых действий. М.: Яуза-Пресс, 2015. 446, [1] с.
8. Мощанский И., Савин А. Борьба за Крым (сентябрь 1941 — июль 1942 года). М.: БТВ-КНИГА, 2002. 67 с.
9. Осипенко А. С. Тактика истребительной авиации: Учебное пособие для летного состава истребит. авиации ПВО. М.: Воениздат, 1943. 190 с.
10. Русский архив: Великая Отечественная. Ставка ВГК, 1941 год. Документы и материалы. М.: ТЕРРА, 1996. Т. 16 (5–1). 448 с.
11. «Судопроект». Материалы Государственной конторы по проектированию судов. Труды Всесоюзного научно-инженерно-технического общества судостроения ВНИТОСС. Л.: Судпромгиз, 1934. Т. 1. 210 с.
12. Тактика воздушного боя истребителя. М.: Военмориздат, 1942. 52 с.

REFERENCES

1. *Vozdushnyy torpedonosec i bombardirovshhik v vojne na more* [Air Torpedo Bomber and Bomber in the War at Sea]. Moscow, [S. n.], 1939–1940. (In Russ.)
2. Ionov, P. P. *Istrebitel'naya aviatsiya* [Fighter Aviation]. Moscow, Voenizdat Publ., 1940. 152 p. (In Russ.)

3. Isaev, A. V., N. N. Gluxarev, O. V. Roman'ko, and B. Xazanov. *Bitva za Krym 1941–1944 gg.* [Battle for Crimea 1941–1944]. Moscow, Yauza Publ., 2016. 894, [1] p. (In Russ.)
4. *Krym v period Velikoj Otechestvennoy vojny. 1941–1945: Sbornik dokumentov i materialov* [Crimea during the Great Patriotic War. 1941–1945: Collection of Documents and Materials], comp. I. P. Kondranov, A. A. Stepanova. Simferopol, Tavriya Publ., 1973. 493 p. (In Russ.)
5. Lobach-Zhuchenko, B. M. *Teploxody: Opisanie okeanskix, morskix i rechnyx passazhirskix gruzovyx, refrizheratornyx, nalivnyx, buksirnyx i special'nyx teploxodov* [Motor Ships: Description of Ocean, Sea and River Passenger Cargo, Refrigerator, Tanker, Towing and Special Motor Ships]. Moscow, Vodnyj transport Publ., 1938. 192 p. (In Russ.)
6. Manshtein, E. fon. *Uteryannye победы* [Lost Victories]. Moscow, St. Petersburg, AST, Terra fantastica Publ., 1999. 891, [2] p. (In Russ.)
7. Morozov, M. E., and A. Ya. Kuznecov. *Chernomorskiy flot v Velikoj Otechestvennoy vojne: kratkiy kurs boevyx dejstvij* [The Black Sea Fleet in the Great Patriotic War: A Short Course of Military Operations]. Moscow, Yauza-Press, 2015. 446, [1] p. (In Russ.)
8. Moshhanskiy, I., and A. Savin. *Bor'ba za Krym (sentyabr' 1941 – iyul' 1942 goda)* [The struggle for the Crimea (September 1941 – July 1942)]. Moscow, BTV-KNIGA Publ., 2002. 67 p. (In Russ.)
9. Osipenko, A. S. *Taktika istrebitel'noj aviacii: Uchebnoe posobie dlya letnogo sostava istrebitel'noj aviacii PVO* [Tactics of Fighter Aviation: A Training Manual for Flight Personnel to Fighter Air Defense Aviation]. Moscow, Voenizdat Publ., 1943. 190 p. (In Russ.)
10. *Russkiy arxiv: Velikaya Otechestvennaya. Stavka V GK, 1941 god. Dokumenty i materialy* [Russian Archive: Great Patriotic. Headquarters of the Supreme High Command, 1941. Documents and Materials], vol. 16 (5–1). Moscow, TERRA Publ., 1996. 448 p. (In Russ.)
11. *“Sudoproekt”. Materialy Gosudarstvennoy kontory po proektirovaniyu sudov. Trudy Vsesoyuznogo nauchnogo inzhenerno-texnicheskogo obshhestva sudostroeniya VNITOSS* [“Sudoproekt.” Materials of the State Office for the Design of Ships. Proceedings of the All-Union Scientific Engineering Society of Shipbuilding VNITOSS], vol. 1. Leningrad, Sudpromgiz Publ., 1934. 210 p. (In Russ.)
12. *Taktika vozdušnogo boya istrebitelya* [Fighter Air Combat Tactics]. Moscow, Voenmorizdat Publ., 1942. 52 p. (In Russ.)

При поддержке Фонда президентских грантов. Проект «Теплоход “Армения”. Вспомнить всех». teplohodarmenia.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Галина Александровна Гребенщикова, доктор исторических наук, академик РАН, научный сотрудник АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: grebenshikova@urc-rgs.ru

Поступила в редакцию 16.11.2022

Поступила после рецензирования 29.04.2023

Принята к публикации 01.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Galina Aleksandrovna Grebenshikova, Doctor of Sciences in Historical Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Autonomous Non-Profit Organization “URC RGS” (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: grebenshikova@urc-rgs.ru

Received 16.11.2022

Revised 29.04.2023

Accepted 01.05.2023



АРХИТЕКТУРА И КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ГАЛЬОТОВ XVIII ВЕКА

А. В. Лукошков

АНО «Национальный центр подводных исследований», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

 Lukoshkov2004@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются общие принципы компоновки, парусного вооружения и архитектуры найденных на дне Финского залива полутора-, двух- и трехмачтовых транспортных судов XVIII века типа гальот (галиот). Они первоначально появились в Нидерландах, но быстро получили широкое распространение в странах Балтики, включая и Российскую Империю. В российских водах на сегодня найдено 8 судов этого типа, что позволило сделать некоторые выводы об их общих конструктивных особенностях, что может служить основой для идентификации гальотов при обнаружении на дне новых объектов.

Ключевые слова

Подводная археология, Балтика, XVIII век, парусные торговые корабли, гальоты.

Для цитирования

Лукошков А. В. Архитектура и конструктивные схемы гальютов XVIII века // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 20–41. DOI: <https://doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/>

ARCHITECTURE AND STRUCTURAL LAYOUT OF 18TH-CENTURY GALIOTS

A. V. Lukoshkov

ANO "National Underwater Research Center," St. Petersburg, Russian Federation

 Lukoshkov2004@mail.ru

Abstract

The article discusses the general principles of layout, rigging, and architecture of one and a half-, two-, and three-masted 18th-century cargo ships of the galiot type discovered at the bottom of the Gulf of Finland. They first appeared in the Netherlands but quickly spread throughout the Baltic countries, including the Russian Empire. To date, eight vessels of this type have been found in Russian waters, allowing some inferences about their basic design elements to be drawn, which can then be used to identify galiots when new artifacts are discovered.

Keywords

Underwater archaeology, Baltic, 18th century, merchant sailing ships, galiots.

For citation

Lukoshkov, A. V. "Architecture and Structural Layout of 18th-Century Galiots." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 20–41. DOI: <https://doi.org/doi.org/doi.org/> (In Russ.)

Финский залив с давних времен служил транспортным коридором Запад–Восток, памятниками функционирования которого служат лежащие на дне останки перевозивших грузы торговых судов. В различные исторические периоды в восточной части Финского залива всегда действовали сменявшие друг друга экспортно-импортные торговые центры, куда доставлялись товары из Европы и товары как с территории Руси — Московии — Российской Империи, так и транзитные грузы с Востока. Но наиболее интенсивные перевозки фиксируются историками начиная с XVIII в., когда эту функцию стал выполнять Санкт-Петербург. Специалистами Национального центра подводных исследований (НЦПИ) и Центра подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО) в ходе многочисленных экспедиций найдено на дне российского сектора залива несколько сотен погибших судов и кораблей, исследование которых дает новые интереснейшие исторические материалы.

Однако изучение находок часто затруднено полным отсутствием информации о них. Система учета случаев гибели судов в Финском заливе появилась в Российской Империи лишь во второй четверти XIX в., причем она фиксировала лишь случаи гибели вблизи берегов, когда население могло наблюдать крушение и оказывать помощь погибавшим. Случаи гибели судов в море, во льдах, в результате столкновений или по причине штормов часто оставались неизвестными. И сегодня большинство найденных останков парусных судов, погибших ранее середины XIX столетия, с трудом поддаются идентификации. Это тем более сложно, поскольку перевозка товаров вплоть до последней трети XIX в. выполнялись иностранными судами, информацию о которых в европейских архивах найти весьма проблематично.

В сложившихся условиях важнейшую роль в идентификации найденных останков, определении времени и места строительства судна или хотя бы его национальной принадлежности играет установление его типа. Последний зависит от схемы парусного вооружения, использовавшегося рангоута, конструктивной схемы и архитектуры корпуса. Все эти показатели менялись по мере развития принципов кораблестроения и зависели от национальных традиций разных европейских народов.

Впрочем, в последнем вопросе могли существовать весьма тонкие отличия. Так со второй половины XVII в. и практически до конца XVIII в. большая часть коммерческих судов

в бассейнах Северного и Балтийского морей (а благодаря указам Петра Первого и на других морях Российской Империи) строились, копируя типы, разработанные судостроителями Республики Соединенных Провинций Северных Нидерландов (совр. Королевство Нидерланды). В тот исторический период эта маленькая страна с населением всего полтора миллиона человек имела самый большой флот в Европе. Конечно, точных цифр историки пока не называют, но считается, что флот Нидерландов был соизмерим с совокупным флотом всех остальных европейских стран, насчитывавших около 100 млн. жителей. По скромным оценкам, из портов Нидерландов выходило около 6000 кораблей и судов общим водоизмещением 500000–600000 тонн, на борту которых могло находиться до 45000 моряков. При этом количество типов строившихся транспортных и рыболовецких судов насчитывало более 50 названий. Наиболее известными из них были флейты (fluit, flute), билландеры (billandar), гальоты (gallotse, galeote), тьялки (tjalk), кофы (kof, koff, kuff), краеры (kraaier), каты (kat, katte), шхонеры (schooner, schooner), шмаки (schmack), шнявы (schnau), бупера (boeier), буйсы (booise, boyse, busse), яхты (jaghd, jacht) и херен-яхты (herren-jacht), боты (boot), гукоры (gooker), шлюпы (sloep)¹. Все они отличались друг от друга размерениями, парусным вооружением и рангоутом, конструктивными схемами и архитектурой. Но имели общие важные признаки: одинаковую коробчатую в плане форму корпуса со скругленными скулами, плоское днище и небольшую осадку. Это затрудняет идентификацию найденных на дне торговых судов XVIII в. и требует изучения детальной информации об их конструктивных особенностях. Тем более что некоторые типы при сходной конструкции корпусов отличались друг от друга исключительно рангоутом и парусным вооружением. Так строившиеся в Нидерландах двухмачтовые кофы имели конструктивную схему близкую к строившимся во всех странах Балтики полуторамачтовым гальотам, но несли на фок- и грот-мачте шпринтовые паруса, а не трисели с гафелем (см. рис. 1 а, б)². Это еще сильнее осложняет идентификацию, поскольку у найденных на дне судов упавшие мачты и рангоут обычно разбросаны по грунту вокруг корпуса, и их поиск затрудняет получение необходимых для определения типа судна данных.

¹ Dudszy A., Henriot E., Krumrey F. Das grosse Buch der Schiffstypen. Berlin: Transpress, 1987. 288 S.; Gronhagen J., Kontinen H. Tietoa syvyyksista. Hylkytutkimusken opas. Helsinki: Toreda navalis, 1988. 6. 153 S.

² *Марквардт К. Х.* Рангоут, такелаж, и паруса судов XVIII века. Л.: Судостроение, 1991. 288 с.

Корпуса судов сохраняются намного лучше, и изучение их конструктивных схем и архитектуры позволяет выявить отличительные особенности различных типов судов. Разумеется, возможность выявления таких особенностей обусловлена наличием на дне большого числа погибших судов каждого типа.

На сегодняшний день специалистами НЦПИ и ЦПИ РГО в российской части Финского залива найдено и обследовано 12 корпусов торговых (грузовых) судов, которые с высокой степенью уверенности датируются XVIII в. При этом лишь в двух случаях удалось установить название и точную дату гибели судна. Проведенные исследования позволили определить одно судно как голландский тьялк, еще одно, предположительно, как гукур, одно — как шхонер и два — как шмаки. Остальные семь судов были идентифицированы как гальоты: три полуторамачтовых (двухмачтовых?) и четыре трехмачтовых. При анализе особенностей их конструкции также были использованы материалы работ по изучению одного российского трехмачтового гальота, найденного в финских водах Финского залива. В основу идентификации было положено изучение выполненных в XVIII в. изображений и чертежей судов, а также их описаний.

Полуторамачтовые гальоты описываются в справочниках по судостроению как небольшие транспортные суда, у которых высокая грот-мачта несла два прямых паруса (марсель и брамсель) и большой косой парус (грот-трисель на гафеле). Короткая бизань-мачта вооружалась косым парусом (бизань-трисель с гафелем) и гиком, для управления которым за корму выводился специальный выстрел. Кроме того, они имели фока-стаксель на форштевне и один-два кливера на бушприте. Корпус судна был плоскодонный, что позволяло плавать по характерному для голландских вод мелководью. Полуторамачтовые гальоты имели горизонтальный бушприт, крепившийся в вертикальном степсе и лежавший на фальшборте сбоку от форштевня. Брашпиль находился в носу, впереди грот-мачты. Характерным признаком гальотов было наличие на корме надстройки с наклоненной вперед крышей, над которой ходил длинный румпель. В надстройке располагались жилые помещения, для освещения которых в корме имелись окна. Кроме того, на палубе перед бизань-мачтой располагалась небольшая рубка, где находился камбуз с печью или очагом (см. рис. 2 а, б). Выявление именно такого сочетания элементов рангоута и конструктивных особенностей корпуса позволило

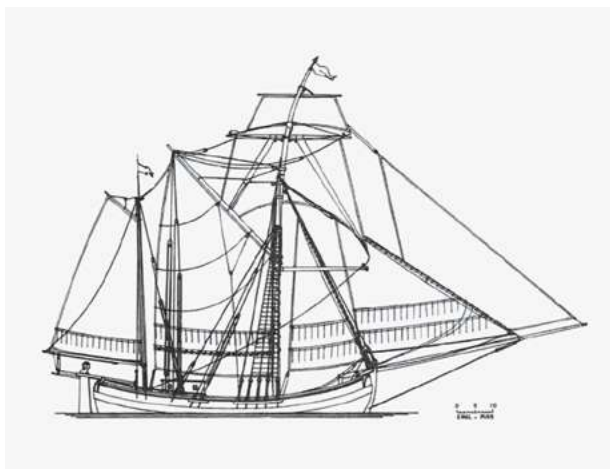


Рис. 1а. Схема парусного вооружения полуторамачтового гальота. Марквардт К. Х. Рангоут, такелаж, и паруса судов XVIII века. Л.: Судостроение, 1991. 288 с.

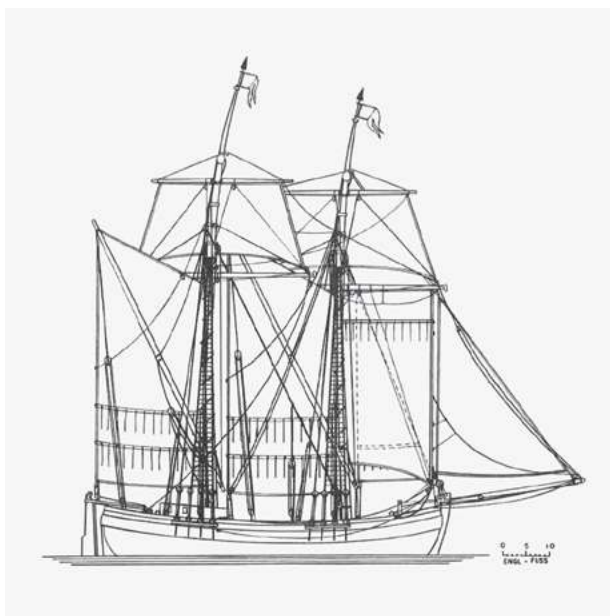


Рис. 1б. Схема парусного вооружения полуторамачтового кофа. Марквардт К. Х. Рангоут, такелаж, и паруса судов XVIII века. Л.: Судостроение, 1991. 288 с.

идентифицировать найденные корпуса как полуторамачтовые гальоты.

Первой находкой в водах российской части Финского залива стал обнаруженный при строительстве газопровода «Северный поток» деревянный корпус «двухмачтового» судна³.

³ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. С. 50–69.

Место его нахождения соответствовало району гибели военно-транспортных судов, погибших осенью 1721 г. при эвакуации русской армии из Финляндии после заключения Ништадтского мира. Согласно документам севернее острова Гогланда погибли 2 гальота с артиллерией, о которых докладывал кабинет-секретарь А. В. Макаров. Об их поиске велась переписка весной 1722 г., причем указанное в ней место гибели гальотов практически совпадает с точкой местонахождения лежащего на дне судна. Корпус судна был обследован специалистами НЦПИ, а затем полностью отснят с составлением фотоплана. Конструкция корпуса и обнаруженные на судне предметы позволяют отнести его к первой четверти XVIII в. Сохранившийся рангоут судна полностью соответствует рангоуту полуторамачтового гальота. Более того, найденный в каюте капитана эфес шпаги был атрибутирован специалистами-оружейниками как принадлежавший офицерской шпаге 1710-х гг., а лежащие в трюме колеса — как принадлежащие к артиллерийскому имуществу периода Северной войны.

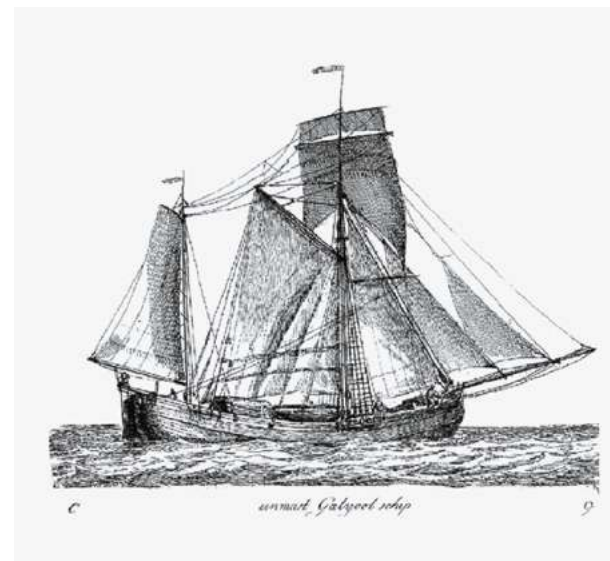


Рис. 2а. Гравюра полуторамачтового голландского гальота. Gronhagen J., Konttinen H. Tietoa syvyyksistä. Hylkytutkimuksen opas. Helsinki: Toredonavalis, 1988. 6, 153 S.; Groenewegen G. Verzameling van vier en tachtig Stuks Hollandsche Schepen geteeked en in Kopengebagt. Rotterdam: J. van den Brink, 1789. [N. p.]; Mass V. Laevahukulo. Tallinn, [S. n.], 2006. 272 S.

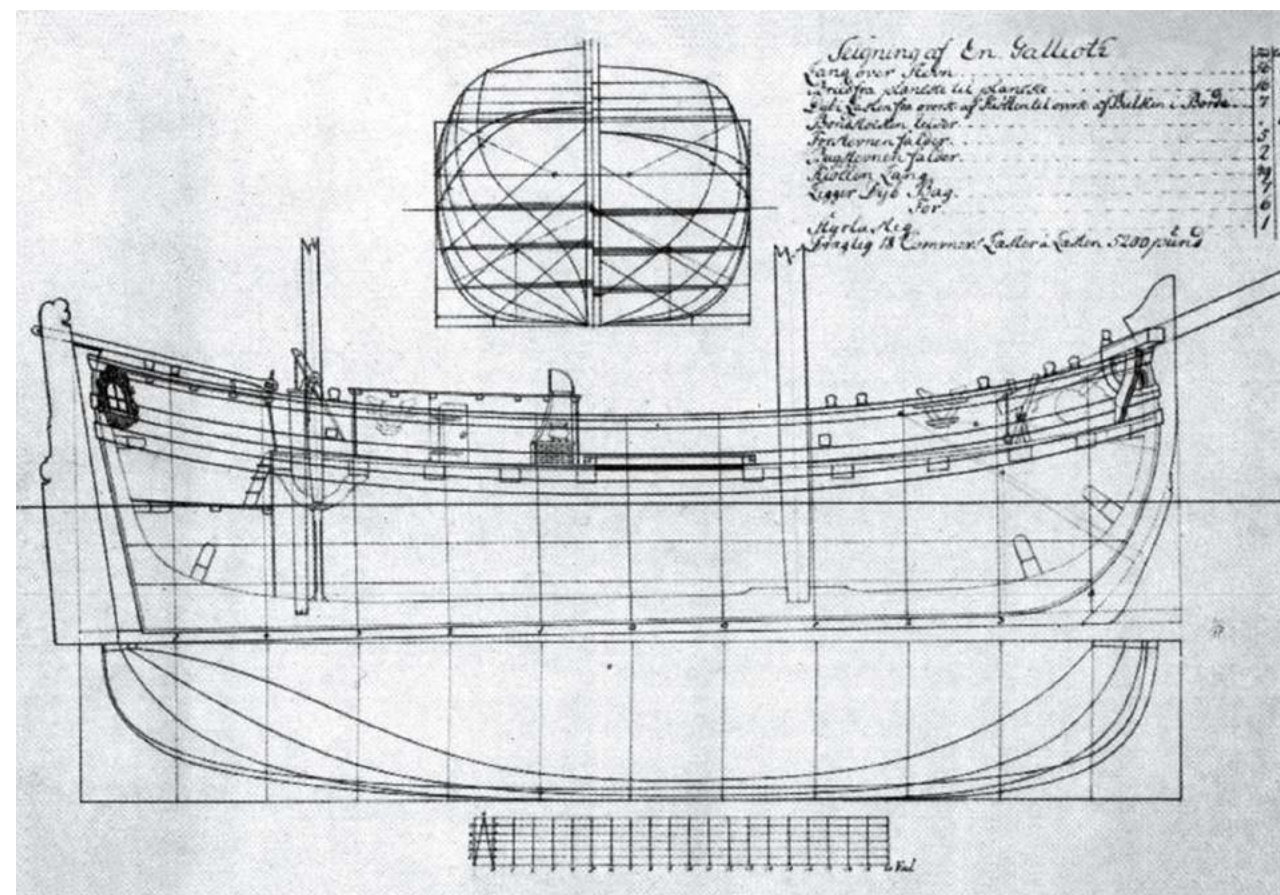


Рис. 2б. Чертеж полуторамачтового голландского гальота. Gronhagen J., Konttinen H. Tietoa syvyyksistä. Hylkytutkimuksen opas. Helsinki: Toredonavalis, 1988. 6, 153 S.



Рис. 3. Фотопланы полумачтового гальота 1721 года. Из архива ЦПИ РГО

Корпус длиной около 19 м сохраняет свою форму, но палуба отсутствует, что открывает доступ в трюм и кормовую каюту. Сохранились обе мачты и гафель. Под правым бортом на грунте лежит разрушенный судовой баркас (см. рис. 3).

Обмеры выявили большую разницу в высоте форштевня и ахтерштевня. У форштевня она составила всего 4 м, тогда как у ахтерштевня — 5,7 м. Более того, высота рудерписа руля была вообще 6,2 м. Это свидетельствует о том, что в корме имела надстройка с поднятой над палубой каютой, над крышей которой перемещался длинный румпель со встроенными блоками на конце. Управление его положением, очевидно, осуществлялось вручную с помощью системы тросов, поскольку никаких следов наличия на судне штурвала не было обнаружено. Фальшборт имел постепенно увеличивающуюся высоту и выходил в корме на уровень крыши надстройки.

Другой важный вывод следовал из сопоставления высоты бизань-мачты и глубины трюма в корме. Очевидно, что для эффективной работы бизань-мачта могла стоять

только на промежуточном бимсе, иначе она теряла бы половину своей высоты. Кроме того, можно уверенно говорить, что располагалась бизань-мачта перед кормовой надстройкой. Решающим аргументом в определении такого расположения бизани является длина (высота) трубы насоса. Очевидно, что он по традиционной схеме устанавливался рядом с мачтой. Подтверждением тому являются обнаруженный на бизани пропил от троса для подвески рычага насоса и палубная доска шириной 35 см с полукруглыми выпилами под мачту и трубу насоса, расположенными напротив друг друга. Но длина трубы насоса составляет всего 4,55 м с учетом необходимого для работы возвышения над палубой (1,3–1,5 м). Она могла стоять лишь перед кормовой надстройкой, где глубина трюма позволяет достичь днища (см. рис. 4).

Особенных сомнений в датировке судна нет. Однако остаются невыясненными национальная принадлежность и место строительства погибшего гальота. Обнаруженные предметы и кирпичи производства любекской мануфактуры «Двор Святого Петра» указывают на германское происхождение судна. Вполне возможно, это был один из неприятельских

транспортов, захваченных в ходе патрулирования Балтийского моря и вошедших в состав Балтийского флота.

Следующей находкой стал корпус неизвестного «двухмачтового» судна, гибель которого на основании находок немецкой фаянсовой посуды с эмблемой завода Ильменау датировалась периодом после 1787 года⁴.

⁴ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. С. 104–113.

Хотя корпус имел длину уже 24,6 м, по своей конструктивной схеме и вооружению он практически повторял первое судно. Корпус коробчатой формы нес барабан брашпиля, зафиксированный в бортовых платформах, и горизонтальный бушприт с вертикальным степсом. На палубе перед бизань-мачтой были найдены остатки разрушенной рубки, среди обломков которой располагались печь, большое количество посуды, склад запасных дельных вещей, в первую очередь блоков, а также навигационные инструменты: октант и подзорная труба. Высота фальшборта постепенно увеличивается по направлению к корме, где находилась

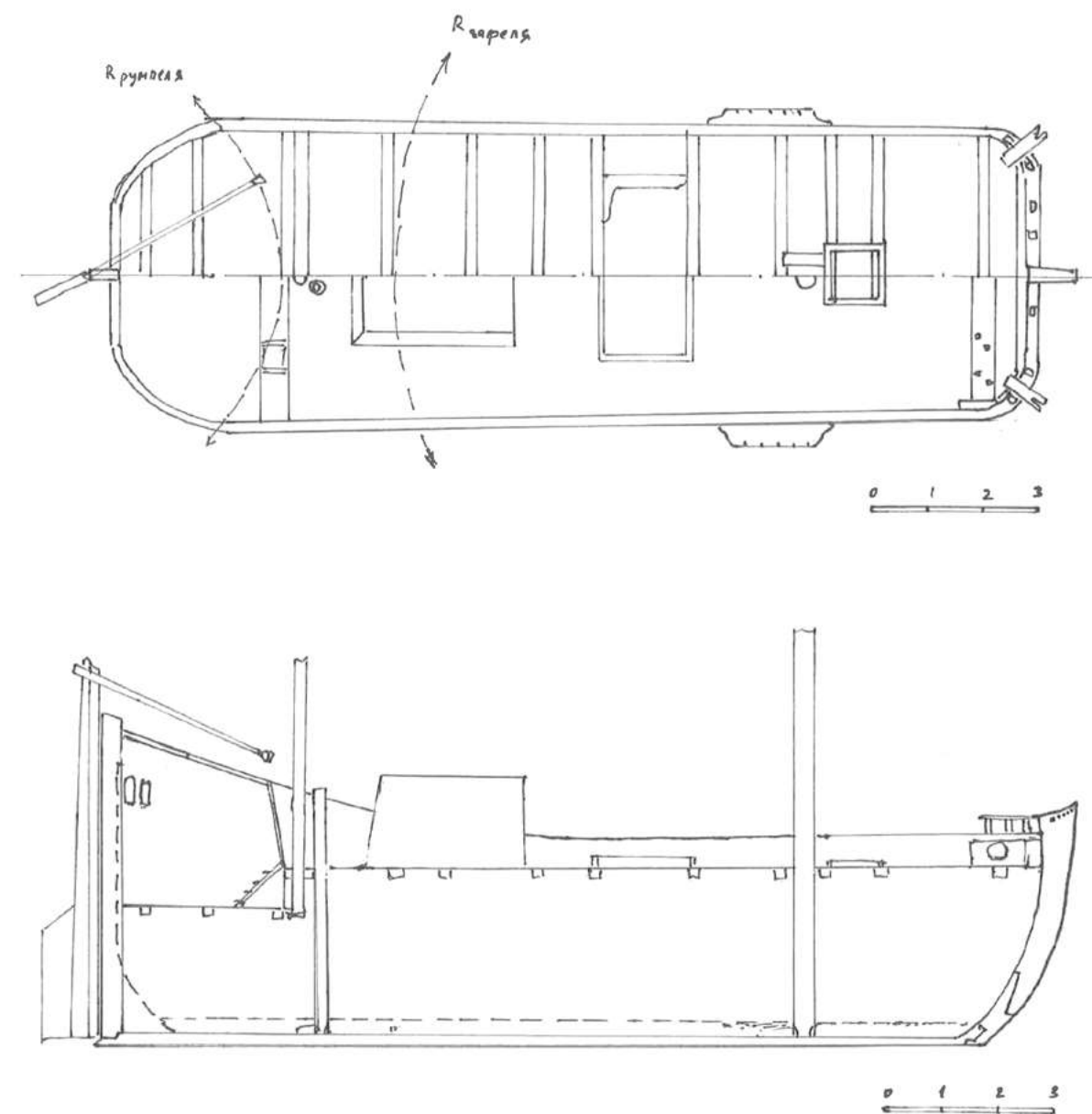


Рис. 4. Конструктивная схема полумачтового гальота 1721 года, построенная по результатам обмеров. Из архива ЦПИ РГО

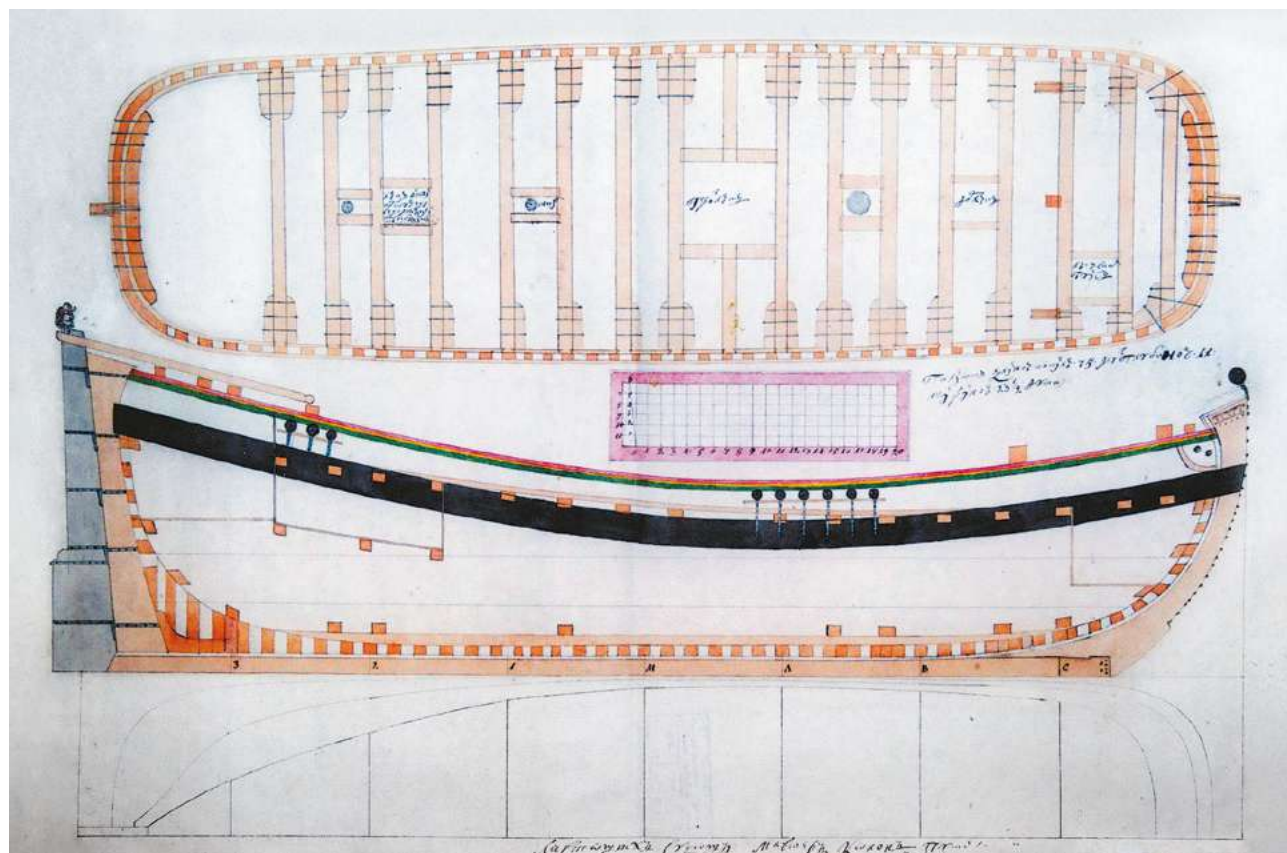


Рис. 5. Чертежи набора российского гальота XVIII века. Из открытых источников

каюта. Предположительно, фальшборт выходил на уровень ее крыши. Но корма была разрушена при ударе корпуса о грунт и сегодня представляет завал дезинтегрированных обломков. При этом среди них не был обнаружен руль. Следов установки штурвала не найдено. Единственным отличием от гальота 1721 года было наличие двух водоотливных насосов, стоявших у обеих мачт. Причем у насоса грот-мачты имелась оригинальная система отвода откачанной из трюма воды через две медные трубы (см. рис. 5).

Последним среди обследованных водолазами ЦПИ РГО судов этого типа стал российский полуторамачтовый гальот «Перфилий», спущенный на воду на Городской верфи Санкт-Петербурга в 1790 году и погибший во льдах пролива Бьеркезунд в середине ноября 1796 г.⁵ Он был найден специалистами НЦПИ в 2012 году на подводном склоне у материкового берега пролива. Хотя корпус судна полностью разрушен, сомнений в том, что найден

именно гальот «Перфилий», нет. Место находки совпадает с координатами гибели, а составленный план обломков соответствует конструктивным признакам других русских гальотов второй половины XVIII века, чертежи которых сохранились в фондах РГА ВМФ.

Выявленная водолазами картина разрушения уже встречалась на нескольких торговых судах XVIII в., которые строились с железным скреплением элементов набора. В результате пребывания в слабосоленой воде Финского залива сделанные из низкокачественного металла гвозди и скобы постепенно корродировали и в какой-то момент перестали выполнять свою функцию. После чего палуба в сборе с настилом, бимсами, карлингсами и горизонтальными кницами пошла вниз под собственным весом, распирая борта наружу. Флортимберсы и загроуженное балластом днище остались в грунте, а футоксы отвалились на обе стороны вместе с досками обшивки.

В случае с «Перфилием» упавшая на днище палуба примерно на полтора метра сместилась в сторону левого борта, что обусловлено наклоном дна. Тем не менее конструктивная схема корабля хорошо читается. Более того,

⁵ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. С. 170–175.

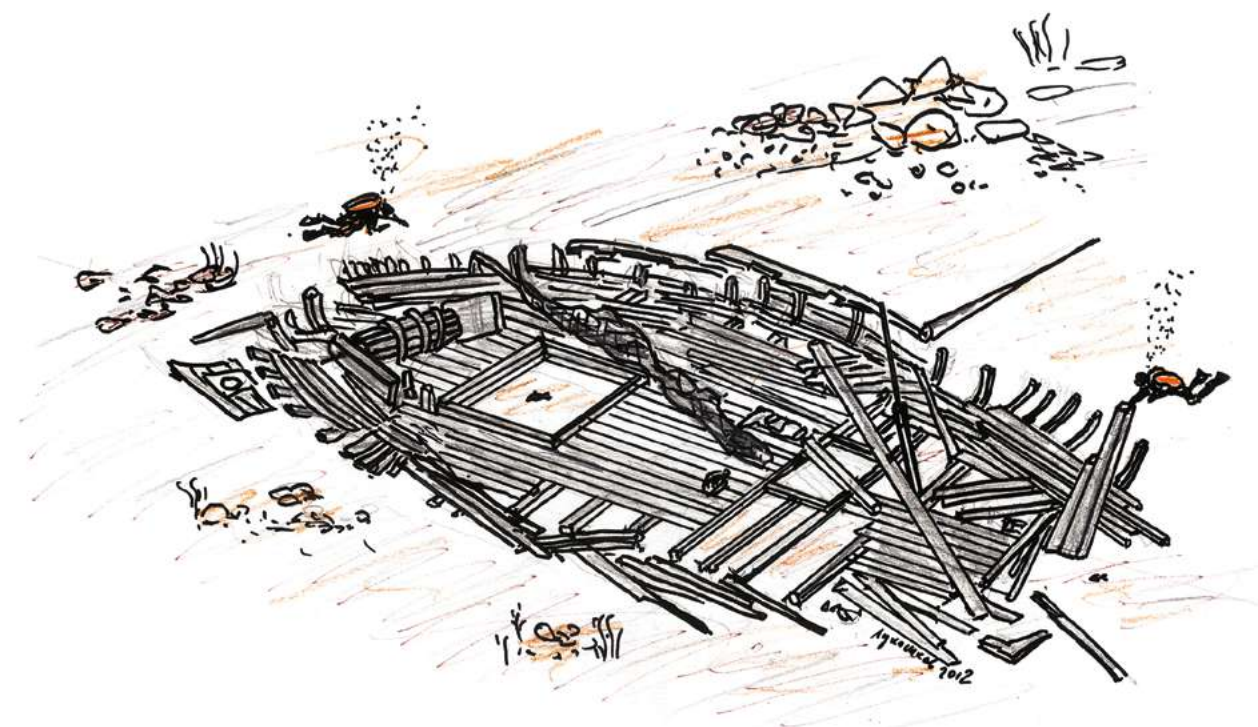


Рис. 6. Рисунок обломков гальота «Перфилий» на дне. Из архива ЦПИ РГО

удалось, наконец, выяснить главные размерения гальота, длина которого на палубе составила 16,5 м, а ширина палубы по бимсам — 4,9 м. Поскольку киль судна замыт и находится в грунте, глубину интрюма можно оценить лишь предположительно. Вряд ли она превышала 3,5–3,8 м, поскольку длина отломившихся футоксов всего два метра и длина штока торчащего из грунта насоса лишь 2,3 м. Видимая высота торчащего из грунта ахтерштевня составила 3,2 м. Руль отсутствует. Вероятно, был выбит из мест посадки при ударе корпуса о грунт и унесен волнами еще в 1796 году. Но разница между высотой трубы насоса (его штока) и высотой ахтерштевня свидетельствует, что в корме была надстройка, возвышавшаяся над палубой минимум на метр.

Носовая часть корпуса разрушена: скулы разошлись на обе стороны, а форштевень упал вперед. Ни мачт, ни их обломков на объекте нет. Палуба в носовой части разрушена, но ближе к корме частично сохранила настил. Хорошо читаются люк в кормовую каюту размером 1,1 x 1,0 м и люк в грузовой трюм размером 2,3 x 2,3 м. Над палубой торчит деревянная труба водоотливного насоса, внутри которого сохранился и свободно перемещается деревянный

шток поршня. В носовой части наиболее привлекает внимание упавший вперед брашпиль довольно примитивной конструкции: барабан диаметром 0,5 м и длиной 2 м с металлической осью, закрепленной в двух высоких битенгах. На барабане до сих пор намотан обрубленный якорный канат, что соответствует рапорту о гибели «Перфилия». Последний, четвертый якорь (верп?) лежит тут же в носу. На палубе разбросаны юферсы и трех- и двухшкивные блоки традиционной для XVIII в. конструкции с долбленным корпусом и деревянными осями шкивов (см. рис. 6).

Трехмачтовые гальоты, очевидно, являются увеличенным вариантом полуторамачтовых судов этого типа. Длина корпуса у найденных образцов достигает 30 м. Причем обе оконечности корпуса имеют выпуклую форму, так что длина по палубе меньше длины по трюму. Трехмачтовые гальоты имели наклонный бушприт, крепившийся ватер-вулингом на верхней грани форштевня. Барабан брашпиля располагался сразу за стоявшей вблизи форштевня фок-мачтой. Парусное вооружение, помимо стакселя и кливеров, включало от двух до четырех прямых парусов на фок- и грот-мачте и прямой марсель и трисель с гафелем

на бизани. Они также имели в корме надстройку с наклоненной вперед крышей и рубку с камбузом перед бизань-мачтой. Рядом с бизанью располагались одна или две трубы водоотливных насосов (см. рис. 7 а, б).

Самым старым из найденных трехмачтовых является германский гальот «Архангел Рафаил», затонувший в начале декабря 1724 года. Точное место гибели этого судна удалось локализовать на основе изученных документов, сохранившихся в РГА ВМФ. Эта локализация подтвердилась на первом же этапе поисков. При проведении специалистами ЦПИ РГО гидроакустической съемки дна с помощью гидролокатора бокового обзора всего через 34 минуты после начала работ частично разрушенный деревянный корпус старинного судна был обнаружен в предполагаемом месте на северо-северо-восточном склоне банки. Он лежал на глубине 13–15 м, как потом выяснилось, носом по курсу примерно 150 градусов, имея дифферент в корму. Отчасти это было связано с уклоном дна: глубина грунта в районе форштевня составила примерно 13 м, в районе

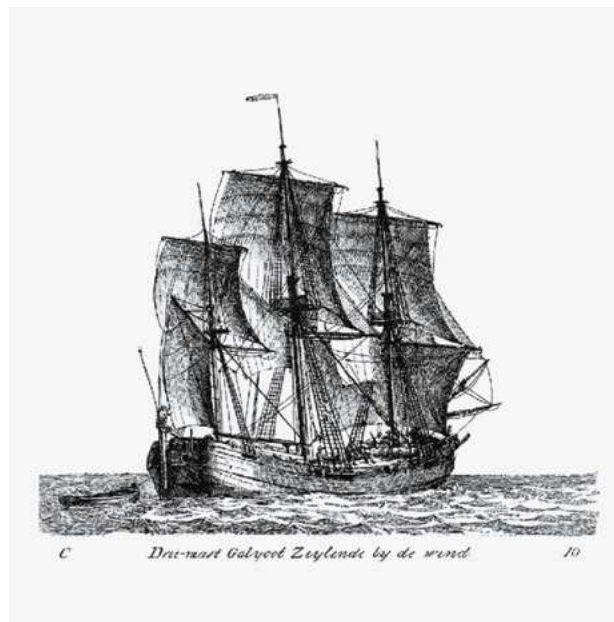


Рис. 7а. Голландская гравюра трехмачтового гальота. Groenewegen G. *Verzameling van vier en tachtig Stuks Hollandsche Schepen geteeked en in Kopengebagt*. Rotterdam: J. van den Brink, 1789. [N. p.]

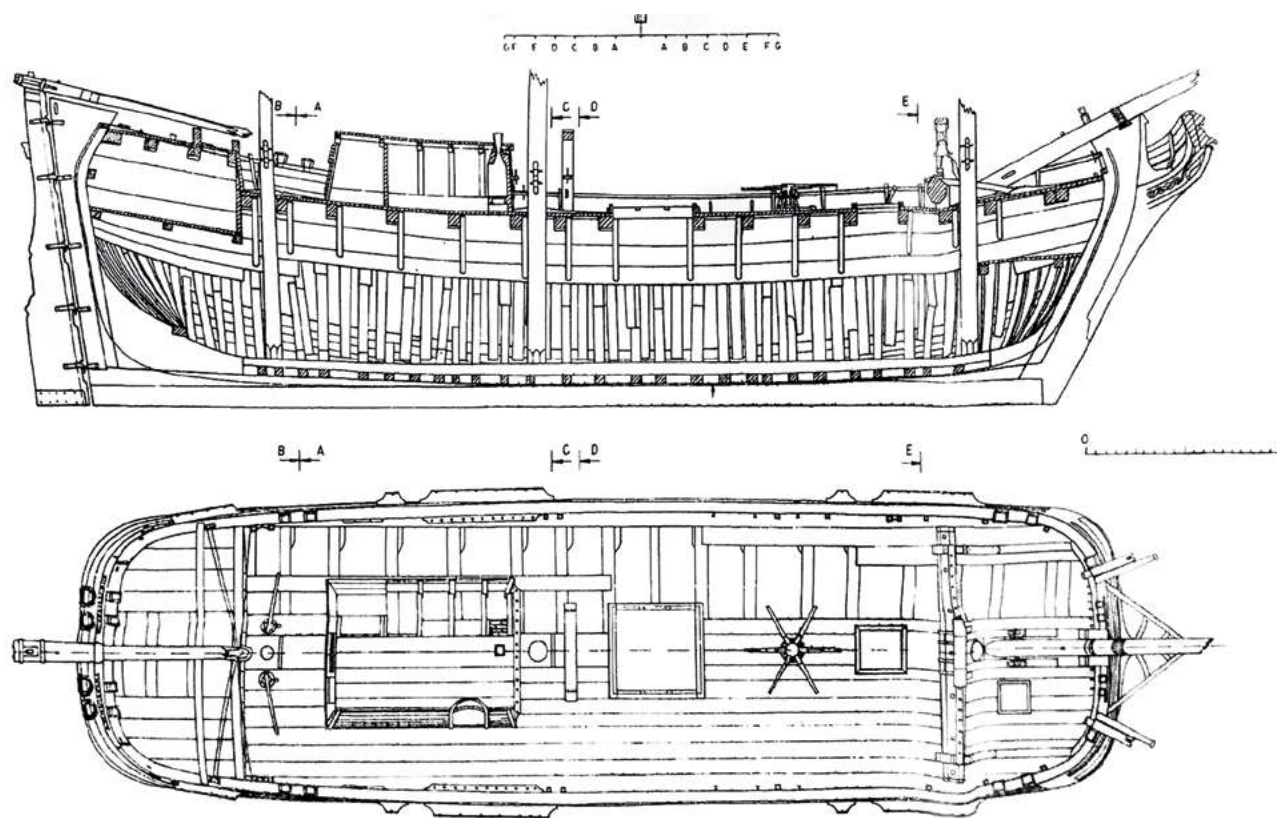


Рис. 7б. Чертежи германского гальота «Фридрих Вильгельм II». Гейер К., Лексов Д., Сон М. Чертежи модели парусника «Фридрих Вильгельм II» 1789 года

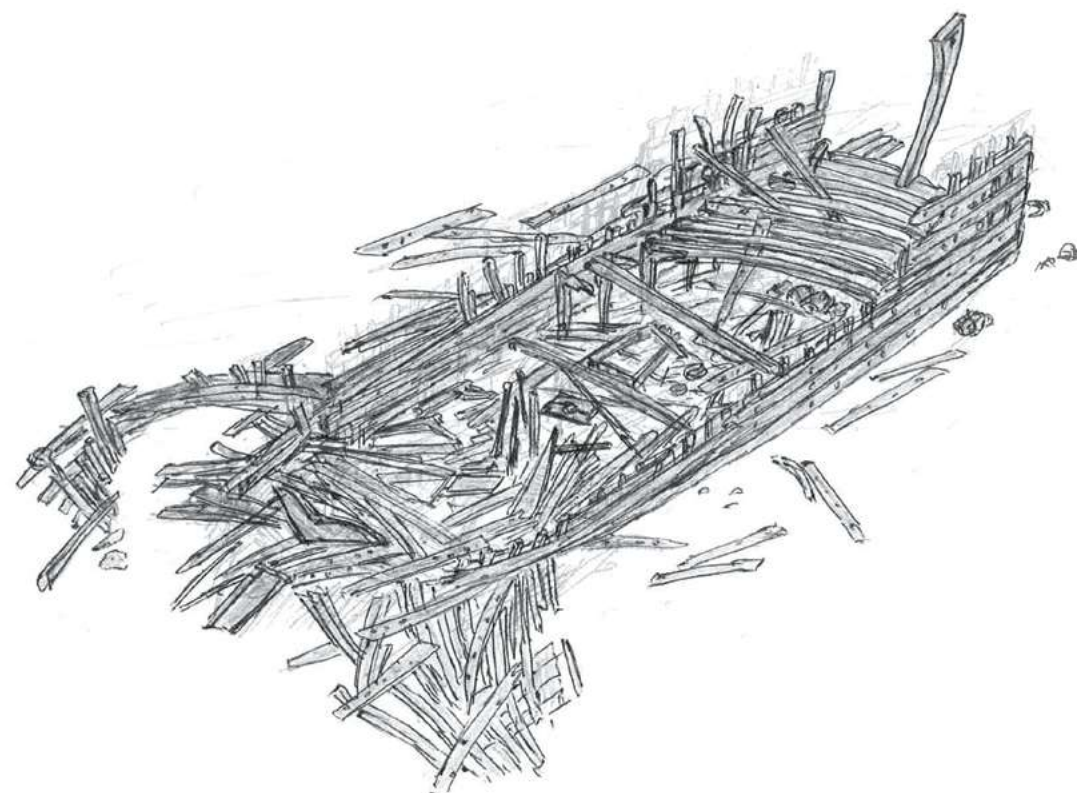


Рис. 8. Рисунок обломков гальота «Архангел Рафаил» на дне. Из архива ЦПИ РГО

кормы — 15,0–15,5 м. Но определить реальный угол наклона корпуса в корму было невозможно без разбора обломков и размыва осадков, полностью покрывавших днище. Корпус в целом сохранил свою форму, хотя его кормовая часть разрушена. Прямой ахтерштевень и кормовые оконечности обоих бортов упали на грунт. При этом наполовину замытая в грунт кормовая оконечность левого борта лежит в сборе, сохраняя выгнутую форму. Очевидно, судно имело округлую корму. Высота левого борта в районе кормы составляла 5,4–5,8 м. А кормовая оконечность правого борта лежит на грунте в виде плоского развала. Высота борта здесь составляла 5,7–5,8 м. Последующий анализ обмеров показал, что высота упавших фрагментов бортов в носовой части, что позволяет предполагать наличие в корме надстройки. К сожалению, лежащий в корме вдоль диаметральной плоскости корпуса ахтерштевень с длиной верхнего торца 0,8 м и толщиной (шириной) 0,18 м оказался обломанным в своей нижней части, что не позволило определить его полную высоту. Отломанный фрагмент ахтерштевня лежит верхним торцом наружу и имеет высоту 4,8 м. При этом он частично замывает осадки, что не позволило изучить его конструкцию.

Точную длину корпуса из-за разрушений оценить невозможно, но ориентировочно она могла находиться в диапазоне 24–25 м. Ширина корпуса по бимсам — 6,8–7,0 м. Форма корпуса коробчатая, с закругленными скулами, что характерно для судов XVII–XVIII вв., построенных по голландским конструктивным схемам (см. рис. 8).

Ни мачт, ни рей, ни бушприта, ни канатов, ни парусов обнаружено не было. Скорее всего, еще зимой 1724 или весной 1725 года их выломало при движении льда и унесло в залив. Тем не менее, исходя из размерений корпуса и расположения деталей, связанных с фиксацией мачт, было решено, что судно было трехмачтовым. Впоследствии уже в ходе раскопок эта версия была подтверждена обнаружением трех степен, причем стеньги фок- и грот-мачты были выдолблены в кильсоне, а стеньга бизань-мачты стоял в качестве накладки на бимсе перед кормовой надстройкой. Очевидно, на палубе судна перед бизанью находилась рубка. В этом месте внутри корпуса были обнаружены кирпичи для очага и большое количество посуды, в том числе два блюда: одно с изображением Архангела Рафаила и цифрами 1696, а второе с изображением тюльпанов

и цифрами 1699. Кирпичи имели клейма действовавшего с XVII в. в Любеке кирпичного двора «Дом Святого Петра», а сама посуда была отнесена экспертами Государственного Эрмитажа к северо-германским образцам конца XVII — начала XVIII в. Поднятые в ходе экспедиции образцы дерева были изучены в лабораториях Лесотехнической академии, и проведенные анализы показали, что корпус судна был изготовлен из дуба, а элементы такелажа (юферсы) из ясеня, то есть из пород, традиционных для северогерманского судостроения.

Также радиоуглеродный анализ древесины, выполненный в лаборатории Института истории материальной культуры РАН, дал вероятный интервал времени вырубki дерева с 1650-х по 1680-е годы, что с учетом времени на сушку древесины совпадало со временем строительства «Архангела Рафаила». Это время было установлено немецким коллегой Эгбертом Лемке, который обнаружил в архиве Любека документы о плаваниях корабля Die Engiel Raphail еще в 1693 году. В целом останки корпуса «Архангела Рафаила» полностью соответствовали конструктивной схеме трехмачтового гальота конца XVII — начала XVIII в.

Более поздним по возрасту образцом трехмачтовиков стал российский гальот «Святой Михаил». Место и дата его строительства неизвестны, но погиб он в декабре 1747 года вблизи острова Борсте, в 50 км от Або (совр. Турку), при следовании из Нидерландов и Дании в Санкт-Петербург с ценным грузом для русского двора⁶. Его корпус был найден рыбаками в 1953 году, и в 1961 году обследован шведскими водолазами, которые обнаружили на нем груз ювелирных изделий. После этого доступ на него был закрыт, и лишь в 1969–1971 финские археологи начали его детальное изучение, которое с перерывами продолжалось в 1983, 1986, 1988, 1996 и 1998 годах.

Корпус корабля стоял на подводном склоне на глубинах от 35,5 м у форштевня до 38,5 м у ахтерштевня и сохранился очень хорошо. Длина от форштевня до ахтерштевня составляла 25 м, максимальная ширина — 6,2 м.

⁶ Vaheri P., Hyvareinen J., Saari J. Hylkyja Suomenlahdella ja Saaristomerellä. Hameenlinna: Karisto, 1996. 105 S.; St. Michel 1747 / ed. A. Nurmio-Lahdenmaki. Jyväskylä: Fingrid, 2006. 333 S.; Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. С. 180–185.

Корпус в плане имеет классическую коробчатую голландскую форму с закругленными скулами. Бак и ют подняты над палубой. Вдоль нее от бака до юта по обоим бортам идет сплошной фальшборт с двумя ступенями подъема до уровня крыши надстройки в корме. В кормовой надстройке располагались каюты, в которые проделаны окна по два справа и слева от ахтерштевня. В центре палубы перед грот-мачтой — грузовой люк в трюм. Сразу за баком и фок-мачтой расположен барабан длинного брашпиля, обе оси которого заведены в отверстия накладных щек, укрепленных на фальшборте. Конструкция брашпиля симметричная, с двумя зубчатыми колесами. Напротив колес, со стороны носа, стояли два палубных кнехта с резными навершиями в виде человеческих голов. В долбленых пазах кнехтов стояли по два шкива. Справа и слева от грот-мачты вертикально располагались две трубы водоотливного насоса. Учитывая, что корпус замывает в грунт, определить его полную высоту было невозможно. Однако высота видимой части форштевня равнялась всего 1,5 м, а ахтерштевня — 5,5 м. В целом конфигурация корпуса полностью соответствует традиционной конструктивной схеме трехмачтового гальота и не имеет индивидуальных особенностей или специфических признаков, которые могут указать регион строительства судна.

Все три мачты стоят на своих местах, однако стеньги, реи и марсы упали. Верхний конец фок-мачты с эзельгофом французского типа находится на глубине 20 м, конец грот-мачты — на глубине 23,5 м. У всех трех мачт сохранились руслени с вант-путенсами. Бушприт упал на дно. Руль полностью сохранился и в сборе с румпелем также лежит на грунте (см. рис. 9 а, б). Судовой баркас отсутствует: вероятно, экипаж пытался покинуть судно, но погиб вместе с баркасом где-то ближе к берегу. Тем не менее в каюте найдены останки (скелеты) двух пассажиров: мужчины средних лет и девушки, а также скелет собаки. Также были обнаружены и навигационные инструменты. Главный сюрприз ожидал исследователей в трюме при изучении грузов. Оказалось, что взятый в Копенгагене груз «мелких промышленных товаров» состоял из наборов фарфоровых сервизов, выполненных в четырех техниках, и коллекции декоративных статуэток производства Мейсенской мануфактуры 1740-х гг.

В настоящее время коллекция из 144 изделий хранится в фондах Морского музея Финляндии и частично экспонирована в его

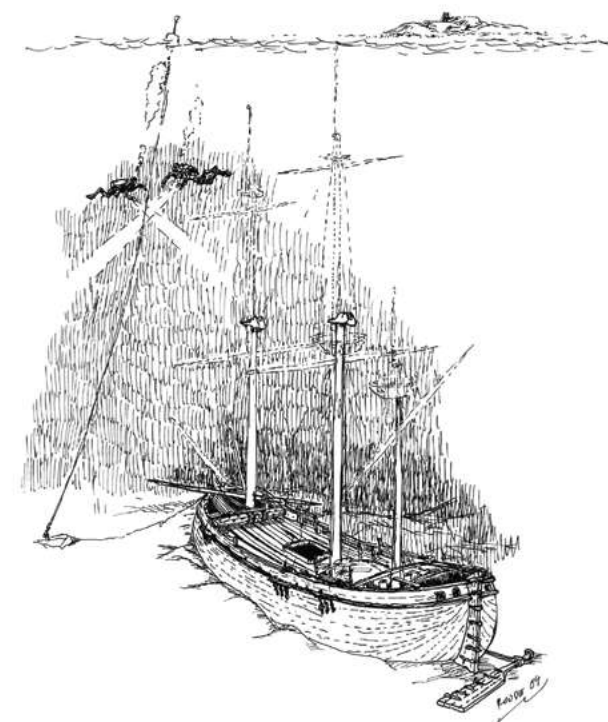


Рис. 9а, б. Рисунки корпуса гальота «Святой Михаил» на дне. St. Michel 1747 / ed. A. Nurmio-Lahdenmaki. Jyväskylä: Fingrid, 2006. 333 S.

новом комплексе «Велламо» в Котке. Там же экспонируется законсервированный и отреставрированный кабриолет, подаренный датским королем императрице Всероссийской.

К настоящему времени со дна поднято более 40 табакерок, изготовленных из золота и серебра, агата, папье-маше и бронзы, часть из которых украшена расписными эмалями. В основном они атрибутированы как работы французских ювелиров 1740-х гг. Также поднято 15 карманных часов с механизмами английского производства в золотых и серебряных корпусах, выполненных парижскими и немецкими ювелирами.

Исследования корабля продолжают, и, учитывая его особую ценность, было разработано предложение о его подъеме и транспортировке в Хельсинки на расстояние 100 морских миль.

Третий корпус трехмачтового гальота был обнаружен в 2006 году специалистами компании «Искатель» в ходе работ по обследованию возможных вариантов трасс для прокладки трубопровода «Северный поток». Объект был частично осмотрен с помощью телеуправляемого аппарата с проведением видеосъемки

палубы и руля. В 2009 году объект был осмотрен водолазами подводно-исследовательской экспедиции «Нептун» по Открытому листу археолога Степанова А. В.⁷ Были проведены довольно полные обмеры конструкции и подъем артефактов. Однако окончательный вариант трассы трубопровода прошел севернее, и дальнейших исследований судна в рамках этого проекта не велось. В 2018 году специалистами ЦПИ РГО были проведены съемка корпуса с помощью многоручевого эхолота, а в 2019 году — контрольное водолазное обследование объекта.

Частично развалившийся корпус гальота стоит на дне на ровном киле на пологом склоне подводной банки носом к ее вершине, имея заметный дифферент в корму, и ориентирован носом по курсу примерно 210 градусов. Днище полностью замывто в донные осадки. На момент последнего водолазного обследования сохранялись оба соединенных бимсами борта, на которых почти по всей площади между фок- и грот-мачтой и вдоль левого

⁷ Сорокин П. Е., Степанов А. В. Изучение затонувших судов по трассе Северо-Европейского газопровода в российских водах Финского залива в 2006–2009 гг. // Изучение памятников морской археологии. 2009. Вып. 6. С. 45–73.

борта между грот- и бизань-мачтой сохранился палубный настил. Носовая и кормовая оконечности корпуса разрушены, а форштевень и ахтерштевень стоят отдельно от него в окружении упавших топтимберсов и досок обшивки. Практически все доски наружной обшивки (кроме одного двух поясов, примыкающих к грунту) упали на дно. Все шпангоуты сохраняют целостность, и доски внутренней обшивки находятся на своих местах. Шпангоуты в сечении имеют прямоугольную форму при размере верхних торцов 10 x 30 см. Размер шпаций также около 30 см. Сечение бимсов примерно 35 x 30 см. Предположительно, судно имело полубак: на это указывают дополнительные кницы, сохранившиеся по правому борту.

Выгнутый форштевень возвышается над грунтом примерно на 5 м. При этом его торец имеет сильный наклон, а на тыльной стороне видны два наклонных параллельных друг другу пропила. Справа от форштевня на грунте пятками друг к другу стоят, опираясь на штоки, два станковых якоря. Они имеют круглые рымы, деревянные штоки, соединенные без бугелей с помощью шпилек и рога с небольшим углом отгиба. Обе половины деревянных штоков заметно загнаны вверх, что, как и малый угол разведения рогов, является признаками французского или голландского производства. В двух с половиной метрах от форштевня по диаметральной плоскости (ДП) над палубой возвышается обломок основания фок-мачты диаметром 35 см. В полуметре за ним в палубном настиле имеется квадратный проем размером 60 x 70 см, вероятно люк в форпик. Но на палубе в носовой части отсутствуют как детали книц, подушек и битенгов для установки брашпиля, так и следы их установки. Длинный цилиндрический барабан брашпиля со шпильгатами стоит под правым бортом, опираясь одним концом на грунт, а другим на борт. На обоих концах барабана имеются круглые выступы в виде усеченного конуса, которые, вероятно, служили для его фиксации в щеках, смонтированных на внутренней поверхности бортов. То есть судно имело довольно архаичную для XVIII века конструкцию брашпиля. Далее в корму по ДП в палубе имеется круглое отверстие, предположительно, для осевого столба грузового шпиля, а за ним — грузовой люк размером примерно 1,4 x 1,5 м. Он открыт и видно, что трюм почти до уровня палубы заполнен уложенными в ряды мешками. Взятые пробы показали, что в них находится пшеничное зерно. Примерно по миделю из палубы торчит обломок основания сломанной грот-мачты, сразу за которым на палубе имеется дополнительная

деревянная платформа со сложенной из кирпичей камбузной печью. В плане она имеет П-образную форму и размер 1,1 x 0,7 м. Печь стоит на цементном основании, нижние части кирпичных стенок оштукатурены и обшиты металлом. На открытых торцах боковых стенок стоят обшитые металлом толстые доски высотой около 1,8 м. Верхняя часть печи разрушена, и ее фрагменты образуют завал из кирпичей внутри стенок. Общая высота уцелевшей конструкции сегодня равна примерно 1,5 м. Вокруг печи было найдено много кухонной посуды: металлические сковороды, металлические котлы, глиняные кастрюли, керамические горшки, миски и кувшины. По периметру платформы сохранилось выполненное из бруса основание надстройки, рядом с которым на палубе лежат две Г-образные детали, очевидно элементы каркаса надстройки. Ближе к корме из палубного настила на расстоянии около одного метра друг от друга торчат две толстостенные деревянные трубы наружным диаметром по 25 см, одна из которых имеет «ушки» для установки коромысла. Очевидно, это водоотливные насосы. Кормовая оконечность полностью разрушена — ее шпангоуты, бимсы и доски образуют сплошной завал, из которого торчит узкий ахтерштевень с двумя металлическими петлями для установки руля. Сам руль торчит из грунта под наклоном около 45 градусов справа от ахтерштевня. Он имеет узкое перо и надетый на верхнюю часть мощный румпель длиной 6 м, который выполнен из бруса и оканчивается вертикальным цилиндром с двумя шкивами. Важно отметить, что среди обломков не было обнаружено ни штурвала, ни следов его установки. В то же время среди обломков кормы были найдены резные деревянные детали, фрагмент кирпичной кладки размером 1,0 x 0,3 x 0,3 м, посуда, что указывает на месторасположение здесь каюты. Кроме того, в кормовой части трюма водолазы обнаружили бочки, заполненные жиром.

Рангоут корабля сохранился практически полностью, что позволяет точно определить тип парусного вооружения судна. Слева от форштевня, опираясь верхним концом на бимс, а нижним на грунт, лежит бушприт длиной около 11 м. На конце он имеет эзельгофт, но утлегарь отсутствует. Все три мачты упали на правый борт. Фок-мачта лежит под углом около 20 градусов к корпусу и тоже опирается обломанным нижним концом на борт, а эзельгофтом на грунт. Ее продолжает фор-стенг, лежащая на грунте. В районе их соединения под углом к ним на грунте лежат две рей. У топа фор-стенги на грунте лежит эзельгофт

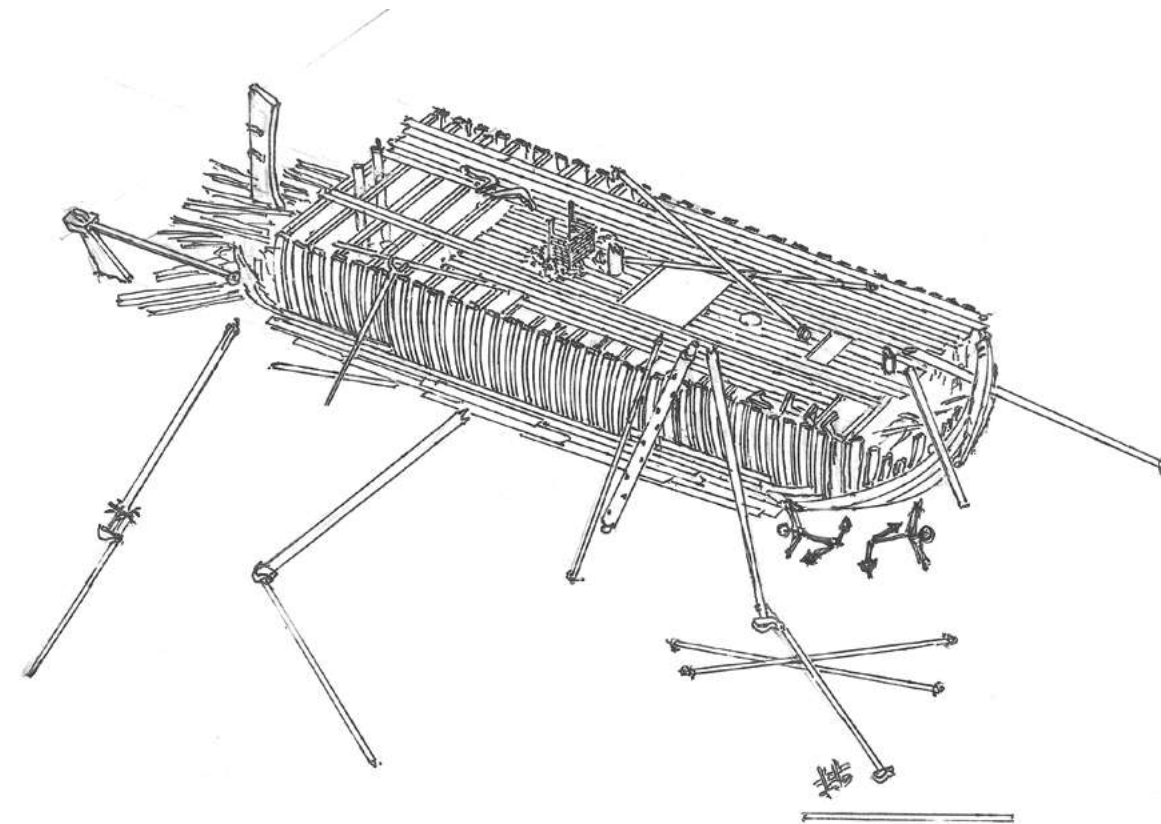


Рис. 10. Рисунок корпуса трехмачтового голландского гальота на дне. Из архива ЦПИ РГО

и сборка из двух лонга-салингов и двух краспиц. Далее под углом к фор-стенгу лежит фор-брам-стенг. Грот-мачта лежит на грунте почти перпендикулярно корпусу, прижимая эзельгофтом грот-стенгу, лежащую топом по курсу судна. Грот-брам-стенга отсутствует. Зато бизань-мачта лежит на грунте в сборе с крьюс-стенгой, причем в месте их соединения сохранились эзельгофт и лонга-салинги, и краспицы с чиксами. Гафель бизань-мачты стоит под бортом, опираясь на него усами. Вблизи него в таком же положении стоит еще одна рея. Судя по рангоуту, судно имело парусное вооружение трехмачтового гальота с тремя рядами прямых парусов. Все эзельгофты у мачт и стенг французского типа с закрытым топом, применение которых было традиционным в голландском коммерческом судостроении (см. рис. 10).

Примерный возраст объекта удалось уточнить с помощью найденных на палубе голландских и российских монет, самая поздняя из которых была отчеканена в 1769 году. Кроме того, на чашечке одной из девяти поднятых глиняных курительных трубок с гербом города Гауда имеется герб короля Пруссии Фридриха Вильгельма II и надпись VIVAT REX/PRUYSE, что

может указывать на период после 1787 года, когда Пруссия оказала военную помощь в восстановлении власти статхутера (штатгальтера) Вильгельма V в Республике Соединенных Провинций Северных Нидерландов. На части остальных трубок также имеется герб Гауды, а на трех найденных оловянных ложках читается герб Амстердама. Это вкупе с другими признаками позволяет довольно уверенно говорить о голландском происхождении судна и отнести его гибель к последнему десятилетию XVIII века.

Объект, без сомнения, является трехмачтовым голландским гальотом, следовавшим из России в Европу с закупленным грузом, однако ни его названия, ни даты гибели установить пока не удалось. По мнению руководителя археологических работ на объекте А. В. Степанова, останки корпуса судна имеют сходство с конструкцией трехмачтового германского гальота «Фридрих Вильгельм II» постройки 1789 года. Сходство действительно есть, правда, следует отметить, что, судя по чертежам, последний не имел закрытого полубака, а у найденного на дне гальота отсутствуют (не обнаружены) княвдигед и гальюн, которые имелись на «Фридрихе Вильгельме II».

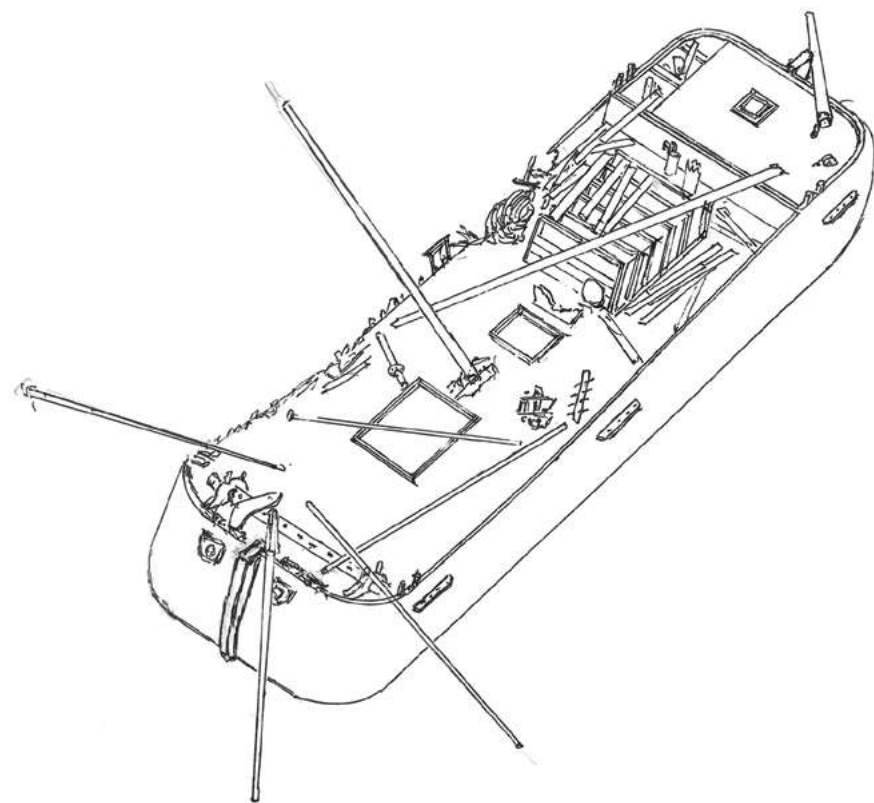


Рис. 11. Рисунок корпуса трехмачтового голландского гальота на дне. Из архива ЦПИ РГО

Корпус еще одного трехмачтового судна также был обнаружен в 2006 году специалистами компании «Искатель» в ходе работ по обследованию возможных вариантов трасс для прокладки трубопровода «Северный поток». Объект был частично осмотрен с помощью телеуправляемого аппарата ОАО «Питергаз» с проведением видеосъемки палубы и корпуса⁸. Однако окончательный вариант трассы трубопровода прошел севернее, и дальнейших исследований судна в рамках этого проекта не велось. В 2018 году объект был обнаружен специалистами ЦПИ РГО, которые провели съемку корпуса с помощью многолучевого эхолота. Весной 2020 года в ходе очередной экспедиции ЦПИ РГО было выполнено контрольное водолазное обследование объекта с проведением рабочей видеосъемки. В связи с коротким временем погружения ни обмеры, ни поиск предметов не проводились и артефакты не поднимались.

Деревянный корпус стоит на ровном грунте носом по курсу примерно 97 градусов без

заметного дифферента, но с небольшим креном на правый борт (см. рис. 11). Корпус в плане имеет характерную для кораблестроения XVIII века коробчатую форму со слегка закругленными углами. Конструктивная схема судна с жилой надстройкой на юте и вспомогательной рубкой для размещения камбуза и хранения запасов такелажа перед бизань-мачтой также соответствует практике судостроения XVIII века. Оба борта имеют вертикальный профиль, но топтимберсы носовой и кормовой оконечности имеют наклон внутрь корпуса, и длина последнего больше длины палубы. Наружная обшивка полностью сохранилась. Она выполнена вгладь из досок шириной около 15–20 см и толщиной до 10 см, которые, судя по многочисленным наработкам ржавчины, крепились преимущественно с помощью металлических гвоздей. Палубные бимсы слегка выгнуты вверх, в результате чего палуба имеет поднятие вдоль диаметральной плоскости. По всей палубе судно имело сплошной фальшборт, закрытый сверху узким планширем. Наибольшую высоту около одного метра он имеет в носовой части: по обеим сторонам форштевня и на расстоянии около четырех метров по бортам. Далее вдоль бортов его высота уменьшается до 0,5–0,6 м, а при подходе к юту вновь поднимается на уровень палубы юта.

⁸ Сорокин П. Е., Степанов А. В. Изучение затонувших судов по трассе Северо-Европейского газопровода в российских водах Финского залива в 2006–2009 гг. // Изучение памятников морской археологии. 2009. Вып. 6. С. 45–73.

На самом юте фальшборта нет, но перекрытые планширем концы топтимберсов возвышаются над палубой примерно на 10 см.

Сам корпус сохраняет свою целостность, однако осмотр бортов показал, что во всех четырех закругленных углах имеются вертикальные трещины между досками обшивки, которые могли возникнуть в результате сжатия корпуса льдом. Кроме того, в корме по правому борту разрушена часть обшивки, повреждена часть палубы юта и полностью утрачена большая часть фальшборта. Все мачты, рей и бушприт упали, но оценить повреждения палубы оказалось невозможно, поскольку она вся полностью покрыта слоем ила толщиной не менее 30 см.

Хотя лежащих на палубе элементов рангоута очень мало, судно без сомнения было трехмачтовым. На это указывают его длина, три пары русленей по бортам и обломки торчащих над палубой мачт. Однако делать окончательные выводы относительно типа парусного вооружения судна пока нельзя, так как на палубе найдены всего две рей, а упавшие на грунт мачты и рей не обследовались.

В носу полностью сохранился форштевень с наклонной верхней гранью и продольным желобом для укладки бушприта. Сам бушприт стоит слева от форштевня, опираясь топом на грунт. В обшивке носа имеются два клюза, проведенные через накладные фигурные пластины. По планширю справа и слева от форштевня имеются сдвоенные деревянные киповые планки. Крамболов нет. Примерно в метре за форштевнем из ила точно по диаметральной плоскости торчит деревянный обломок, который, возможно, является нижней частью фок-мачты, но доступ к нему закрыт лежащей сверху Г-образной кницей, обрывками троса и двумя реями, одна из которых торчит за левый борт, а вторая ориентирована вдоль корпуса. Все они лежат на брашпили, который располагается сразу за торчащим обломком. Барабан брашпиля вместе с турачками имеет длину около 7 м и фиксируется в двух битенгах с горизонтальными упорными кницами впереди. На торцах битенгов имеются по два кнехта, но соединяющей их горизонтальной траверзы нет. Сверху над брашпилем нависает верхняя часть упавшей фор-стенги, которая стоит, опираясь шпором на грунт, а верхней частью — на правый борт. Местонахождение обломка фок-мачты и остальных рей неизвестно, но на сонограммах четко видно, что еще одно не идентифицированное рангоутное дерево

длиной около 10 м лежит на грунте под левым бортом.

По правому борту у брашпиля лежат донца больших бочек. За брашпилем в палубе имеется люк в ахтерпик с высоким комингсом. За ним от одного борта до другого под углом около 45 градусов к диаметральной плоскости лежит не идентифицированная деревянная (?) штанга длиной около 8–9 метров и диаметром примерно 5–6 сантиметров. Возможно, это упавший флагшток грот-мачты. Далее в сторону кормы на палубе по правому борту лежит металлическая (медная?) труба диаметром около 15 см и длиной не менее полутора метров, снабженная фланцем со множеством отверстий для его крепления. Возможно это труба от камина (печки) в носовом кубрике, но не исключено, что это упавшая с крыши рубки труба от камбузной печи. Здесь же у левого борта из ила торчит упавшая конструкция в виде двух цилиндров, закрепленных один над другим между двух треугольных стоек. Предположительно, это может быть грузовая лебедка.

Далее по центру палубы из ила торчит наклоненная под углом около 30 градусов к горизонтали упавшая грот-мачта. У правого борта она опирается на верхнюю часть крьюс-стенги, которая лежит вдоль корпуса под углом к диаметральной плоскости. Грот-мачта не осматривалась, поэтому сведений о ее длине и наличии грот-стенги и грот-брам-стенги нет. Напротив грот-мачты по левому борту из ила торчит отвалившаяся от фальшборта кофель-нагельная планка с кофель-нагелями. Здесь же лежат несколько деревянных блоков и два юферса. Сразу за грот-мачтой в палубе имеются два прямоугольных грузовых люка с высокими комингсами. Оба люка перекрыты многочисленными поперечными балками, щели между которыми закрывались большим количеством прилегающих друг к другу небольших прямоугольных щитов. Сейчас большая часть их сорвана со своих мест и лежит друг на друге справа от люков. За вторым люком на палубе по диаметральной плоскости стоит киль-блок от судового баркаса. Второй киль-блок не был обнаружен.

За киль-блоком вдоль диаметральной плоскости стоит небольшая прямоугольная рубка. Ее каркас создают семь П-образных рам, обшитых снаружи длинными и широкими продольными досками, а внутри — узкими вертикальными планками. У рубки полностью сохранились правая и передняя стенки и часть крыши. Доски с левого борта отвалились,

и внутри рубки видны образцы кухонной посуды и выгородки, образующие внутренние помещения или шкафы. Кирпичей на традиционном для таких конструкций месте камбузной печи нет, и не исключено, что на судне была установлена чугунная печь. Такие печи начали применяться, начиная с последней четверти XVIII века. Внутреннее пространство рубки заполнено илом, но, исходя из небольшой высоты П-образных рам, можно предположить, что ее пол должен находиться ниже уровня палубы и рубка также служила тамбуром для спуска в трюм и кормовые каюты.

Сверху на крыше рубки под углом к диаметральной плоскости лежит упавшая крестовая стена длиной около 14 м. Между задней стенкой рубки и ютом из палубы торчит нижняя часть обломанной бизань-мачты. Справа от нее возвышается деревянная труба водоотливного насоса с рогами для установки оси коромысла. Между бизань-мачтой и ютом нет никаких следов установки штурвала или его обломков. Скорее всего, и на этом судне управление положением руля осуществлялось с помощью поворота румпеля, располагавшегося и вращавшегося над палубой юта. Но пока это лишь предположение, поскольку при осмотре корпуса судна руль с румпелем найдены не были.

Внутри надстройки на юте располагаются жилые каюты, в которые свет и воздух поступали через световой люк в палубе юта и два окна справа и слева от ахтерштевня. Причем оба окна имеют резные наличники с изображением цветочных гирлянд. За кормой судна слева от ахтерштевня, опираясь на грунт и корму, стоит еще одно рангоутное дерево длиной около 7–8 м и диаметром примерно 15 см. Оно не идентифицировано (см. рис. 11).

Поскольку предметы с судна не поднимались, то его возраст датируется условно на основании выявленных конструктивных особенностей, которые полностью соответствуют известным образцам трехмачтовых гальотов второй половины XVIII века. Национальная принадлежность судна не установлена.

Последний по времени пятый образец трехмачтовых гальотов был обнаружен специалистами ЦПИ РГО в сентябре 2020 года в ходе плановых поисковых работ в одном из районов старинных фарватеров. Корпус был снят с помощью многолучевого эхолота, а затем и с помощью буксируемого гидролокатора бокового обзора, что обеспечило получение изображения хорошего качества и позволило

датировать судно XVIII веком. Осенью 2021 года корпус корабля был осмотрен водолазами ЦПИ РГО с проведением видеофиксации кормы, левого борта, палубы и носовой оконечности с брашпилем и левым якорем. Результаты осмотра подтвердили датировку судна. В 2022 году на основании Открытого листа археолога ЦПИ РГО Р. Прохорова объект был детально обследован с проведением видеосъемки кормовой части и подъемом артефактов, обнаруженных на палубе и в кормовой каюте.

Ни время, ни обстоятельства гибели судна неизвестны. Поскольку корабль загружен иностранными грузами, он, очевидно, погиб по пути в Санкт-Петербург. Учитывая прекрасную сохранность корпуса и порядок в расположении судовых систем, якорей и якорных канатов, наиболее вероятным вариантом может быть гибель затертого во льдах судна в результате сжатия или подвижки ледовых полей. При этом, учитывая глубину и полную высоту мачт, их брам-стенги должны были торчать над поверхностью воды. То есть стенги и, вполне вероятно, мачты должны были быть либо сломаны, либо вырваны со своих мест при подвижках льда.

Деревянный корпус длиной 30 м и шириной 9 м стоит на ровном грунте с небольшим креном на правый борт носом по курсу примерно 340 градусов. В плане корпус имеет традиционную для торговых судов конца XVII — первой половины XVIII века коробчатую форму со скругленными углами. При этом топтимберсы носовой и кормовой оконечности имеют наклон внутрь корпуса, и длина последнего больше длины палубы. Наружная обшивка полностью сохранилась. Она выполнена вгладь из досок шириной около 35–40 см и толщиной до 10 см, крепившихся с помощью как металлических гвоздей, так и деревянных нагелей. Верхние концы шпангоутов с досками наружной и внутренней обшивки образуют сплошной фальшборт переменной высоты. В носовой части и по бортам в районе бака его высота достигает одного метра, затем постепенно понижается вдоль бортов до 40 см в районе миделя и увеличивается в корму до 2,5 м на один уровень с крышей кормовой надстройки. Последняя имеет наклон в сторону носа. По всей длине фальшборт не имеет планширя, причем несколько шпангоутов в носу и корме возвышаются над фальшбортом, выполняя функции кнехтов. В корме в корпусе имеется шесть окон размером 80 x 70 см. Они симметрично расположены по три с каждой из сторон ахтерштевня на двух уровнях: два окна

в верхнем ряду и одно под ними. Вокруг окон частично сохранились резные наличники, которые крепились металлическими гвоздями и, судя по следам, имели желтую или золотистую окраску. В целом корпус практически не имеет повреждений и утрат, однако все мачты, стенги, рей, бушприт и утлегарь упали и лежат на грунте вокруг корпуса или стоят под углом, опираясь на грунт и корпус. Они хорошо видны на сонограммах, но были обследованы лишь частично.

Одно рангоутное дерево (предположительно утлегарь) лежит на грунте справа от форштевня примерно по курсу судна. Второе, вероятно бушприт, стоит справа от форштевня, опираясь топом на грунт, а шпором на борт. Форштевень толщиной около 20 см имеет по наклонному верхнему торцу армированный свинцом желоб под укладку бушприта, однако в теле его есть лишь одно круглое отверстие для проводки ватер-вулинга. Очевидно, из-за маленького диаметра оно не обеспечивало фиксацию бушприта, и второй ватер-вулинг, скорее всего, крепился по голландской схеме: к нескольким рымам, закрепленным на передней грани форштевня. Косвенно это предположение подтверждает отсутствие куска форштевня, где должны были находиться рымы. Очевидно, он был отломан при падении бушприта. Шпор бушприта при падении выломал часть досок палубного настила в носу. Здесь, среди обломков, вблизи брашпиля лежит половина сломанного «вертикального» эзельгофта бушприта.

Справа и слева от форштевня сохранились направленные вперед крамболы с тремя шкив-гатами, причем под левым крамболом до сих пор висит якорь, очевидно держащийся на лапе и на остатках рустовов, сцементированных ржавчиной от веретена. При этом якорный канат, кат-тали или пертулинь отсутствуют. Сам якорь имеет большой угол отгиба рогов от веретена. Из-за толстого слоя ржавчины форма рогов плохо видна, но, похоже, они имеют излом под задней кромкой лап. Оба этих признака указывают на континентальное происхождение якоря, в отличие от английских якорей, имевших прямые рога, отходившие от веретена под острым углом. Деревянный шток выполнен из двух брусков, соединенных между собой двумя бугелями справа и слева от веретена и металлическими болтами на концах. Рым круглый оклетневанный. Для проводки якорных канатов по обеим сторонам форштевня имеются по два клюза, наиболее крупные из них снабжены свинцовыми трубами. Правый якорь упал на дно и пока не обследовался.

Фок-мачта отсутствует и, вероятно, упала на правый борт, где обнаружено похожее на мачту дерево, опирающееся шпором(?) на фальшборт, а топом на грунт. Судя по сонограммам, его продолжением на грунте является другое дерево, предположительно фор-стенга. Сразу за предполагаемым местом установки фок-мачты на палубе размещается брашпиль, занимающий практически все пространство от борта до борта. Он имеет конструкцию, традиционную для крупных торговых судов начала XVIII века, что, возможно, указывает на время строительства судна. Основой брашпиля служат два вертикальных битенга, каждый из которых составлен из двух толстых плах с кнехтами на торцах. Битенги, вероятно, закреплены в трюме, поскольку характерных для более поздних моделей брашпильных передних упорных книц здесь нет. Закрепленный в битенгах барабан брашпиля восьмигранный с утолщением к центральной части. Квадратные шпиль-гаты имеются лишь на четырех гранях, а другие четыре грани зашиты толстыми досками. Центральная часть барабана цилиндрическая и имеет две кольцевых проточки с выдолбленными зубцами. Они служили упорами для металлических палов, удерживавших барабан от произвольного вращения под весом якоря при его подъеме. Палы крепились на двух стойках, стоявших напротив зубчатых колец впереди брашпиля. Обе стойки соединены между собой и с обоими битенгами горизонтальной кофель-нагельной планкой с кофель-нагельями. Следов крепления судового колокола между стойками не обнаружено, и сам колокол также не найден. По внешним сторонам обоих битенгов брашпиль имел короткие восьмигранные турочки. Внутри рамы брашпиля у левого битенга сохранился фрагмент каната диаметром 50–55 мм.

Грот-мачта также отсутствует и, судя по сонограммам, вероятно, лежит на грунте по левому борту. Между брашпилем и предполагаемым местом установки грот-мачты в палубе расположен люк грузового трюма. Он не имеет крышки, и вдоль его левого продольного комингса на палубе лежит рея. Еще одна рея лежит поперек корпуса. Она имеет на доступном для осмотра конце два шкив-гата со шкивами, которые по Марквардту использовались для проводки риф-талей и брамсель-шкотов. Перед люком на палубе лежит широкая палубная доска с полукруглым вырезом под грот-мачту, которая, вероятно, была сорвана со штатного места при падении грот-мачты. Здесь же вдоль диаметральной плоскости отсутствуют еще несколько досок, образуя большую продольную щель в палубном настиле.

Между грот- и бизань-мачтой на палубе вдоль диаметральной плоскости располагалась рубка, в которой находились камбуз с печью, шкафы с посудой и провиантом, а также помещения для хранения штурманских приборов, запасных элементов такелажа, канатов. Она практически полностью разрушена: на своих местах сохранились лишь комингс сооружения и несколько вертикальных стоек по периметру рубки. Внутри, в передней части помещения, лежит груда кирпичей от развалившейся печи, в задней — закрытые ящики. Здесь же из-под упавших досок крыши и стен торчат образцы керамической и фаянсовой посуды. При осмотре помещения водолазы также обнаружили разломанный октант. Снаружи рубки, у ее передней стенки, на палубе по левому борту лежит куча плотницких инструментов: деревянный коловорот, киянки, ручки от долот и стамесок. Очевидно, здесь находился развалившийся ящик с инструментами. Но кроме инструментов, в куче лежит более сорока деревянных коробочек, в каждой из которых упакованы по три пенсне. Предположительно, это личный товар судового плотника, который вез его для свободной продажи в Санкт-Петербурге. (По российскому таможенному уставу команда корабля имела право, уплатив специальную пошлину, торговать привезенными изделиями на борту корабля и на причале.) Вдоль левого борта на палубе по всей длине рубки в несколько рядов разложен якорный (?) канат диаметром 12–15 см и общей длиной около 40 м.

Примерно в 1,5–2 м от задней стенки рубки над палубой торчит обломанный ствол бизань-мачты высотой примерно 0,6–0,7 м. Справа от мачты на высоту около 0,5–0,6 м возвышается деревянная труба водоотливного насоса с ушками для крепления коромысла. Перед ними поперек корпуса, выступая топом за правый борт, лежит обломок крьюс-стенги (крьюс-брам-стенги?). Судя по длине его верхней части и наличию восьмигранных заплечиков со шкив-гатам, это «столбовой» топ-стенги континентального типа. Ее нижний обломанный конец примыкает к фальшборту и завален досками, отвалившимися от кормовой надстройки. Нижняя часть крьюс-стенги почти вертикально стоит на грунте, опираясь нижней частью на грунт, а верхней на левый борт. Сама бизань-мачта упала на правый борт и стоит под углом примерно 30 градусов к диаметральной плоскости корпуса, опираясь своей обломанной нижней частью на борт, а топом (?) на грунт. В этом районе на наружной обшивке с обоих бортов имеются короткие вертикальные Г-образные балки со шкивом.

Судя по всему, это применявшиеся с XVII века галс-клампы для проводки галсов грота.

На палубе между торчащим обломком бизань-мачты и лежащим обломком крьюс-стенги (крьюс-брам-стенги?) стоит наполовину разрушенный деревянный нактоуз в виде традиционного для XVII–XVIII веков низкого шкафа, разделенного вертикальными стеклянными перегородками на три секции. В центральной секции размещалась лампа, а в боковых — два компаса. От последних сегодня остались лишь деревянные корпуса с бронзовыми иглами по центру. Справа и слева от бизань-мачты вдоль обоих бортов с каждой стороны на палубе стоят по три деревянных ящика с неизвестным грузом.

Сразу за бизань-мачтой начинается кормовая надстройка. При первичном обследовании осенью 2021 года водолазы зафиксировали наличие дощатой передней стенки надстройки с двумя симметрично расположенными проходами внутрь. Они имели полукруглые арки с узким лицевым фризом, выполненным из накладных резных фигур. Однако осенью 2022 года было обнаружено, что стенка полностью рухнула, создав завал по фасаду надстройки. Судя по всему, в надстройке находились жилые помещения экипажа, разделенные перегородками на несколько «кают». Пол помещений находится ниже уровня палубы, однако определить его уровень пока невозможно, поскольку внутреннее пространство надстройки заполнено упавшими досками крыши и передней стенки. Внутри помещений сохранились две симметрично расположенные двойные выгородки, в которых, возможно, находились трапы для подъема на крышу надстройки. По правому борту прослеживаются останки стеллажей, среди обломков которых были найдены многочисленные предметы посуды. Также среди завалов досок была найдена упавшая внутрь рама одного из окон, разделенная на четыре части, каждая из которых сохранила стекла.

В корме судна сохранился мощный ахтерштевень, на верхнем заднем конце которого имеются широкие металлические шкивы небольшого диаметра. Деревянный руль с узким пером при ударе корпуса о грунт вылетел из штырей на ахтерштевне, но вошел нижним концом в пластичный грунт и сегодня стоит справа от ахтерштевня под углом около 20 градусов к вертикали. При осмотре руля по обеим сторонам от него были обнаружены стационарные блоки. Возможно, они

использовались для спуска и подъема руля. Но эксперт ЦВММ А. В. Иванов предположил, что массивный руль мог быть подвешен на них для снижения сопротивления трению в парах «штыри — петли» с целью облечения поворота руля. На руденписе руля снаружи надет выточенный из цельной балки румпель. Его крепление на рудерписе выполнено в виде «замка», конструкция которого известна по сохранившимся чертежам судов второй половины XVII — начала XVIII века. Передний конец румпеля имеет два расположенных друг над другом горизонтальных шкив-гата со шкивами, насаженными на одну ось. Они являются элементом широко известной схемы управления поворотом руля через систему полиспастов с использованием блоков на углах крыши кормовой надстройки и выходом штур-тросов к диаметральной плоскости судна. На более поздних моделях судов штур-тросы выводились на барабан штурвала, но на этом судне следов штурвала не найдено. Не исключено, что для поворота руля использовался иной механизм, например, рычаг типа кольдерштока, к верхнему концу которого крепились «рабочие» концы тросов румпеля. В пользу такой версии могут свидетельствовать находки нескольких деталей, лежащих на палубе у шкафа (нактоуза), в частности двухметровый деревянный «рычаг» с полукруглыми «усами».

Трюм еще не обследовался, но через щель в палубном настиле носовой части внутри видны развалы бутылок, в которых, как показали исследования, находится красное вино.

В ходе работ были подняты несколько бутылок с вином, корпус одного из компасов и образцы посуды. Информативными оказались предметы фарфорового чайного сервиза с марками заводов производителей. Все предметы имели одинаковый рисунок цветка (Strohlumenmotiv), традиционный для немецкого фарфора, но различные заводские марки. По заключению немецких экспертов, полученному немецким археологом Т. Форстером, предметы принадлежат трем заводам в Тюрингии. Марка «Цветок клевера» — действовавшему с 1772 года заводу в Лимбахе, причем по дизайну марки она отнесена экспертами к 1787 году. Марка W указывает на завод в Валлендорфе, а ее дизайн — на период около 1787 года. Марка i означает завод в Ильменау, а по дизайну буквы ее отнесли к периоду с 1787 по 1792 гг. При этом все три завода в указанный период либо принадлежали, либо были арендованы Иоганном Готтельфом Грейснером, что

объясняет наличие одинакового рисунка на изделиях разных заводов. Полученная информация позволила датировать гибель корабля временем как между 1787 и 1792 годами, так и после этого периода.

Однако обстоятельства и время его гибели неизвестны. Судя по отсутствию видимых повреждений корпуса и месту нахождения останков вдали от берегов и мелей, судно, скорее всего, могло утонуть в шторм при плавании в Санкт-Петербург, на что указывают и лежащие на палубе и вблизи корпуса мачты и реи, а также отсутствие судового баркаса. Однако не исключено, что корабль мог попасть во льды при плавании в Санкт-Петербург ранней весной и затонул либо от сжатия корпуса льдом, либо пробив днище о льдину.

Таким образом, судя по материалам обследования семи наиболее сохранившихся корпусов гальотов XVIII века, все они, независимо от размерений и количества мачт, имели практически одинаковую компоновку и архитектурное решение. Отличия сводились к частным техническим решениям. В корме у всех имелась надстройка с каютой (каютами), горизонтальный пол которой находился ниже палубы, а наклоненная вперед крыша — выше палубы. Над крышей двигался наклоненный вперед румпель, длина которого равнялась длине надстройки. На его свободном конце имелись шкив-гаты для проводки тросов сначала на блоки, расположенные по бортам, а с них — к диаметральной плоскости корпуса. При этом ни на одном из обследованных гальотах не было обнаружено штурвалов или следов их установки. Очевидно, управление положением румпеля осуществлялось с помощью ручной выборки тросов. Здесь же, перед надстройкой, на палубе располагался нактоуз. Еще одной характерной особенностью архитектуры гальотов была небольшая рубка, располагавшаяся перед бизань-мачтой. В ней в соответствии с чертежами находились камбуз с кирпичной печью или очагом, шкафы кухонной посуды и запасы продуктов и дров. Однако исследования на объектах показали, что здесь также хранились запасные дельные вещи, запасной такелаж и навигационные инструменты, в частности, октанты, песочные часы, лот и лаг с катушками мерных тросов.

Судя по материалам обследования корпусов, можно сделать предварительный вывод, что ранние модели гальотов оснащались брашпилями, барабаны которых фиксировались в накладных плитах на бортах, а модели,

строившиеся во второй половине столетия, уже имели брашпили с креплением барабанов в вертикальных битенгах, что позволяло оснащать их турачками. При этом трехмачтовые гальоты постройки первой половины столетия имели в носу закрытый полубак. Кроме того, на гальотах обоих типов начала века степс бизани располагался не на кильсоне, а на промежуточном бимсе, поддерживавшем пол кормовой каюты.

Таким образом, в Финском заливе найдено как минимум восемь гальотов, имеющих идентичную компоновку и архитектуру. Причем эти суда плавали под флагами различных государств. Очевидно, такая конструктивная схема была в середине — конце XVIII века общепринятой для судов этого типа

у судостроителей разных стран. Но на сегодняшний момент мы пока не можем уверенно определять страну происхождения найденных гальотов на основании каких-либо характерных конструктивных особенностей, присущих судостроительной традиции той или иной европейской страны. Судя по регистрационным документам Петербургской таможни, пребывавшие в XVIII веке в город гальоты (галиоты) преимущественно имели голландскую и немецкую юрисдикцию. Однако для выделения традиционных национальных особенностей судостроения на верфях даже этих стран требуется изучить большее количество объектов. Тем не менее сформулированные в данной статье выводы уже могут быть использованы подводными археологами для идентификации лежащих на дне останков гальотов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейер К., Лексов Д., Сон М. Чертежи модели парусника «Фридрих Вильгельм II» 1789 года [Эл. ресурс]. URL: <http://sailgalion.narod.ru/wilgelm2.htm> (посл. посещение: 02.02.2023).
2. Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. 205 с.
3. Марквардт К. Х. Рангоут, такелаж, и паруса судов XVIII века. Л.: Судостроение, 1991. 288 с.
4. Сорокин П. Е., Степанов А. В. Изучение затонувших судов по трассе Северо-Европейского газопровода в российских водах Финского залива в 2006–2009 гг. // Изучение памятников морской археологии. СПб.: Северо-западный институт наследия, 2009. Вып. 6. С. 45–73.
5. Степанов А. В. Отчет о производстве археологических разведок в акватории Финского залива в районе островов Соммерс, Гогланд в Кингисепском районе Ленинградской области в 2009 году // Архив Института археологии РАН. М.: Институт археологии, 2009. [Б. п.]
6. Dudsus A., Henriot E., Krumrey F. Das grosse Buch der Schiffstypen. Berlin: Transpress, 1987. 288 S.
7. Groenewegen G. Verzameling van vier en tachtig Stuks Hollandsche Schepen geteeked en in Kopengebagt. Rotterdam: J. van den Brink, 1789. [N. p.]
8. Gronhagen J., Konttinen H. Tietoa syvyyksista. Hylkytutkimusken opas. Helsinki: Toredonavalis, 1988. 153 S.
9. Mass V. Laevahuku-lood. Tallinn, [S. n.], 2006. 272 S.
10. St. Michel 1747 / ed. A. Nurmio-Lahdenmaki. Jyväskylä: Fingrid, 2006. 333 S.
11. Vaheri P., Hyvärinen J., Saari J. Hylkyjä. Hylkyjä Suomenlahdella ja Saaristomerellä. Hameenlinna: Karisto, 1996. 105 S.

REFERENCES

1. Gejer, K., D. Leksov, and M. Son. *Chertezhi modeli parusnika "Fridrix Vil'gel'm II" 1789 goda* [Drawings of the Friedrich Wilhelm II Sailboat Model of 1789] [Digital resource]. URL: <http://sailgalion.narod.ru/wilgelm2.htm> (last visit: 02.02.2023). (In Russ.)
2. Lukoshkov, A. V. *Reestr korablej i drugix ob'ektov podvodnogo istoriko-kul'turnogo naslediya Rossijskoj Federacii* [Register of Ships and Other Objects of the Underwater Historical and Cultural Heritage of the Russian Federation], vol. 1: Finskij zaliv [Gulf of Finland], book 1: Korabli i suda XVIII veka [Ships and Vessels of the 18th Century], part 1. St. Petersburg, BLIC Publ., 2017. 205 p. (In Russ.)
3. Markvardt, K. X. *Rangout, takelazh, i parusa sudov XVIII veka* [Spars, Rigging, and Sails of Ships of the 18th Century]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1991. 288 p. (In Russ.)
4. Sorokin, P. E., and A. V. Stepanov. "Izuchenie zatonuvshix sudov po trasse Severo-Evropejskogo gazoprovoda v rossijskix vodax Finskogo zaliva v 2006–2009 gg." ["Study of Sunken Ships along the Route of the North European Gas Pipeline in the Russian Waters of the Gulf of Finland in 2006–2009"]. *Izuchenie pamyatnikov morskoj arxeologii* [Study of Monuments of Marine Archeology], issue 6. St. Petersburg, Northwestern Heritage Institute Publ., 2009. Vol. 6. pp. 45–73. (In Russ.)

5. Stepanov, A. V. "Otchet o proizvodstve arxeologicheskix razvedok v akvatorii Finskogo zaliva v rajone ostrovov Sommers, Gogland v Kingisepskom rajone Leningradskoj oblasti v 2009 godu" ["Report on the Production of Archaeological Surveys in the Waters of the Gulf of Finland Near the Islands of Sommers, Gogland in the Kingisep District of the Leningrad Region in 2009"]. *Arxiv Instituta arxeologii RAN* [Archive of the Institute of Archeology of the Russian Academy of Sciences]. Moscow, Institute of Archeology Publ., 2009. [S. p.] (In Russ.)
6. Dudsus, Alfred, Ernest Henriot, and Friedrich Krumrey. *Das grosse Buch der Schiffstypen*. Berlin, Transpress, 1987. 288 p. (In German)
7. Groenewegen, Gerrit. *Verzameling van vier en tachtig Stuks Hollandsche Schepen geteeked en in Kopengebagt*. Rotterdam, J. van den Brink, 1789. [N. p.] (In German)
8. Gronhagen Juhani, and Hannu Konttinen. *Tietoa syvyyksista. Hylkytutkimusken opas*. Helsinki, Toredonavalis, 1988. 153 S. (In Finnish)
9. Mass, Velio. *Laevahuku-lood*. Tallinn, [S. n.], 2006. 272 S. (In Finnish)
10. *St. Michel 1747*, ed. A. Nurmio-Lahdenmaki. Jyväskylä, Fingrid, 2006. 333 S. (In Finnish)
11. Vaheri, Päivi, Jari Hyvärinen, and Jukka Saari. *Hylkyjä Suomenlahdella ja Saaristomerellä*. Hameenlinna, Karisto, 1996. 105 S. (In Finnish)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

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

Поступила в редакцию 28.02.2023

Поступила после рецензирования 21.04.2023

Принята к публикации 01.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

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

Received 28.02.2023

Revised 21.04.2023

Accepted 01.05.2023

ИСТОРИЯ | HISTORY

Оригинальная статья | Original paper

DOI:

УДК 902.034

РЕКОНСТРУКЦИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ 1918/1919 ГОДОВ
В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА НА ОСНОВЕ
НАХОДОК ПОГИБШИХ КОРАБЛЕЙМ. С. Иванов¹ ✉, А. В. Лукошков² ✉¹Разведывательно-водолазная команда, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация²АНО «Национальный центр подводных исследований», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация✉ Lukoshkov2004@mail.ru

Аннотация

Специалистами ЦПИ РГО разработано и успешно реализуется новое направление исторических исследований — реконструкция фактического хода морских сражений, операций и в ряде случаев даже кампаний. Находки погибших во время боев кораблей позволяют точно установить места и районы сражений, маршруты движения и схемы маневрирования противников, а также окончательно определить их потери. За последние 10 лет удалось полностью или частично реконструировать ход 6 сражений и нескольких операций, проходивших в акватории Финского залива во время нескольких войн. Наиболее полно был реконструирован ход двух кампаний, имевших место в акватории восточной части Финского залива в 1918 и 1919 гг.

В результате работ на дне обнаружены останки 13 кораблей и судов, из которых лишь у двух («Гавриил», «Верулам») были примерно известны места гибели. Гибель 5 кораблей и судов («Эстебрюгге», С1, С2, С3 и одного парусника) вообще не была отражена в отечественных источниках и научных исследованиях. Находки еще четырех кораблей («Свобода», «Константин», «Виттория», «Аркона») позволили уточнить фактические места и обстоятельства их гибели. При этом находки нескольких судов позволили существенно уточнить историю боевых действий РККФ.

Ключевые слова

Подводные экспедиции, история боевых действий, Финский залив, 1918–1919 гг, погибшие корабли.

Для цитирования

Иванов М. С., Лукошков А. В. Реконструкция боевых действий 1918/1919 годов в восточной части Финского залива на основе находок погибших кораблей // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 42–65. DOI: <https://doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/>

RECONSTRUCTION OF THE 1918/1919 NAVAL BATTLES
IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND BASED
ON THE DISCOVERY OF LOST SHIPSM. S. Ivanov¹ ✉, A. V. Lukoshkov² ✉¹Underwater Exploration Team, St. Petersburg, Russian Federation²ANO “National Underwater Research Center”, St. Petersburg, Russian Federation✉ Lukoshkov2004@mail.ru

Abstract

URC RGS experts have developed and successfully implemented a new approach in historical research: the reconstruction of actual naval battles, operations, and, in some cases, even campaigns. Discoveries of sunken ships that perished during these battles provide valuable insights into the precise locations and areas of engagements, movement routes, and maneuvering schemes of opponents, ultimately assisting in determining their actual casualties. Over the past decade, six battles and several operations that occurred in the waters of the Gulf of Finland during various wars have been fully or partially reconstructed. The two campaigns that took place in the waters of the eastern part of the Gulf of Finland in 1918 and 1919 were reconstructed most thoroughly.

As a result of the underwater expeditions, the remains of 13 ships and vessels were discovered, of which only two (Gavriil and Verulam) had approximate sinking locations. The demise of five ships and vessels (Esteburgge, C1, C2, C3, and one sailboat) was not documented in local sources or scientific research.

The discovery of four more ships (Svoboda, Konstantin, Vittoria, and Arkona) allowed the exact locations and circumstances of their demise to be determined. Furthermore, the discovery of several vessels significantly contributed to a more precise understanding of the history of the naval actions of the Soviet Navy.

Keywords

Underwater expeditions, history of warfare, Gulf of Finland, 1918–1919, sunken ships.

For citation

Ivanov, M. S., and A. V. Lukoshkov. “Reconstruction of the 1918/1919 Naval Battles in the Eastern Part of the Gulf of Finland Based on the Discovery of Lost Ships.” *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 42–65. DOI: <https://doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/doi.org/> (In Russ.)

Проведение широкомасштабных поисков останков лежащих на дне кораблей и судов позволило специалистам ЦПИ РГО сначала наметить, а затем и развить новое направление исторических исследований — реконструкцию фактического хода морских сражений, операций и в ряде случаев даже кампаний. Находки погибших во время боев кораблей позволяют точно установить места и районы сражений, маршруты движения и схемы маневрирования противников, а также окончательно определить их потери. Особенно эффективной эта методика оказалась применительно к сражениям парусных флотов XVIII века, исторические описания которых были составлены спустя много лет после битв и, как правило, полны неточностей и ошибок. За последние 10 лет специалистам ЦПИ РГО удалось с различной степенью полноты реконструировать ход 6 сражений и операций, проходивших в акватории Финского залива во время нескольких войн. Но наиболее полно был реконструирован ход двух кампаний, имевших место в акватории восточной части Финского залива в 1918 и 1919 гг. В этом проекте успеху исследований способствовали ограниченный район боевых действий, относительно небольшое количество операций и боестолкновений и незначительное

число погибших кораблей. В указанный период события в Финском заливе развивались следующим образом.

Начиная с конца 1917 года ход военных операций полностью зависел от политических перемен, происходивших в России перед и после 25 октября (7 ноября). Боевые возможности Балтийского флота фактически были парализованы вовлеченностью моряков в революционные события в России. После публикации 26 октября (8 ноября) «Декрета о мире» на русско-германском фронте установилось неустойчивое перемирие и начались переговоры. В общей сложности они тянулись около трех месяцев, пока, накопив силы, немецкий Генеральный штаб 27 января (9 февраля) 1918 г. не предъявил делегации РСФСР ультиматум, требующий ухода русских войск и флота из Латвии, Эстонии и Финляндии. Начав наступление 5 (18) февраля, германские войска, не встречая серьезного сопротивления, захватили почти всю территорию Латвии и Эстонии и 21 февраля подошли к Ревелю (совр. Таллин). В этой ситуации в период с 22 по 27 февраля была осуществлена срочная эвакуация основных сил флота из Ревеля и Балтийского Порт (совр. Палдиски) в Гельсингфорс (совр. Хельсинки).

При этом 25 и 26 февраля вывод боевых кораблей из ревельского порта на рейд осуществлялся уже под огнем вошедших в город германских войск и отрядов эстонских националистов. Даже уже выведенные на рейд корабли дважды подверглись бомбардировке германскими самолетами. В этих условиях увести в Гельсингфорс удалось лишь 59 наиболее ценных в боевом отношении вымпелов, а более 150 судов вспомогательного флота пришлось оставить. Еще два вымпела военного флота (подводная лодка и портовое судно) погибли при переходе¹. Оккупировав исторические земли Латвии и Эстонии, германские власти объявили о создании на этих территориях немецкого Балтийского герцогства.

Но уже 3 марта в Брест-Литовске был подписан мирный договор, по которому российский флот должен был покинуть и финские порты, а русские войска выведены за границы нового финского государства². Командованию РККФ пришлось организовывать вывод кораблей в Кронштадт при наличии покрывавших залив сплошных ледовых полей толщиной до 75 сантиметров с торосами высотой до 3–5 метров. Дополнительные сложности вызывали действия финских белых (от их финского самоназвания Valkoiset) националистов, сумевших в период с 7 по 13 марта захватить все центральные острова Финского залива с располагавшимися на них маяками. В ходе одного из этих захватов у о. Лавенсари (совр. о. Мощный) белыми был потоплен затертый во льдах военный транспорт № 22 (бывш. посыльное судно «Ингерман»). Также националистам удалось захватить два ледокола, вооружив которые, они несколько раз нападали на отдельные корабли Балтийского флота. Тем не менее в период с 12 марта по 22 апреля морякам удалось вывести в Кронштадт 195 вымпелов. Но еще 90 боевых вымпелов, более 150 вспомогательных судов и 43 сторожевых катера были оставлены в портах из-за неисправности механизмов и нехватки экипажей. Еще 16 кораблей были взорваны и затоплены русскими и английскими моряками у Гангэ (4 подводные лодки и 2 парохода) и у Свеаборга (7 подводных лодок, их плавбаза и 3 парохода).

¹ Апальков Ю. В. Боевые корабли русского флота 8.1914 г.–10.1917 г. Справочник. СПб.: ИНТЕК, 1996. 228 с.; Березовский Н. Ю., Бережной С. С., Николаева З. В. Боевая летопись Военно-Морского Флота, 1917–1941. М.: Воениздат, 1992. 838 с.

² Советско-Германские отношения от переговоров в Брест-Литовске до подписания Рапалльского договора: Сб. документов. М.: Политиздат, 1968. Т. 1: 1917–1918 гг. 758 с.

Эти подрывы были вызваны опасностью захвата кораблей германскими войсками, которые 3 (16) апреля высадились на полуострове Гангэудд (совр. Ханко), а 6–7 (19–20) апреля — у Ловисы. Развивая наступление, немцы и белые националисты 6 (19) апреля с боем взяли Таммерфорс (совр. Тампере), 12–14 (25–27) апреля заняли Гельсингфорс, а 29 апреля (9 мая) — Выборг. После захвата каждого из городов белые устраивали массовые казни русских, евреев, захваченных финских красногвардейцев и даже финских православных священников. В 2019 г. Русская Православная церковь канонизировала расстрелянного националистами финского православного проповедника Иоанна из Иломанси — он стал первым православным финским святым. Дольше всего бои велись вокруг русской военно-морской базы в городе Роченсальм (совр. Котка), который был занят немцами только 3 (16) мая. Оставляя прибрежные города, финские красногвардейцы и русские части эвакуировались в Кронштадт на имевшихся в портах судах. Всего из Выборга пришло 4 портовых судна и 11 финских пароходов, а из Роченсальма — 4 посыльных судна, 2 транспорта, 8 буксиров и плавучий маяк. Оставленные в портах Финляндии суда в основном были распроданы финской Трофейной комиссией, а частично вошли в состав финского военно-морского флота.

В результате созданный 29 января (11 февраля) декретом СНК и ВЦИК Рабоче-крестьянский Красный флот (РККФ) с весны 1918 года фактически покинул Финский залив, в полном составе укрывшись в водах Невской губы. Хотя эта эвакуация в основном была обусловлена обязательствами по Брестскому договору, дополнительными факторами бездействия флота были нехватка угля и уход части моряков на сухопутные и речные фронты гражданской войны. Между тем германский флот и силы националистов свободно оперировали по всей акватории Финского залива. Правда, не имея точных карт минных полей Центральной и Передовой позиций, Кайзерлихмарине в марте — апреле 1918 г. потеряли на минах 2 вспомогательных сторожевых корабля и 1 вспомогательный тральщик. Тем не менее германский флот, опираясь на порты Латвии, Эстонии и Финляндии, имел полный контроль над всей акваторией Финского залива. В частности, в восточной части залива действовала дозорная полуфлотилия Ost, включавшая 2 дивизии (группы) сторожевых кораблей и привлеченные суда финского флота.

Но по мере наращивания сил в Эстонии и Финляндии у германского командования появились планы дальнейшего продвижения на восток. В период с 1 по 6 августа германскими штабами был разработан план «Шлюсштайн» (Заключительный камень), направленный на захват Кронштадта и Петрограда и «...восстановление в России прежних порядков, если необходимо, то посредством реставрации монархии с поддержкой этого движения германской армией»³. План был принят 11–12 августа на совещании в Ковно, и 18 августа германская эскадра вышла из Либавы в Койвисто (совр. Приморск). Еще раньше германским кораблям в Финском заливе был отдан приказ начать траление фарватеров.

Корабли РККФ в этот период не были готовы к активным действиям. Так еще в апреле 1918 г. отряды финских националистов при поддержке немецких войск вышли к линии финско-российской границы. У них в тылу остался форт Ино, для защиты которого 24 апреля туда были переброшены 500 моряков из Кронштадта, а к мысу Инониemi были выдвинуты линкор «Республика» и миноносец «Прыткий». С суши форт был блокирован неприятельским отрядом и 28 апреля, опасаясь нарушить условия Брестского мирного договора с Германией, советские власти приняли решение эвакуировать оборудование и запасы форта, а укрепления и крупнокалиберные орудия взорвать. В течение 16 дней под прикрытием крейсера «Олег» осуществлялся вывод имущества и боеприпасов, и 14 мая покинутый форт был взорван, а корабли прикрытия отведены в Кронштадт. Территория форта была занята финскими частями, а в район мыса Инониemi стали пребывать корабли немецкого флота.

Но обострение ситуации вызвало тревогу властей РСФСР, и 10 и 14 августа минные заградители Морских сил Балтийского моря (МСБМ) РККФ провели две операции по выставлению минных заграждений к востоку от острова Котлин. Первая постановка была выполнена на дальних подступах к Кронштадту. Четыре заградителя выставили в общей сложности 935 мин севернее и южнее банки Диомид, перегородив залив вплоть до Шепелевского маяка. А утром 14 августа заградители «Нарова» и «Волга» поставили

³ Рупасов А. И., Чистиков А. Н. «Шлюсштайн» // Вопросы истории. 1993. № 11–12. С. 150–153.

к северо-западу от Толбухина маяка еще 500 мин в две линии, ориентированные с юга на север⁴. Они настолько надежно прикрыли подходы к Кронштадту, что позднее на одном из них погиб российский пароход «Колывань» (в 1920-е поднят ЭПРОН и введен в эксплуатацию как спасательное судно).

Но операция «Шлюсштайн» не была осуществлена. Начало боевых действий на Западном фронте потребовало срочной переброски туда, германских частей, назначенных для наступления на восток. Тем не менее в сентябре на новом минном заграждении погиб еще один германский сторожевой корабль. Но он не стал последней жертвой Первой мировой войны в Финском заливе. Последним уже в декабре погиб германский пароход «Аркона», подорвавшийся на mine при буксировке судна с германскими военнопленными, возвращавшимися на родину из России. Сведений о гибели судов в 1918 году по навигационным и природным причинам нет. Скорее всего, такой учет попросту не велся.

К осени 1918 года Германия уже не имела сил для продолжения войны. Правда, 18 августа финский парламент под немецким давлением объявил Финляндию королевством, а 9 октября германским оккупационным властям удалось провести в финском парламенте акт об избрании королем Финляндии принца Фридриха Карла Гессенского. Но уже 9 ноября Германская империя капитулировала перед войсками союзников, и 13 ноября советское правительство аннулировало Брестский мирный договор. После чего войска 7-й армии начали наступление в Эстонии и вскоре вышли на рубеж 25–30 км восточнее Ревеля.

Но в декабре 1918 года на смену германскому флоту в Финский залив прибыли корабли Флота Его Величества, поскольку английское правительство сочло необходимым поддерживать «стремление прибалтийских государств к независимости». Уже 1 декабря в Либаву (Лиепая) прибыл отряд британской эскадры в составе 5 легких крейсеров, 9 эсминцев, транспорта и нескольких тральщиков, доставивший националистам оружие для формирования воинских частей. Следующим их шагом было перебазирование эскадры в Ревель, что привело к гибели в ночь с 4 на 5 декабря легкого крейсера «Кассандра», подорвавшегося

⁴ Материалы по организации охраны подступов к Петрограду и Кронштадту. 09.07.1918–16.08.1919 // РГА ВМФ. Ф. Р-1. О. 3. Д. 116.

на минном заграждении к западу от острова Даго (совр. остров Хийумаа). В Ревель английские корабли прибыли 12 декабря, а уже 13 они провели обстрел красноармейских частей в районе залива Кунда. Затем 26 декабря англичанам удалось захватить 2 эсминца МСБМ, которые неосторожно вышли для разведки в район Ревеля. А 4 января 1919 года отряд англичан обстрелял части Красной армии у Нарвы. На этом их активность закончилась, и эскадра ушла в Копенгаген. Силы МСБМ им фактически не противодействовали, хотя, зная о планах интервентов, еще 17 и 21 ноября и 8 декабря усилили минные заграждения, израсходовав 699 якорных мин.

В апреле в Финский залив пришла новая эскадра под командованием адмирала Козна, которая оказывала поддержку эстонско-финским войскам, наступавшим на Петроград. В этот период англичанами были потеряны легкий крейсер *Sirgaso*, 13 мая подорвавшийся на mine в 70 милях к западу от Ревеля, и подводная лодка L-55, 4 июня подорвавшаяся в Копорском заливе на mine при уклонении от обстрела эсминцев «Азард» и «Гавриил». Наступление эстонских частей и финских добровольческих отрядов провалилось, и в дальнейшем английский флот в основном занимался блокадой МСБМ РККФ в восточной части залива, стараясь не допустить участия кораблей Красного флота в поддержке частей прибрежного фланга Красной 7-й армии. К июлю состав английского флота еще увеличился и включал 6 крейсеров, 16 эсминцев, 1 минный заградитель, 9 подводных лодок и их судно-плавбазу, 11 тральщиков, 8 торпедных катеров и даже авианосец *Vindictive*. Кроме того, поддержку англичанам оказывали силы финского и эстонского флотов, которые вместе насчитывали 2 эсминца, 4 миноносца, 4 канонерских лодки, 4 минных заградителя и 7 тральщиков из числа бывших кораблей российского флота. Основные силы англичан и союзников базировались на Ревель и Гельсингфорс, а передовые отряды — на Койвисто (совр. Приморск). Однако особенных успехов флот не имел, тем более что 6 июля авианосец сел на камни и был отправлен ремонтироваться на родину. Англичане даже не смогли 13–16 июня поддержать восстание на фортах Серая Лошадь и Красная Горка. Единственные успехи были связаны с применением неизвестного русского нового оружия торпедных катеров. Благодаря эффекту неожиданности английским морякам удалось 17 июня торпедировать бронепалубный крейсер «Олег», а в ночь с 17 на 18 августа совершить дерзкую атаку на Кронштадт, торпедировав в гавани

2 старых корабля — плавбазу «Память Азова» и линейный корабль «Андрей Первозванный»⁵. При этом 5 других намеченных целей не были поражены, а нападавшие потеряли 6 торпедных катеров — практически весь состав, имевшийся в наличии. Больше атак с применением торпедных катеров англичане не проводили. Тем не менее МСБМ еще 23 июня провело операцию по усилению минных заграждений. С борта шести эсминцев было выставлено еще 280 якорных мин, и на одном из этих заграждений сразу же подорвался неприятельский пароход. Важно отметить, что в этот период значительные силы МСБМ и большое число моряков были отправлены к восточному побережью Ладоги на отражение финского наступления, которое было успешно остановлено, а отряды РСФСР националистов отогнаны за границу РСФСР. Это поражение привело к провалу маршала Маннергейма на президентских выборах 25 июля и его отъезду из Финляндии. Новые власти были сторонниками мира с РСФСР, и сухопутные боевые действия в Карелии прекратились.

Между тем МСБМ начали активизировать свои действия в Финском заливе. Вечером 31 августа подводной лодке «Пантера» удалось торпедировать английский эсминец *Vittoria*, а спустя четыре дня англичане потеряли на минах эсминец *Verulam*. Английский флот не смог в октябре поддержать ни наступление войск генерала Юденича на Петроград, ни десант эстонских войск на форт Красная Горка. Их последним успехом стала гибель 3 эсминцев МСБМ в Копорском заливе в ночь с 20 на 21 октября на минном заграждении, выставленном еще в сентябре минным заградителем *Princess Margaret*. Но в тот же день Красная армия начала контрнаступление, в ходе которого части генерала Юденича были 14 ноября окончательно разбиты под Ямбургом (совр. Кингисепп) и принуждены бежать в Эстонию. А еще через месяц, к 19 декабря, английский флот покинул Финский залив. Финские корабли ушли позднее, с трудом пробиваясь через ледовые поля, что привело к гибели трех миноносцев.

Кампания 1919 года стоила англичанам безвозвратной потери 1 легкого крейсера, 2 эсминцев, 1 подводной лодки, 3 вспомогательных судов, 6 (??) торпедных катеров и 37 самолетов. Еще 36 кораблей и катеров и 25 вспомогательных судов получили

⁵ Морская война на Балтике (1918–1919 гг.): Сб. ст. и документов. СПб.: Ант Принт, 2001. 72 с.



Рис. 1. Карта минных заграждений в восточной части Финского залива

Красным — постановки РККФ, синим — постановки английского флота. На карте не указаны английские минные заграждения у мыса Долгий Нос, координаты которых отсутствуют в документах РГО ВМФ. Из коллекции М. Иванова

повреждения разной тяжести. Кроме того, финский флот потерял 3 миноносца, 1 тральщик и 1 транспорт.

Со стороны РСФСР потери составили 6 вымпелов (1 линейный корабль, 1 плавбаза, 1 крейсер, 3 эсминца), останки четырех из них до сих пор находятся на дне. Кроме того, авиационные отряды Красного Флота потеряли 12 самолетов.

Фактический ход этих двух летних боев был изложен в официальных исторических работах лишь в общих чертах. Неизвестным оставалось, что за пароход был потоплен артиллеристами форта Красная Горка 29 июня 1919 г. А факты гибели четырех кораблей (германского вспомогательного СКР «Эстебрюгге» и трех финских миноносцев С 1, С 2, С 3) вообще не были отражены в отечественных документах и не упоминались в исторических исследованиях. Реконструкцию боевых действий облегчала

ограниченность районов, в которых происходили бои. В 1918 году потери кораблей были связаны исключительно с подрывами на минных заграждениях между островом Котлин и мысом Стирсудден, а в 1919 году к ним добавились Копорский и Выборгский заливы. Это позволило специалистам ЦПИ РГО спланировать и в 2018–2020 гг. провести поиски погибших в годы интервенции кораблей.

Для реконструкции событий 1918 года на основании хранящихся в РГА ВМФ документов МСБМ были составлены примерные (все-таки тогда корабли выполняли привязку либо по береговым ориентирам, либо по числению, что снижало точность координат) карты минных заграждений и проведено обследование дна вдоль них с помощью гидроакустической аппаратуры (см. рис. 1). В результате работ обнаружены два погибших корабля, которые были быстро идентифицированы с помощью коллег из Германии.

Рис. 2а. Германский вспомогательный сторожевой корабль на базе океанского рыболовного траулера. Из коллекции Э. Ленке



Первым оказался вспомогательный сторожевой корабль Кайзерлихмарине «Эстебрюгге», погибший на восточной линии выставленного 14 августа минного заграждения (см. рис. 2а). Поскольку факт его гибели не был отражен в российских источниках, идентифицировать находку удалось только после получения из Германии данных о месте гибели СКР и совмещения их с картой минных заграждений. По немецким данным вспомогательный СКР «Эстебрюгге» входил в состав первой группы (дивизии) дозорной полуфлотилии Ost, выполнявшей наблюдение за действиями кораблей РККФ. Обстоятельства гибели точно неизвестны. В немецких документах лишь указано, что состоящий на военно-морской службе бывший рыболовный корабль «Эстебрюгге» утонул 2 сентября 1918 г. Погибло 5 членов экипажа. Причиной их смерти указан взрыв мины. Вполне возможно, что подрыв произошел ночью, поскольку гибель «Эстебрюгге» не была замечена постами наблюдения РККФ. Обследование корпуса показало, что это был переоборудованный и вооруженный океанский рыболовный траулер, что полностью совпадало с полученными от немецких коллег сведениями. Корабль был построен в Гамбурге на верфи J. H. N. Wichhorst по заказу владельца рыбопромыслового флота J. Pickenprag и спущен на воду в 1907 году. Стоимость строительства составила 120 тысяч германских марок. Пароход использовался в качестве рыболовецкого траулера и по документам городского архива Гамбурга был мобилизован 1 ноября 1917 г.

Найденный корабль был отснят с помощью гидролокатора бокового обзора (ГБО) и многолучевого эхолота (МЛЭ) и детально обследован водолазами ЦПИ РГО, выполнившими видеосъемку и подъем артефактов (см. рис. 2б, 2в, 2г).

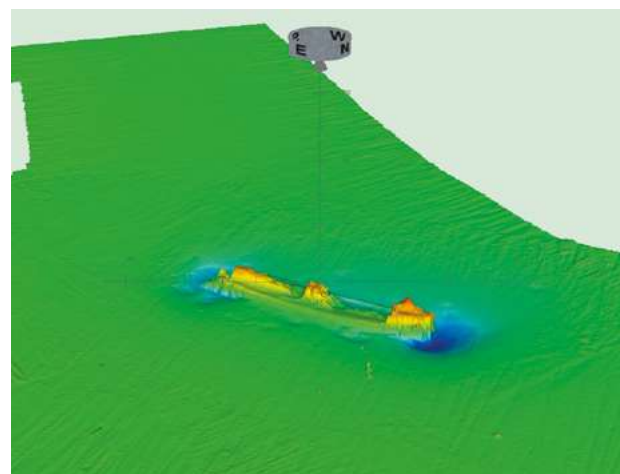


Рис. 2б. Гидроакустическое изображение СКР «Эстебрюгге» на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

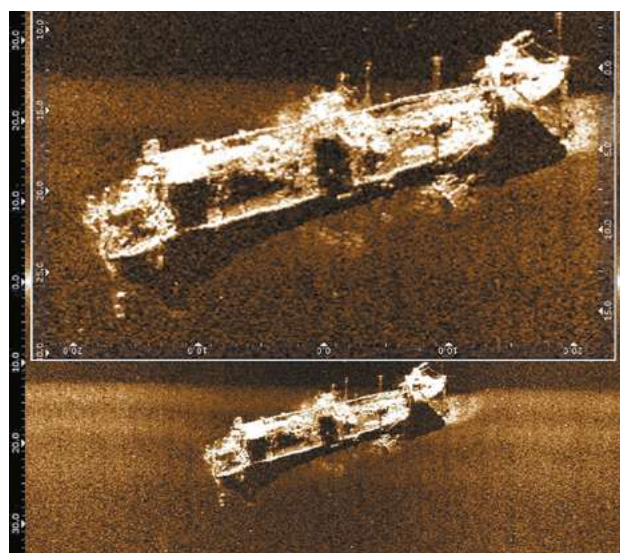


Рис. 2в. Гидроакустическое изображение СКР «Эстебрюгге» на дне, полученное с помощью гидролокатора бокового обзора. Из архива ЦПИ РГО

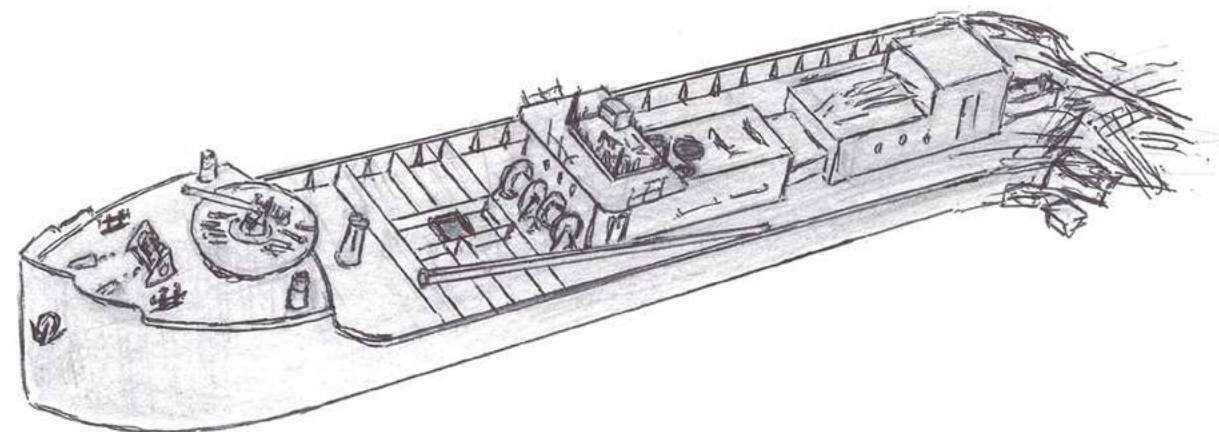


Рис. 2г. Рисунок положения СКР «Эстебрюгге» на дне. Из архива ЦПИ РГО

Корпус корабля длиной 38 м стоит на дне носом по курсу примерно 352–355 градусов с креном около 20 градусов на левый борт и заметным дифферентом в корму⁶. Корпус сохраняет целостность. Мощный вертикальный форштевень не имеет повреждений, но в обоих клюзах нет якорей. Палуба высокого полубака также сохранилась. На оконечности полубака по обоим бортам сохранились герметичные цилиндрические контейнеры с цветными стеклами, в которых размещались керосиновые фонари. В центре полубака сооружена платформа, на которой стоит корабельное орудие типа SK L/30 калибра 88 миллиметров с длиной ствола 30 калибров. На платформе рассыпаны снаряды к орудию.

Палуба между полубаком и рубкой завалена упавшей мачтой, ее гафелем, грузовой стрелой и стальными тросами. Перед рубкой стоит грузовая лебедка.

Металлические стены и крыша рубки по большей части сгнили, и ее объем показывают уцелевшие стойки и балки, образующие стальной каркас. Внутреннее пространство завалено упавшими досками полностью разрушенной ходовой рубки, аккумуляторными батареями, проводами и трубами. Дымовая труба отсутствует. Задняя мачта упала. Корма

полностью разрушена взрывом. Корабль, вероятно, тонул кормой вперед, и при ударе о грунт все плохо закрепленные предметы и конструкции свалились в корму, образовав большой завал.

СКР «Эстебрюгге» — единственный германский боевой корабль, участник Первой мировой войны, найденный в водах РФ и представляющий историческую ценность.

Второй корабль был найден в районе передового заграждения, выставленного 10 августа к югу от банки Диомид. Он был отснят с помощью ГБО и МЛЭ и обследован водолазами ЦПИ РГО, которые обнаружили на рубке и на кокпите бронзовые таблички с указанием верфи, строительного номера и года спуска на воду (см. рис. 3а, 3б). По справке, полученной от немецких коллег, эти сведения соответствовали данным о строительстве буксирного парохода «Аркона». Пароход был построен в Бремене на верфи Bremer Vulkan Schiffbau und Maschinenfabrik (строительный номер 480) и спущен на воду в 1905 году. На момент начала Первой мировой войны он находился в Риге, где был интернирован и включен в состав Балтийского флота в качестве буксира. Судя по документам, входил в состав плавучих средств Приморского фронта Морской крепости Императора Петра Великого. В августе — сентябре 1917 года прошел ремонт в Гельсингфорсе. Экипаж парохода участвовал в Февральской революции и после 25 октября перешел на сторону Советской власти. В апреле

⁶ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. С. 84–91.

Рис. 3а. Германский буксирный пароход «Аркона». Из коллекции Э. Ленке.



1918 г. пароход участвовал в «Ледовом походе» флота из Гельсингфорса в Кронштадт. Однако по условиям Брестского мирного договора подлежал передаче Германской империи. Точные обстоятельства гибели «Арконы» и сегодня остаются неизвестными. Судя по документам, пароход должен был следовать из Петрограда в Германию, буксируя другой переданный Германской Судовой комиссии пароход, на котором на родину отправлялись немецкие военнопленные. После доставки из Германии угля и провианта «Аркона» 4 декабря 1918 г. вышла из Петрограда, имея на буксире пароход «Орисса» (бывший военный транспорт «Аз») с 3000 пассажирами на борту. До меридиана Лондонского маяка он шел под проводкой ледокола, а далее — самостоятельно. Но на следующий день поступила телеграмма, в которой сообщалось, что пароход «Аркона» подрывался на mine и затонул где-то за русскими минными заграждениями. При этом погиб весь экипаж за исключением капитана, а пароход «Орисса» («Аз») дрейфует в море⁷. Последний спустя трое суток был взят на буксир финским пароходом и увезен в Гельсингфорс. Сведений о месте гибели «Арконы» не поступило.

Корпус парохода стоит на дне на глубине 32 метра носом по курсу 280 градусов с креном около 36–40 градусов на правый борт (см. рис. 3в, 3г)⁸. При этом корпус еще имеет

⁷ Сведения о передаче судов Германской Судовой комиссии и уходе в Германию // РГА ВМФ. Ф. 700. Оп. 1. Д. 99.

⁸ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. С. 92–101.

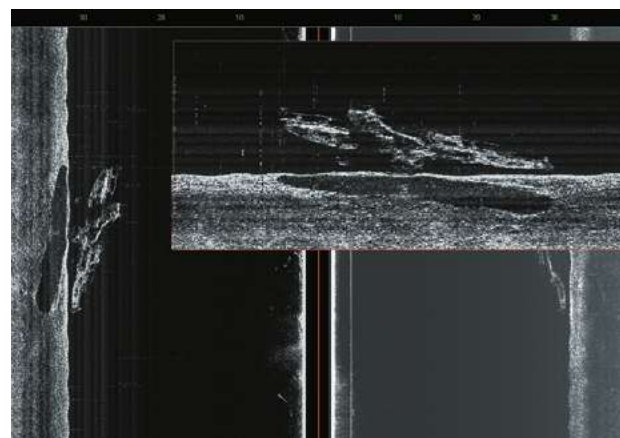


Рис. 3б. Гидроакустическое изображение парохода «Аркона» на дне, полученное с помощью гидролокатора бокового обзора. Из архива ЦПИ РГО

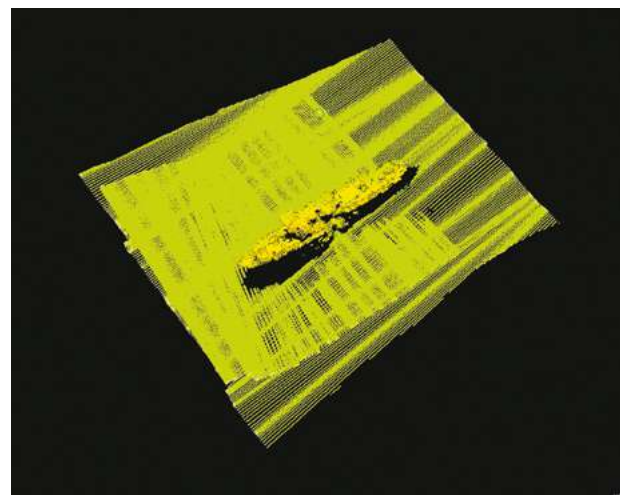


Рис. 3в. Гидроакустическое изображение парохода «Аркона» на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

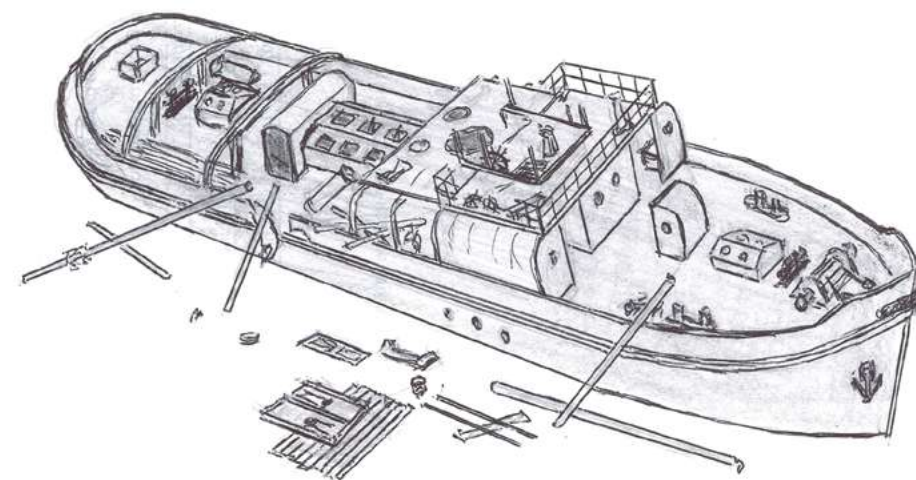


Рис. 3г. Рисунок положения парохода «Аркона» на дне. Из архива ЦПИ РГО

и заметный дифферент в корму. В левом борту, примерно посередине длины парохода, позади рубки, имеется большая пробоина длиной около четырех метров и высотой порядка двух метров, полученная, вероятно, в результате взрыва якорной мины.

Сам корпус и надстройки находятся в удовлетворительном состоянии и пока сохраняют свою первоначальную форму, но полностью покрыты натеками ржавчины.

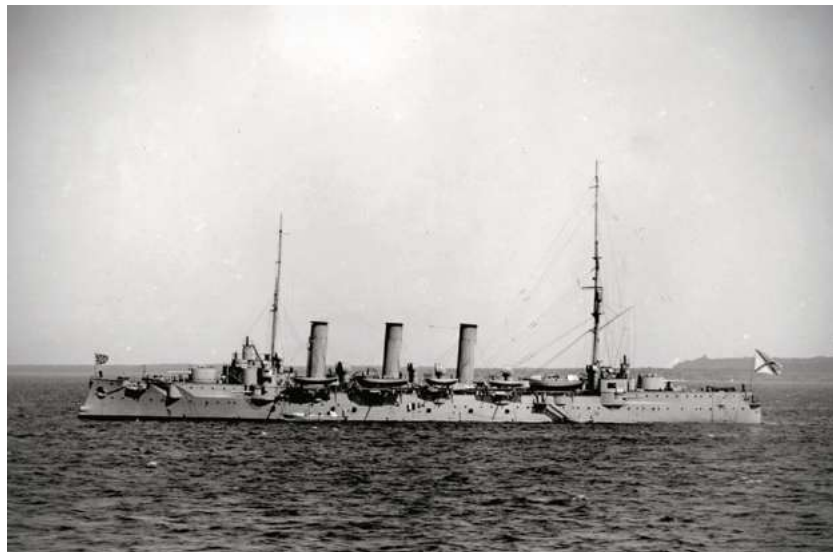
В носовой части вертикальный форштевень имеет повреждения. Оба якоря находятся в клюзах. Они также покрыты толстым слоем ржавчины, и без расчистки определить их тип трудно. Более того, похоже, что они имеют различные конструкции. У правого якоря рога изогнутые, а у левого — прямые. Но оба якоря втяжные с качающимися рогами. На баке их цепи закреплены в стопорах и далее идут на паровой брашпиль, который также полностью покрыт натеками ржавчины. За брашпилем находится световой люк с шестью иллюминаторами и тамбур с двумя иллюминаторами для входа в носовой кубрик. Расположенная в середине судна металлическая рубка с закрытыми проходами вдоль бортов сохранилась хорошо, но деревянная ходовая рубка на ее крыше полностью разрушена. От нее на деревянном настиле остались лишь доски основания и одна стойка. Все остальные элементы: крыша, стенки

и двери — упали на грунт и лежат под правым бортом. На месте стоит лишь рулевая машинка, но часть ее шестерней и оба штурвальных колеса упали и лежат на крыше рубки: одно — внутри основания ходовой рубки, второе — у релингового ограждения правого борта. Там же лежат машинный телеграф и нактоуз. Само релинговое ограждение сохранилось лишь частично. Из мелких деталей интерес представляет разбитый бинокль. С задней стороны рубки сохранились два трапа. Дымовая и вентиляционные трубы отсутствуют, и часть их фрагментов лежит на корме. Шлюпок и шлюпбалок нет, а кильблоки разломаны и большей частью упали на грунт. Кокпит машинного отделения сильно прогнул и имеет множество дыр. Далее в корме находится световой люк машинного отделения (или кормовой каюты) и тамбур для спуска внутрь.

Передняя мачта упала вперед и лежит на грунте у форштевня. Ее стеньга, задняя мачта и ее гик упали на правую сторону и лежат, опираясь топом на грунт, а нижней частью — на фальшборт. Здесь же на грунте лежат упавшие фонари, юферсы и блоки.

Корабль был подробно отснят на видео. С него были подняты несколько артефактов, доказывающих его идентификацию, в том числе одна из табличек и судовой колокол, на котором, однако, не оказалось надписи с именем корабля.

Рис. 4а. Бронепалубный крейсер «Олег». Из открытых источников



Боевые действия английского флота в кампании 1919 года фактически сводились к блокаде кораблей МСБМ в Невской губе. Англичане выставили к западу от русских заграждений 2126 якорных мин и вели их патрулирование, препятствуя попыткам выхода кораблей РККФ в Копорский залив. Следствием этих действий стала гибель 4 июня английской подводной лодки L-55, которая, уклоняясь от обстрела эсминцев МСБМ, подорвалась на английском минном заграждении и утонула со всем экипажем.

В течение всей кампании англичане лишь дважды предприняли атаки на корабли МСБМ с помощью нового вида боевых кораблей — торпедных катеров. Первой жертвой этих атак стал бронепалубный крейсер «Олег», который после подавления 14 и 15 июня мятежей в фортах Красная Горка и Серая Лошадь был в качестве передового наблюдателя оставлен на якоре у восточной оконечности Лондонской банки в охранении 2 эсминцев и 2 тральщиков. Крейсер стоял на якорях в той же точке, откуда он вел огонь по фортам, под южным берегом залива, юго-юго-восточнее Толбухина маяка, в створе против крестовой вежи. Но в 04:00 18 июня по левому борту в районе главной поперечной водонепроницаемой переборки произошел взрыв. Крейсер начал быстро крениться, уже через 12 минут лег на левый борт и затонул на глубине 10 метров, причем часть правого борта и некоторые надстройки остались над водой. При взрыве погибло 5 моряков, тяжело ранены были двое, легко — еще трое⁹.

⁹ О гибели крейсера «Олег» 18 июня 1919 года // РГА ВМФ, ф. Р-92. Оп. 1. Д. 257.

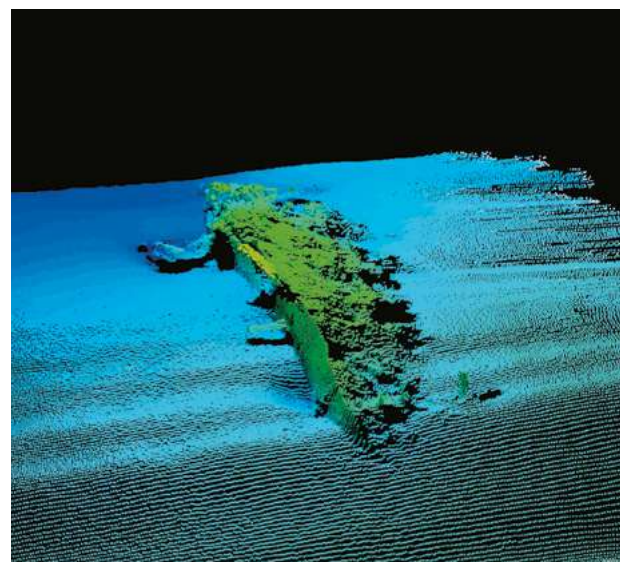


Рис. 4б. Гидроакустическое изображение останков бронепалубного крейсера «Олег» на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

Причиной гибели стал взрыв торпеды, выпущенной с английского малого 40-футового торпедного катера СМВ-4, который скрытно прошел мимо охранения крейсера и атаковал его со стороны южного берега с дистанции всего 2–3 кабельтовых. Он оставался незамеченным, лишь при уходе, двигаясь на большой скорости, был обнаружен и безрезультатно обстрелян с миноносца «Всадник». Но следует отметить, что моряки «Олега» и других кораблей впервые столкнулись с торпедными катерами и даже не знали о наличии таких боевых судов у противника. Поэтому гибель крейсера первоначально была приписана атаке подводной лодки.

Рис. 5а. Российский тральщик типа «Минреп». Из открытых источников



Спустя месяц после гибели «Олег» был обследован водолазами. Было зафиксировано, что корпус лежит на глубине около 10 метров (в среднем 34–35 футов) на левом боку с креном 75 градусов носом по курсу 307 градусов. При этом над водой выступала только средняя часть корпуса, правый боковой киль и приблизительно треть палубы. Мачты и трубы не были видны. Полузатопленный крейсер представлял опасность для судоходства, но попытки его подъема были предприняты ЭПРОН лишь в 1926–1927 гг. Они не привели к результату и в 1930–1938 гг. ЭПРОН вел под водой с помощью взрывов работы по разборке крейсера на металл. Но, судя по отчетам, разборка не была завершена и часть крейсера так и осталась на дне¹⁰. Эти фрагменты были найдены специалистами ЦПИ РГО, сняты с помощью ГБО и МЛЭ, а затем обследованы водолазами.

Оказалось, что на дне сохранилась часть днища крейсера длиной примерно 37–38 метров и шириной 11–12 метров (см. рис. 4а, 4б). Объект в целом ориентирован по курсу 320–322 градуса и, очевидно, является кормовой частью корпуса крейсера, который имел длину 134 м.¹¹ При этом правый борт корабля практически цел и стоит вертикально на большей части своей длины. Левый борт

полностью разрушен. В центре корпуса остатки конструкции и обломки возвышаются над грунтом минимум на 2,5 метра, но пока неизвестно насколько днище замкнуто в грунт. Очевидно, завалы образованы останками упавших механизмов и внутренних конструкций крейсера. Среди взорванных элементов исследователям ЦПИ РГО удалось обнаружить и целые броневые плиты, и 130-миллиметровые снаряды, и многочисленные изделия петербургских заводов, которыми некогда комплектовали системы крейсера, а сегодня они являются артефактами. Часть из них была поднята.

Угроза новых атак неизвестного противника заставила командование МСБМ, несмотря на белые ночи, провести 23 июня постановку дополнительных минных заграждений. Они были замечены, и неприятельские корабли начали разведку и траление. В летописи боевых действий Краснознаменного Балтийского флота 29 июня 1919 г. зафиксирован эпизод с обстрелом батареей форта Красная Горка неизвестного «транспорта» к югу от мыса Флотский. Он вышел из-за мыса Стирсудден и начал маневрирование в районе нового краснофлотского минного заграждения. После обстрела с форта Красная Горка «транспорт» пытался вновь уйти за мыс Стирсудден, но на нем произошел взрыв, после которого он вскоре затонул¹². Но в отечественных источниках и исторической литературе не было информации, какой именно корабль был потоплен и что послужило причиной его гибели.

¹⁰ Дело по организации подъема крейсера «Олег». 1930 г. // РГА ВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Д. 40; Материалы о подъеме крейсера «Олег». 1938–1939 гг. // РГА ВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Д. 303.

¹¹ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. С. 102–117.

¹² Березовский Н. Ю., Бережной С. С., Николаева З. В. Боевая летопись Военно-Морского Флота, 1917–1941. М.: Воениздат, 1992. С. 132.

В результате целевых поисковых работ специалистов ЦПИ РГО на дне был обнаружен разрушенный корпус, лежащий прямо на западной линии русского минного заграждения носом в сторону мыса Стирсудден, и затем обследован водолазами ЦПИ РГО с видеофиксацией его состояния (см. рис. 5а, 5б, 5в).

Корпус корабля лежит на дне носом по курсу 345 градусов на глубине 22 метра на ровном киле с небольшим дифферентом в корму и примерно на 2,0–2,5 метра погружен в песчано-илистые осадки¹³. Корабль имеет две зоны разрушений корпуса. Одна располагается в корме с левого борта, где имеется большая пробоина от взрыва якорной мины, после которого часть левого борта упала на грунт. Вторая — в носовой части, где на дне перпендикулярно к корпусу на правом борту лежит оторванная взрывом носовая оконечность. Этот взрыв произошел в районе носового шпигла. Оторванная оконечность в целом сохраняет свою форму, но металлическая палуба практически полностью сгнила. В клюзах до сих пор находятся два якоря Холла. Остальная часть корпуса также сохраняет свою форму, но реально представляет собой остов, на котором держатся куски сгнившей обшивки или палубы.

¹³ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. С. 118–125.

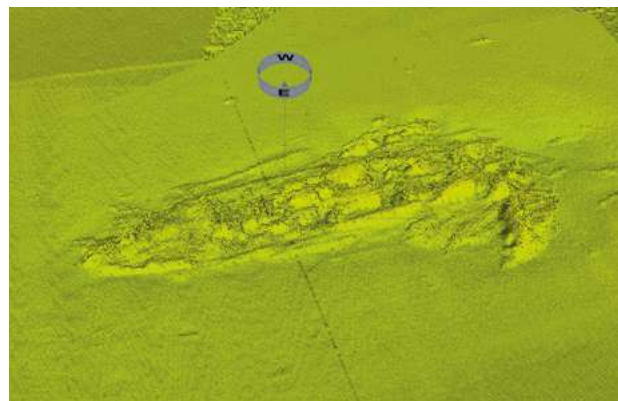


Рис. 5б. Гидроакустическое изображение останков тральщика Т-7 (бывш. «Минреп») на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

От центральной рубки фактически осталась только изготовленная из уголка металлическая рама, на которой лишь в отдельных местах имеются куски металлических стен и крыши. Среди обломков металла и досок валяются бронзовые иллюминаторы, медные трубы и трубки. Из сохранившихся механизмов можно назвать паровую машину, мощную траловую лебедку с намотанным на барабан стальным тросом. На корме лежат свернутые тралы и мотки тонкого стального троса. Ближе к рубке была обнаружена большая россыпь унитарных снарядов калибра 47 миллиметров вперемешку с отстрелянными гильзами.

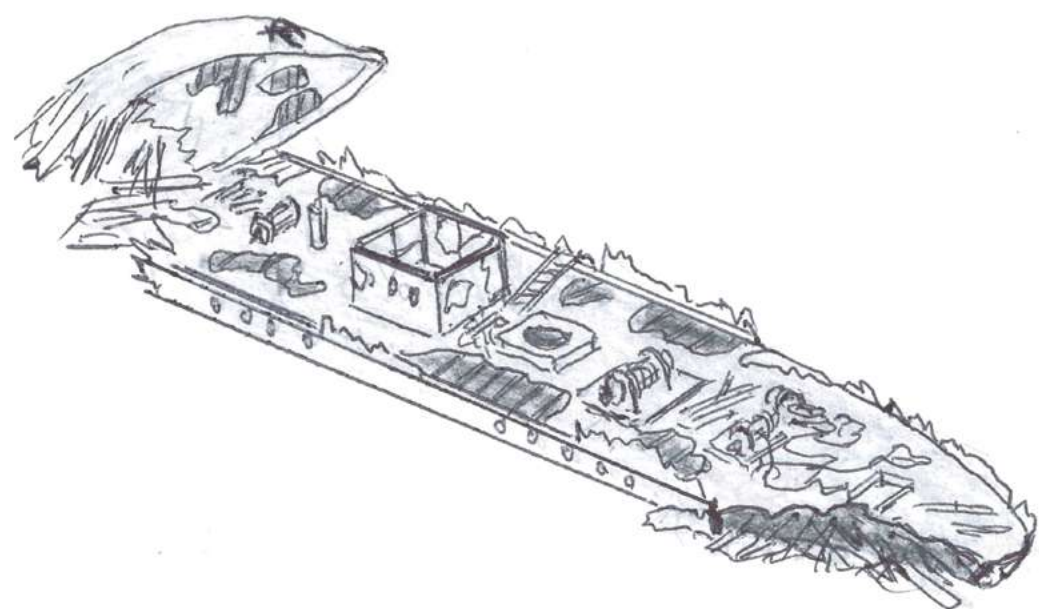


Рис. 5в. Рисунок положения останков тральщика «Т-7» на дне. Из архива ЦПИ РГО

По результатам обследования корабль однозначно идентифицирован как бывший тральщик Балтийского флота «Минреп». Он был заложен в декабре 1909 года, спущен на воду 17 марта 1911 г., вступил в строй в июле 1912 г. Входил в состав Минной дивизии и в годы Первой мировой войны занимался тралением мин в устье Финского залива и в Рижском заливе. После 25 октября 1917 г. перешел на сторону Советской власти. После захвата Ревеля германскими войсками ушел в Гельсингфорс. Но во время эвакуации флота из Финляндии в Кронштадт «Минреп» из-за нехватки команд был передан вооруженным силам Финляндской Советской Республики, а после их поражения 20 апреля 1918 г. был захвачен финскими националистами. Дальнейшая его судьба была неизвестна до обнаружения останков в ходе экспедиции ЦПИ РГО. Эту идентификацию позднее подтвердили историки финского морского музея Forum Marinum, которые сообщили, что найденный тральщик «Минреп» входил в состав финского флота под обозначением Т-7 и 29 июня подорвался кормой на якорной мине, в результате чего потерял ход. Экипаж покинул тонущий тральщик, после чего в стоявший корабль попал артиллерийский снаряд, взрыв которого оторвал нос. Учитывая, что дистанция до форта составляла более 12 морских миль и накрытие произошло после четвертого выстрела, стрельбу артиллеристов форта следует признать сверхэффективной.

Таким образом загадка с идентификацией потопленного 29 июня «транспорта» была разрешена, но в процессе работ кроме тральщика был обнаружен еще один корпус, лежащий на восточной линии русского минного заграждения, южнее корпуса Т-7. Причины гибели не известны, но он имеет разрушения в левом борту, что позволяет предположить гибель судна в результате подрыва на якорной мине. В ходе работ была выполнена съемка корпуса с помощью многолучевого эхолота и проведено водолазное обследование с видеосъемкой (см. рис. 6а, 6б).

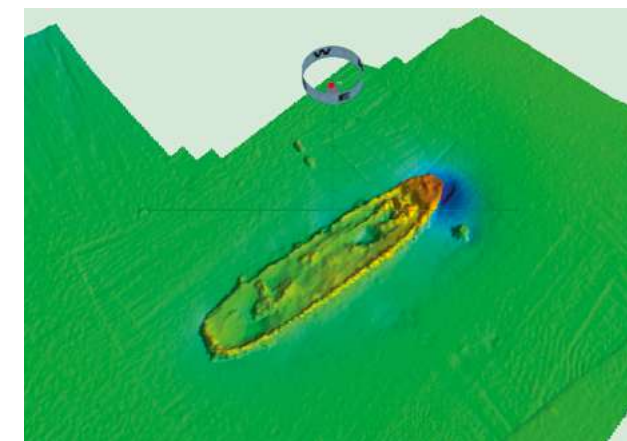


Рис. 6а. Гидроакустическое изображение останков трехмачтового парусника на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

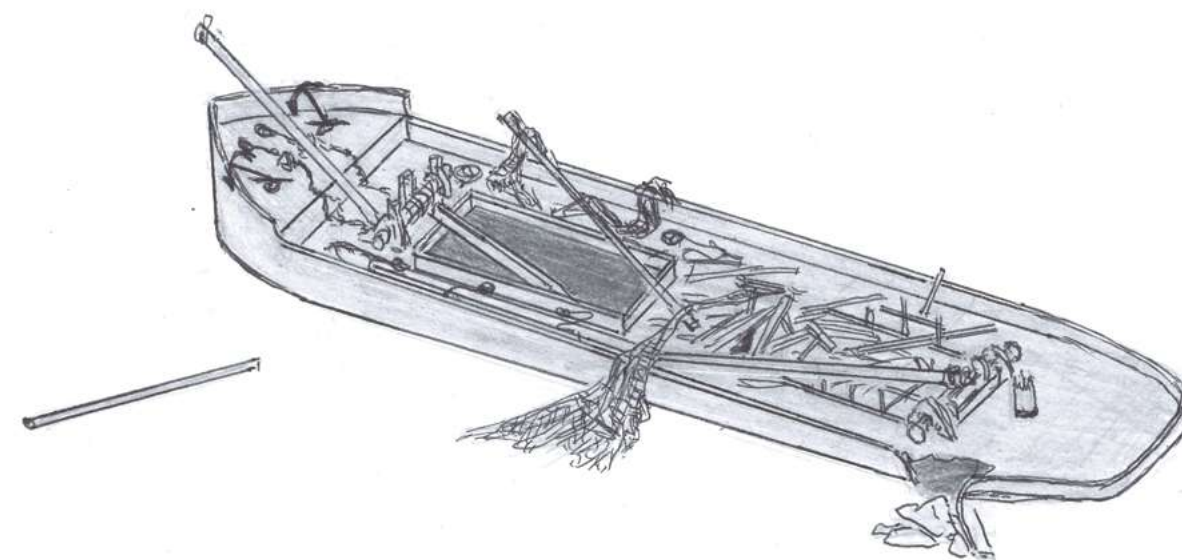


Рис. 6б. Рисунок положения останков трехмачтового парусника на дне. Из архива ЦПИ РГО

Клепаный металлический корпус стоит на дне на пологом подводном склоне носом по курсу примерно 340 градусов с креном около 12 градусов на левый борт и с дифферентом в корму¹⁴. Высота палубы над грунтом очень незначительная и составляет по левому борту не более 0,6–0,7 метра и в корме около одного метра. Это позволяет предполагать, что при такой длине и ширине корпуса он как минимум на 3,5–4,0 метра погружен в песчано-илистые осадки. Носовая оконечность имеет в плане острые обводы. Форштевень наклонен под углом не более 10–12 градусов. Корма полукруглая и, вероятно, с большим подзором, который сегодня упирается на грунт и удерживает корпус на поверхности. По левому борту, примерно в 6 метрах от кормы, в торчащем из грунта фальшборте имеется разрыв, причем часть фальшборта оторвана и торчит наружу. Скорее всего, именно в этом месте и произошел взрыв якорной мины. В носовой части судно имеет высокий бак, на палубе которого лежат два якоря адмиралтейского типа с металлическими штоками. На палубе за баком стоит брашпиль, за которым вдоль диаметральной плоскости располагается грузовой люк длиной около 5 метров и шириной около 2 метров с мощными деревянными комингсами высотой примерно 35 сантиметров. На нем и на палубе лежат три мачты и несколько стальных тросов, в огнях которых закреплены круглые деревянные юферсы. На корме стоит металлическая грузовая лебедка. Очевидно, судно было трехмачтовым, но определить тип его парусного вооружения невозможно, так как ни одного рангоутного дерева, ни парусов, ни блоков, ни канатов не было обнаружено.

Пространство палубы между лебедкой и грузовым люком завалено большим количеством деревянных деталей: стоек, балясин и узких досок. В нескольких местах из завалов вертикально торчат металлические стойки из уголка 7 x 7 сантиметров. Предположительно, здесь была рубка, которая разрушилась после падения на нее бизань-мачты. По правому борту был обнаружен фрагмент деревянного планширя с декоративной накладкой в виде шара, что позволяет предположить существование на крыше рубки открытого ходового мостика.

Принадлежность и время гибели судна неизвестны, но при обследовании водолазы

нашли в трюме обломки российского фаянса. Это позволяет предположить гибель парусника при попытке покинуть Кронштадт. Возможно, это был рыбак, выходивший на лов из голодавшего Петрограда, но не исключено, что он тайно вывозил эмигрантов.

Следующим эпизодом боевых действий, в ходе которого имели место потери кораблей, стал налет английских торпедных катеров на Кронштадт в ночь с 17 на 18 августа. Торпедировав в гавани два корабля, англичане потеряли 6 торпедных катеров, три из которых потопили корабли РККФ, три по английским данным якобы были взорваны экипажами при отходе. Их поиск не проводился, поскольку данные о местах их гибели отсутствуют¹⁵.

И сразу же вслед за этим налетом Флот Его Величества в течение четырех дней потерял два новейших эсминца типа V, спущенных на воду в октябре 1917 г. Сначала 31 августа подводная лодка «Пантера» торпедировала у о. Сескар эсmineц «Виттория» (см. рис. 7а), открыв счет победам подводных сил РККФ. К сожалению, указанные в рапорте командира «Пантеры» А. Н. Бахтина координаты гибели эсминца были не верными, и после окончания интервенции корабли РККФ долго и безуспешно искали потопленный корабль. Но по документам, найденным в финских архивах российским исследователем А. Ищенко, эсmineц в 1920 году был найден и обследован финскими военными водолазами. Но, как оказалось, приведенные в их отчетах координаты эсминца тоже были неверны. Лишь в 2013 году группа дайверов-поисковиков обнаружила останки эсминца и подняла с него несколько артефактов, позднее переданных в ЦВММ. Но координаты находки не афишировали, и лишь осенью 2018 г. специалистам ЦПИ РГО удалось найти эсmineц, установив точные координаты корпуса «Виттория», и зафиксировать его положение на дне с помощью многолучевого эхолота¹⁶.

Развалившийся на две неравные части корпус эсминца лежит на глубине 28 метров (см. рис. 7б). Основная часть корпуса (примерно от носа до задней мачты) имеет длину около 65–70 метров и лежит вверх днищем, носом по курсу примерно 290–295 градусов.

¹⁵ Морская война на Балтике (1918–1919 гг.): Сб. ст. и документов. СПб.: Ант Принт, 2001. 72 с.

¹⁶ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. С. 126–137.



Рис. 7а. Английский эсmineц «Виттория». Из открытых источников

При этом она имеет крен около 50 градусов на правый борт, который погружен в грунт примерно на 3,5–4,0 метра, и заметный дифферент в сторону места взрыва. Левый борт этой части лежит на грунте и местами деформирован. За местом взрыва на грунте имеется зона развала обломков длиной около 20 метров и шириной около 22 метров. Если смотреть по курсу лежащей основной части, то примерно в 15 метрах слева от развала на грунте вверх палубой стоит кормовая часть эсминца. Она ориентирована по курсу 300–305 градусов, имеет крен около 15 градусов на правый борт и заметный дифферент в сторону места взрыва.

У носовой части осмотру подлежат только днище и место разрыва. Корпус пока еще сохраняет целостность, но весь покрыт слоем ржавчины. Из правого клюза выходит якорная цепь, идущая к якорю. На днище сохранились оба фальшкиля.

Район взрыва и развал на дне представляют собой хаотическое нагромождение искаженных деталей корпуса и судовых систем. Взрыв торпеды произошел в районе задней переборки машинного отделения, поэтому в месте разлома корпуса видны несколько электромоторов, ресивер, множество трубопроводов разного диаметра. Металл перегородок практически полностью сгнил, и проникновение внутрь весьма опасно. В зоне развала на грунте лежит довольно много самых различных предметов: обувь разных типов (сапоги, башмаки, полуботинки), одежда, тарелки с эмблемой Royal Navy, швабры, керосиновые фонари, нактоуз пель-ком-паса и т.д.

Кормовая часть сохранилась лучше и представляет большой интерес. В частности, 102-мм орудие MkV на кормовой надстройке. При этом в корме не было обнаружено второго такого орудия, хотя оно нарисовано на схеме, составленной финскими водолазами в 1920 году. Зато на кормовом фрагменте корпуса хорошо сохранились кринолины для сброса мин и проложенные на них вдоль обоих бортов рельсы для минных тележек. Известно, что при достройке в 1917 году эсmineц «Виттория» был дооборудован для действий в качестве минного заградителя.

Практически вслед за гибелью эсминца «Виттория» англичане потеряли еще один боевой корабль. Учитывая возросшую активность МСБМ, английское командование

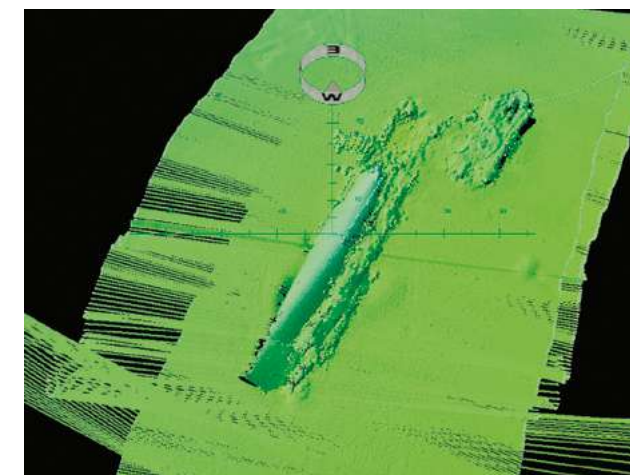


Рис. 7б. Гидроакустическое изображение останков английского эсминца «Виттория» на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

решило усилить патрулирование выхода из восточной части Финского залива. И эсминец «Верулам» получил приказ патрулировать в ночь с 3 на 4 сентября проход между мысом Стирсудден и мелью (маяком) Серколода, двигаясь севернее уже выставленного у мыса минного заграждения. Однако в темноте офицеры ошиблись в расчетах, и эсминец при повороте с галса на галс коснулся кормой английской мины. Взрыв оторвал корму, и корабль очень быстро пошел на дно. Погибло 9 моряков. По документам, обнаруженным А. Ищенко, корпус эсминца также был найден финскими водолазами. В 1925 году с «Верулама» были подняты якоря и якорные цепи, 2 носовых орудия с лафетами, зенитное орудие без лафета, передний торпедный аппарат, а также мелкие приборы. Кормовая часть корабля с пушками не была найдена. Задний торпедный аппарат был брошен по причине полученных им повреждений при гибели корабля.

Поиски останков эсминца не потребовали больших усилий, поскольку место его гибели с небольшой ошибкой было отмечено на гидрографических картах на западной границе фарватера № 5. Специалистами ЦПИ РГО была выполнена гидроакустическая съемка с помощью гидролокатора бокового обзора и проведен водолазный осмотр останков эсминца (см. рис 8а, 8б). Позднее эсминец был отснят с помощью многолучевого эхолота, что позволило понять структуру и взаимное расположение обломков корпуса. В ходе работ удалось обнаружить на дне и оторванную взрывом корму с сохранившимися гребными винтами¹⁷.

Основная часть корпуса эсминца длиной около 80–83 метров лежит на глубине 17,5–18,0 метров носом по курсу 300–305 градусов. Оторванная корма — на глубине 14 метров, на расстоянии 115 метров на юго-юго-восток от конца основной части.

Основная часть корпуса лежит с сильным креном на левый борт, который погрузился в грунт практически по палубу. Но полученное трехмерное изображение корпуса показало, что по длине он четко делится на четыре отрезка (участка) с различной степенью разрушения. Более того, эти отрезки явно отделены друг от друга и даже имеют разный угол наклона к горизонту (см. рис 8в).

¹⁷ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. С. 138–149.

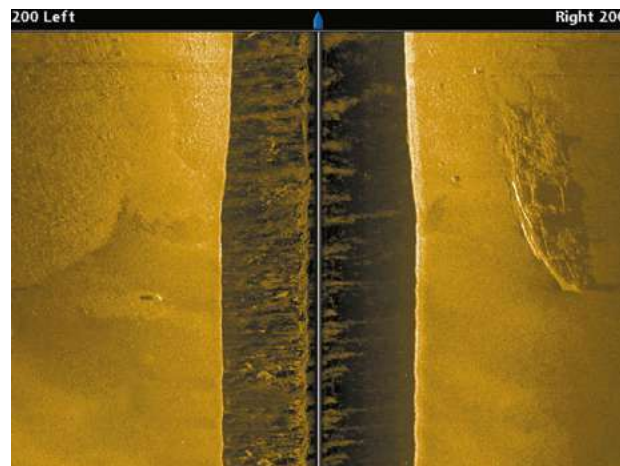


Рис. 8а. Гидроакустическое изображение английского эсминца «Верулам» на дне, полученное с помощью гидролокатора бокового обзора. Из архива ЦПИ РГО

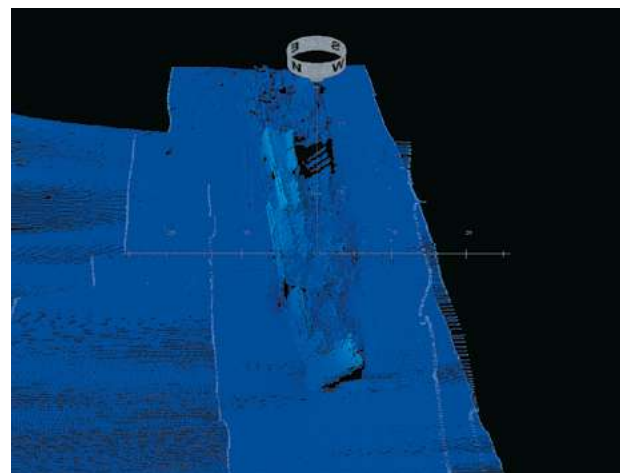


Рис. 8б. Трехмерное гидроакустическое изображение корпуса английского эсминца «Верулам» на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

В носу отрезок длиной 15–16 метров с полностью сохранившимся форштевнем имеет наклон на левый борт более 60 градусов, что очень хорошо видно благодаря сохранившимся бортам. Здесь у форштевня корпус имеет наибольшее возвышение над грунтом.

Второй отрезок длиной 20–21 метр, где ранее находилась рубка эсминца, сегодня полностью разрушен, и его правый борт отвалился. Весь этот участок имеет поверхность параллельную грунту.

У третьего отрезка, имеющего длину около 23 метров, сохранился не только правый

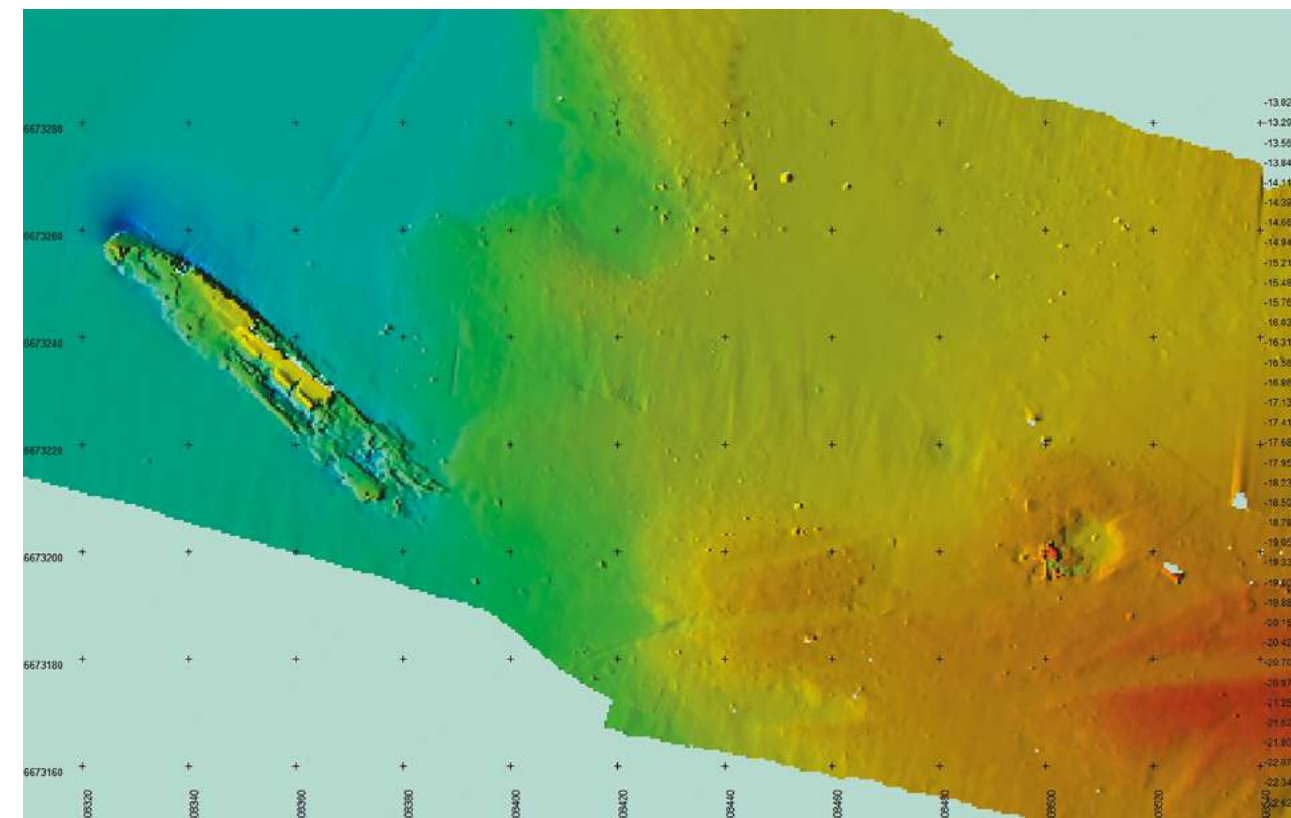


Рис. 8в. Гидроакустическое изображение английского эсминца «Верулам» и оторванной кормы, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

борт, но и палуба с частью кокпита. Он также лежит под углом примерно 60 градусов, и правый борт возвышается над грунтом на 3,0–3,5 метра.

Четвертый и последний участок длиной до 25 метров полностью разрушен и представляет собой гигантский развал обломков, который возвышается над грунтом не более чем на один метр.

Из анализа трехмерного изображения в сочетании с результатами визуального осмотра корпуса следует вывод, что имеющиеся разрушения не могут быть следствием естественной коррозии корпуса. Наиболее вероятным является предположение, что лежавший на кромке фарватера и возвышавшийся над грунтом на 9–10 метров эсминец представлял опасность для движения судов и в послевоенные годы был специально взорван.

Сегодня эсминец представляет собой скопление полусгнивших обломков палубы и переборок, которые перекрывают собой уцелевшие трюмные механизмы. Среди обломков, как и на эсминце «Виттория», в большом количестве валяются отдельные предметы: обувь,

фонари, вентили, обломки трубопроводов... Одной из интересных находок стала боевая часть английской торпеды, содержащая заряд в 230 кг (507 фунтов) тротила. Эта боеголовка сохранилась столь хорошо, что на ее торце можно прочесть все данные, в том числе идентификационный номер (см. рис. 8г).

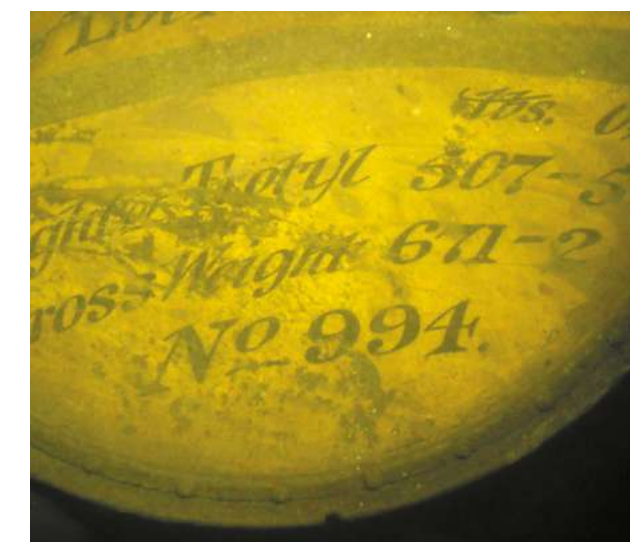
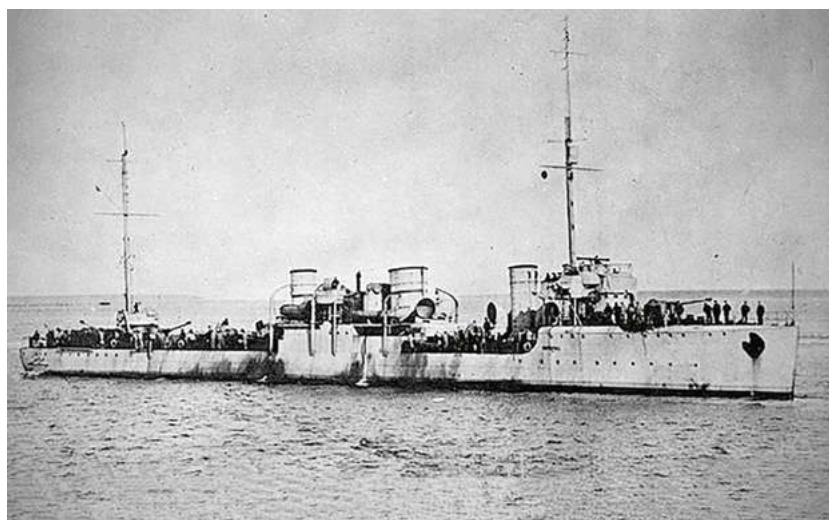


Рис. 8г. Надписи на боевой части торпеды. Из коллекции М. Иванова

Рис. 9а. Эсминец типа «Новик». Из открытых источников



Через два месяца судьбу «Верулама» повторили три эсминца МСБМ, следовавших ночью с 20 на 21 октября с якорными минами для постановки заграждения в Копорском заливе и подорвавшихся на английских минах. По плану операции четыре эсминца должны были выставить 240 якорных мин в районе мыса Долгий Нос (совр. мыс Устинский), но попали на уже выставленные английские минные заграждения. При подрывах трех передовых эсминцев погибли 28 красных командиров и комиссаров и 433 военмора. Обстоятельства и места гибели эсминцев были известны лишь приблизительно, поскольку спастись удалось лишь 25 рядовым военморам, которые не знали координат кораблей в момент гибели. Не мог сообщить их и шедший замыкающим в ордер эсминец «Азард», который отстал и лишь наблюдал взрывы впереди по курсу. По его рапорту, приняв по 60 якорных мин, четыре эсминца типа «Новик» водоизмещением по 1260 тонн («Гавриил», «Свобода», «Константин» и «Азард») (см. рис. 9а) в 2 часа ночи 21 октября снялись с якоря в Кронштадте и в строе кильватера пошли на запад. В 4 часа 55 мин. «Азард», обогнув мыс Шепелев, лег на курс 188 градусов, не зная своего места и потеряв из виду остальные корабли. Пройдя этим курсом приблизительно 4,3 мили и находясь севернее параллели Долгого Носа, в 5 ч. 45 мин. на «Азарде» увидели впереди сноп огня, за которым последовал сильный взрыв, и сразу дали полный задний ход. В это время впереди последовали второй и третий взрывы, причем из за облаков густого пара места взрывов не наблюдались. В 6 ч. 20 мин. «Азард», не зная своего места, лег на обратный курс и в 8 ч. 15 мин. утра вошел в гавань Кронштадта. Допросы спасшихся военморов показали, что «Гавриил» держался на воде около 20 минут, но затем переломился

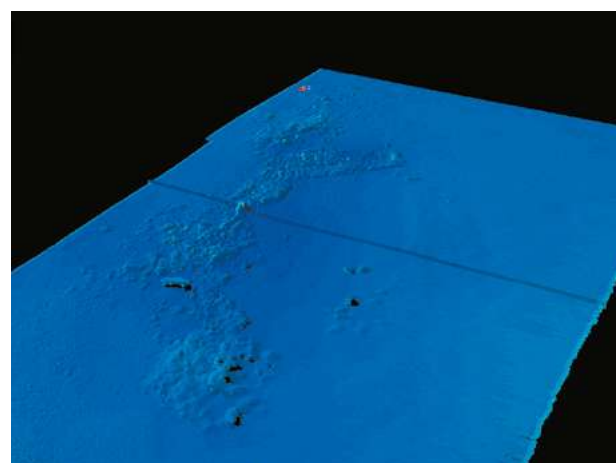


Рис. 9б. Гидроакустическое изображение эсминца «Гавриил» РККФ на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

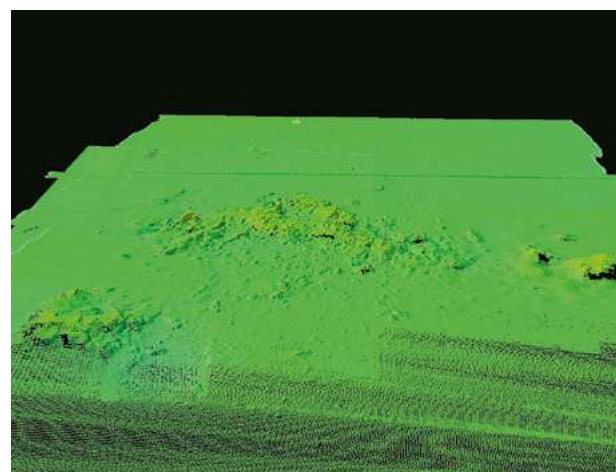


Рис. 9в. Гидроакустическое изображение эсминца «Константин» РККФ на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

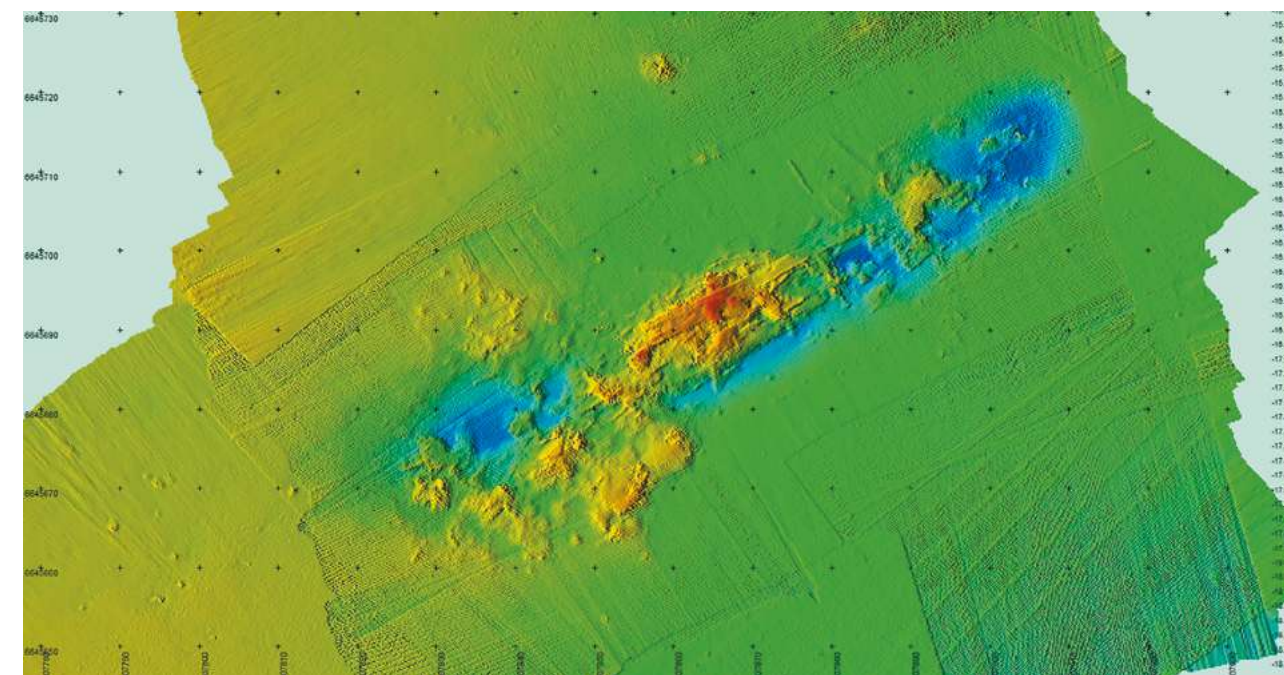


Рис. 9г. Гидроакустическое изображение эсминца «Свобода» РККФ на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

и опрокинулся через левый борт, а на взорвавшемся последним «Константине» детонировали якорные мины, и он погиб мгновенно¹⁸.

В 2019 году специалисты ЦПИ РГО провели работы по обследованию района гибели эсминцев, обнаружили и зафиксировали их останки с помощью многолучевого эхолота. Работы не заняли много времени, так как место гибели шедшего передовым эсминца «Гавриил» было примерно известно из документов ЭПРОН. Эсминец был найден специалистами ЭПРОН еще в 1920-х годах, и на нем до 1933 г. велись подводные работы по разделке корпуса на металл с помощью взрывов. Поскольку эсминец шел передовым, то два других должны были лежать севернее, где они и были найдены в 40 м друг от друга. По гидроакустическим изображениям останков и результатам водолазного осмотра удалось уточнить обстоятельства гибели всех трех кораблей. Корпус эсминца «Гавриил» переломился в двух местах — в носу и в корме. Причем перелом в корме, возможно, произошел уже при ударе корпуса о плотный грунт. Шедший вторым эсминец «Свобода»

подорвался носом и, вероятно, затонул не сразу. Скорее всего, «Константин» попытался подойти к нему и оказать помощь, но при подходе напоролся на мину. От ее взрыва детонировала часть мин на палубе и корпус также переломился в нескольких местах. Сегодня корпуса «Гавриила» и «Константина» представляют собой разрушенные взрывами остовы, тогда как корпус «Свободы» сохранился довольно хорошо и представляет историческую ценность (см. рис. 9б, 9в, 9г).

Заключительным этапом программы реконструкции боевых действий 1919 года стал поиск трех финских миноносцев. Это были бывшие малые миноносцы Балтийского флота № 215, № 216, № 217 постройки 1902–1903 гг., оставленные в Гельсингфорсе при эвакуации флота в апреле 1918 г. Они строились по французскому проекту Syclope (см. рис. 10а), имели водоизмещение всего 152 тонны при длине корпуса 45 м и вооружались одним двухтрубным торпедным аппаратом и двумя 47-мм пушками. По сведениям, полученным от финских специалистов из музея Forum Maritum и Военного музея Финляндии, обстоятельства их гибели были следующими. После ухода кораблей английского флота в бухте Койвисто (совр. Приморск) еще оставались финские корабли, обеспечивавшие летом охрану водного района. Они вынуждены были ждать прихода ледокола «Ильмаренен» (бывш. российский ледокол «Силач»), который прибыл только 21 декабря.

¹⁸ Материалы о гибели эсминцев «Гавриил», «Константин», «Свобода» в ночь на 21 октября 1919 г. // РГА ВМФ. Ф. Р-307. Оп. 1. Д. 34; Расследование обстоятельств гибели эсминцев «Гавриил», «Константин», «Свобода» // РГА ВМФ. Ф. Р-1. Оп. 3. Д. 127; Материалы по обследованию эсминцев «Гавриил», «Константин», «Свобода» 28 марта — 29 мая 1929 г. // РГА ВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Д. 24.

Рис. 10а. Миноносец типа «Циклон». Афонин Н. Н. Миноносцы типа «Циклон». СПб.: Гангут. 2018. 98 с.



На следующий день он начал проводку каравана, в состав которого вошли 15 вымпелов: буксир МР11, тральщики А26, А31, А32, А34, А40, буксир В12 с угольной баржей, буксир В14 с порожней угольной баржей и водоналивной баржей, миноносцы С1, С2, С3, С5. Однако к северу от пролива Бьерке-Зунд растянувшийся караван вошел в плотный лед, в котором стали застревать концевые корабли. Ледокол пытался им помочь, но уже в 12 ч. 30 мин. на С3 началась столь сильная течь в носовой части, что экипаж покинул его и был спасен ледоколом. В 20 ч. 22 мин. обреченный миноносец перевернулся через правый борт и затонул. К этому времени течь открылась и у дрейфовавших со льдом С2 и С1. Причем С1 к вечеру затонул наполовину. Экипажи обоих миноносцев сошли на лед, забрав с собой провизию и оружие, и к ночи были подняты на ледокол. Последний ушел обкалывать передовые корабли конвоя. Утром было обнаружено, что С1 утонул, а С2 еще держится во льдах. Ледокол вернулся к нему, и финские моряки сняли с миноносца некоторое имущество. Но в 17 ч. 20 мин. и С2 ушел под лед.

Координаты точек гибели миноносцев остались неизвестными, но район для проведения поисков был ясен. По имевшимся сведениям, их уже пытались искать дайверы-поисковики, но гидроакустическая аппаратура зафиксировала на дне лишь несколько «каменных гряд». Специалисты ЦПИ РГО провели площадную съемку района и обнаружили на дне корпуса всех трех миноносцев (см. рис. 10б, 10в, 10г), причем координаты одного из них совпали с координатами одной из «каменных гряд». Этот миноносец лежал на правом борту,

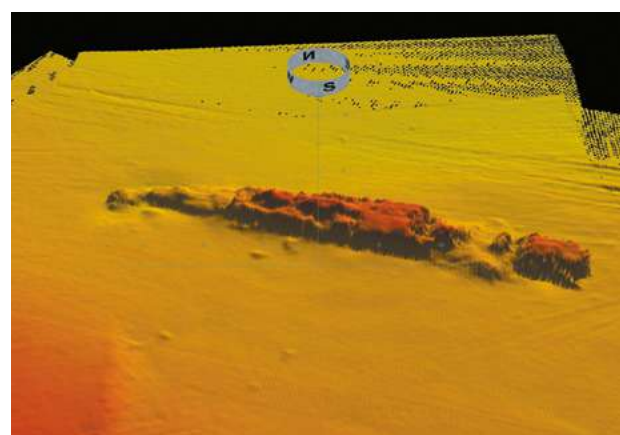


Рис. 10б. Гидроакустические изображения финского миноносца С1 на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

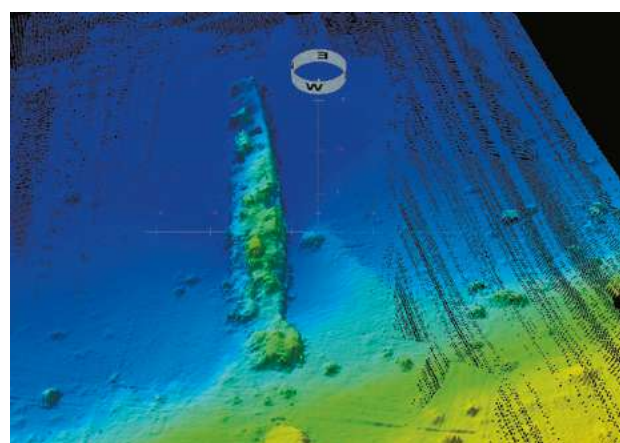


Рис. 10в. Гидроакустические изображения финского миноносца С2 на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

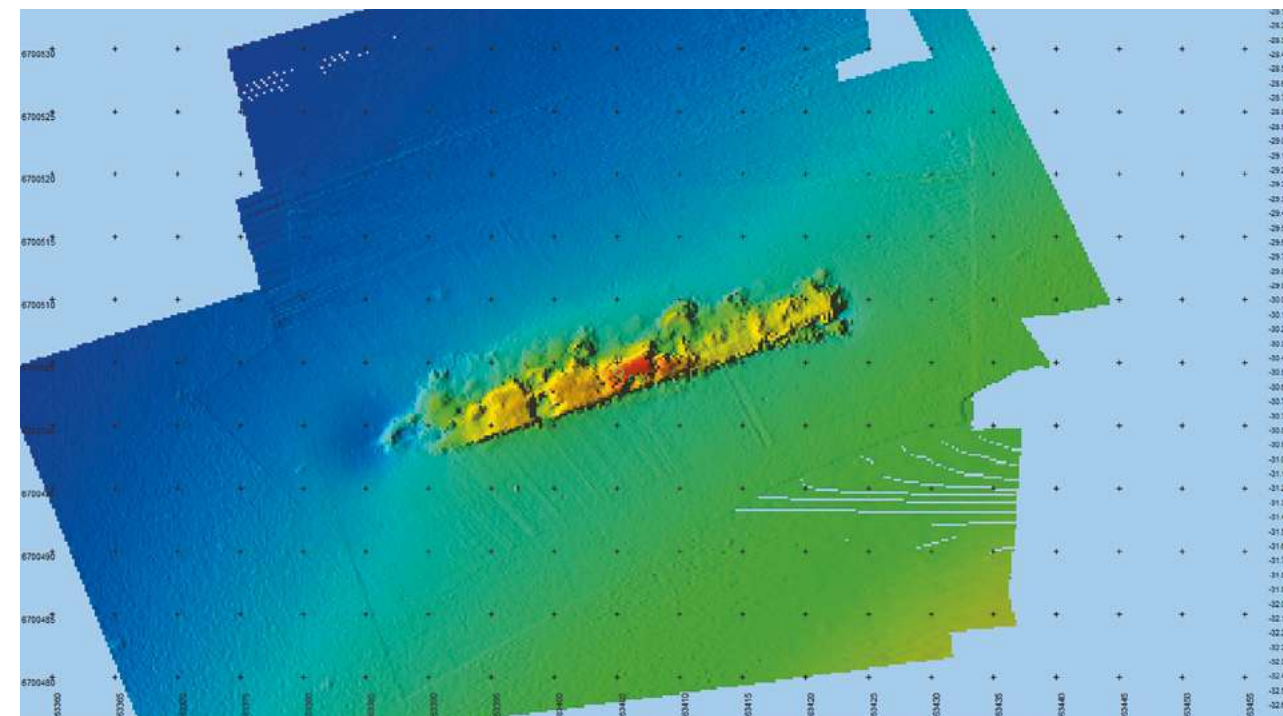


Рис. 10г. Гидроакустические изображения финского миноносца С3 на дне, полученное с помощью многолучевого эхолота. Из архива ЦПИ РГО

зарывшись носом в донный грунт, и был предварительно идентифицирован как С3. Второй корпус стоит на дне практически на ровном киле, но имеет сильный дифферент в носовую часть, которая сильно повреждена при ударе о грунт. Предварительно данный объект идентифицирован как корпус миноносца С1. Корпус третьего миноносца стоит на дне с креном около 45 градусов на правый борт и при этом практически не имеет серьезных повреждений. Водолазный осмотр показал хорошее состояние корпусов и вооружений. Их детальное изучение еще продолжается. В частности, планируется подтвердить идентификацию с помощью определения номеров орудий каждого из миноносцев, сведения о которых были предоставлены финскими историками.

В результате работ по реконструкции хода боевых действий 1918–1919 гг. в восточной части Финского залива были обнаружены останки 13 кораблей и судов, из которых лишь у двух («Гавриил», «Верулам») были примерно известны места гибели. Гибель 5 кораблей и судов («Эстебрюгге», С1, С2, С3 и одного парусника) вообще не была отражена в отечественных источниках и научных исследованиях. Находки еще четырех кораблей («Свобода», «Константин», «Виттория», «Аркона») позволили уточнить фактические места и обстоятельства их гибели. При этом находки нескольких судов

позволили существенно уточнить историю боевых действий РККФ. Так обнаружение германского сторожевого корабля «Эстебрюгге», подорвавшегося на mine 9 сентября 1918 года, позволило почти на год «удлинить» историю его побед. До этого считалось, что первые успехи РККФ на Балтике пришлось лишь на лето 1919 года. А находка финского тральщика Т-7 позволила устранить неопределенность в эпизоде с уничтожением неприятельского «транспорта» артиллеристами форта Красная Горка 29 июня 1919 г. А кроме того, идентификация этого объекта закрыла вопрос о судьбе тральщика «Минреп» после его оставления в Гельсингфорсе весной 1918 года. Отметим, что все корабли представляют интерес в качестве памятников, а останки тральщика вообще носят мемориальный характер, поскольку исторически он является первым в мире специализированным минным тральщиком.

В целом работы по этому проекту можно считать завершенными. Однако не исключено, что в ходе реализации других проектов на дне удастся обнаружить и останки погибших в 1919 г. самолетов. Правда, вероятность этого невелика. Сведения о районах их падения весьма приблизительны, а фанерные конструкции самолетов начала XX в. почти наверняка не выдержали столетнего пребывания в воде и разрушились.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апатьков Ю. В. Боевые корабли русского флота 8.1914 г.–10.1917 г. Справочник. СПб.: ИНТЕК, 1996. 228 с.
2. Березовский Н. Ю., Бережной С. С., Николаева З. В. Боевая летопись Военно-Морского Флота, 1917–1941. М.: Воениздат, 1992. 838 с.
3. Дело по организации подъема крейсера «Олег». 1930 г. // РГА ВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Д. 40.
4. Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: Блиц, 2020. Т. 1: Финский залив. Кн. 3: Корабли и суда 1901–1940 гг. Ч. 1. 227 с.
5. Материалы о гибели эсминцев «Гавриил», «Константин», «Свобода» в ночь на 21 октября 1919 г. // РГА ВМФ. Ф. Р-307. Оп. 1. Д. 34.
6. Материалы о подъеме крейсера «Олег». 1938–1939 гг. // РГА ВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Д. 303.
7. Материалы по обследованию эсминцев «Гавриил», «Константин», «Свобода» 28 марта — 29 мая 1929 г. // РГА ВМФ. Ф. Р-1495. Оп. 2. Д. 24.
8. Материалы по организации охраны подступов к Петрограду и Кронштадту. 09.07.1918–16.08.1919 // РГА ВМФ. Ф. Р-1. О. 3. Д. 116.
9. Морская война на Балтике (1918–1919 гг.): Сб. ст. и документов. СПб.: Ант Принт, 2001. 72 с.
10. О гибели крейсера «Олег» 18 июня 1919 года // РГА ВМФ. Ф. Р-92. Оп. 1. Д. 257.
11. Расследование обстоятельств гибели эсминцев «Гавриил», «Константин», «Свобода» // РГА ВМФ. Ф. Р-1. Оп. 3. Д. 127.
12. Рупасов А. И., Чистиков А. Н. «Шлюсштajn» // Вопросы истории. 1993. № 11–12. С. 150–153.
13. Сведения о передаче судов Германской Судовой комиссии и уходе в Германию // РГА ВМФ. Ф. 700. Оп. 1. Д. 99.
14. Советско-Германские отношения от переговоров в Брест-Литовске до подписания Рапалльского договора: Сб. документов. М.: Политиздат, 1968. Т. 1: 1917–1918 гг. 758 с.
15. Стрельбицкий К. Б. Потери противников Советского Военно-Морского Флота, 1918–1940. Львов: Междунар. центр истории флота, 1995. 31 с.
16. Стрельбицкий К. Б. Потери Российского флота в период Первой мировой войны, 1914–1918. Львов: Междунар. центр истории флота, 1994. 38 с.

REFERENCES

1. Apal'kov, Yu. V. *Boevye korabli russkogo flota 8.1914 g.–10.1917 g. Spravochnik* [Warships of the Russian Fleet 8.1914–10.1917. Handbook]. St. Petersburg, INTEK Publ., 1996. 228 p. (In Russ.)
2. "Materialy o pod"eme krejsera 'Oleg.' 1938-1939 gg." ["Materials on the Rise of the Cruiser 'Oleg.' 1938-1939"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-1495, aids 2, fol. 303. (In Russ.)
3. Morskaya vojna na Baltike (1918–1919 gg.): Sb. st. i dokumentov [Naval War in the Baltic (1918–1919): Collection of Articles and Documents]. St. Petersburg, Ant Print, 2001. 72 p. (In Russ.)
4. "Materialy o gibeli e'smincev 'Gavriil,' 'Konstantin,' 'Svoboda' v noch' na 21 oktyabrya 1919 g." ["Materials about the Loss of the Destroyers 'Gavriil,' 'Konstantin,' 'Svoboda' on the night of October 21, 1919"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-307, aids 1, fol. 34. (In Russ.)
5. "Rassledovanie obstoyatel'stv gibeli e'smincev 'Gavriil,' 'Konstantin,' 'Svoboda.'" ["Investigation of the Circumstances of the Death of the Destroyers 'Gabriel,' 'Konstantin,' 'Freedom.'"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-1, aids 3, fol. 127. (In Russ.)
6. "Materialy po obsledovaniyu e'smincev 'Gavriil,' 'Konstantin,' 'Svoboda' 28 marta – 29 maya 1929 g." ["Materials on the Examination of the Destroyers 'Gavriil,' 'Konstantin,' 'Svoboda' March 28 – May 29, 1929"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-1495, aids 2, fol. 24. (In Russ.)
7. Strel'bickij, K. B. *Poteri Rossijskogo flota v period Pervoj mirovoj vojny, 1914–1918* [Losses of the Russian Fleet during the First World War, 1914–1918]. Lvov, International center of fleet history Publ., 1994. 38 p. (In Russ.)
8. Strel'bickij, K. B. *Poteri protivnikov Sovetskogo Voennno-Morskogo Flota, 1918–1940* [Losses of Opponents of the Soviet Navy, 1918–1940]. Lvov, International center of fleet history Publ., 1995. 31 p. (In Russ.)
9. Berezovskij, N. Yu., S. S. Bereznoj, and Z. V. Nikolaeva. *Boevaya letopis' Voennno-Morskogo Flota, 1917–1941* [Combat Annals of the Navy, 1917–1941]. Moscow, Voenizdat Publ., 1992. 838 p. (In Russ.)
10. *Sovetsko-Germanskije otnosheniya ot peregovorov v Brest-Litovske do podpisaniya Rapall'skogo dogovora: Sbornik dokumentov* [Soviet-German Relations from Negotiations in Brest-Litovsk to the Signing of the Rapallo Treaty: Collection of Documents], vol. 1: 1917–1918 gg. [1917–1918]. Moscow, Politizdat Publ., 1968. 758 p. (In Russ.)

11. Rupasov, A. I., and A. N. Chistikov. "Shlyusshtajn." ["Schlussstein"]. *Voprosy istorii*, no. 11–12, 1993, pp. 150–153. (In Russ.)
12. "Materialy po organizacii oxrany podstupov k Petrogradu i Kronshtadtu. 09.07.1918–16.08.1919" ["Materials on the Organization of the Protection of the Approaches to Petrograd and Kronstadt. 07/09/1918–08/16/1919"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-1, aids 3, fol. 116. (In Russ.)
13. Lukoshkov, A. V. *Reestr korablej i drugix ob"ektov podvodnogo istoriko-kul'turnogo naslediya Rossijskoj Federacii* [Register of Ships and Other Objects of the Underwater Historical and Cultural Heritage of the Russian Federation], vol. 1: Finskij zaliv [Gulf of Finland], book 3: Korabli i suda 1901–1940 gg. [Ships and Vessels 1901–1940], part 1. St. Petersburg, Blitz Publ., 2020. 227 p. (In Russ.)
14. "Svedeniya o peredache sudov Germanskoj Sudoxodnoj komissii i uxode v Germaniyu" ["Information about the Transfer of Ships of the German Shipping Commission and Departure to Germany"]. RGA VMF [RSNA], coll. 700, aids 1, fol. 99. (In Russ.)
15. "O gibeli krejsera 'Oleg' 18 iyunya 1919 goda" ["On the Death of the Cruiser 'Oleg' on June 18, 1919"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-92, aids 1, fol. 257. (In Russ.)
16. "Delo po organizacii pod"ema krejsera 'Oleg.' 1930 g." ["The Case of Organizing the Rise of the Cruiser 'Oleg.' 1930"]. RGA VMF [RSNA], coll. R-1495, aids 2, fol. 40. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михаил Сергеевич Иванов, подводный исследователь-историк, разведывательно-водолазная команда (Россия, 193318, г. Санкт-Петербург, ул. Коллонтай, д. 15, к. 2, кв. 156).
e-mail: ivanov_m_1987@mail.ru

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

Поступила в редакцию 02.03.2023

Поступила после рецензирования 14.04.2023

Принята к публикации 20.04.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mixail Sergeevich Ivanov, Underwater Explorer and Historian, Underwater Exploration Team (ul. Kollontaj, d. 15, k. 2, kv. 156, Saint Petersburg, 193318, Russia).
e-mail: ivanov_m_1987@mail.ru

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

Received 02.03.2023

Revised 14.04.2023

Accepted 20.04.2023

АРХЕОЛОГИЯ | ARCHAEOLOGY

Оригинальная статья | Original paper

DOI:

УДК 902.034

АРХЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КОРАБЛЕКРУШЕНИЙ
У ПРИСТАНИ РУССКОГО ОБЩЕСТВА ПАРОХОДСТВА
И ТОРГОВЛИ В ЕВПАТОРИИ

В. В. Вахонеев

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

Аннотация

Статья посвящена изучению Русского общества пароходства и торговли (РОПиТ) сквозь призму морской археологии. Данная организация доминировала на торговых и пассажирских морских путях юга России после Крымской войны. Во многих причерноморских портах были обустроены пристани и причалы. Флот общества включал множество судов, часть из которых потерпели крушения у побережья Крыма. Зачастую в деле изучения истории деятельности РОПиТ историки привлекают исключительно архивные материалы. Однако в последнее время подводными археологами был обнаружен ряд затонувших судов РОПиТ. Результаты этих исследований также дополняют картину деятельности Русского общества пароходства и торговли в указанный период. В 2016 году при разработке проектной документации по реконструкции набережной в Евпатории были проведены подводные археологические разведки, в результате которых были выявлены остатки пристани РОПиТ и два судна конца XIX — начала XX в. В 2018 году были организованы археологические раскопки данных затонувших кораблей. К сожалению, установить их наименования не удалось, тем не менее, данные о находках были скрупулезно зафиксированы археологами.

Ключевые слова

Евпатория, Русское общество пароходства и торговли, РОПиТ, кораблекрушение, археологические раскопки, судно, пристань.

Для цитирования

Вахонеев В. В. Археологическое изучение кораблекрушений у пристани Русского общества пароходства и торговли в Евпатории // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, № 1–2. С. 66–78. DOI: <https://doi.org/doi.org/doi.org/>

ARCHAEOLOGICAL STUDY OF SHIPWRECKS AT THE PIER
OF THE RUSSIAN STEAM NAVIGATION AND TRADING
COMPANY IN YEVPATORIYA

V. V. Vakhoneev

Underwater Archeology Group, FSBIS Institute of the History of Material Culture of the Russian Academy
of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation
✉ vvvkerch@mail.ru

Abstract

The article examines the Russian Steam Navigation and Trading Company (Russian S.N.Co.) through the lens of maritime archaeology. Following the Crimean War, this organization dominated the trade and passenger waterways of southern Russia. Many Black Sea ports were equipped with piers and moorings. The company's fleet contained many ships, some of which were lost off the coast of Crimea. Historians often rely solely on archival materials to study the history of the Russian Steam Navigation and Trading Company. Recently, however, underwater archaeologists have discovered a number of sunken Russian S.N.Co. ships. The findings of these investigations round out the picture of the Russian Steam Navigation and Trading Company's activities over the specified period. In 2016, during the development of project documentation for the reconstruction of the embankment in Yevpatoriya, underwater archaeological surveys were conducted, resulting in the identification of the remains of the Russian S.N.Co. pier and two ships from the late 19th to early 20th centuries. Archaeological excavations of these ships took place in 2018. Unfortunately, their names could not be established. Nevertheless, the archaeologists meticulously documented the artifacts.

Keywords

Yevpatoriya, Russian Steam Navigation and Trading Company, Russian S.N.Co., shipwreck, archaeological excavations, ship, pier.

For citation

Vakhoneev, V. V. "Archaeological Study of Shipwrecks at the Pier of the Russian Steam Navigation and Trading Company in Yevpatoriya." *Hydrocosmos*, vol. 1, no. 1–2, 2023, pp. 66–78. DOI: <https://doi.org/doi.org/doi.org/> (In Russ.)

Значительное влияние на развитие российских причерноморских городов во второй половине XIX в. внесла акционерная компания «Русское общество пароходства и торговли». После Крымской войны была пересмотрена доктрина транспортной инфраструктуры на Черном море и в августе 1856 г. Александром II был высочайше утвержден Устав Русского общества пароходства и торговли (далее — РОПиТ)¹.

Главное управление РОПиТ располагалось в Одессе. Новые реалии требовали от новой организации строительства новых пристаней, складских помещений, развития портовой инфраструктуры со своими представительствами.

В 1857 году РОПиТ закупил в Англии пять пароходов. Затем было закуплено еще 6 судов у прекратившей свою деятельность Новороссийской пароходной экспедиции. После всех приобретений к концу 1857 года РОПиТ обладал флотом в 17 пароходов, что позволило ему не только начать гарантированное правительством срочное пароходное сообщение между черноморскими и азовскими

портами, но и открыть международную линию Одесса — Константинополь — Марсель.

5 октября 1857 г. агентство РОПиТ было открыто и в Евпатории. Торговые обороты делали этот порт достаточно перспективным на Крымском полуострове, хотя до этого времени на побережье было оборудовано всего лишь две небольшие деревянные пристани. Взяв в аренду участок набережной, РОПиТ соорудил новую пристань (см. рис. 1, 2).

Описание этой пристани сохранилось в опубликованной в 1888 году справочной книжке Евпатории: «Из середины берегового



Рис. 1. Пристань РОПиТ в Евпатории
(по В. А. Кутайсов, М. В. Кутайсова, 2007)

¹ Степанов Д. А. Учреждение русского общества пароходства и торговли (1856–1857 годы) // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 22 (237). Вып. 46: История. С. 30–38.

полукруга Евпаторийской бухты тянется в море узкую полосую 60-ти саженная пристань, построенная из толстых дубовых бревен и досок и оканчивающаяся не большою площадкой, имеющею форму буквы Т; с решетчатых крыльев этой площадки услужливые за деньги матросы - греки принимают на свои легкие шлюпки во время прихода парохода, пассажиров, и тотчас же их отвозят на стоящий в недалеком расстоянии от пристани пассажирский пароход Русского общества пароходства и торговли... Пароходы приходят из Одессы в Евпаторию по вторникам и пятницам утром, а из Севастополя по средам и воскресеньям в 7 часов вечера... главный контингент туристов доставляет море на красивых пассажирских пароходах, принадлежащих Русскому обществу пароходства и торговли»².

Здание РОПиТ в Евпатории разместилось на Фонтанной улице (совр. Революции). Прямоугольное в плане здание было увенчано фронтоном и богато украшено лепниной с декоративными элементами в виде стилизованного герба РОПиТ — скрещенных якорей (см. Рис. 3).

В апреле 1907 г. в Евпаторийскую городскую думу было подано заявление агента РОПиТ А. Доманского о ремонте пристани и берегового участка, а также о возобновлении срока аренды на место, занимаемое обществом. В заявлении он указывал, что РОПиТ содержал срочное почтово пассажирское

² Пьянков В. Справочная книжка города Евпатории и его уезда. Евпатория, 1888. С. 87.



Рис. 2. Пристань РОПиТ в Евпатории. Открытое письмо, начало XX в.

сообщение 50 лет с заходом в Евпаторию, вместо обязательного правительственного одного рейса в неделю засылал в Евпаторию 5 срочных пассажирских пароходов. Он резюмировал, что общество немало послужило городу в его курортных и торговых отношениях.

Однако у городских властей были свои планы на береговой участок, который занимало агентство, тем более что его строения не украшали старую набережную и бульвар. Тяжбы по продлению аренды длились достаточно долго. В итоге договор аренды все же продлили, но с немалыми дополнениями.

Русское общество пароходства и торговли, владея значительным числом пассажирских пароходов, организовывало экскурсии с осмотром достопримечательностей в порты



Рис. 3. Здание РОПиТ в Евпатории. Фотокарточка, начало XX в.

Крыма и Кавказа, ежегодно выпуская путешественников. В путеводителе РОПиТ за 1909 год в описании Евпатории указано, что на евпаторийской набережной вытянулся упирающийся в море городской сад, против него уютятся небольшие одно и двухэтажные дома, ближе к пристани — агентства пароходств и пакгаузы.

В 1918 году все имущество акционеров было национализировано советской властью на основании декрета СНК «О национализации торгового флота» от 26 января 1918 г. РОПиТ прекратил свое существование.

В настоящее время изучение деятельности РОПиТ можно проводить с позиций морской археологии, проводя архивные изыскания на суше, а также подводные археологические исследования под водой. К примеру, в акватории Крымского полуострова на протяжении второй половины XIX — начала XX в. затонуло несколько пароходов общества. Они представляют собой отдельный, достаточно уникальный вид археологических памятников, которые до недавнего времени были недоступны или малодоступны для полевых исследований. При этом следует отметить, что только непосредственное изучение объекта может дать наиболее исчерпывающую информацию по нему³. Лишь в последнее десятилетие активизировалась работа по археологическому изучению затонувших пароходов РОПиТ, в первую очередь таких известных как «Генерал Коцебу» и «Веста»⁴.

³ Кузьмин А. В., Вахонеев В. В. Кораблекрушения XIX в. в акватории Крыма как источник по изучению деятельности Русского общества пароходства и торговли (на примере парохода «Владимир») // Исторические, культурные, межнациональные, религиозные и политические связи Крыма со Средиземноморским регионом и странами Востока. Материалы IV международной научной конференции. М.: Ин-т востоковедения РАН, 2020. Т. II. С. 139.

⁴ Вахонеев В. В. Пароходы XIX в. «Генерал Коцебу» и «Веста»: новейшие подводные открытия у берегов Западного Крыма // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2017. Т. 14. Вып. 1: Крымоведение: пространство и время Крыма [Эл. ресурс]. URL: http://j-spacetime.com/actual%20content/t14v1/2227-9490e-aprov_e-ast14-1.2017.43.php (посл. посещение: 13.02.2023); Вахонеев В. В. Пароход Русского общества пароходства и торговли «Веста»: опыт изучения подводного культурного наследия XIX в. методами цифровой морской археологии // Вопросы истории. 2021. № 11–3. С. 22–31; Вахонеев В. В. Археологические исследования парохода «Веста» — участника русско-турецкой войны 1877–1878 гг. // Исторические, культурные, межнациональные, религиозные и политические связи Крыма со Средиземноморским регионом и странами Востока. Материалы III Международной научной конференции. М.: Изд-во Пробел-2000, 2020. Т. 1. С. 51–55.

В 2016 году в связи с разработкой проекта реконструкции набережной им. Терешковой была выполнена подводная археологическая разведка прилегающей акватории. В общей сложности площадь разведок составила около 7 га, было разбито 13 разведочных шурфов. Глубина шурфов варьировалась от 0,2 до 1,3 м и зависела от мощности морских песчаных отложений. В ходе разведки был выявлен ряд археологических объектов, а также уточнены сведения о выявленных ранее⁵.

Один из таких объектов — остатки одного из кораблей союзного флота времен Крымской войны на траверзе Свято-Ильинской церкви. Данный объект был выявлен и поставлен на государственный учет сотрудниками Черноморского центра подводных исследований еще в 2013 году⁶.

Кроме того, в центральной части набережной были обнаружены и обследованы следы товаро-пассажирской пристани РОПиТ второй половины XIX в. с двумя объектами: останками деревянных судов. Пристань была представлена многочисленными фрагментами деревянных свай. Пролет составлял 1,5 м в длину, 2,0 м в ширину (см. рис. 4).

⁵ Вахонеев В. В. Отчет о подводных археологических разведках в акватории г. Евпатория в зонах реконструкции набережной им. Терешковой с прилегающим сквером им. Караева с берегоукрепительными работами, строительства двух пассажирских пирсов в районе пансионата Солнечный и пос. Заозерное в г. Евпатория. Симферополь, 2017. 90 с.

⁶ Вахонеев В. В. Гибель союзнического флота Крымской кампании у берегов Евпатории (по результатам подводных исследований 2013 г.) // Материалы II Международной научной конференции «Военно-исторические чтения». Симферополь: Бизнес-Информ, 2015. С. 49–51.

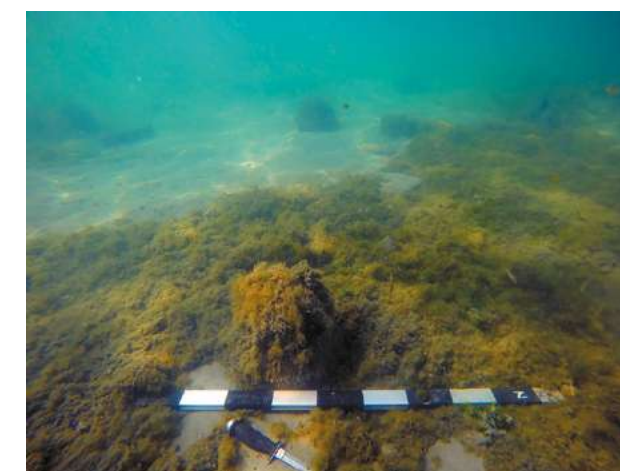


Рис. 4. Остатки свай пристани РОПиТ. Из архива автора

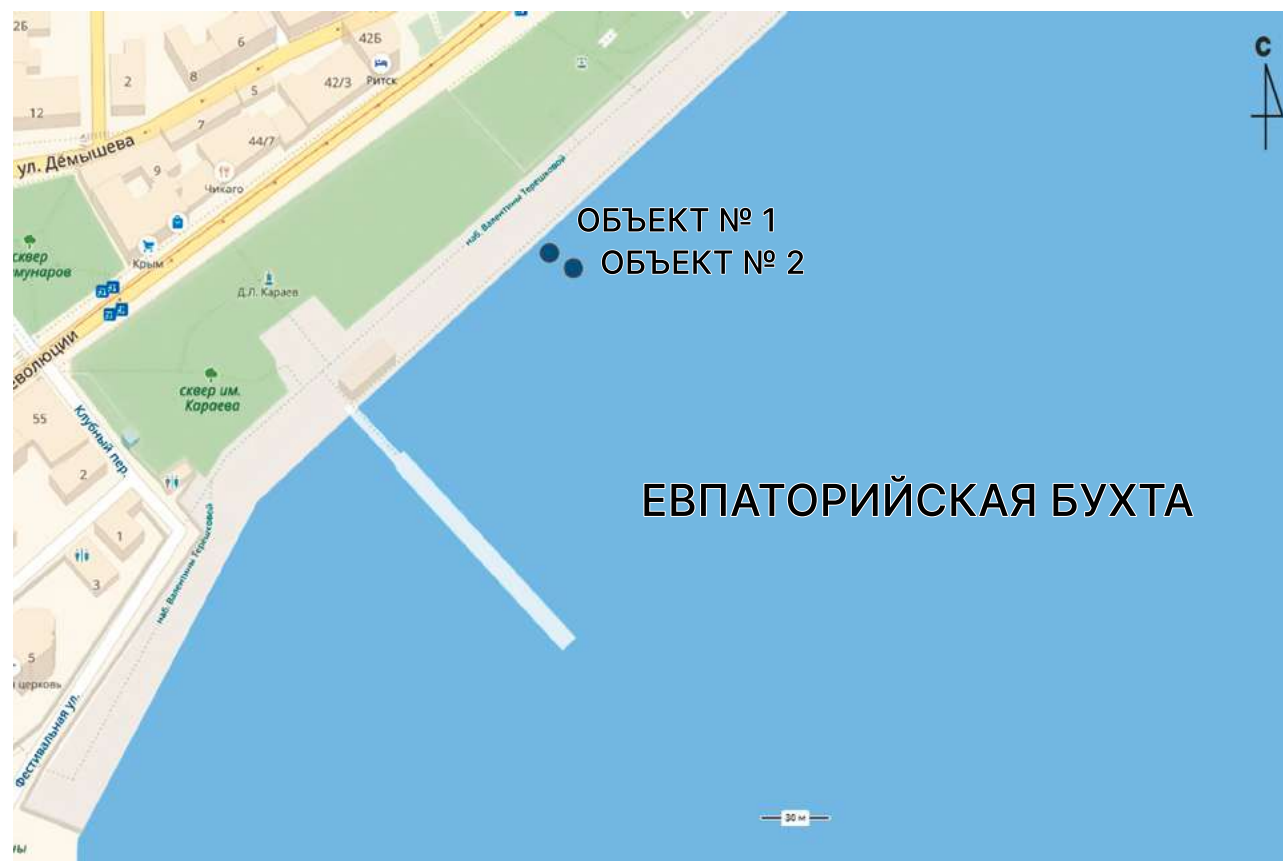


Рис. 5. Место обнаружения затонувших судов. Топооснова Яндекс.Карты

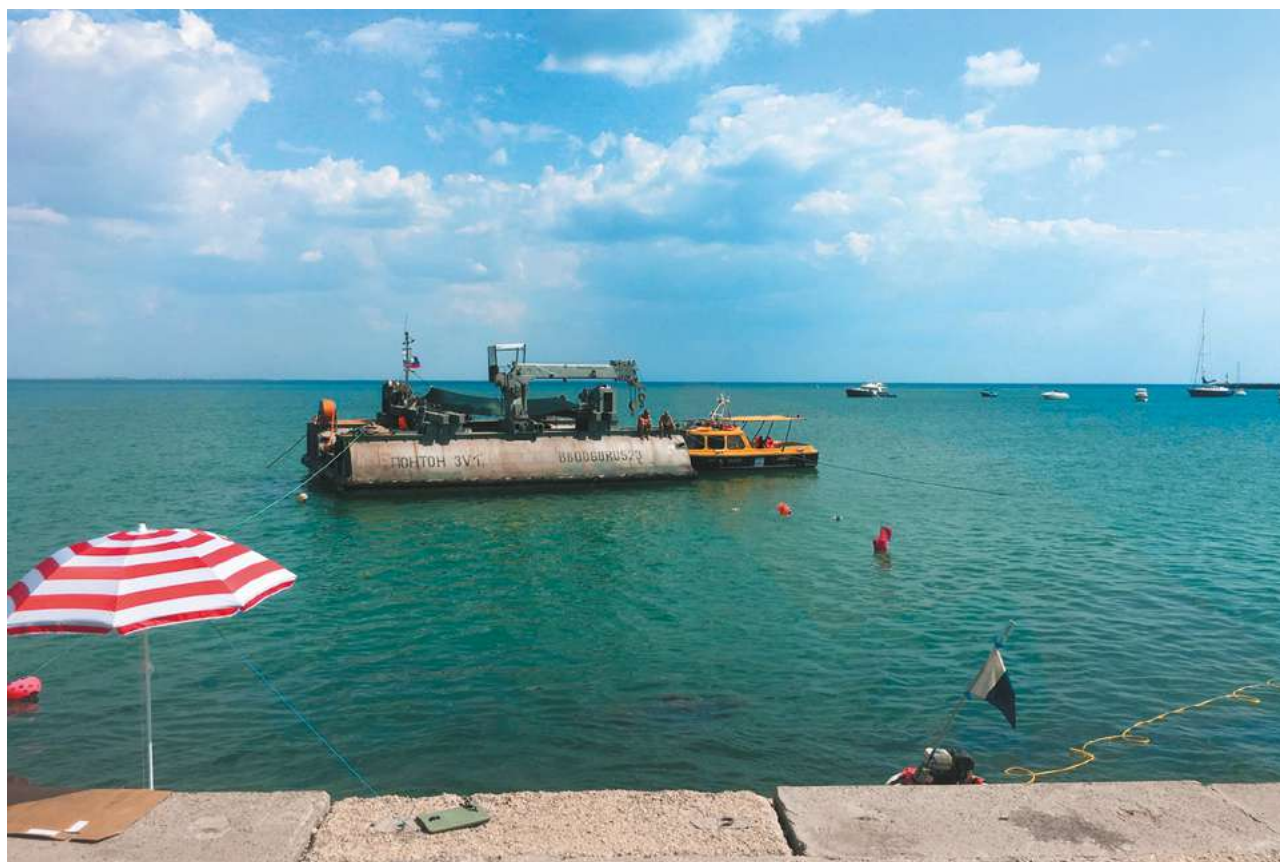


Рис. 6. Организация подводных работ на объектах. Из архива автора

На ряде дореволюционных карт и фотографий именно на данном участке располагалась городская товаро-пассажирская пристань, она же пристань РОПиТ. На некоторых фотографиях также запечатлены многочисленные парусные и обычные шлюпки. По-видимому, данные сваи являлись остатками пристани, а выявленные объекты — затонувшими рядом с ней небольшими парусными судами начала XX в. К тому же, учитывая, что оба затонувших судна деревянные, имели черты судового набора, характерного для довоенной постройки, а также что с 1920-х гг. деревянные сваи пристаней и причалов стали заменять металлическими, данные объекты обладали признаками объектов культурного наследия. В связи с этим в 2018 году были запланированы их полные археологические раскопки⁷.

Для исследования затонувших деревянных судов, расположенных в акватории Евпаторийской бухты в зоне реконструкции набережной им. В. Терешковой, был организован водолазный пост: понтон ЗУ-1 с мотопомпами различных мощностей и грузовым краном (см. рис. 5, 6). Работу поста обеспечивали маломерный буксир, надувная лодка и команда аквалангистов.

Границы раскопок устанавливались с помощью шнура и металлических рам, после чего определялись координаты углов участка. Раскопы на затонувших судах были разделены на квадраты с помощью специально подготовленных металлических рам с ячейкой 1 × 1 м. Остатки затонувших деревянных судов XIX в. были перекрыты слоем песка и местами илом, которые первоначально удалялись вручную с помощью различных типов гидроэжекторов. Удаленная из раскопа пульпа по шлангам выбрасывалась на сито для просмотра и контроля мелких находок. После этого была проведена графическая и фотофиксация сохранившихся деталей судов, а также их маркировка.

Все поднятые на поверхность находки подлежали полевому комплексу мер по стабилизации состояния, включая извлечение, камеральную обработку, упаковку, транспортировку

⁷ Вахонеев В. В. Отчет об археологических раскопках на территории выявленных объектов археологического наследия «Место гибели купеческого деревянного судна союзнического флота Крымской кампании» «Кораблекрушение деревянного купеческого судна (конец XIX — начало XX в.)», «Кораблекрушение деревянного купеческого судна (конец XIX — начало XX в.)» в Евпаторийской бухте в зоне реконструкции набережной им. Терешковой в г. Евпатория Республики Крым в 2018 г. Феодосия, 2018. 99 с.



Рис. 7. Консервация останков затонувших судов слоем геотекстиля. Из архива автора

и хранение до передачи квалифицированному реставратору. Учитывая особенности консервации в полевых условиях, все находки, независимо от их материала, были защищены от высыхания и химических реакций, хранились во время проведения полевого этапа работ в холодной воде без доступа света.

Помимо обычного фотографирования с линейкой и установкой направления севера и традиционных методик ручного обмера, была использована цифровая фотограмметрия. Благодаря данному методу с помощью массива фотографий, сделанных по определенным правилам, после соответствующей компьютерной обработки в программном обеспечении Agisoft были получены трехмерные цифровые модели кораблей с корректными геометрическими размерами их составных элементов.

Учитывая глубину залегания объектов, на которой практически невозможно установить вешку тахеометра, замеры глубин проводились с помощью нивелира и пятиметровой рейки. Репером служила верхняя площадка старой набережной с отметкой +1,90 м.

По окончании раскопок все исследованные затонувшие деревянные суда были проложены слоем иглопробивного геотекстиля марки «Дорнит» плотностью 180 гр/кв. м и законсервированы слоем песка из отвалов (см. рис. 7). У геотекстиля высокий коэффициент фильтрации, при этом частицы грунта не проникают внутрь. Именно по этой причине его можно встретить при строительстве бассейнов и водоемов, а также в устройстве дренажных и производительных фильтрационных систем. Кроме того, в составе

данного материала отсутствуют вредные вещества. За счет своих характеристик геотекстиль «Дорнит 180» считается очень стойким к износу, не поддающимся воздействию влаги, разных химических веществ и климатических осадков. Покрытие из геотекстиля очень устойчиво к температурным изменениям. Подобный метод консервации затонувших деревянных судов (объектов археологического наследия) успешно был апробирован при исследованиях останков I в. до н.э. в Фанагории в 2012–2014 гг.⁸

Первый объект был обнаружен в ходе подводных археологических разведок 2016 года в точке с координатами 45°11'39.92"N, 33°22'38.13"E в 5 м от уреза воды на траверзе колеса обозрения в сквере им. Караева. Останки находятся на глубине 2,7 м. В ходе работ 2016 года на их юго-восточной оконечности был разбит шурф, размерами 1 × 1 м (см. рис. 8). В результате расчистки песчаных отложений с современным мусором, включая большое количество современных монет, был расчищен участок затонувшего деревянного судна (дно и части судового набора). Порода дерева — сосна. Судя по ориентировке судового набора, затонувшее судно лежит курсом 300°. Большая его часть была скрыта песчаными отложениями, а также завалена камнями средних и крупных размеров, из-за которых было невозможно определить границы находки.

В сезоне 2018 года были выполнены полноценные археологические раскопки данных останков.

⁸ Ольховский С. Фанагорийский корабль // Нептун. 2012. № 6. С. 26.



Рис. 9. Останки затонувшего судна № 1: металлические сваи, пробившие корпус судна. Из архива автора



Рис. 8. Остов судна № 1 в шурфе 2016 г. Из архива автора

К началу работ место находки было замывано песком и завалено камнями различных размеров: от мелкой гальки до крупных каменных глыб. После уборки верхнего слоя камней участок покрыли разметкой, поделив его на 16 квадратов размерами 1 × 1 м.

При дальнейшей расчистке слоя песка и камней внутри корпуса затонувшего судна были сделаны немногочисленные находки современных предметов: кирпичи, черепица, монеты второй половины XX — начала XXI в. Особо следует отметить фрагмент нижней части поливного закрытого сосуда XIX — начала XX в.

По результатам раскопок установлено, что с северо-западной части деревянный корпус затонувшего судна обрублен плотным рядом металлических свай, а дальше уничтожен бетонными ступенями набережной. Определить часть судна (носовая или кормовая) не представлялось возможным (см. рис. 9, 10).

Обшивка корпуса выполнена вгладь без дополнительного покрытия. Шпаци составлял 0,2 м. На шпангоуты вгладь уложена внутренняя обшивка из досок, шириной 0,2 м. На них в юго-восточной части уложен ряд из 6 узких досок шириной 0,12 м, частично подрезанных под углом к окончанию судна. Также в этой части выявлен фрагмент киля судна длиной 1,0 м. Сохранившаяся глубина корпуса составила 0,7 м.

Таким образом, от затонувшего деревянного судна сохранилось не более четвертой части, общей площадью около 9 м². Остальная часть объекта оказалась уничтоженной береговыми укреплениями набережной, сформированными в середине XX в.

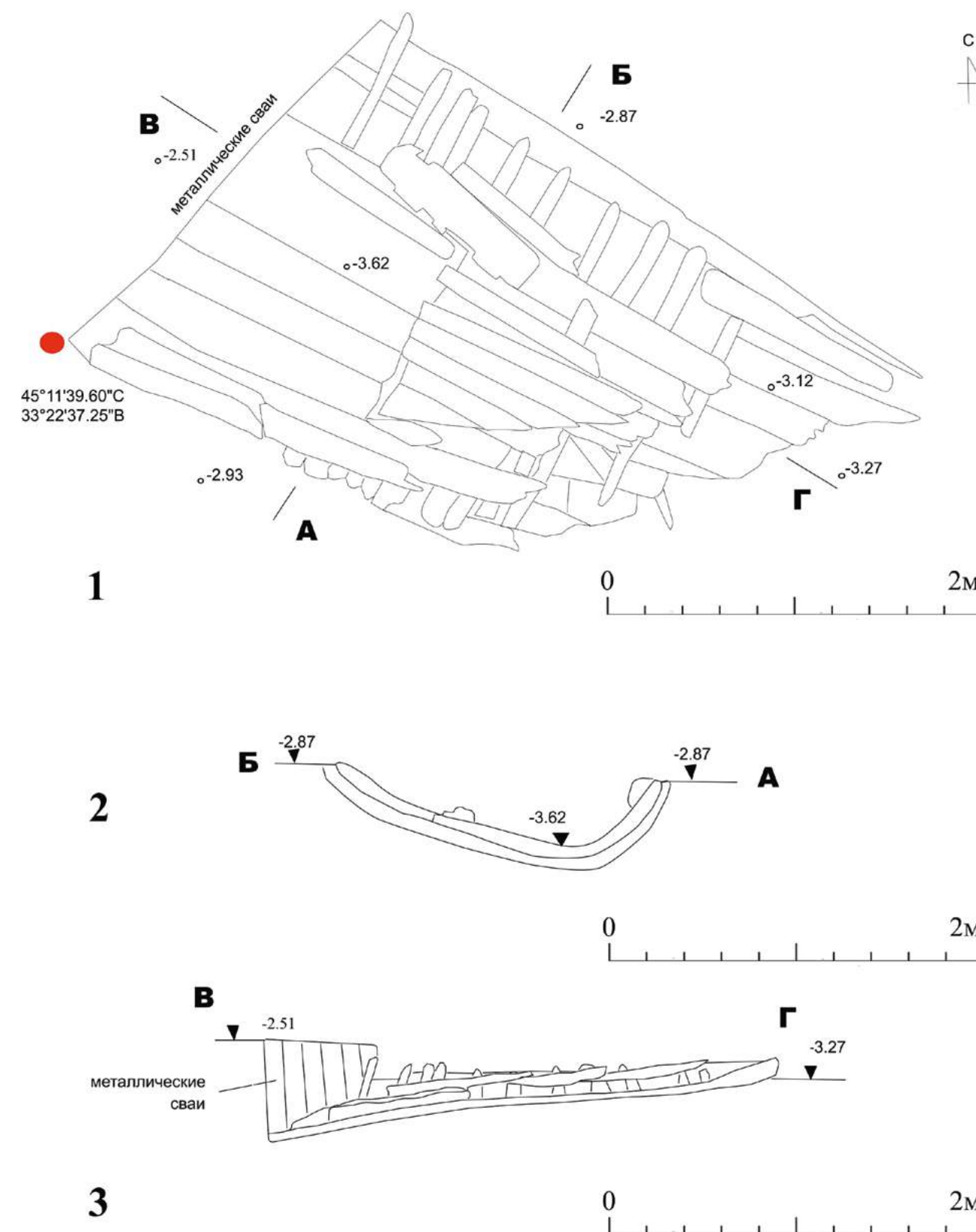


Рис. 10. Останки затонувшего судна № 1: общий план. Из архива автора

Вторая находка располагается в 19 м на юго-восток от предыдущей на глубине 2,9 м в точке с координатами 45°11'39.12"N, 33°22'38.37"E. Она выявлена в ходе подводных археологических исследований 2016 года. Тогда на данном участке было разбито 2 разведочных шурфа размерами 1 × 1 м на расстоянии 4 м друг от друга, в которых были выявлены остатки затонувшего деревянного судна. Учитывая ориентировку судового набора судна в обоих шурфах (0° в первом и 270° во втором), было высказано предположение, что на данном участке акватории находятся два небольших судна, одно из которых атрибутировано в качестве фелюги. Согласно исследованиям 2016 года, судя по характеру судового набора, время постройки данных объектов определялось концом XIX — началом XX в. и первой половиной XX в.

В сезоне 2018 года на этом участке были выполнены полноценные археологические раскопки.

По результатам работ было выяснено, что шурфовка 2016 года проводилась не на двух небольших судах, а на одном торговом судне конца XIX — начала XX в. (см. рис. 11, 12).

К началу работ участок был практически полностью замыв песком, за исключением его северо-западной части. После частичной уборки песчаных отложений на нем была разбита сетка квадратов размерами 1 × 1 м. В последствии при углублении для обеспечения безопасности аквалангистов, а также для удобства проведения археологических работ, сетка была демонтирована, поскольку сохранившаяся высота бортов затонувшего судна составила около 2 м.

В ходе расчистки песка были сделаны немногочисленные переотложенные находки XIX–XX вв. Они представлены фрагментами поливной и фаянсовой посуды, доньями плоскодонных кувшинов, латунными рукояткой и крышками, фрагментом винной бутылки, неопределенными железными предметами, а также дном античной амфоры. Особого внимания заслуживают предметы, отобранные в коллекцию: керамический чубук курительной трубки, кирпич с клеймом FOSTER и каменный корабельный жернов с металлической рукояткой.

Сохранившаяся длина обнаруженного затонувшего судна составляет 21 м, ширина — 5 м, высота бортов — около 2 м. Судно лежит курсом 310° носом в сторону берега.

Носовая и кормовая части сильно повреждены. Носовая (северо-западная) часть определена в месте сужения судового набора на основе находки якорных клюзов (один был обнаружен в 2016 году).

Судно лежит с креном на левый борт, в результате чего левый борт более пологий, правый — крутой. По центру проходит киль, на котором с внутренней части уложен резенкиль. К нему через каждые 2 м перпендикулярно установлены массивные кницы с прямо стоячими балками для поддержания несохранившейся палубы. Сохранилось 4 балки с Г-образными кницами в центральной части. Под нагрузкой кницы наклонились в сторону левого борта.

Ближе к носовой части обнаружен фрагмент разломанной на две части мачты высотой 4,3 м, диаметром нижней части — 0,3 м, верхней части — 0,2 м. В верхней части имеется ровная площадка для второй составной части. Внутри мачты по всей длине имеется отверстие диаметром 0,1 м. Нижняя часть мачты оканчивается массивным металлическим кольцом с деформированной металлической втулкой длиной 0,5 м и диаметром 0,05 м. Все металлические объекты покрыты слоем песчаного конгломерата, в связи с чем детальное изучение данных конструкций невозможно выполнить без их повреждения.

У основания мачты с правого бока расчищен массивный металлический Г-образный якорный клюз. В этой же части расчищена латунная круглая катушка с прорезью по краю. Также у основания левого борта расчищены остатки деревянного бочонка диаметром 0,25 м с крышкой. Тут же на днище обнаружена торговая свинцовая печать 1890–1910-х гг. братьев Синадино.

В правом борту в двух местах по верхнему краю сохранившейся части борта зафиксированы остатки сливных отверстий, выполненных из развальцованных свинцовых труб, проходящих борт насквозь. Такие трубы обычно служили для слива канализационных вод с судна.

По левому борту в двух местах (ближе к носу и ближе к корме) расчищены остатки двух плетеных грузовых корзин размерами 0,33 × 0,2 × 0,2 м. Корзины выполнены из длинных деревянных полосок шириной 3 см. Ручки не сохранились. В ходе изучения центральной части судна также выявлено скопление

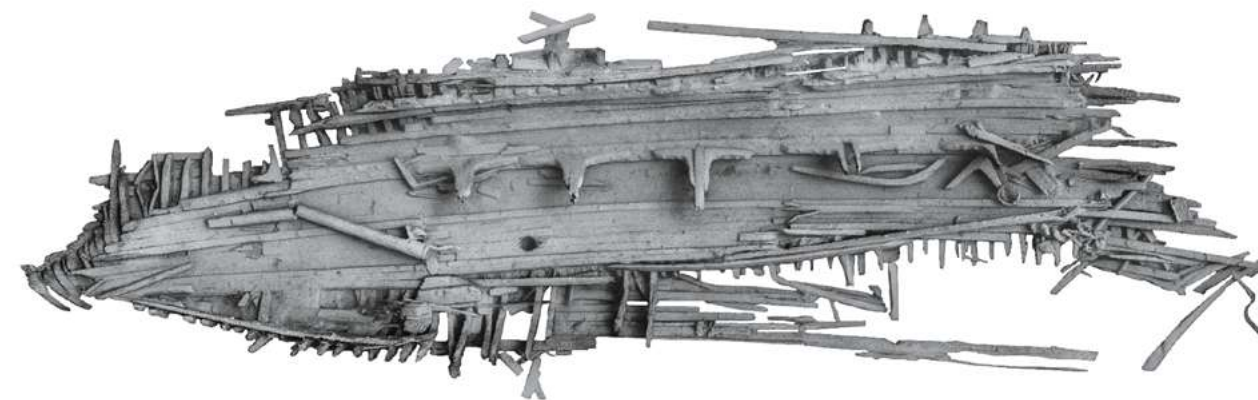


Рис. 11. Останки затонувшего судна № 2: общий вид (отрофотоплан). Из архива автора

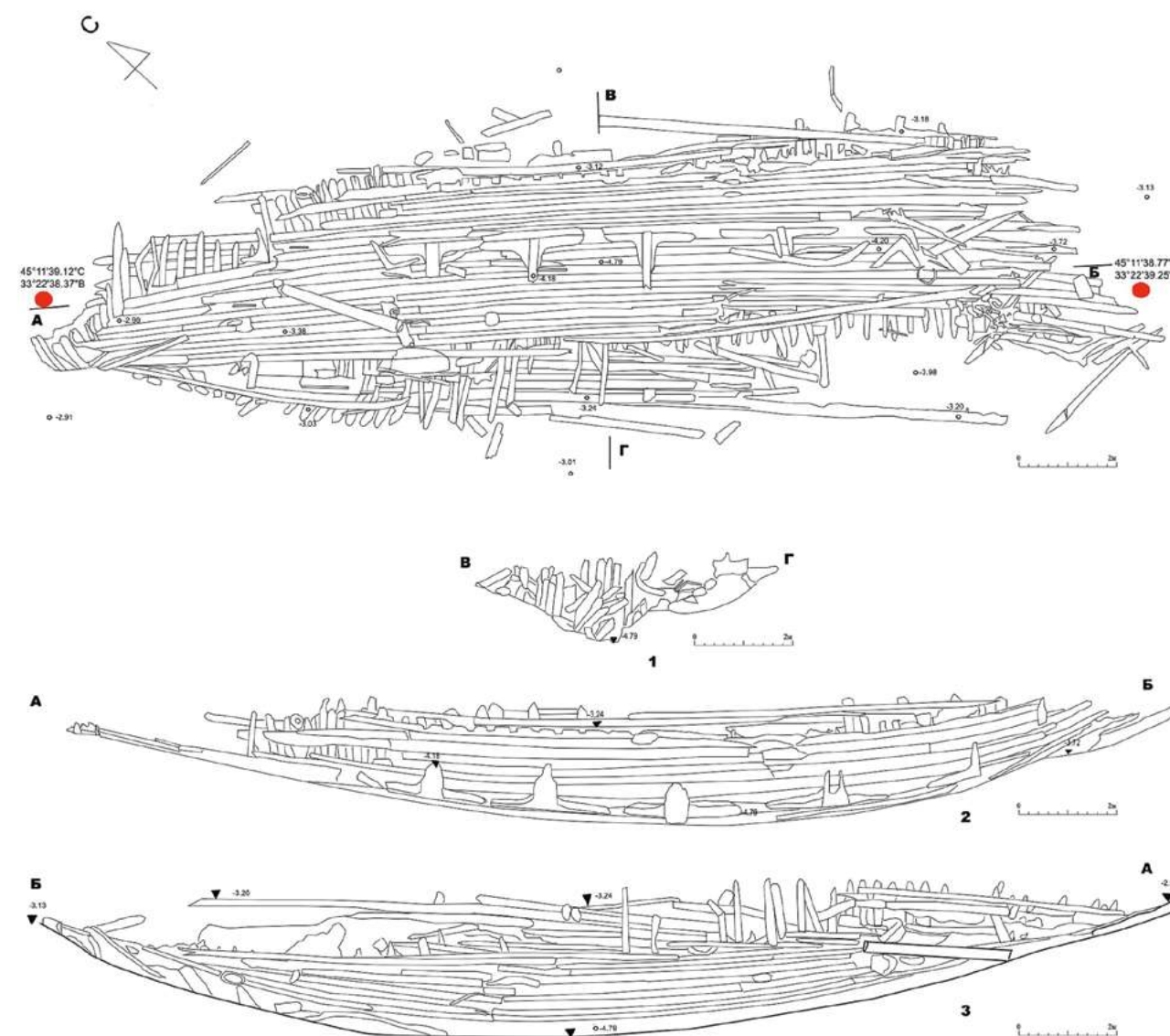


Рис. 12. Останки затонувшего судна № 2: план и разрез. Из архива автора

деревянных полосок: заготовок для изготовления корзин.

В кормовой части на площади 4 м² обнаружено несколько металлических предметов: два гака, полуклюз, железный наконечник багра, 6 металлических пластин разной длины, кольцо диаметром 0,3 м. Также в этой части расчищены около 4 м свернутых остатков веревочных канатов и остатки мешковины очень плохой сохранности. Обнаружены две целые стеклянные бутылки и фрагментированное дно бутылки с клеймом даты 1892 г., а также чернильница XIX в., два аптечных пузырька, причем один с пробкой и прозрачной жидкостью внутри, многочисленные фрагменты кожаной обуви и 6 деревянных блоков такелажа.

Кормовая часть обломана, доски корпуса судна имеют следы механических повреждений. На днище судна со стороны левого борта в трех местах зафиксированы три рукотворных сквозных отверстия диаметром 0,25 м. Также в носовой части по правому борту расчищен участок обугленных досок внутренней обшивки.

Судя по ориентировке данного судна, оно затонуло вдоль правой стороны причала Русского общества пароходства и торговли, сваи которого были выявлены в 2016 году. Тип судна может быть предварительно идентифицирован как тендер. Судя по находке свинцовой печати братьев Синадино из Одессы, данное судно могло принадлежать РОПит, поскольку

винная продукция Товарищества братьев И. и В. Синадино пользовалась широким спросом на пароходах РОПит⁹. На основе этого данное затонувшее судно может быть датировано периодом с 1895 по 1917 г. Однако не следует исключать, что печать могла попасть в корпус судна уже после его затопления, наряду с прочими предметами, не относящимися к нему.

К сожалению, в ходе подводных работ не удалось установить наименования изученных затонувших судов. Также не удалось выявить архивные сведения о данных кораблекрушениях вдоль пристани РОПит, архив которого хранится в Одессе. Тем не менее собранные археологические данные могут служить важным дополнением к информации о деятельности РОПит в Евпатории в конце XIX — начале XX в. После археологических раскопок оба корпуса были проложены слоем геотекстиля и законсервированы по уровню донной поверхности. Проведенные работы доказали, что даже после масштабного гидротехнического строительства, состоявшегося в Евпатории в 1950–1960-х гг., прямо у берега на минимальной глубине сохранились остатки деревянных судов. Это наглядно доказывает, что в акваториях черноморских портов сохраняется высокая вероятность обнаружить памятники судостроения нового времени.

⁹ Белявская Н. П., Михайленко А. М. Они были первыми // Очерки истории виноделия в Одессе. Вторая половина XIX — начало XX в. / под ред. А. М. Михайленко. Одесса: [Б. и.], 2009. С. 157.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белявская Н. П., Михайленко А. М. Они были первыми // Очерки истории виноделия в Одессе. Вторая половина XIX — начало XX в. / под ред. А. М. Михайленко. Одесса: [Б. и.], 2009. С. 152–173.
2. Вахонеев В. В. Гибель союзнического флота Крымской кампании у берегов Евпатории (по результатам подводных исследований 2013 г.) // Материалы II Международной научной конференции «Военно-исторические чтения». Симферополь: Бизнес-Информ, 2015. С. 49–51.
3. Вахонеев В. В. Отчет о подводных археологических разведках в акватории г. Евпатория в зонах реконструкции набережной им. Терешковой с прилегающим сквером им. Караева с берегоукрепительными работами, строительства двух пассажирских пирсов в районе пансионата Солнечный и пос. Заозерное в г. Евпатория. Симферополь, 2017. 90 с.
4. Вахонеев В. В. Пароходы XIX в. «Генерал Коцебу» и «Веста»: новейшие подводные открытия у берегов Западного Крыма // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2017. Т. 14. Вып. 1: Крымоведение: пространство и время Крыма [Эл. ресурс]. URL: http://j-spacetime.com/actual%20content/t14v1/2227-9490e-aprovr_e-ast14-1.2017.43.php (посл. посещение: 13.02.2023).
5. Вахонеев В. В. Отчет об археологических раскопках на территории выявленных объектов археологического наследия «Место гибели купеческого деревянного судна союзнического флота Крымской кампании» «Кораблекрушение деревянного купеческого судна (конец XIX — начало XX в.)», «Кораблекрушение деревянного купеческого судна (конец XIX — начало XX в.)» в Евпаторийской бухте в зоне реконструкции набережной им. Терешковой в г. Евпатория Республики Крым в 2018 г. Феодосия, 2018. 99 с.

6. Вахонеев В. В. Археологические исследования парохода «Веста» — участника русско-турецкой войны 1877–1878 гг. // Исторические, культурные, межнациональные, религиозные и политические связи Крыма со Средиземноморским регионом и странами Востока. Материалы III Международной научной конференции. М.: Изд-во Пробел-2000, 2020. Т. 1. С. 51–55.
7. Вахонеев В. В. Пароход Русского общества пароходства и торговли «Веста»: опыт изучения подводного культурного наследия XIX в. методами цифровой морской археологии // Вопросы истории. 2021. № 11–3. С. 22–31.
8. Кузьмин А. В., Вахонеев В. В. Кораблекрушения XIX в. в акватории Крыма как источник по изучению деятельности Русского общества пароходства и торговли (на примере парохода «Владимир») // Исторические, культурные, межнациональные, религиозные и политические связи Крыма со Средиземноморским регионом и странами Востока. Материалы IV международной научной конференции. М.: Ин-т востоковедения РАН, 2020. Т. II. С. 139–143.
9. Ольховский С. Фанагорийский корабль // Нептун. 2012. № 6. С. 26.
10. Пьянков В. Справочная книжка города Евпатории и его уезда. Евпатория, 1888. 130 с.
11. Степанов Д. А. Учреждение русского общества пароходства и торговли (1856–1857 годы) // Вестник Челябинского государственного университета. 2011. № 22 (237). Вып. 46: История. С. 30–38.

REFERENCES

1. Belyavskaya, N. P., and A. M. Mixajlenko. "Oni byli pervymi" ["They were the First"]. Mixajlenko, A. M., ed. *Ocherki istorii vinodeliya v Odessa. Vtoraya polovina XIX – nachalo XX v. [Essays on the History of Winemaking in Odessa. The 2nd Half of the 19th – the Beginning of the 20th Century]*. Odessa, [S. n.], 2009, pp. 152–173. (In Russ.)
2. Vakhoneev, V. V. "Gibel soyuznicheskogo flota Krymskoj kampanii u beregov Evpatorii (po rezul'tatam podvodnyx issledovanij 2013 g.)" ["The Death of the Allied Fleet of the Crimean Campaign off the Coast of Evpatoria (According to the Results of Underwater Research in 2013)"]. *Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Voenno-istoricheskie chteniya" [Proceedings of the II International Scientific Conference "Military History Readings"]*. Simferopol, Biznes-Inform Publ., 2015, pp. 49–51 (In Russ.)
3. Vakhoneev, V. V. *Otchet o podvodnyx arxeologicheskix razvedkax v akvatorii g. Evpatoriya v zonax rekonstrukcii naberezhnoj im. Tereshkovojs prilgayushhim skverom im. Karaeva s beregoukrepitel'nyimi rabotami, stroitel'stva dvux passazhirskix pirov v rajone pansionata Solnechnyj i pos. Zaozernoe v g. Evpatoriya [Report on Underwater Archaeological Exploration in the Waters of the City of Evpatoria in the Areas of Reconstruction of the Embankment Named after Tereshkova with the Adjacent Public Garden Named after Karaev with Bank Protection Works, the Construction of Two Passenger Piers in the Area of the Boarding House Solnechny and the Village Zaozernoe in Evpatoria]*. Simferopol, 2017. 90 p. (In Russ.)
4. Vakhoneev, V. V. "Paroxody XIX v. 'General Kocebu' i 'Vesta': novejschie podvodnye otkrytiya u beregov Zapadnogo Kryma" ["Steamboats of the 19th Century 'General Kotzebue' and 'Vesta': The Latest Underwater Discoveries off the Coast of the Western Crimea"]. *E'lektronnoe nauchnoe izdanie Al'manax Prostranstvo i Vremya [Electronic scientific publication Almanac Space and Time]*, vol. 14, issue 1: *Krymovedenie: prostranstvo i vremya Kryma [Crimean Studies: Space and Time of the Crimea]* [Digital resource]. URL: http://j-spacetime.com/actual%20content/t14v1/2227-9490e-aprovr_e-ast14-1.2017.43.php (last visit: 13.02.2023). (In Russ.)
5. Vakhoneev, V. V. *Otchet ob arxeologicheskix raskopkax na territorii vyyavlennyx ob'ektov arxeologicheskogo naslediya "Mesto gibeli kupecheskogo derevyannogo sudna soyuznicheskogo flota Krymskoj kampanii" "Korablekrushenie derevyannogo kupecheskogo sudna (konec XIX – nachalo XX v.)", "Korablekrushenie derevyannogo kupecheskogo sudna (konec XIX – nachalo XX v.)" v Evpatorijskoj buxte v zone rekonstrukcii naberezhnoj im. Tereshkovojs v g. Evpatoriya Respubliki Krym v 2018 g. [Report on Archaeological Excavations on the Territory of the Identified Objects of Archaeological Heritage "Place of the Death of a Merchant Wooden Ship of the Allied Fleet of the Crimean Campaign" "Shipwreck of a Wooden Merchant Ship (Late 19th – Early 20th Century)", "Shipwreck of a Wooden Merchant Ship (Late 19th – Early 20th Century)" in the Evpatoria Bay in the Area of Reconstruction of the Embankment Named after Tereshkova in the City of Evpatoria of the Republic of Crimea in 2018]*. Feodosiya, 2018. 99 p. (In Russ.)
6. Vakhoneev, V. V. "Arxeologicheskie issledovaniya paroxoda 'Vesta' — uchastnika russko-tureckoj vojny 1877–1878 gg." ["Archaeological Research of the Steamer 'Vesta' — a Participant in the Russian-Turkish War of 1877–1878"]. *Istoricheskie, kul'turnye, mezhnacional'nye, religioznye i politicheskie svyazi Kryma so Sredizemnomorskim regionom i stranami Vostoka. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii [Historical, Cultural, Interethnic, Religious and Political Relations of the Crimea with the Mediterranean Region and the Countries of the East. Proceedings of the 3rd International Scientific Conference]*, vol. 1. Moscow, Probел-2000 Publ., 2020, pp. 51–55. (In Russ.)

7. Vakhoneev, V. V. "Paroxod Russkogo obshhestva paroxodstva i trgovli 'Vesta': opyt izucheniya podvodnogo kul'turnogo naslediya XIX v. metodami cifrovoj morskoy arxeologii" ["Steamboat of the Russian Society of Shipping and Trade 'Vesta': The Experience of Studying the Underwater Cultural Heritage of the 19th Century by Methods of Digital Marine Archeology"]. *Voprosy istorii*, no. 11–3, 2021, pp. 22–31. (In Russ.)
8. Kuz'min, A. V., and V. V. Vakhoneev. "Korablekrusheniya XIX v. v akvatorii Kryma kak istochnik po izucheniyu deyatel'nosti Russkogo obshhestva paroxodstva i trgovli (na primere paroxoda 'Vladimir')" ["Shipwrecks of the 19th Century in the Waters of the Crimea as a Source for Studying the Activities of the Russian Society of Shipping and Trade (On the Example of the Steamship 'Vladimir')"]. *Istoricheskie, kul'turnye, mezhnacional'nye, religioznye i politicheskie svyazi Kryma so Sredizemnomorskim regionom i stranami Vostoka. Materialy IV mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii* [Historical, Cultural, Interethnic, Religious and Political Relations of Crimea with the Mediterranean Region and the Countries of the East. Proceedings of the IV International Scientific Conference], vol. 2. Moscow, Institute of Oriental Studies of the Russian Academy of Sciences, 2020, pp. 139–143. (In Russ.)
9. Ol'xovskij, S. "Fanagorijskij korabl'" ["Phanagoria Ship"]. *Neptun*, no. 6, 2012, p. 26. (In Russ.)
10. P'yankov, V. "Spravochnaya knizhka goroda Evpatorii i ego uezda" ["Reference Book of the City of Evpatoria and Its County"]. Evpatoriya, 1888. 130 p. (In Russ.)
11. Stepanov, D. A. "Uchrezhdenie russkogo obshhestva paroxodstva i trgovli (1856–1857 gody)" ["Establishment of the Russian Society of Shipping and Trade (1856–1857)"]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 22 (237), issue 46: Istoriya [History], 2011, pp. 30–38. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Виктор Васильевич Вахонеев, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, группа подводной археологии ФГБУН «Институт истории материальной культуры РАН» (Россия, 191186, г. Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 18, лит. А).
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8845-0628>
e-mail: vvkherch@mail.ru

Поступила в редакцию 23.03.2023

Поступила после рецензирования 10.05.2023

Принята к публикации 15.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Viktor Vasil'evich Vakhoneev, Candidate of Historical Sciences, Senior Research Fellow, Underwater Archeology Group, FSBIS Institute of the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences (Dvortsovaya nab., d. 18, lit. A, Saint Petersburg, 191186, Russia).
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8845-0628>
e-mail: vvkherch@mail.ru

Received 23.03.2023

Revised 10.05.2023

Accepted 15.05.2023

АРХЕОЛОГИЯ | ARCHAEOLOGY

Оригинальная статья | Original paper

DOI:

УДК 902.034



ИЗУЧЕНИЕ ГЕРМАНСКОГО ТОРГОВОГО СУДНА «АРХАНГЕЛ РАФАИЛ» (1724 Г.)

А. В. Лукошков¹ ✉, Р. Ю. Прохоров² ✉

¹АНО «Национальный центр подводных исследований», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

²АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»,

г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ Lukoshkov2004@mail.ru

Аннотация

Данная статья содержит материалы об изучении объекта археологического наследия «Верккоматала 1» (торговое судно XVIII в. «Архангел Рафаил»). Объект расположен в южной части акватории пролива Бьеркезунд (Финский залив, Выборгский район Ленинградской области). Объект был обнаружен в 2002 году при проведении площадного обследования пролива Бьеркезунд в рамках глобальной программы изучения акватории Финского залива. С 2014 по 2022 гг. на объекте проводились спасательные археологические работы, раскопки. «Архангел Рафаил» (Die Engel Raphael) — парусное торговое судно, построенное в Германии (предположительно г. Любек) около 1690 года и принадлежавшее голландскому купцу Герману Мейеру. Судно осуществляло перевозку грузов между Европой и Россией в начале XVIII века. Погибло, затертое льдами осенью 1724 года. В статье содержится обзорный материал по всему комплексу проведенных работ: выдержки из архивных материалов, краткое описание археологических работ, а также описание отдельных групп поднятых предметов.

Ключевые слова

Подводно-археологические исследования, раскопки, «Архангел Рафаил», пролив Бьеркезунд, Финский залив, Ленинградская область, Национальный центр подводных исследований.

Для цитирования

Лукошков А. В., Прохоров Р. Ю. Изучение германского торгового судна «Архангел Рафаил» (1724 г.) // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 79–101. DOI: <https://doi.org/>

STUDY OF THE GERMAN MERCHANT SHIP “ARCHANGEL RAPHAEL” (1724)

A. V. Lukoshkov¹ ✉, R. Y. Prokhorov² ✉

¹ANO “National Underwater Research Center,” St. Petersburg, Russian Federation

²ANO “Underwater Research Center of the Russian Geographical Society,” St. Petersburg, Russian Federation

✉ Lukoshkov2004@mail.ru

Abstract

This article contains research materials on the archaeological heritage site “Verkkomatala 1” (18th-century merchant ship “Archangel Raphael”). The wreck is located in the southern part of the Björkö Sund Strait (Gulf of Finland, Vyborgsky

District, Leningrad Oblast). It was discovered in 2002 during an area survey of the Björkö Sund Strait as part of an international program to explore the Gulf of Finland. The site was the location of archaeological recovery and excavations from 2014 to 2022. The Archangel Raphael (Die Engel Raphael) was a merchant sailing ship owned by Dutch merchant Hermann Meyer that was built in Germany (presumably Lübeck) around 1690. The ship transported cargo between Europe and Russia in the early 18th century but was trapped in ice and lost in the autumn of 1724. The article provides an overview of the complete scope of work done, including excerpts from archival materials, a brief description of archaeological activities, and a detailed account of individual groups of recovered artifacts.

Keywords Underwater archaeological research, excavations, Archangel Raphael, Björkö Sund Strait, Gulf of Finland, Leningrad Oblast, National Underwater Research Center.

For citation Lukoshkov, A. V., and R. Y. Prokhorov. "Study of the German Merchant Ship "Archangel Raphael" (1724)." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 79–101. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

Центр подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО) осуществляет многолетнюю программу по обследованию донной части акватории Финского залива, относящейся к юрисдикции РФ. Цель программы — поиск и изучение объектов археологического наследия, находящихся под водой. Программа осуществляется проведением комплекса работ, включающего архивные изыскания и полевые исследования: как дистанционные, так и визуальные.

Дистанционные исследования — это первый этап полевых работ с использованием гидроакустического оборудования (гидролокатор бокового обзора, многолучевой эхолот, магнитометр). На выходе мы получаем карту аномалий, среди которых выделяются аномалии природного и антропогенного происхождения. Второй этап — это непосредственный (визуальный) осмотр выявленных аномалий. Осмотр осуществляется как с использованием телеуправляемых беспилотных аппаратов (ТНПА), так и с помощью водолазов.

Все работы проводятся как археологические исследования: на основании разрешений (Открытых листов), выдаваемых Министерством культуры РФ. Данные, получаемые в результате работ, фиксируются как в археологических отчетах, так и в базе данных ЦПИ РГО. В частности, формируется электронная картографическая база и выпускаются реестры объектов культурного и археологического наследия. В настоящее время выявлены сотни аномалий, многие из них прошли все этапы обследования. В печатном виде издано 5 книг реестров, первая

из которых посвящена находкам кораблей и судов XVIII века¹.

Объект «Архангел Рафаил» был выявлен в 2002 году². По имеющимся архивным данным о гибели корабля в данной точке и косвенным подтверждениям по археологическим предметам, объект был идентифицирован как парусное торговое судно, построенное в Германии (предположительно г. Любек) около 1690 года и принадлежавшее голландскому купцу Герману Мейеру.

В процессе мониторинга состояния корпуса судна было принято решение о проведении спасательных археологических исследований (раскопок). Эти работы проводились в период с 2014 по 2020 гг. В процессе работ с объекта была поднята уникальная коллекция археологических предметов.

Некоторая часть находок, сделанных в 2013 году (кафтан, панталоны, мешок, несколько предметов из дерева), были переданы на реставрацию специалистам Эрмитажа и остались там на постоянное хранение. Остальные предметы прошли комплекс консервационно-реставрационных мероприятий в мастерской ЦПИ РГО и ВХРНЦ им. академика Грабаря и были переданы в СПб ГБУ «Музей истории Кронштадта».

¹ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. 205 с.

² Там же, с. 70–87.



Рис. 1. Фотомонтаж корпуса объекта «Верккоматала 1» («Архангел Рафаил»). Из архива ЦПИ РГО

Данная коллекция на сегодняшний день является наиболее представительным и полным собранием предметов морского быта и торговли начала XVIII в., полученных в результате подводных археологических исследований на территории нашей страны.

История находки и идентификации корабля

В 2002 году в южной части акватории пролива Бьеркезунд около банки Верккоматала был обнаружен корпус деревянного судна³. Корпус отсняли с помощью гидролокатора бокового обзора, что позволило определить его примерные размеры и форму. Он имел традиционные для начала XVIII в. коробчатые обводы и размеры, соответствующие крупным торговым судам эпохи Петра Первого. Объекту было присвоено наименование «Верккоматала 1»⁴. Именно под этим названием объект фигурирует в официальных археологических материалах⁵.

³ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. 205 с.

⁴ Там же.

⁵ Ольховский С. В. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2014. [Б. п.]; Ольховский С. В. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2015. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2016. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2017. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2018. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2019. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2020. [Б. п.]

По архивным документам в ноябре–декабре 1724 года здесь погибло торговое судно Die Engel Raphael, принадлежавшее голландскому купцу Герману Мейеру.

В конце февраля 2003 года для детального изучения судна была организована специальная экспедиция продолжительностью 2,5 недели. Водолазные работы проводились со льда с погружениями исследователей в майну, сделанную над носовой частью корпуса. В ходе этой экспедиции гидроакустики выполнили съемку корпуса с помощью гидролокатора кругового обзора, что позволило уточнить линейные размеры судна. Затем водолазами был проведен полный осмотр корпуса и его обломков, выполнена площадная видео- и фотосъемка, что позволило впоследствии создать фотоплан (см. рис. 1). На заключительном этапе были отобраны образцы древесины для проведения анализов по радиоуглеродному определению возраста и определению пород деревьев, использованных для строительства корабля. Кроме того, была поднята коллекция образцов посуды для идентификации. В том числе три больших керамических блюда с росписью, керамическая ваза с ручками, две небольших керамических миски с полихромной росписью, небольшой керамический кувшин, три целых глиняных жаровни и множество их обломков.

Идентификация корабля не вызвала больших дискуссий, поскольку он был единственным деревянным торговым кораблем, лежавшим на дне в предполагавшемся районе гибели

«Архангела Рафаила», и имел все конструктивные признаки корабля конца XVII — начала XVIII вв. Более того, среди посуды было найдено блюдо с изображением Архангела Рафаила и цифрами 1696 (см. рис. 2). По заключению профессора Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета В. В. Инчика, кирпичи имели клейма действовавшего с XVII в. в Любеке кирпичного двора «Дом Святого Петра» (см. рис. 3, 4), а сама посуда, по мнению нашего коллеги немецкого археолога Томаса Форстера, была отнесена к северогерманским образцам (см. рис. 5а, б). Поднятые в ходе экспедиции образцы дерева были изучены в лаборатории ЦПИ РГО (Прохоров Р. Ю.). Проведенные анализы показали, что корпус судна был изготовлен из дуба, а элементы такелажа (юферсы) из ясеня, то есть из пород, традиционных для северогерманского судостроения. Также радиоуглеродный анализ древесины, выполненный в лаборатории Института истории материальной культуры РАН, дал вероятный интервал времени вырубки дерева в период с 1650 по 1680 год, что с учетом времени на сушку древесины совпадало со временем строительства «Архангела Рафаила».

Это время было установлено немецким коллегой доктором Томасом Форстером, который сообщил, что, по данным немецких архивов, корабль *Die Engel Raphael* был построен в Любеке и плавал как минимум с 1693 года⁶.

Смонтированный на основе 287 фотографий фотоплан обеспечил исследователям общее представление о состоянии судна и позволил понять его конструкцию, а также послужил основой для планирования дальнейших исследований.

Краткое описание объекта

На рисунке 1 хорошо видно, что объект представляет собой частично замытый в грунт разрушенный деревянный корпус. Его максимальная длина (с учетом развала) составляет 28 метров, ширина — 7 метров. Корпус расположен на каменисто-песчаном подножии банки Верккоматала. Глубина меняется от 13,9 метра в носовой части до 15 метров в кормовой. Корпус в целом сохранил свою форму, хотя его кормовая часть разрушена. Прямой ахтерштевень и кормовые оконечности обоих

⁶ Staatsarchiv Lubek. Sign. 21568. Lastadienbuch. 1641–1850.



Рис. 2. Фрагменты керамического блюда с изображением архангела Рафаила и датой 1696. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 3. Кирпич с давленным клеймом в виде ключа. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 4. Клеймо на кирпиче, изображающее ключ с буквами SP. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 5а, б. Отдельные образцы посуды, поднятые с «Архангела Рафаила». Из архива ЦПИ РГО

бортов упали на грунт. При этом наполовину замытая в грунт кормовая оконечность левого борта лежит в сборе, сохраняя выгнутую форму. Очевидно, судно имело круглую корму. Высота борта в районе кормы составляла около 5,4–5,8 метра. Внутри корпуса сохранились шесть бимсов сечением 25 x 20 см, которые частично опираются на доски внутренней обшивки, а частично удерживаются мощными вертикальными кницами высотой около 1,9 2,0 метра. Бимсы изготовлены из цельных стволов, что характерно для конца XVII — начала XVIII вв., и имеют выгнутую вверх форму. Расстояние между бимсами разное и колеблется от 0,7–1,1 метра. Между упавшими седьмым и восьмым от носа бимсами сохранился закрепленный на них комингс люка размером примерно 1 x 1,3 метра, который, очевидно, был грузовым и вел в трюм. Перед люком, среди обломков по правому борту, были найдены юферсы, которые, вероятно, принадлежали грот-мачте.

В носовой части, выше уровня бимсов, на внутренней стороне бортов, симметрично закреплены две массивные деревянные пластины с круглыми отверстиями, которые служили для крепления в них барабана брашпиля. Сам барабан длиной 7 метров и диаметром 50 сантиметров был найден снаружи корпуса под левым бортом.

Ни мачт, ни рей, ни бушприта, ни канатов, ни парусов обнаружено не было. Скорее всего, еще зимой 1724 или весной 1725 года их выломало при движении льда и унесло в залив. Тем не менее, исходя из размеров корпуса

и расположения деталей, связанных с фиксацией мачт, можно сделать вывод, что судно было трехмачтовым. Последующий анализ обмеров показал, что высота упавших фрагментов бортов в корме больше высоты уцелевших бортов в носовой части, что позволяет предполагать наличие в корме небольшой надстройки. Точную длину корпуса из-за разрушений оценить трудно, но ориентировочно она находится в диапазоне 22–24 метра. Ширина корпуса по бимсам — 6,8–7,0 метра. Форма корпуса коробчатая, с закругленными скулами, что характерно для судов XVII–XVIII вв., построенных по голландским конструктивным схемам.

К сожалению, результаты обследования не позволили окончательно установить тип судна. Общие конструктивные признаки указывают на голландскую судостроительную традицию, которая предусматривала использование коробчатых плоскодонных корпусов с центральным грузовым трюмом. Но в XVII столетии Нидерланды имели флот, равный общему количеству кораблей во флотах всех остальных европейских держав, и голландская школа судостроения господствовала во всех странах Балтийского бассейна. Поэтому ее общие признаки не могут служить указанием на конкретную страну или на конкретный тип судна. Однако можно считать установленным, что корабль был трехмачтовым и, весьма вероятно, имел кормовую надстройку. Судя по высоте форштевня, борта имели высоту от 4,2 до 4,5 метра. Бушприт крепился сверху форштевня, был наклонным и, скорее всего, упирался в фок мачту, которая стояла практически сразу за форштевнем. Значительное превышение высоты концов

носовых топтимберсов над пластинами, в которых крепился барабан брашпиля, позволяет предположить, что в носовой части судно имело полубак. Исходя из имеющихся сведений о конструкциях торговых судов конца XVII — начала XVIII вв., такими признаками могли обладать несколько типов судов: флейты (flute, fleute, fluite), боатшипы (bootsschiff), каты (katti, kat, katshiff) и гальоты (gallotse)⁷. Отсутствие княвдигеда позволяет исключить вариант флейта. Но для дальнейшего анализа полученных сведений оказалось недостаточно, и окончательного вывода сделано не было. Вместе с тем следует отметить, что имеющаяся статистика пришедших в Санкт-Петербург торговых судов показывает, что наиболее часто из Любека прибывали галиоты (gallotse), а второе место занимали краеры (kraaier). Причем эти же типы судов были традиционными и для других германских городов, в то время как из Нидерландов обычно приходили флейты, буера (boeier) и гальоты, а из Англии — пинки (pink) и барки (bark). В конечном итоге вопрос определения типа судна остался пока открытым, но наиболее вероятным следует считать вариант гальота.

Исторические сведения о последнем рейсе и гибели корабля

В 1724 году порт Санкт-Петербурга уже три года был главным морским экспортно-импортным терминалом Российской Империи и за счет сбора различных пошлин давал государству весьма значительную долю доходов. По документам портовой таможни за навигацию 1724 года в Санкт-Петербург пришло 240 торговых кораблей из Европы⁸.

Одним из пришедших германских судов и был любекский корабль «Архангел Рафаил», который прибыл в столицу Российской Империи 27 сентября с грузом на адрес известного купца Германа Мейера⁹. Герман (в русск. документах — Еремей) Мейер младший принадлежал к известной немецкой купеческой фамилии и проживал в Немецкой (Кукуйской) слободе в Москве, где юный Петр Алексеевич Романов приобщался к европейской жизни. Его отец, Герман Мейер-старший, умер рано, и ребенка вырастил и воспитал дед, тоже известный купец и фабрикант Рудольф (в русских документах — Родион) Мейер. Используя наследственный капитал

и поддержку деда, Герман Мейер-младший быстро вошел в узкий круг иностранных купцов, закупавших и экспортировавших крупные партии самых различных товаров¹⁰. Особенно активно его торговля стала развиваться после женитьбы на дочери другого крупного оптового торговца — богатого немецкого купца Иоганна (в русских документах Ивана) Люпса. Он был тесно связан с крупнейшим сообществом голландских купцов, которые уже более 50 лет активно действовали на российском рынке и имели налаженные связи с российскими властями. С помощью тестя Мейер тоже сумел наладить тесные связи с властями и часто выступал в качестве крупного комиссионера по доставке в Европу и продаже там казенных товаров.

К 1724 году Герман-Еремей Мейер был настолько крупным оптовиком, что имел в торговых кругах прозвище «Богач Мейер». О масштабах его операций свидетельствует количество пришедших на его имя торговых судов. В 1724 году оно составило 31 вымпел¹¹ — больше, чем у любого другого иностранного купца в Санкт-Петербурге. Причем грузы к нему везли из самых разных мест. В частности, 10 кораблей пришло из Республики Соединенных провинций Северных Нидерландов, которую в России обычно именовали и именуют Голландией. Еще 10 прибыли из различных германских городов и земель: 5 из Пруссии, 3 из Любека, 1 из Гамбурга и 1 из Кенигсберга. Остальные были из Риги, Гданьска и из Англии. Мы, к сожалению, не знаем состав грузов, доставленных «Архангелом Рафаилом» (таможенную опись найти не удалось). Столица Российской Империи стремительно росла и требовала самых разнообразных товаров: от стекла, кирпичей и инструментов до деревьев, которые высаживали на ее улицах и парках, от европейской одежды до мебели и посуды. Но, скорее всего, основным грузом корабля был провиант: зерно, крупы, мука и другие припасы. Дело в том, что в 1721–1724 гг. в России был четырехлетний недород, который привел к настоящему голоду. Хотя власти и пытались бороться с нехваткой провианта административными мерами, устанавливая предельную норму прибыли для торговцев и даже проводя конфискацию излишков у спекулянтов, цены все равно взлетели вверх, и купцы пользовались возможностью получить дополнительную прибыль.

Не имея документальных свидетельств, мы тем не менее можем довольно точно проследить обстоятельства пребывания «Архангела Рафаила» в Санкт-Петербурге. Ибо все действия пришедших и уходивших судов детально регулировал принятый 31 января 1724 года «Его Императорского Величества Всемилостивым Регламент и Устав, по которому все высшего и нижнего чина персоны, как подданные, так и иностранные, а наипаче купцы и корабельщики, которые в сие Государство приезжают и отъезжают, все послушливо поступать имеют». В соответствии с этим регламентом все иностранные корабли при подходе к острову Котлин должны были взять на борт с брандвахтенного корабля чело- века, который сопровождал их до расположенного в Кронштадте Толгоуза (нем. Zollhause, англ. Tollhouse). Там корабельщик должен был «...немедленно объявить о себе цоллнерам или пошлинным сборщикам свое имя и название корабля и роспись всему грузу — товарам, тюкам, бочкам, ящикам и прочему и какие на них наложены клейма и нумера и как всякий товар связан и при том и о собственной своей провизии или запасе, также пас (паспорт) и договорное письмо между корабельщиком и купецким человеком о найме корабельном, и откуда приехал к кому оный корабль или положенные в нем товары имеют отданы быть»¹². Все эти сведения записывались и передавались в качестве сопроводительного письма «досмотрщику», который садился на судно и сопровождал его от Котлина до Санкт-Петербургской таможни. Она в 1724 году располагалась на стрелке Васильевского острова, у истока одного из рукавов невиской дельты — Малой Невы. А главный порт Санкт-Петербурга с 1719 года находился напротив стрелки, на левом берегу Большой Невы, прямо напротив Петропавловской крепости. Там досмотрщик вызывал таможенников, которые проводили досмотр в соответствии с декларированным грузом. До завершения досмотра никто не мог покинуть корабль или снять с него какой-либо груз. После досмотра производилась оплата таможенных сборов, которые платились серебрянными ефимками (йохимсталерами), и лишь затем могла начаться разгрузка корабля, причем работы могли производиться лишь в присутствии досмотрщиков и только в дневное время. Во время стоянки корабля в порту шкиперам и матросам разрешалось торговать на своих кораблях

в розницу привезенными товарами установленного ассортимента: «порцелинной» (фарфоровой) и глиняной посудой, домашней утварью, овощами, мясом, колбасными изделиями, соленой рыбой, сыром, маслом, пряниками, «всяким иностранным пивом» и так далее¹³. Большой популярностью пользовалась европейская одежда, которой в России, естественно, не хватало, и моряки в больших количествах везли на продажу подержанные предметы европейского гардероба.

Погрузка корабля для отправки в обратный путь также велась только днем и только в присутствии досмотрщика. По ее окончании опять составлялся реестр грузов, проводилась уплата пошлин и оформлялся пас (паспорт), разрешавший отплытие. Далее корабль с досмотрщиком на борту следовал в Кронштадт, где досмотрщик сходил на берег, а корабль считался покинувшим город. Таким образом движение ввозимых и вывозимых грузов жестко контролировалось в зоне между островом Котлин и Санкт-Петербургом, но не контролировалось за ее пределами, где и погиб «Архангел Рафаил».

Работы по поискам, а потом исследованию останков любекского торгового судна «Архангел Рафаил» начались с обнаружения в фондах Российского Государственного архива Военно-Морского Флота ряда документов, связанных с его гибелью в конце ноября — начале декабря 1724 г. Собственно, большинство документов касалось не обстоятельств плавления, а споров о размерах вознаграждения за спасение груза между владельцами судна и крестьянами, которые нашли брошенный корабль и спасли часть товаров. Но поскольку обстоятельства гибели и спасения играли важную роль в аргументации сторон, то они фигурировали в споре, и их анализ позволил достаточно точно локализовать место гибели судна, что обеспечило успех поисков. Более того, изучение таможенных бумаг, документов Адмиралтейств-коллегии и архива Петра Первого превратилось в следствие по делу о контрабанде и привело историков к раскрытию преступления, совершенного почти 300 лет назад.

⁷ Dudsus A., Henriot E., Krumrey F. Das grosse Buch der Schiffstypen. Berlin: Transpress, 1987. 288 S.

⁸ РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 71. Л. 22–39 об.

⁹ Там же. Л. 23.

¹⁰ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. 205 с.

¹¹ РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 71. Л. 23–24.

¹² Таможенное дело в России, X – нач. XX вв.: (Исторический очерк. Документ. Материалы). СПб.: ПИК, 1995. С. 93–101.

¹³ Лукошков А. В., Прохоров Р. Ю. Морская торговля с Германией в эпоху Петра I и находки германских торговых судов 1715–1724 годов в Финском заливе // Россия и Германия в эпоху Петра Великого: материалы XIII Международного петровского конгресса, Берлин, 24–25 октября 2019 г. СПб.: Европейский Дом, 2020. С. 234–246.

Начать эту историю следует с таможенных документов, свидетельствующих, что «Архангел Рафаил» прошел таможенный досмотр и покинул столицу 14 октября 1724 года. В таможенной книге сохранилась и запись о выдаче судну «Архангел Рафаил» паспорта под № 220 для следования из Санкт-Петербурга в Любек со списком команды и указанием имевшегося на борту груза [Л. 918об.–919]. В нем указано:

...А именно в том корабле товары:

— Голландцев Анания и Даниила Пелевь — 39 бочек сала говяжьего и 22 кипы юфти.
— Гамбургцев Роса и Тамеса — 10 кип юфти.
— Голландца Еремея Мейера — 39 кип юфти да 10 полукип юфти да 1000 рогож двойных.
— Президента главного магистрата Ильи Ивановича Глаева — пол 4 кипы юфти.
— Московской полотняной(?) фабрики директора Ивана Тамеса с товарищами — кипа полотен фламских (фламандских? — А. Л.).
— Выборгского жителя Михаила Темсена — две кипы пряжи льняной.
— Иноземца Христофора Темпа — 14 кип больших и малых юфтей.
— Голландцев Ботышко и Фан Дорта — 22 полукипы юфти.
— Цесарца (австрийца) Ильяса Улмана — 6 кип юфти.
— Цесарца (австрийца) Адама Гетлера — 5 кип юфти.

Реестр людям:

— стирман (штурман) — Ян Вигре
— матросы — Яков Мун, Ян Кулут, Андريس Маталон, Габрион Бенис
— юнги — Карл Швен, Яков Швен

Октября 14 дня 1724 года Подлинного подписано обер цолнер Катучинов.

Получив разрешение, судно благополучно ушло в море, и его дальнейшая судьба таможенных чиновников уже не интересовала. Но 8 ноября император огласил указ, обязывающий прибрежных жителей оказывать помощь судам, потерпевшим крушения у российских берегов, и собирать сведения о них и их грузах. А для его исполнения распорядился послать офицеров собирать данные о количестве погибших в 1724 году судов и сведения об их принадлежности. К концу года такие сведения были получены и суммированы в Адмиралтейств коллегии. Оказалось, что за год у российских берегов в Финском заливе потерпели крушение 14 кораблей:

5 российских, 4 голландских, 3 германских, 2 английских. И последним уже 29 декабря в Адмиралтейств-коллегию был доставлен рапорт из Выборга, извещавший, что в начале декабря у южного входа в пролив, который сегодня носит название Бьеркезунд, льдом принесло и бросило на камни неизвестный корабль без экипажа, из трюма которого местные крестьяне сумели извлечь «малую толику» груза¹⁴. Название брошенного судна было записано как «Енге Дюбвюс», что, скорее всего, является попыткой составлявшего рапорт русского приказчика Семена Нехина записать русскими буквами иностранное имя, увиденное, вероятно, на корме корабля.

Впрочем, о находке этого судна в Адмиралтейств-коллегии уже знали, поскольку Семен Нехин, будучи приказчиком знаменитого адмирала Корнелиуса Крюйса (этнического норвежца Нильса Ульсена, еще в 1698 году перешедшего на российскую службу из Амстердамского Адмиралтейства и получившего эти земли с 143 крестьянскими дворами от Императора по указу от 26 мая 1720 г.), сообщил своему хозяину о находке судна и поднятом с него грузе еще в середине декабря. И адмирал сразу же подал рапорт в Адмиралтейств-коллегию, вице-президентом и исполняющим обязанности президента которой он сам и был. Текст рапорта таков¹⁵:

Благородный Господин Гвардии капитан и адмиралтейский Прокурор.

Прилагаю рапорт, из которого изволите усмотреть:

Во-первых (сообщаю), что этого корабля видно было только немного большой мачты, заваленной высоким льдом и больше десяти дней двадцать человек наших мужиков, работало вместе пока этот весьма высокий лед убрали с корабля.

(А) спустя три недели после бегства с корабля приехал [в Петербург в Адмиралтейство] шкипер этого корабля с людьми и требовал от нас пропуск для отъезда в Ригу. Я спрашивал шкипера, где его корабль пропали он отвечал, что на фарватере против Березового острова потонул.

¹⁴ РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 20. Л. 56.

¹⁵ РГА ВМФ. Ф. 234. Оп. 11. Д. 45. Л. 17–17 об.

А пять дней назад (т.е. 13 декабря. — А. Л.) пришел ко мне господин Герман Меер и просил от меня письма и рекомендации ехать искать корабль.

А ныне на мызе моей <управляющий> Семен Нехин прислал ко мне мужика с рапортом, в котором сообщил, что Германа Меера приказчик с шкипером приняли этот корабль в свое ведение и наших мужиков прогнали всех прочь.

А с того корабля триста пятьдесят тюков юфти мокрых мужики наши выгрузил, которые этот приказчик требует отдать ему. Но эту юфть, выгруженную моими мужиками, я без указа Адмиралтейской коллегии отдавать не велел.

Такая <передача> полностью противоречит морскому праву. (Нельзя чтобы) приказчик и шкипер сами своей волей без указа смели такое делать — бросивши корабль <и отсутствуя> почти четыре недели на корабле бывшем вообще без людей, (вдруг) теперь найденный корабль себе берет и моих людей прогоняет прочь и сам хочет быть мастером (мастер на морском жаргоне — это капитан корабля. — А. Л.) над кораблем и товарами.

Все вышеописанное прошу доложить коллегии в результате чего должно быть принято ясное решение чтобы моим мужикам было разрешено забрать себе третью или четвертую часть из вынутых из корабля товаров.

А иначе торговый человек <Мейер> хочет все товары забрать себе и тогда мужикам придется вести тяжбу и будет мужикам излишняя волокита и обида так как это будет против признанного морского права.

Вашего благородия слуга
Крюйс

Санкт-Петербург
Декабря 18 дня 1724

Из приведенных в этих документах дат следует, что капитан судна Ян Шмит был к месту расположения найденного крестьянами корабля где-то 15 декабря, а был брошен экипажем корабль примерно 23–24 ноября и обнаружен крестьянами 2–3 декабря. Работы по его очистке ото льда и подъему части груза велись с 4 по 14 декабря. Эти даты

важны для реконструкции обстоятельств гибели «Архангела Рафаила».

Спустя две недели после рапорта Крюйса, 2 января 1725 года, купцы Герман Мейер, Бодиско (в русских документах — Бутышко) и ван Дорт (в русских документах — Фан Дорт) подали в Адмиралтейств-коллегию встречный иск, в котором требовали вернуть им поднятые товары с обязательством уплатить крестьянам мызы Сааренпя некое вознаграждение за работы. Они выступали против «грабительских», по их мнению, требований Крюйса и шантажировали власти угрозой снижения объемов торговли, ежели в практику будут введены столь большие размеры оплаты работ по спасению грузов погибших иностранных судов. При этом здесь и в последующих обращениях купцы упорно называли погибшее судно шведским кораблем «Де Энгель Габриэль», то есть «Архангелом Гавриилом». Текст их протеста подшит в деле¹⁶.

Государственной Адмиралтейской коллегии сообщают голландской нации купцы Бутышко и Ван Дорт и Еремей Меер, о чем следуют пункты:

1. Прошедшего 724 года минувшей осенью нагрузили мы с другими купцами в здешнем Санкт-Петербургском порту шведский корабль именуемый «Де Энгель Габриэль» на котором корабельщик Ян Шмит для отправления в Любек с юфтью, салом, рогожами и прочими российскими товарами.

2. Который корабль по отбытию от здешнего порта за осенним временем в море во льду замерз и льдом его протерло. А корабельщик с матросами едва не потонули и сильно опасаясь спаслись по льду. Однако этот корабль не потонул так как льдом его крепко зажало и принесло против мызы Его Превосходительства господина Адмирала и Адмиралтейской коллегии вице-президента Крюйса именуемой Сарампы.

3. И с этой мызы мужики без нашего приказа с этого корабля погруженные товары выгрузили и ныне выгружают.

4. И тогда мы послали этого корабля корабельщика и нашего приказчика к этим мужикам чтобы выгруженные товары нам отдали. А за выгрузку надлежащую оплату от нас взяли.

¹⁶ РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 71. Л. 88–89.

5. Но эти мужики за плату те товары не отдадут, а отдадут только две доли [товаров], а себе берут третью долю от чего нам большие убытки и разорение.

6. И за великим страхом и многими несчастьями, которые над кораблями прошлого 724 году учинилось никто и не почему за морем не подписывался и на страх не брали (вероятно, этот текст надо понимать как утверждение, что груз «Рафаила» не был застрахован. — А. Л.). И ежели так впредь с разбитыми кораблями будут поступать, то и весьма не похотят подписыватца отчего здешнему порту учиниться помешательство и нам в торгах остановка, понеже за морем (такая практика изъятия товара при крушениях у берега. — А. Л.) почтима будет конфискацией для того что у здешнего берега такое несчастье учинилось.

7. [А по этому просим] Чтобы приказано было об отдаче нам указанных выгруженных из корабля товаров и принятия мужиками от нас за выгрузку надлежащей платы, а не третьей доли товаров и (об этом) нужно послать (им) Его Императорского Величества указ. А если на это наше сообщение быстро решения принять нельзя. То просим, чтобы выгруженные товары из разбитого корабля нам отдать для их пересушки, чтобы от долгого лежания в амбаре и теплой погоды эти товары не перепрели и совсем не пропали.

Для чего Государственную Адмиралтейскую коллегию с покорностью просим на это наше сообщение принять милостливое решение.

2 января 1725 года.

HERMAN MEYER,
Bodisco, Van Dort.

Между Германом Мейером и Крюйсом возник конфликт, и дело шло к судебному разбирательству, которое было для купцов весьма нежелательным. Однако смерть Петра Алексеевича поставила крест на этом деле. Верховная власть перешла к императрице, а по сути к светлейшему князю Александру Даниловичу Меншикову, который был связан с Еремеем Мейером деловыми интересами.

Анализ документов вызвал целый ряд вопросов:

1. Каким образом увеличился объем груза в период с 14 октября по начало декабря? По приведенному выше таможенному паспорту судно покинуло столицу, имея на борту всего 98 кип и 32 полукипы юфти, 39 бочек сала, 1000 рогож, 1 кипу полотна и 2 кипы пряжи. А в декабре крестьяне вынули из него 350 тюков (кип) юфти, что было лишь частью груза.

2. Где находился и чем занимался корабль в этот период? Расстояние между Кронштадтом и местом, где был найден затертый льдом корабль, составляет всего 47 морских миль, которые парусный корабль мог преодолеть за 12–15 часов. Именно это время фиксируют найденные в архиве записи в шканечных журналах других кораблей. Более того, по данным таможи, 14 октября и в последующие дни, то есть после ухода «Архангела Рафаила» из Санкт-Петербурга, ушло еще 24 корабля¹⁷. Причем последние покинули город уже в первых числах ноября. В частности, фленсбургский корабль «Де Санкт Питер» оформил отход 5 ноября. И никто из них не был затерт льдами. Почему же только «Архангел Рафаил» оказался в ледовом плену и был брошен экипажем?

3. Почему купцы именовали его шведским кораблем «Де Энгель Габриэль»? Судя по таможенным записям, корабль с таким названием в Санкт-Петербург в 1724 году вообще не прибывал. Да и шведских кораблей прибыло за год всего три штуки, причем ушли они намного раньше, последний — 7 сентября.

Очевидно, что, покинув Санкт-Петербург, корабль не ушел в Любек, а остался в российских водах для погрузки на борт дополнительного контрабандного груза.

В 1724 году эта практика была делом обычным, и можно уверенно говорить, что «Архангел Рафаил», закрыв границу и выйдя за зону таможенного контроля, уже 15 октября встал на якорь у берега Красной горки и в течение нескольких недель по ночам грузил в свой трюм контрабандный груз с лодок. Сегодня мы знаем: в первую очередь это была юфть, на которую отменили казенную монополию и которую можно было тайно скупить с вольного торгова. Изучив сохранившиеся записи относительно погоды, мы даже можем довольно точно определить дату ухода корабля от Красной горки. Из летописи петербургских наводнений известно, что сильный шторм

¹⁷ РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 71. Л. 22–30 об.

и наводнение с подъемом уровня воды выше двух метров наблюдались в Санкт-Петербурге 10–12 ноября 1724 года, и образование мощных ледовых полей могло произойти только после этой даты. Скорее всего, «Архангел Рафаил» закончил погрузку и поднял якоря где-то 14–15 ноября, после чего пошел на север по обвехованному фарватеру через пролив Бьеркезунд. Но предупреждающий об опасности маяк на северной оконечности острова был поставлен и зажжен только в 1725 году, и поздней осенью 1724 года, когда световой период составлял всего несколько часов, этим маршрутом никто ходить не рисковал. Но путь через пролив таил другую опасность. Он проходил вдоль береговой линии, где ледовые поля образуются в первую очередь, что и стало причиной гибели «Архангела Рафаила».

Раскопки

Таким образом, найденный корабль представлял собой не безымянный корпус, как это нередко бывает в археологической практике, а объект с интересной и непростой историей. В 2003 году найденный корабль был признан ценным историческим объектом, был включен в «Перечень выявленных объектов культурного наследия» Ленинградской области (Акт № 53/Д от 14.04.2003) и поставлен на учет в Департаменте по охране и использованию объектов культурного наследия Комитета по культуре Ленинградской области. Через два года, в 2005 г., «Архангел Рафаил» также был включен в составленный международной мониторинговой группой список 100 наиболее ценных подводных памятников Балтики.

В 2013 г. специалистами ЦПИ РГО была организована повторная экспедиция со льда. Ее целью было контрольное обследование корабля для определения изменений в его состоянии, поскольку за прошедшие 10 лет напротив места гибели корабля был построен Приморский нефтеналивной терминал и проложен новый фарватер, проходивший в непосредственной близости от затонувшего корпуса.

Обследование выявило продолжающееся разрушение останков корабля, после чего в связи с плановым расширением терминала и вероятными новыми угрозами сохранности объекта было получено разрешение Министерства культуры РФ на проведение «спасательных» подводных раскопок останков корабля «Архангел Рафаил».



Рис. 6. Водолаз с гидроэжектором в раскопе. Из архива ЦПИ РГО

Первые раскопки были начаты летом 2014 года. Работы проводились специалистами Центра подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО). В 2014 и 2015 гг. мы работали совместно с Институтом археологии Российской академии наук.

Для работ использовалось водолазное судно обеспечения — двухкорпусный катамаран. Несмотря на относительно небольшую глубину, условия работы для водолазов достаточно непростые. Температура редко поднимается выше 6–8 °С. Прозрачность воды в среднем 1,5–2 метра, и на дне практически полная темнота. За почти 300 лет, проведенных на дне, днище корабля и часть лежащих на грунте обломков были занесены илом, глиной и песком. Для их расчистки использовался гидроэжектор. Это простое и эффективное устройство позволяет удалять грунт из корпуса судна и отводить смесь воды и грунта (ила, песка, глины) далеко за пределы зоны раскопа. В руках у археолога находится лишь гибкий шланг диаметром 100 мм с металлической насадкой-решеткой и маленький мастерок (совок), которым и проводятся раскопки (см. рис. 6). Была принята стандартная методика проведения раскопок: разбивка корпуса корабля на квадраты и ведение работы поэтапно, последовательно расчищая квадрат за квадратом.

Археологические предметы

Еще до начала раскопок мы предполагали, что внутри сильно разрушенного корпуса «Архангела Рафаила» могло сохраниться

множество предметов, оставшихся после «спасательных» работ в 1724 году. Предметов, переживших за три века пребывания под водой тысячи штормов, воздействие миллионов волн, меняющихся течений и все еще «живших» под наносами ила, глины и песка.

Прежде всего, нужно отметить, что за 290 лет, прошедших от момента гибели корабля до начала раскопок, слой осадков, накопившихся во внутренней части корабля, оказался не так велик. Его средняя толщина лежит в пределах 80 см. Верхний уровень наносов находится ниже уровня морского дна во внешней части (кроме области разрушенной кормы). По всей видимости, этому способствовало наличие палубного настила, который разрушался постепенно и некоторое время препятствовал накоплению осадков во внутренней части корпуса. Сохранению предметов способствовали небольшая соленость и низкая температура морской воды. Но один из основных факторов — это ил. Он укрыл вещи от воздействия волн и, самое главное, предохранил от разрушающего воздействия кислорода и аэробных бактерий, что способствовало сохранению органического материала. В слое ила находятся сотни предметов, бывших когда-то деталями корабля, частью груза, личными вещами членов экипажа. Значительная часть из них подверглась разрушительному воздействию времени и окружающей среды, но многие сохранились на удивление хорошо.

Всего за семилетний период раскопок с объекта была поднята коллекция более чем из 600 индивидуальных находок. Сюда вошли предметы разнообразного назначения и типа: фрагменты и детали корабельной оснастки и такелажа, часть корабельного груза, кухонные принадлежности, плотницкие инструменты, личные вещи членов экипажа и др. Полный состав и описание находок приводятся в археологических отчетах по выполненным работам¹⁸. Ограничения объема статьи позволяют дать описание лишь отдельных находок, имеющих особо важное значение или представляющих значительный интерес.

¹⁸ Ольховский С. В. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2014. [Б. п.]; Ольховский С. В. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2015. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2016. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2017. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2018. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2019. [Б. п.]; Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Веркоматала 1». 2020. [Б. п.]

Корабельный груз. Бочки

Как уже говорилось выше, часть корабельного груза (кипы с юфтью) была поднята еще зимой 1723 года. Другая часть груза, очевидно, была унесена течением и волнами. Значительную часть корабельного груза составляли бочки. Они занимали практически все нижнее пространство корабельного трюма. У части бочек подгнили и лопнули стягивающие обода, и эти бочки разрушились. Другая часть бочек хорошо сохранилась. В бочках находилось говяжье сало и зерно (см. рис. 7). Большинство бочек изготовлено из дуба и стянуто ободьями из ивы. Очень редко встречаются бочки, изготовленные из ели. На доньях многих бочек нанесена маркировка из букв, цифр и геометрических фигур. Большинство марок прорезано или процарапано на дереве. Незначительная часть из них — выжженные штампы. Примеры такой маркировки показаны на рисунке 8 а, б. Маркировка обозначала владельца этого груза, так как на корабле, как мы знаем, перевозился груз, принадлежавший нескольким купцам. На некоторых из доньев хорошо видно, что маркировка была нанесена несколько раз: старая удалялась соскабливанием и сверху наносилась новая. Это связано с тем, что бочки использовались много раз. Менялся груз, перевозимый в бочках, менялись и владельцы груза.

Среди груза встретилось всего несколько бочек, в которых перевозился деготь. Все бочки с дегтем лопнули. Деготь вытек и пропитал окружающее пространство и все предметы, находившиеся рядом. Наибольшее количество бочек было с зерном ржи (см. рис. 9). Многие из этих бочек также лопнули уже много лет назад, но некоторая часть уцелела (см. рис. 10).

Следует отметить, что бочки с зерном поставили перед нами очередной вопрос. В таможенном списке на вывоз груза зерно отсутствует. И как уже упоминалось выше, в России в связи с плохими погодными условиями несколько лет был неурожай. Зерна не хватало, и оно было запрещено к вывозу из России. Однако имеются данные, что и в Европе (Германии) в этот период также был неурожай, и зерно, скорее всего, тайно вывозилось из России контрабандным товаром, задекларированное как «бочки с салом».

Под бочками и между ними в слое песка, глины и ила находится большое количество предметов, также бывших частью груза или служивших когда-то людям и кораблю.

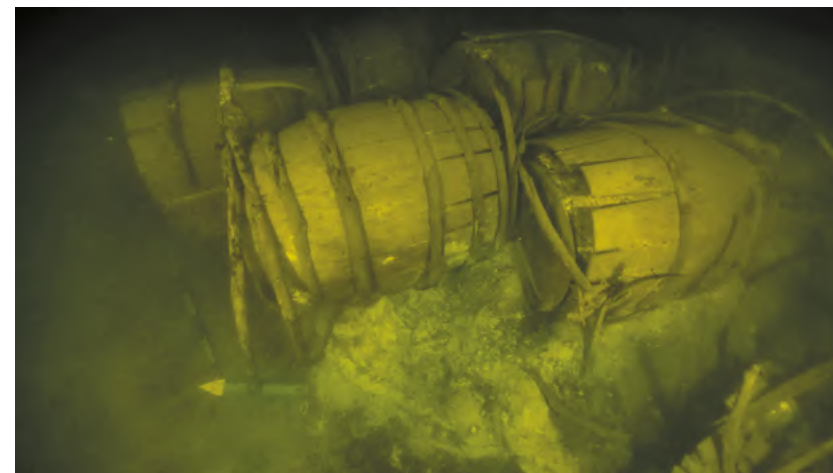


Рис. 7. Бочки с салом и зерном в корабельном трюме. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 8а, б. Марки владельцев груза на доньях бочек. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 9. Зерно (рожь) из бочки. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 10. Бочка из-под зерна после консервации. Из архива ЦПИ РГО

Рога и шерсть

Рога, пожалуй, представляют собой одну из самых многочисленных групп находок (более 200 единиц). Они встречаются на большой площади раскопа (см. рис. 11). Рога относятся к представителям двух типов домашнего скота: коров и коз. Рога использовались для производства самых разнообразных изделий: гребней и шпилек для волос, пуговиц, рожков для обуви, пряжек, черенков ножей и вилок, мундштуков и многого другого. Поскольку корабль готовился в обратный путь осенью, когда начинали забивать скот, то можно было недорого купить рога для их последующей перепродажи. Кроме рогов в толще ила встречается много козьей шерсти. Видимо, изначально пуки шерсти были связаны бечевками, которые со временем подгнили и лопнули, и шерсть разнесло по большой площади.



Рис. 11. Коровьи и козьи рога, поднятые с объекта. Из архива ЦПИ РГО

Инструменты

Деревянный корабль, годами находившийся в море, требовал постоянного обслуживания и ремонта. Для этого требовались умелые руки плотника и соответствующий инструмент, главным образом предназначенный для работы с деревом. Обычный набор плотницкого инструмента включал рубанки различных модификаций, стамески, долота, пилы, ручные коловороты, буравчики, топоры, молотки, киянки, циклевки и другое. Из инструментов было найдено несколько предметов: рубанок, рукоятка буравчика, железные свайка и долото, две деревянные киянки, циклевка и несколько точильных камней.

Ружейное ложе

Очень интересной находкой оказалось деревянное ружейное ложе. Ложе было частично завернуто в грубую рогожу, полностью пропитанную окислами железа. На части ложа, располагавшейся под стволом, также присутствуют следы ржавчины. Никаких деталей из металла не сохранилось. Ложе разломано по длине на три фрагмента (см. рис. 12 а, б) общей длиной 167 см. Ложе ружья украшено искусной резьбой в стиле цветочного орнамента. На поверхности ложа имеются фигурные вырезы, где должны находиться декоративные вставки (как правило, из кости). Но ни одной вставки не найдено. Очевидно, что ложе



Рис. 12а. Аркебузное ложе. Из архива ЦПИ РГО

перевозилось без декоративных вставок. По размеру и особенностям формы приклада ружье предварительно можно идентифицировать как аркебузу. По всей видимости, ружье имело колесцовый кремневый замок. По предварительному заключению главного хранителя оружейной комнаты Гатчинского музея Евгения Родионова, аркебузу можно отнести к северогерманскому типу периода середины XVII в.

«Оружейный ящик»

Этот предмет, очевидно, непосредственно связан с ложем аркебузы. Это деревянный (дубовый) ящик со сдвигающейся крышкой и двумя уровнями внутренних отделений. Ящик был опоясан кожаным ремнем, изначально закрепленным по периметру четырьмя набойками из толстой тисненой коровьей кожи (см. рис. 13). Во внутренних отделениях ящика находились: деревянный молоток, птичьи перья, пузырек из прозрачного стекла, две пулелейки, ключ для взвода колесцового ружейного замка, 24 круглые свинцовые пули, несколько железных кованых нагелей и два куса железного колчедана, использовавшегося в кремневых оружейных замках для высекаания искр.

Очень интересными оказались исследования крышки оружейного ящика. Поверхность крышки была сфотографирована в инфракрасных лучах (данная технология применяется при исследовании живописи). Это позволило четко проявить нанесенные на крышке изображения — герб и цифры 1677 (см. рис. 14). Вероятнее всего, это дата изготовления ящика.

Предположительно, аркебуза и оружейный ящик составляли один комплект, возможно являвшимся товаром для продажи.

Оловянная посуда

Оловянная посуда была достаточно широко распространена в Европе в XVI–XVIII вв. Это связано со свойствами применяемого для изготовления посуды металла (олова): его легкоплавкостью, легкостью обработки, не токсичностью и красотой получаемых изделий. Рудные месторождения олова в Саксонской Швейцарии являются одними из крупнейших в Европе, что способствовало развитию изготовления оловянной посуды в Германии.

Изделия из чистого олова обладают одним недостатком — мягкостью. Для улучшения



Рис. 12а. Аркебузное ложе. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 13. Деревянный «оружейный» ящик со снятой крышкой. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 14. Крышка ящика с гербом и датой 1677 (съемка в инфракрасных лучах)



Рис. 15а, б. Оловянная тарелка с надписью по краю HENRICH LEFRENSON и датой 1694. Из архива ЦПИ РГО



механических свойств, увеличения твердости изделий в олово стали добавлять другие металлы: медь, сурьму, свинец. Такие сплавы с резко преобладающим содержанием олова получили название пьютеры. Они легкоплавки (температура плавления 225–240 °С), хорошо льются, полностью заполняют литейную форму и легко обрабатываются. Находки из пьютера были сделаны и в ходе наших раскопок. В кормовой части было найдено пять тарелок различного типа (см. рис. 15а, б), ложки и супница (см. рис. 16).

Экофакты

Это может показаться удивительным, но почти через 300 лет после гибели корабля среди множества артефактов, обнаруженных при раскопках, сохранилось немало предметов, относящихся к продуктам питания, которые использовались экипажем корабля. В археологии они называются экофактами, то есть предметами природного происхождения, в отличие от артефактов — предметов, созданных искусственно.

Еда на кораблях не отличалась разнообразием, но должна была быть сытной и простой в приготовлении. Исходные продукты должны сохраняться во время долгих переходов по морю. Вяленые и соленые мясо и рыба, сухари, каши, репа, горох — это одни из основных продуктов питания, использовавшихся в буднях дальних морских походов.

В раскопе мы обнаружили сохранившиеся продукты как растительного, так и животного происхождения. На объекте встречается довольно много плодов репы. Практически до середины XVIII в., когда картофель вошел в обиход как распространенный продукт, репа играла



Рис. 16. Оловянная супница. Из архива ЦПИ РГО

важную роль в рационе жителей Европы и, особенно, России. На рис. 17 показаны некоторые из найденных образцов. Корнеплоды сохранили свою форму и размер. После очистки от ила плоды репок хранятся в растворе изопропилового спирта. Кроме репы был найден горох (россыпью), а также фрагменты и целые тушки рыб. Среди рыб встречаются останки как местных видов (плотвы, щуки и угря), так и не обитающих в этих водах: останки тушки трески, которая обитает в более северных морских районах. Наиболее многочисленны находки тушек угрей. При раскопках в 2020 году нами был найден небольшой бочонок с угрями. Тушки выпотрошены, уложены кольцами внутри бочонка, который вмещал всего 12 рыбин, и залиты рассолом. Рыб можно отнести к виду речного угря, широко распространенного в европейской части. Мы пока не можем однозначно решить, куда отнести эти находки: к коммерческому грузу корабля или к продуктам питания экипажа.

Сохранять биологический материал животного происхождения обычно приходится в консервирующих антисептических растворах типа спирта или формалина. Однако мы попробовали



Рис. 17. Плоды репы, подготовленные к консервации в спиртовом растворе. Из архива ЦПИ РГО

пойти другим путем, а именно использовали технологию полимерного бальзамирования, разработанную и успешно применяемую в Военно-медицинской академии Санкт-Петербурга заведующим кафедрой нормальной анатомии профессором Гайворонским И. В. Эта методика основана на поэтапном обезжизивании, обезжиривании и насыщении силиконовым полимером животных биологических тканей. После такой обработки биологический материал способен храниться в условиях обычной воздушной среды, не имеет запаха, сохраняет исходную форму и размер. С использованием этой методики были обработаны тушка угря и голова щуки (см. рис. 18). Полученный результат наглядно демонстрирует возможности данного метода для сохранения некоторых археологических предметов биологического происхождения.

Текстильные изделия

Среди большого количества находок значительное место занимают текстильные изделия: канаты, веревки, фрагменты парусов. Однако наибольший интерес представляют предметы одежды, принадлежавшей членам экипажа.

Согласно корабельному списку, на борту «Архангела Рафаила» было семь человек: пять взрослых и два юнги. Свое последнее плавание корабль осуществлял уже осенью. Заморозки, снег, холодный пронизывающий ветер и первый лед — все это предстояло пережить экипажу в плавании. Это требовало терпения, приспособленности к трудностям жизни на корабле и, конечно, дополнительной одежды для холодного времени: теплых чулок, варежек, шапок, обуви и верхней одежды.



Рис. 18. Тушка угря и голова щуки, обработанные методом полимерного бальзамирования. Из архива ЦПИ РГО

Как нам известно, экипаж покинул корабль до его гибели. У людей было достаточно времени взять самое ценное. Обитаемое пространство корабля ограничено, поэтому у моряков было немного вещей. Все необходимые предметы одежды они, наверняка, забрали с собой. Но часть вещей все-таки осталась на борту. Некоторые из предметов попали в наши руки в достаточно хорошем состоянии. Другие — поношенные, ветхие, рваные. Изношенные вещи бережно сохраняли на заплатки, используя их для ремонта других предметов одежды.

По удивительной прихоти судьбы именно эти вещи, уже, казалось бы, завершившие свой путь и, более того, похороненные под слоем вязкого холодного ила, обрели свою вторую жизнь.

Одежда

Одной из самых первых находок предметов одежды был кафтан. Кафтан не новый, имеет следы носки и ремонта: зашитые прорехи, заплатки (см. рис. 19). Пошит из тонкого шерстяного сукна. Внутренняя часть рукавного края обшита шелковой лентой. На кафтане имеется 20 пуговиц на фронтальной части. Соответствующие им петли — рабочие, а расположенные ниже — декоративные. Декоративные и рабочие пуговицы имеются также на рукавах и клапанах двух передних карманов. Пуговицы деревянные, оплетенные шерстяными нитками. Петли кафтана обметаны шелковыми нитками. В последующем были обнаружены еще три кафтана — бастрога (льняные и шерстяные), принадлежавшие, судя по небольшим размерам, корабельным юнгам (см. рис. 20 а, б).



Рис. 19. Кафтан шерстяной (после реставрации).
Из архива ЦПИ РГО



Рис. 20а, б. Кафтан (бастрог) льняной до и после реставрации. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 21. Шерстяные панталоны (после реставрации).
Из архива ЦПИ РГО



Рис. 22. Пара шерстяных чулок (после реставрации). Из архива ЦПИ РГО



Рис. 23. Шерстяные варежки (после реставрации). Из архива ЦПИ РГО



Рис. 24. Фетровая шляпа (после реставрации).
Из архива ЦПИ РГО



Рис. 25. меховая шапка (после реставрации).
Из архива ЦПИ РГО



Рис. 26. Ботинок кожаный (после реставрации).
Из архива ЦПИ РГО

Из предметов одежды также были найдены трое штанов-панталонов (см. рис. 21), несколько пар шерстяных вязаных чулок и варежек (см. рис. 22, 23), три фетровые широкополые матросские шляпы (см. рис. 24), две меховые шапки (см. рис. 25), несколько предметов обуви — кожаных ботинок (см. рис. 26).

Бережное отношение к вещам отчетливо проявляется в многочисленных следах ремонта на предметах одежды. К примеру, на подошвенной части чулок явно прослеживаются 2–3 слоя наложенных заплаток (см. рис. 22).

После комплекса консервационно-реставрационных мероприятий все эти предметы представляют собой прекрасный набор одежды начала XVIII в., непосредственно связанный с корабельным бытом.

Парики

К личным вещам относятся и два прекрасно сохранившихся парика. Парики изготовлены из натуральных волос. Один имеет рыжий оттенок (вероятно, покрашен хной), второй темно-коричневого цвета (см. рис. 27, 28).

Плетеная основа париков (монтаж) имеет разрывы. Это говорит о том, что парики не новые. По типу прически данные парики тяготеют скорее ко второй половине XVII в., чем началу XVIII. Изготовление париков было очень трудоемким, поэтому они были достаточно дороги. Найденные парики могли принадлежать как шкиперу корабля, так и вестись на продажу в Россию, но не были проданы. Вопрос, кому они принадлежали, остается открытым.



Рис. 27. Парики до реставрации. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 28. Парики после реставрации. Из архива ЦПИ РГО

Предметы личного пользования. Книги

Среди находок особое место занимают находки печатных изданий. Всего были найдены четыре книги различной степени сохранности. Все издания церковной тематики: фрагмент Библии в переводе Мартина Лютера конца XVII века, Псалтырь 1692 года издания, сборник церковных произведений на шведском языке и сборник церковных произведений доктора Филиппа Николаи, изданный в Гамбурге в 1610 году.

Многие листы имеют утраты, разрывы, устойчивые дегтярные, жировые и иловые загрязнения (см. рис. 29). Микроскопический анализ показывает, что бумажная масса имеет в своей основе льняные волокна. Это связано с источником сырья для изготовления бумаги. В XVII–XVIII вв. источником для получения бумажной массы было тряпичное сырье. Именно высокое качество льняной целлюлозы обеспечило сохранность печатных документов в воде в течение почти трехсот лет.



Рис. 29. Печатная книга 1610 г. перед реставрацией. Из архива ЦПИ РГО

После длительного комплекса реставрационных работ книги приобретают состояние, позволяющее выставлять их в качестве музейных экспонатов (см. рис. 30).



Рис. 30. Псалтырь 1692 года после реставрации. Из архива ЦПИ РГО

Сохранение археологического материала

Центр подводных исследований Русского географического общества и СПб ГБУ «Музей истории Кронштадта» в качестве совместного проекта организовали консервационно-реставрационную лабораторию по работе с мокрыми археологическими предметами. Здесь можно проводить работы практически с любым видом археологического материала как неорганического, так и органического происхождения.

Некоторые виды работ проводятся в тесном сотрудничестве с профильными реставрационными организациями и с привлечением

высококласных специалистов-реставраторов. Пример такого взаимодействия — реставрация первых находок из текстиля и дерева реставраторами Эрмитажа в Санкт-Петербурге (Денисова Марина Владимировна, Васильева Наталия Анатольевна), а также работа с отдельными предметами из текстиля и книгами специалистов из ВХРНЦ им. Академика Грабаря в Москве (Синицына Наталья Павловна, Мырина Евгения Владимировна).

Подобное взаимодействие позволяет решать самые сложные и неоднозначные проблемы, возникающие при работе с мокрым археологическим материалом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. 205 с.
2. Лукошков А. В., Прохоров Р. Ю. Морская торговля с Германией в эпоху Петра I и находки германских торговых судов 1715–1724 годов в Финском заливе // Россия и Германия в эпоху Петра Великого: материалы XIII Международного петровского конгресса, Берлин, 24–25 октября 2019 г. СПб.: Европейский Дом, 2020. С. 234–246.
3. Ольховский С. В. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2015. [Б. п.]
4. Ольховский С. В. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2014. [Б. п.]
5. Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2016. [Б. п.]
6. Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2017. [Б. п.]
7. Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2018. [Б. п.]
8. Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2019. [Б. п.]
9. Прохоров Р. Ю. Отчет о раскопках на ОАН «Верккоматала 1». 2020. [Б. п.]
10. РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 20.
11. РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 54.
12. РГА ВМФ. Ф. 212. Оп. 11. Д. 71.
13. РГА ВМФ. Ф. 234. Оп. 11. Д. 45.
14. Таможенное дело в России, X — нач. XX вв.: (Исторический очерк. Документы. Материалы). СПб.: ПИК, 1995. 211 с.
15. Dudszus A., Henriot E., Krumrey F. Das grosse Buch der Schiffstypen. Berlin: Transpress, 1987. 288 S.
16. Staatsarchiv Lubek. Sign. 21568. Lastadienbuch. 1641–1850.

REFERENCES

1. Lukoshkov, A. V. *Reestr korablej i drugix ob'ektov podvodnogo istoriko-kul'turnogo naslediya Rossijskoj Federacii* [Register of Ships and Other Objects of the Underwater Historical and Cultural Heritage of the Russian Federation], vol. 1: Finskij zaliv [Gulf of Finland], book 1: Korabli i suda XVIII veka [Ships and Vessels of the 18th Century], part 1. St. Petersburg, BLIC Publ., 2017. 205 p. (In Russ.)
2. Lukoshkov, A. V., and R. Yu. Prokhorov. "Morskaya trgovlya s Germaniej v e'poxu Petra I i naxodki germanskix trgovyx sudov 1715–1724 godov v Finskom zalive" ["Maritime Trade with Germany in the Era of Peter I and the Finds of German Merchant Ships of 1715–1724 in the Gulf of Finland"]. *Rossiya i Germaniya v e'poxu Petra Velikogo: materialy XIII Mezhdunarodnogo petrovskogo kongressa, Berlin, 24–25 oktyabrya 2019 g.* [Russia and Germany in the Era of Peter the Great: Materials of the XIII International Peter the Great Congress, Berlin, October 24–25, 2019]. St. Petersburg, Evropejskij Dom Publ., 2020, pp. 234–246. (In Russ.)
3. Ol'xovskij, S. V. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2014. [N. p.] (In Russ.)
4. Ol'xovskij, S. V. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2015. [N. p.] (In Russ.)

5. Prokhorov, R. Yu. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2016. [N. p.] (In Russ.)
6. Prokhorov, R. Yu. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2017. [N. p.] (In Russ.)
7. Prokhorov, R. Yu. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2018. [N. p.] (In Russ.)
8. Prokhorov, R. Yu. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2019. [N. p.] (In Russ.)
9. Prokhorov, R. Yu. *Otchet o raskopkax na OAN "Verkkomatata 1"* [Report on the Excavations at an Object of Archaeological Heritage "Verkkomatata 1"]. 2020. [N. p.] (In Russ.)
10. RSNA, coll. 212, aids 11, fol. 20. [N. p.] (In Russ.)
11. RSNA, coll. 212, aids 11, fol. 54. [N. p.] (In Russ.)
12. RSNA, coll. 212, aids 11, fol. 71. [N. p.] (In Russ.)
13. RSNA, coll. 234, aids 11, fol. 45. [N. p.] (In Russ.)
14. *Tamozhennoe delo v Rossii, X – nachalo XX vv.: (Istoricheskij ocherk. Dokumenty. Materialy)* [Customs in Russia, 10th – Beginning of the 20th Centuries: (Historical Essay. Documents. Materials)]. St. Petersburg, PİK Publ., 1995. 211 p. (In Russ.)
15. Dudsus, Alfred, Ernest Henriot, und Friedrich Krumrey. *Das grosse Buch der Schiffstypen*. Berlin, Transpress, 1987. 288 S. (In German)
16. Staatsarchiv Lubek. Sign. 21568. Lastadienbuch. 1641–1850. (In German)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Роман Юрьевич Прохоров, археолог, реставратор 1-й категории, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д. 3, лит. А).
e-mail: romaprodiver@rambler.ru

Поступила в редакцию 07.03.2023

Поступила после рецензирования 01.05.2023

Принята к публикации 13.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Roman Yur'evich Prokhorov, Archaeologist, Senior Art Conservator, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar'evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: romaprodiver@rambler.ru

Received 07.03.2023

Revised 01.05.2023

Accepted 13.05.2023

РЕСТАВРАЦИЯ / КОНСЕРВАЦИЯ | RESTORATION / CONSERVATION

Оригинальная статья | Original paper

DOI: УДК 902.34

СОХРАНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ПОДВОДНОЙ АРХЕОЛОГИИ
НА БУМАЖНОЙ ОСНОВЕ: ОТ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ
ДО ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕСТАВРАЦИИ

Е. В. Мымрина

Всероссийский художественный научно-реставрационный центр имени академика И. Э. Грабаря,
г. Москва, Российская Федерация
✉ schenia@inbox.ru

Аннотация

Статья посвящена истории спасения уникальных артефактов, найденных археологами Центра подводных исследований Русского географического общества на затонувшем 300 лет назад корабле «Архангел Рафаил». Реставраторами Всероссийского художественного научно-реставрационного центра имени академика И. Э. Грабаря при постоянном тесном сотрудничестве со специалистами Центра подводных исследований была разработана методика консервации и реставрации трех объектов подводной археологии на бумажной основе. В статье значительное внимание уделяется комплексному подходу в реставрации, описанию методики разделения сцементированных книжных листов и удалению поверхностных загрязнений в виде песчано-глинистых частиц, глубоко вошедших в структуру бумаги.

Ключевые слова

Артефакт, объект подводной археологии на бумажной основе, консервация бумаги и книг, разделение сцементированных листов, ультразвуковая очистка.

Для цитирования

Мымрина Е. В. Сохранение объектов подводной археологии на бумажной основе: от разработки методики до практической реставрации // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, № 1–2. С. 102–116. DOI: <https://doi.org/>

PRESERVATION OF PAPER-BASED UNDERWATER
ARCHAEOLOGICAL OBJECTS: FROM METHODOLOGY
DEVELOPMENT TO PRACTICAL RESTORATION

E. V. Mymrina

The Grabar Art Conservation Center, Moscow, Russian Federation
✉ schenia@inbox.ru

Abstract

This article is dedicated to the conservation of unique artifacts discovered by archaeologists of the Center for Underwater Research of the Russian Geographical Society from the sunken ship "Archangel Raphael," which sank 300 years ago. Conservators from the Grabar Art Conservation Center developed a methodology for conserving and restoring three paper-based archaeological objects in close collaboration with experts from the Underwater Research Center.

The article highlights a thorough approach to restoration by outlining the methods for separating cemented-together book pages and eliminating surface pollutants such as sand and clay particles deeply embedded in the paper structure.

Keywords

Artifact, paper-based underwater archaeological object, paper and book conservation, separation of sheets cemented together, ultrasonic cleaning.

For citation

Mymrina, E. V. "Preservation of Paper-Based Underwater Archaeological Objects: From Methodology Development to Practical Restoration." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 102–116. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

Для сохранения объектов подводной археологии, выявленных при подводных раскопках, необходим комплексный, методически выверенный подход. Ошибочные действия могут привести к потере артефакта и содержащейся в нем исторической информации. Объекты, которые значительное время находились в определенных условиях в воде, при подъеме на сушу могут начать быстро разрушаться, если не предпринять грамотные действия по их обработке. При определении метода консервации археологического объекта важную роль играет состав его основы, степень сохранности и история бытования, в том числе условия залегания в культурном слое. В настоящее время специалистами сформулированы общие принципы обработки археологических предметов из металла, керамики, дерева, кожи, но вопрос сохранения объектов подводной археологии на бумажной основе остается малоизученным и открытым во всем мире.

В процессе подводных раскопок торгового судна «Архангел Рафаил» (Die Engel Raphael) специалистами Центра подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО) были выявлены сенсационные находки на бумажной основе: в 2017 году — несколько страниц Библии Лютера (Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла), в 2019 году — книга в кожаном переплете Псалтырь 1692 г., в 2020 году — книга малая (атрибуция уточняется) и книга в пергаменном переплете «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г.

Торговое судно «Архангел Рафаил» (Die Engel Raphael) было найдено в 2003 году специалистами ЦПИ РГО и многократно обследовано. Важно отметить, что с целью комплексного исследования подводных пространств и объектов ради изучения и сохранения природного и культурно-исторического наследия, ЦПИ РГО объединяет представителей самых разных профессий: историков, археологов, реставраторов,

водолазов, океанологов и многих других. Они выполняют и контролируют весь цикл — от поисков информации в архивах до подъема артефактов, их консервации и музеефикации.

Найденный корабль «Архангел Рафаил» был построен в 1693 году в городе Любек (Германия). С грузом контрабанды на борту торговое судно погибло в ноябре 1724 года в акватории Березовых островов (Финский залив, Выборгский район Ленинградской области). Корпус судна вмерз в лед. В результате дрейфа ледового поля судно протало над мелководной каменистой банкой, оно получило пробоину в днище и затонуло у подножия банки. Обнаруженный в 2003 году корабль был признан ценным историческим объектом и даже включен в список 100 наиболее ценных подводных памятников Балтики.

В 2014 году начались работы по проекту подводных раскопок объекта. За несколько сезонов полномасштабных подводных исследований археологи в процессе размыва грунта нашли и подняли большое количество артефактов. Спустя 300 лет после гибели «Архангел Рафаил» удивляет нас количеством и разнообразием артефактов. Это более сотни удивительным образом сохранившихся предметов, относящихся к грузу корабля, деталям такелажа, предметам быта, личным вещам и даже продуктам питания экипажа.

Подводная экспедиция 2017 года

В 2017 году водолазы-исследователи ЦПИ РГО в числе других предметов нашли под тушкой потрошеного угря в смеси ила и песка фрагмент бумажного листа с текстом (см. рис. 1а). Когда непонятный комок с частью грунта и тушкой угря подняли на поверхность и начали разбирать, стало явным, что это уникальная находка — печатная книга на немецком языке. При первичном рассмотрении текстовых строк бумажного фрагмента и их переводе была выявлена его принадлежность к изданию

Рис. 1а. Листы книги Библия Лютера. Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла, XVII век. Съемка под водой. Из архива ЦПИ РГО



Библии Лютера, напечатанной в Германии в начале XVII века (см. рис. 1б).

Чудом сохранившуюся Библию, пролежавшую 300 лет под водой, необходимо было срочно спасать. Для проведения соответствующих исследовательских и реставрационных мероприятий специалисты ЦПИ РГО обратились во Всероссийский художественный научно-реставрационный центр имени академика И. Э. Грабаря. Чтобы найти единственный и правильный путь сохранения такого уникального артефакта, специалист археолог-реставратор, водолаз-исследователь Прохоров Роман Юрьевич и художник-реставратор высшей категории Мымрина Евгения Владимировна на всех этапах работали при постоянном тесном сотрудничестве. В результате, переосмыслив стандартные подходы к реставрации и аккумулировав опыт археологов-водолазов, была разработана индивидуальная программа проведения реставрационных мероприятий.

На первом этапе объект, длительное время находившийся в соленой воде, был поднят на сушу и оперативно подвергнут первичной очистке (отделение тушки потрошеного угря и удаление первого слоя песчано-глинистых отложений), проведенной в хорошо оборудованных условиях полевой лаборатории ЦПИ РГО. После первой «расчистки» книга представляла собой единую массу сцементированных между собой бумажных листов в смеси песка, ила, зерна и др. Переплет отсутствует. Стало очевидно, что уцелевшая часть книги сохранилась благодаря нанесенным песчаноглинистым отложениям, качеству бумаги и особым свойствам балтийской воды. Балтийская вода обладает свойствами природного консерванта — темная, малосоленая, практически круглогодично холодная с минимальным



Рис. 1б. Листы книги Библия Лютера. Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла, XVII век. Объект после подъема (листы книги расположены на потрошеном угре). Из архива ЦПИ РГО

поступлением кислорода. Как оказалось на практике, именно такая среда способствует сохранению артефактов не только из металла, древесины, но и ткани, и даже бумаги.

Для временного хранения сохранившуюся часть книжного блока Библии поместили в специальный бокс с 10% раствором изопропилового спирта и затем в холодильной камере доставили реставраторам.

Проведенный комплекс естественнонаучных исследований позволил определить реставрационную концепцию, сочетающую в себе применение как традиционных, так и современных методов реставрации.

Выбор метода просушивания и разделения сцементированного книжного блока на отдельные листы — самая важная и сложная

проблема, с которой столкнулись специалисты, не имеющие права на ошибку. Работа с таким уникальным артефактом — единичный и неординарный случай реставрации, не имеющий аналогов и опыта решения данной проблемы. В результате, учитывая специфику, решено было отказаться от высушивания книжного блока в вакуумно-сублимационной камере. Разделение книжных листов проводилось в специальном резервуаре с водой, который по размерам соответствовал размерам книжного блока и давал возможность свободно перемещать бумажные листы при их раскрытии непосредственно в воде (во всех направлениях). Подобно археологам, реставраторы аккуратно, с соблюдением особой осторожности, при помощи специальных инструментов и кистей удаляли чужеродные наслоения и, распрямляя сильно деформированные страницы, в том числе и с большими утратами, постепенно раскрывали листы до середины каждой тетради (см. рис. 1в). В процессе раскрытия листов обнаружались двойные шнуры и льняные нити шитья книжного блока, которые были демонтированы, а оригинальная схема шитья зафиксирована графически. Далее каждый лист по отдельности просушен на подложке из фильтровальной бумаги и холлтекса на сушильной сетке.

После разделения книжных листов и их просушивания стал явным объем механических повреждений (деформация, изломы, разрывы, утраты, прорывы), а также различного рода загрязнений, особенно интенсивных жировых пятен. Но в целом остается удивительным тот факт, что бумага, пролежав 300 лет под водой, практически не утратила своих качеств и свойств. Бумага книжного блока очень хорошего качества — льняное волокно, а печатная краска имеет крепкую связь с бумажной основой. Размер бумажного листа примерно 95 × 155 мм, от объема всей книги уцелело 57 листов и несколько небольших фрагментов.

Удаление многочисленных поверхностных наслоений и загрязнений проведено механически, комбинированным способом в зависимости от их вида и состояния основы — по-сухому или во влажном состоянии. В основном работа велась под микроскопом или при помощи бинокулярной лупы. Но мельчайшие чужеродные частицы песка и грязи, глубоко вошедшие в структуру бумажной основы, таким образом обработке не поддавались. В процессе поиска решения данной проблемы была проведена работа по изучению возможности применения ультразвуковой ванны. В реставрационной практике разработаны многочисленные



Рис. 1в. Листы книги Библия Лютера. Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла, XVII век. В процессе реставрации (промывка и удаление загрязнений). Из архива ЦПИ РГО

методы обработки ультразвуком. Они хорошо зарекомендовали себя и нашли самое широкое применение при реставрации предметов из металла и не только. Также имеются данные о положительных результатах использования бытовых УЗ-источников для интенсификации процессов очистки бумаги от загрязнений. Экспериментальная часть проводилась с применением ультразвуковой ванны «Сапфир-22,0 ТТЦ» путем очистки образцов бумаги, идентичной исследуемой, как в воде, так и в различных очищающих составах. В результате проделанной работы установлено: очистка с применением ультразвука дает более качественный результат. Происходит размягчение плотных глубинных загрязнений, которые затем легко удаляются, при этом не оказывая отрицательного воздействия на механическую прочность бумаги. Также использование ультразвуковой ванны целесообразно для увеличения эффективности обессоливания листов.

Таким образом, полной очистки бумажной основы листов книжного блока от поверхностных загрязнений удалось достичь сочетанием ручной механической обработки с применением ультразвука по отработанной на экспериментальных образцах методике.

В соответствии с природой происхождения жировых пятен для их удаления были подобраны химические реактивы, которые растворяли жировую пленку пятен с выведением продуктов распада на фильтровальную бумагу. Наиболее интенсивные жировые пятна в процессе обработки значительно ослабли, но были выведены

не до конца. Их дальнейшую обработку решили прекратить ввиду нецелесообразности и уязвимости обрабатываемых мест.

Каждый книжный лист промывает в кювете с водно-спиртовым раствором и затем с дистиллированной водой под контролем pH. Но не все листы после разделения находились в удовлетворительном состоянии сохранности. Некоторые из них были сильно руинированы и требовали отдельного подхода, исключающего проведение довольно длительных водных мероприятий. Все реставрационные процессы с такими листами и фрагментами проводились на вакуумном столе с использованием камеры отдаленного увлажнения (см. рис. 1г, 1д). Встроенные цифровые датчики позволяют остановить реставрационный процесс на любом этапе, что делает его наиболее контролируемым.

Подклеивание листов осуществлялось в несколько этапов. Книжный лист предварительно увлажнялся из мелкодисперсного пульверизатора 0,3% водным раствором метилцеллюлозы. Разрывы совмещались по волокну и в соответствии с текстовыми строками с последующим укреплением их японской реставрационной бумагой 6 г/м². Восполнение утрат основы выполнено методом долива бумажной массы на вакуумном столе с подсветкой (стол низкого давления). Бумажная масса была предварительно изготовлена из бумаги по цвету и качеству близкой оригинальной. Сильно руинированные участки фрагментарно укреплены дублированием на японскую реставрационную бумагу 6 г/м².

При проведении прессования листов особое внимание уделялось проблеме сохранения фактуры аутентичной тряпичной бумаги, а также хорошо прочитываемой фактуры напечатанных литер — букв. Листы отпрессованы между сукнами под небольшим давлением и выдержаны до полной стабилизации.

После удаления излишков реставрационной бумаги листы книжного блока сфальцованы и скомплектованы в тетради. Проведена консервация нитей шитья и шнуров. Для хранения изготовлена архивная коробка из бескислотного картона. Уникальный артефакт спасен и стал доступен для исследования. По результатам первых изучений уже можно точно утверждать, что сохранившаяся часть книги относится к Библии Лютера, Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла (см. рис. 1е).



Рис. 1г. Листы книги Библия Лютера. Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла, XVII век. Восполнение утрат методом долива бумажной массы на вакуумном столе. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 1д. Реставраторы Мымрина Е. В. и Прохоров Р. Ю. в процессе работы в камере отдаленного увлажнения. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 1е. Листы книги Библия Лютера. Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла, XVII век. После реставрации. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 2а. Псалтырь 1692 г. Книга после подъема (верхняя переплетная крышка, титульный лист). Из архива ЦПИ РГО



Рис. 2в. Псалтырь 1692 г. Книга после подъема (передний обрез). Из архива ЦПИ РГО

Подводная экспедиция 2019 года

Во время подводных раскопок 2019 года водолазы нашли книгу в кожаном переплете. По отработанной в 2017 году методике книгу поместили в специальный бокс в водно-спиртовой раствор и в холодильную камеру. Затем из Санкт-Петербурга доставили в Москву реставратору в ВХНРЦ им. ак. И. Э. Грабаря. При поступлении на реставрацию книга представляла собой единую массу сцементированных бумажных листов в смеси песка, ила, зерна и др. Было установлено, что переплет книги цельнокожаный (из кожи черного цвета) с хорошо прочитываемым блинтовым тиснением, переплетные крышки — деревянные, имеется частично сохранившиеся элементы металлических замков, книжный блок состоит из листов тряпичной бумаги и сшит на трех льняных шнурах. Также сохранился один каптал, сшитый льняными нитками на полоске кожи. Переплет книги отходил от книжного блока. (см. рис. 2а, 2б, 2в, 2г).



Рис. 2б. Псалтырь 1692 г. Книга после подъема (нижняя переплетная крышка, последний лист книги). Из архива ЦПИ РГО



Рис. 2г. Псалтырь 1692 г. Книга после подъема (верхняя переплетная крышка, блинтовое тиснение). Из архива ЦПИ РГО

На первом этапе проведен демонтаж — переплет отделен от книжного блока. Верхняя переплетная крышка была отделена в процессе бытования, а шнуры, зафиксированные на нижней переплетной крышке, отделены от деревянной основы при помощи плоского бамбукового шпателя. Отделение проходило без затруднений, так как клей находился в набухшем



Рис. 2д. Псалтырь 1692 г. Книга в процессе промывки. Из архива ЦПИ РГО

состоянии и частично был вымыт. Аналогично отделено переплетное кожаное покрытие. Демонтированы и сильно поврежденные первая и последняя тетради книжного блока.

Далее все реставрационные процессы проводились с каждым составным элементом книги по отдельности (параллельно): листы книжного блока, деревянные крышки, переплетное кожаное покрытие, металлические замки.

В процессе осмотра и раскрытия листов было зафиксировано удовлетворительное состояние сохранности нитей шитья. Было принято решение после разделения книжных листов, удаления загрязнений и промывки каждого листа провести процесс просушивания листов книжного блока, не разбирая книгу на отдельные тетради и листы, сохранив нити шитья (см. рис. 2д). Конвективная сушка сочеталась с диффузионной путем прокладывания книжных страниц фильтровальной бумагой. При обращении с книгой требовалась предельная внимательность и исключительная осторожность при постоянном контроле за состоянием бумажной основы. Осуществление воздушной сушки проведено в сухом, чистом помещении с организованной циркуляцией воздуха. Температура и относительная влажность воздуха контролировалась при помощи логгеров-датчиков. Книгу поместили на адсорбирующую подложку на горизонтальную поверхность, каждые 10–15 листов книги, начиная с конца, проложили фильтровальной бумагой и листами бумаги с высокой гигроскопичностью. Замена фильтровальной бумаги

на чистую проводилась неоднократно (часто), группируя листы по-разному. Когда книга была уже сухая, но еще холодная на ощупь, ей аккуратно придали соответствующую форму (с выпуклым корешком и вогнутым наружным обрезом), положив на поверхность стола, закрыв все листы книжного блока и поместив под легкий груз. Стабилизация просушенного книжного блока под местным прессом при систематическом контроле за состоянием книги. Только после кондиционирования и тщательного осмотра высушенного книжного блока проведены дальнейшие реставрационные мероприятия (см. рис. 2е). Подобранный способ просушивания позволяет остановить процесс сушки на любом этапе, что делает его наиболее контролируемым.



Рис. 2е. Псалтырь 1692 г. Книжный блок после просушивания. Из архива ЦПИ РГО

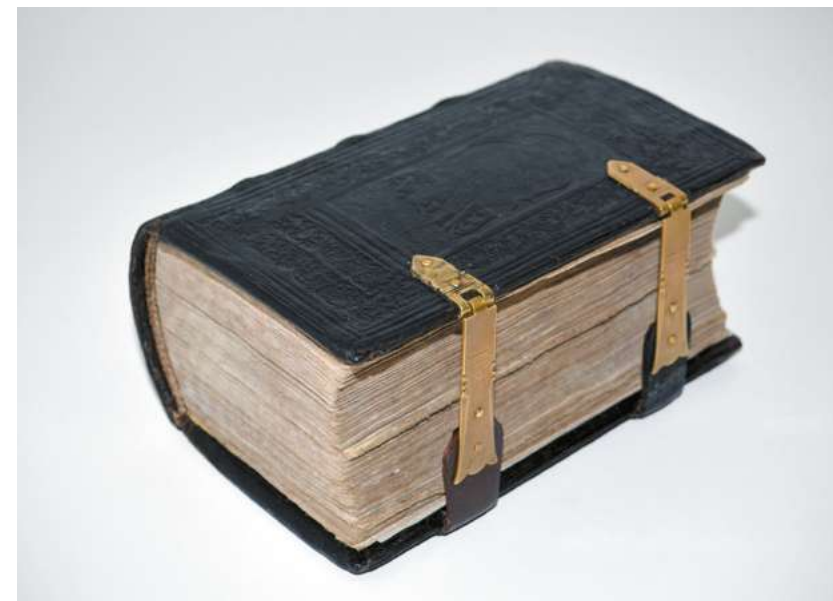


Рис. 2ж. Псалтырь 1692 г. Книжный блок после просушивания (корешок). Из архива ЦПИ РГО

Подклейка разрывов, укрепление изломов и восполнение утрат проводились поэтапно непосредственно в книжном блоке. Восстановление форзацев, листов первой и последней тетрадью осуществлялось методом классической реставрации бумажной основы.

В результате проведенных мероприятий книжный блок просушен, устранены механические повреждения, при этом сохранена аутентичная фактура/текстура тряпичной бумаги, а также хорошо прочитывается фактура/рельеф напечатанных литер — букв и рисунка гравюр.

Затем шнуры шитья были наращены до необходимой длины с последующей подшивкой форзацев первой и последней тетрадью к книжному блоку. Скомплектованный книжный блок поместили в переплетные тиски и обработали корешок (сформирован, проклеен, просушен) (см. рис. 2ж).

Способ реставрации деревянных крышек был подобран в соответствии с методикой реставрации мокрого археологического дерева. Проведена очистка от поверхностных загрязнений. Далее в течение недели проводилось высушивание путем помещения в раствор с изопропиловым спиртом постепенно повышающей концентрации 30/70/100. Затем в течение двух дней сушка в ацетоне с последующей пропиткой и укреплением в растворе Paraloid B72 с ацетоном и толуолом 15%. Обработанные деревянные крышки выдержаны между сукнами под местным прессом. После полной стабилизации переплетные крышки монтированы

на книжный блок. Распущенные веерообразно шнуры выклеены с внутренней стороны переплетных крышек при помощи мучного клея 10% концентрации с последующим наклеиванием оригинального бумажного фальца, перекрывающего шнуры.

Проведена реконструкция утраченного каптала по аналогии с сохранившимся — каптал сшит на кожаной полоске льняными нитями. Капталы монтированы (приклеены) на корешок книги, на прежние места с заходом на переплетные крышки. Изготовлен и монтирован реставрационный отстав, имитирующий глухой корешок с проработкой и формированием рельефа корешка.

Методика консервационных работ по сохранению переплетного покрытия (кожи) включала в себя следующие этапы: подготовка (очистка), пропитка (укрепление и закрепление), сушка путем вымораживания, смазка. После деликатного механического снятия с поверхности легко удаляемых загрязнений переплетная кожа была полностью погружена в кювету с раствором низкомолекулярного полиэтиленгликоля ПЭГ 400 с изопропиловым спиртом 10% концентрации с последующей сменой на раствор 20% концентрации. Обработка проводилась в течение трех недель, кожа приобрела первичное размягчение и пластификацию. Завершающим этапом консервации кожи стала сушка вымораживанием (глубокая заморозка) в морозильной камере с последующим нанесением на третьей неделе сушки жирующей смазки (ланолин 55%, вазелиновое масло 40%, пчелиный воск 5%).



Рис. 2и. Псалтырь 1692 г.
Книга после реставрации. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 2к. Псалтырь 1692 г. Книга после реставрации
(нижняя переплетная крышка). Из архива ЦПИ РГО



Рис. 2л. Псалтырь 1692 г. Книга после реставрации (книжный разворот). Из архива ЦПИ РГО



Рис. 3а. Книга 9 x 5 см
в процессе реставрации.
Из архива автора

Излишки смазки удаляли фильтровальной бумагой и ватными тампонами, заодно убирали дополнительно размягченные загрязнения. Все процессы проводились при переменном легком прессовании. Применение метода пластификации с использованием полиэтиленгликоля позволило провести процесс возвращения коже пластичности с максимальной эффективностью.

После обработки проведен монтаж оригинальной кожи на переплетные крышки и корешок. Небольшие утраты были восполнены кожей, схожей по качеству (фактуре и цвету) с оригинальной, предварительно края были утоньшены шерфовальным ножом.

В соответствии с сохранившимися элементами замков и оттиска изготовлены новые латунные замки и кожаный ремень (реконструкция). Замки монтированы на переплетные крышки книги. С внутренней стороны переплетных крышек выклеены оригинальные форзацы. Книга выдержана в сухих с прокладочным материалом между форзацами и книжным блоком под местным грузом до полного высыхания (см. рис. 2и, 2к, 2л). Дополнительно на кожаный корешок нанесена консервационная смазка. Перед нанесением проведено предварительное тестирование. Необходимое количество состава разогревалось на кожаный корешок с последующим втиранием. Втирание состава выполнено интенсивно, добиваясь разогрева поверхности кожи и равномерного нанесения консервационного состава (CIR213).

Подводная экспедиция 2020 года

Во время подводных раскопок 2020 года водолазы нашли еще два объекта на бумажной основе: 1) книга «малая» и 2) книга в пергаментном переплете «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Объекты находятся в процессе реставрации. «Малая» книга размером 10 x 5 см (толщина книжного блока будет определена после завершения реставрации листового материала) поступила на реставрацию без переплета. На данный момент «малая» книга разобрана на тетради и листы, промыта от загрязнений, реставрация листового материала подходит к завершению, состояние артефакта стабилизировано (см. рис. 3а). Но нам еще предстоит работа по атрибуции книги и выявлению аналогичных изданий. Также необходимо определить способ шитья книжного блока и решить вопрос о возможности и целесообразности



Рис. 3б. Книга 9 x 5 см, листы после реставрации. Из архива ЦПИ РГО

восстановления (реконструкции) утраченного переплета. При принятии столь важного решения мы будем руководствоваться принципами минимального вмешательства в структуру объекта. Предположительно, будет проведено восстановление шитья книжного блока (с дополнительной защитой первого и последнего листов книжного блока листами тряпичной бумаги). В таком виде издание можно хранить в микроклиматическом контейнере из бескислотного картона. А выявленные аналоги будут только информационно дополнять общее представление о предполагаемом первоначальном облике книги.

Особый интерес представляет книга в пергаменном переплете «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи». Напечатано издание в Гамбурге наследником Филиппа фон Ора Генрихом Карстенсом в 1610 году. При поступлении на реставрацию книга находилась в руинированном состоянии сохранности (раскрытие книги на 360°). Листы книги были усыпаны зерном и песчано-глинистыми загрязнениями, а также имелись многочисленные механические повреждения (см. рис. 4а, 4б, 4в, 4г, 4д, 4е, 4ж, 4з, 4и). Тонкие деревянные переплетные крышки были покорежены, местами расколоты, а пергамен интенсивно деформирован. На данный момент проведена кропотливая работа по разбору книги. Частично отреставрирован листовой материал. Значительное количество утрат бумажной основы восполняется методом долива бумажной массы на вакуумном столе. Большое внимание уделяется подбору волокна и расчету необходимого количества бумажной массы. При реставрации листов книжного блока важно контролировать объем восполняемых утрат, чтобы избежать образования неравномерных перепадов толщины книжного блока (например, на углах). По отработанным методикам стабилизировано состояние деревянных переплетных сторон и пергамены. В процессе проведения реставрационных мероприятий на полях некоторых листов были выявлены удивительным образом сохранившиеся рукописные маргиналии (см. рис. 4к) и монограмма NB, выполненные чернилами коричневого цвета. На некоторых листах прочитываются филигранные, которые зафиксированы графически с учетом расположения на листе и относительно верха и понтоузо (см. рис. 4л). Реставрацию книги планируется завершить в 2023 году, и книга станет доступна исследователям для расшифровки маргиналий и уточнения атрибуции по филиграммам.



Рис. 4а. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Книга после подъема. Из архива автора



Рис. 4б. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Книга в боксе для транспортировки в реставрационную лабораторию. Из архива автора



Рис. 4в. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Титульный лист до реставрации. Из архива ЦПИ РГО

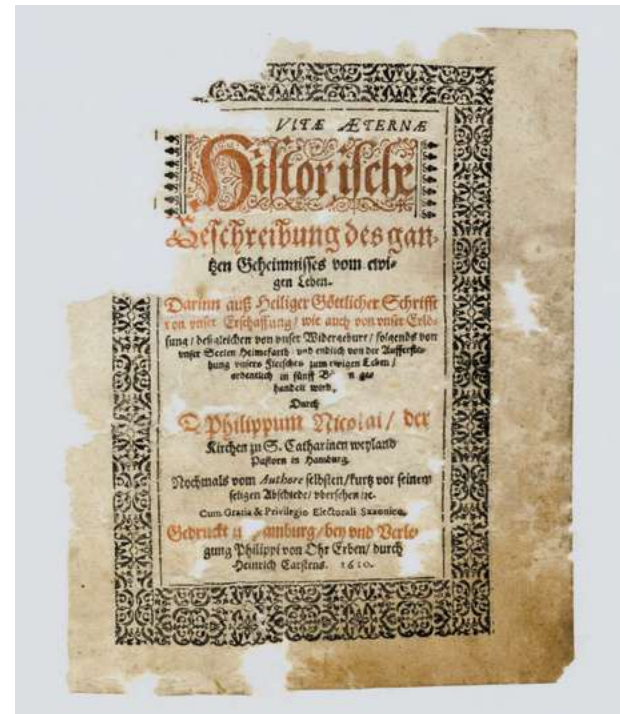


Рис. 4г. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Титульный лист в процессе реставрации. Из архива автора

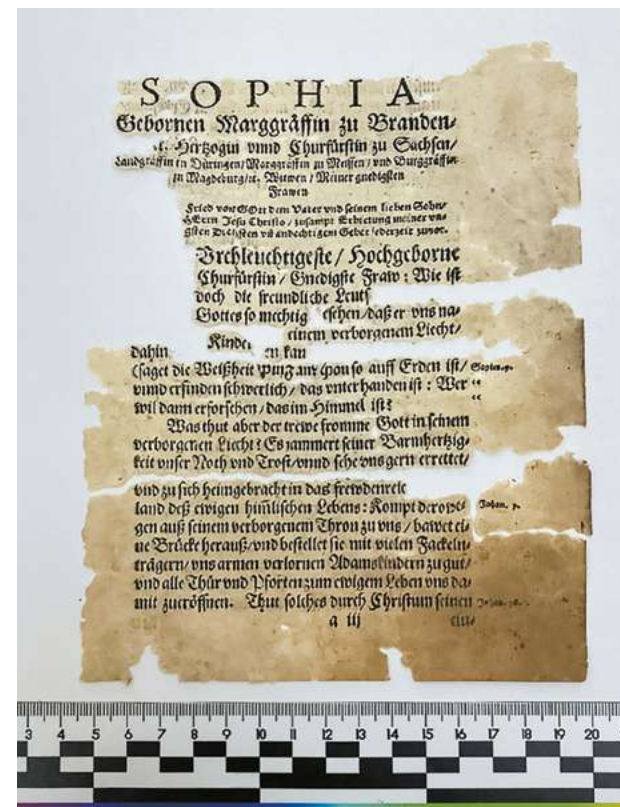


Рис. 4е. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Лист all в процессе реставрации. Из архива автора

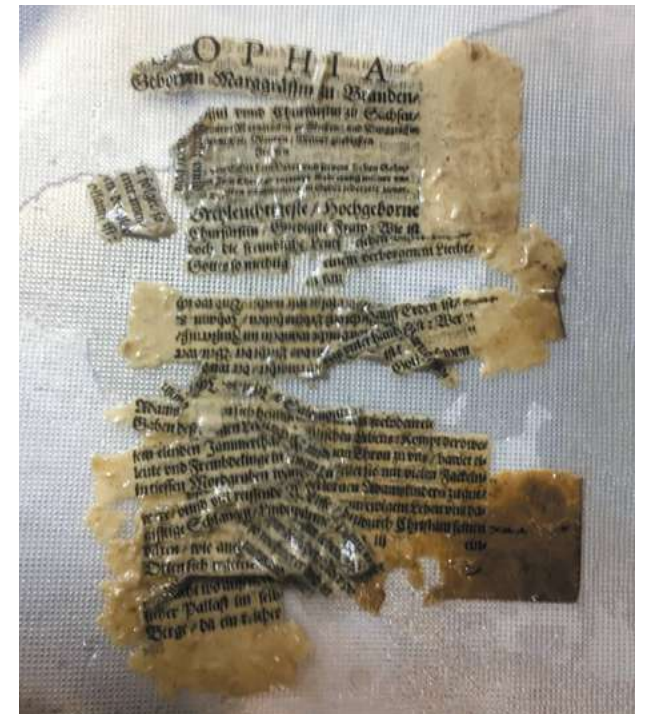


Рис. 4д. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Лист all до реставрации. Из архива автора



Рис. 4ж. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Лист all после реставрации. Из архива автора



Рис. 4з. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Книжные листы после реставрации. Из архива автора

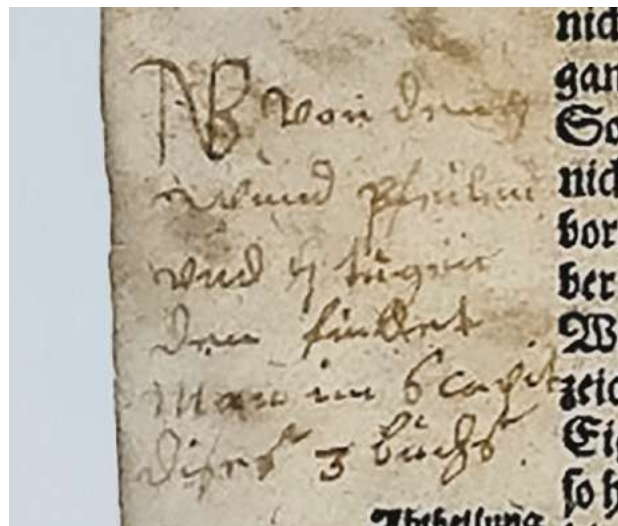


Рис. 4и. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Титульный лист до реставрации. Из архива ЦПИ РГО

Отреставрированные объекты подводной археологии на бумажной основе — книжные страницы Библии Лютера (Новый Завет: Второе послание к Коринфянам святого апостола Павла) и Псалтырь 1692 г. в кожаном переплете — переданы на постоянное хранение в Музей истории Кронштадта и введены в научный оборот. Они периодически экспонируются на выставках и являются жемчужиной коллекции выставочного проекта «Три века под водой». Проводится постоянный мониторинг их состояния сохранности. По прошествии 5 лет после проведенных первых реставрационных работ можно отметить, что разработанная методика соответствует предъявляемым к ней требованиям и книги находятся в стабильном состоянии сохранности. Благодаря совместным усилиям специалистов Центра подводных исследований Русского географического общества и реставраторов Всероссийского художественного научно-реставрационного центра им. акад. И. Э. Грабаря уникальные артефакты спасены и стали доступны для дальнейшего исследования и экспонирования.



Рис. 4к. Книга «Историческое описание всей тайны вечной жизни... Д. Филипп Николаи» 1610 г. Титульный лист до реставрации. Из архива ЦПИ РГО

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова Н. В., Бегунова А. В., Курганов Н. С. Консервация керамических объектов подводной археологии из акватории Финского залива (на примере объектов, поднятых с судна «Архангел Рафаил») [Эл. ресурс]. URL: <http://hdl.handle.net/11701/31118> (посл. посещение: 10.03.2023).
2. Галушкин А. А., Левашова Л. Г., Ткаченко Т. С., Шепилова Е. М. Исследование интенсификации технологических процессов реставрации документов, проводящихся с применением воды и водных растворов химических реагентов с помощью ультразвуковых динамических колебаний // Исследования в консервации культурного наследия: Материалы международной конференции. М.: Индрик, 2007. С. 84–91.

3. Галушкин А. А., Левашова Л. Г., Ткаченко Т. С., Шепилова Е. М. Использование ультразвука при водных обработках бумаги документов // Збереження, дослідження, консервація, реставрація та експертиза музейних пам'яток: наукові доповіді VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 27–30 травня 2008 р.). Київ: НДРЦУ, 2008. Ч. I. С. 34–43.
4. Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. Ч. 1. 205 с.
5. Мымрина Е. В. Мастерская реставрации графики Центра Грабаря: история и современность // Искусство Евразии. 2018. № 4 (11). С. 192–212 [Эл. ресурс]. URL: <https://eurasia-art.ru/art/article/view/391/523> (посл. посещение: 13.02.2023). DOI: 10.25712/ASTU.2518-7767.2018.04.014
6. Мымрина Е. В., Прохоров Р. Ю. Три века под водой. Спасение, исследование и реставрация затонувшей Библии // Сохранение памятников изобразительного искусства и культуры. Исследования и реставрация. Материалы III Международной научно-практической конференции: Санкт-Петербург, 16–19 ноября 2018 г. / науч. ред. Ю. Г. Бобров; сост. А. И. Шаманькова. СПб.: Чистый лист, 2019. С. 161–165.
7. Шемаханская М. С. Металлы и вещи: История. Свойства. Разрушение. Реставрация. М.: Индрик, 2015. 286 с.
8. Окорочков А. В., Бабекин Д. В. Подводное культурное наследие: изучение, сохранение, музеефикация. М.: Институт наследия, 2017. 308 с.
9. Центр подводных исследований РГО. Экспедиция «Архангел Рафаил» [Эл. ресурс]. URL: <https://raphail.urc-rgs.ru> (посл. посещение: 12.03.2023).
10. Lösungsmittel in Der Restaurierung / Hrsg. von Gerhard Banik und Gabriela Krist. Wien: Verlag Der Apfel, 1984. 170 S.
11. Hähner U., Zeisler P. Salzschäden an Buchbeständen // Restauro. 1994. № 3. S. 166–169.
12. Kuttruff H. Physik und Technik des Ultraschalls. Stuttgart: S. Hirzel Verlag, 1988. 415 S.
13. Sorge G. Faszination Ultraschall. Stuttgart; Leipzig; Wiesbaden: Verlag B. G. Teubner GmbH, 2002. 120 S.

REFERENCES

1. Borisova, N. V., A. V. Begunova, and N. S. Kurganov. *Konservaciya keramicheskix ob'ektov podvodnoj arxeologii iz akvatorii Finskogo zaliva (na primere ob'ektov, podnyatyx s sudna "Arxangel Rafail")* [Conservation of Ceramic Objects of Underwater Archeology from the Waters of the Gulf of Finland (On the Example of Objects Recovered from the Ship "Archangel Raphael")] [Digital resource]. URL: <http://hdl.handle.net/11701/31118> (last visit: 10.03.2023). (In Russ.)
2. Galushkin, A. A., L. G. Levashova, T. S. Tkachenko, and E. M. Shepilova. "Issledovanie intensivatsii tekhnologicheskix processov restavratsii dokumentov, provodyashixsya s primeneniem vody i vodnyx rastvorov khimicheskix reagentov s pomoshh'yu ul'trazvukovykh dinamicheskix kolebaniy" ["Investigation of the Intensification of Technological Processes of Restoration of Documents Carried out with the Use of Water and Aqueous Solutions of Chemical Reagents Using Ultrasonic Dynamic Vibrations"]. *Issledovaniya v konservatsii kul'turnogo naslediya: Materialy mezhdunarodnoj konferencii* [Research in the Conservation of Cultural Heritage: Proceedings of the International Conference]. Moscow, Indrik Publ., 2007, pp. 84–91. (In Russ.)
3. Galushkin, A. A., L. G. Levashova, T. S. Tkachenko, and E. M. Shepilova. "Ispol'zovanie ul'trazvuka pri vodnykh obrabotkax bumagi dokumentov" ["The Use of Ultrasound in Water Processing of Paper Documents"]. *Zberezhennya, doslidzhennya, konservaciya, restavraciya ta ekspertiza muzejnix pam'yatok: naukovi dopovidi VI Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii* (m. Kiiv, 27–30 travnya 2008 r.) [Conservation, Research, Restoration and Expertise of Museum Monuments: Scientific Reports of the VI international Scientific and Practical Conference (Kiev, May 27–30, 2008)], part 1. Kiev, National Research Restoration Center of Ukraine Publ., 2008, pp. 34–43. (In Russ.)
4. Lukoshkov, A. V. *Reestr korablej i drugix ob'ektov podvodnogo istoriko-kul'turnogo naslediya Rossijskoj Federacii* [Register of Ships and Other Objects of the Underwater Historical and Cultural Heritage of the Russian Federation], vol. 1: Finskij zaliv [Gulf of Finland], book 1: Korabli i suda XVIII veka [Ships and Vessels of the 18th Century], part 1. St. Petersburg, BLIC Publ., 2017. 205 p. (In Russ.)
5. Mymrina, E. V. "Masterskaya restavratsii grafiki Centra Grabarya: istoriya i sovremennost'" ["Workshop for the Restoration of Graphics of the Grabar Center: History and Modernity"]. *Iskusstvo Evrazii*, no. 4 (11), 2018, pp. 192–212 [Digital resource]. URL: <https://eurasia-art.ru/art/article/view/391/523> (last visit: 13.02.2023). DOI: 10.25712/ASTU.2518-7767.2018.04.014 (In Russ.)
6. Mymrina, E. V., and R. Yu. Prokhorov. "Tri veka pod vodoj. Spasenie, issledovanie i restavraciya zatonshej Biblii" ["Three Centuries under Water. Salvation, Research and Restoration of the Sunken Bible"]. *Soxranenie pamyatnikov izobrazitel'nogo iskusstva i kul'tury. Issledovaniya i restavraciya. Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Sankt-Peterburg, 16–19 noyabrya 2018 g.* [Preservation of Monuments of Fine Arts and Culture. Research and Restoration. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference: St. Petersburg, November 16–19, 2018], scientific ed. Yu. G. Bobrov, comp. A. I. Shaman'kova. St. Petersburg, Chistyj list Publ., 2019, pp. 161–165. (In Russ.)

7. Shemaxanskaya, M. S. *Metally i veshhi: Istoriya. Svoystva. Razrushenie. Restavratsiya* [Metals and Things: History. Properties. Destruction. Restoration]. Moscow, Indrik Publ., 2015. 286 p. (In Russ.)
8. Okorokov, A. V., D. V. Babekin. *Podvodnoe kul'turnoe nasledie: izuchenie, soxranenie, muzeifikatsiya* [Underwater Cultural Heritage: Study, Preservation, Museumification]. Moscow, Likhachev Russian Research Institute for Cultural and National Heritage Publ., 2017. 308 p. (In Russ.)
9. *Centr podvodnykh issledovaniy RGO. E'kspeditsiya "Arxangel Rafail"* [Center for Underwater Research of the Russian Geographical Society. Expedition "Archangel Raphael"] [Digital resource]. URL: <https://raphail.urgs.ru> (last visit: 12.03.2023). (In Russ.)
10. *Lösungsmittel in Der Restaurierung*, Hrsg. von Gerhard Banik und Gabriela Krist. Wien, Verlag Der Apfel, 1984. 170 S. (In German)
11. Hähner, Ulrike, und Peter Zeisler. "Salzschäden an Buchbeständen." *Restauro*, no. 3, 1994. S. 166–169. (In German)
12. Kuttruff, Heinrich. *Physik und Technik des Ultraschalls*. Stuttgart, S. Hirzel Verlag, 1988. 415 S. (In German)
13. Sorge, Georg. *Faszination Ultraschall*. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, Verlag B.G. Teubner GmbH, 2002. 120 S. (In German)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Евгения Владимировна Мымрина, художник-реставратор произведений графики и книг высшей категории, член Союза художников России, член Секции архивных, библиотечных материалов и произведений графики Аттестационной комиссии Министерства культуры Российской Федерации, Всероссийский художественный научно-реставрационный центр имени академика И. Э. Грабаря (Россия, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 17, к. 6).
e-mail: schenia@inbox.ru

Поступила в редакцию 13.02.2023

Поступила после рецензирования 10.04.2023

Принята к публикации 03.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Evgeniya Vladimirovna Mymrina, Senior Art Conservator of Graphic Art and Books, Member of the Union of Artists of Russia, Member of the Section for Archival and Library Materials and Graphic Art of the Certification Commission of the Ministry of Culture of the Russian Federation, The Grabar Art Conservation Center (ul. Radio, d. 17, k. 6, Moscow, 105005, Russia).
e-mail: schenia@inbox.ru

Received 13.02.2023

Revised 10.04.2023

Accepted 03.05.2023

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ | TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

Оригинальная статья | Original paper

DOI:

УДК 626.021



ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЗРАЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОНСТРУКЦИИ ПРОЧНОГО КОРПУСА ОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

М. В. Кузьмичев ✉, С. Г. Фокин ✉

АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
✉ office@urc-rgs.ru

Аннотация

Статья посвящена анализу эксплуатационных особенностей обитаемых подводных аппаратов с прозрачным акриловым корпусом, достоинствам и недостаткам полимерного материала, обеспечивающего широкий угол кругового обзора, особенностям управления при маневрировании вблизи естественных препятствий и затонувших объектов, а также при переходах по глубине. Рассмотрены физико-механические свойства полимерного материала прозрачного прочного корпуса, формирующие требования не только к подготовке экипажа, но и к системам обитаемого подводного аппарата, а также техническому обслуживанию и комплексу дополнительных мер, предотвращающих локальные повреждения полиметилметакрилата. Проведена качественная оценка особенностей длительной работы внутри прозрачного прочного корпуса на глубине и их влияния на изменение психофизиологического состояния экипажа. Рассмотрены вопросы эргономики и компоновки оборудования внутри прозрачного обитаемого прочного корпуса, характерные особенности последнего, проявляющиеся как в ходе погружения, так и при размещении на палубе судна носителя или на твердом основании.

Ключевые слова

Прозрачный акриловый прочный корпус, угол кругового обзора, переход по глубине, движительно-рулевой комплекс, система управления.

Для цитирования

Кузьмичев М. В., Фокин С. Г. Эксплуатационные особенности прозрачных полимерных материалов, применяемых в конструкции прочного корпуса обитаемых подводных аппаратов // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, № 1–2. С. 117–125. DOI: <https://doi.org/>

OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF TRANSPARENT POLYMER MATERIALS USED IN THE CONSTRUCTION OF THE STURDY HULL OF MANNED UNDERWATER VEHICLES

M. V. Kuzmichev ✉, S. G. Fokin ✉

ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society,"
St. Petersburg, Russian Federation
✉ office@urc-rgs.ru

Abstract

The article examines the operational characteristics of manned underwater vehicles with transparent acrylic hulls, the advantages and disadvantages of a polymer material that provides a wide all-around viewing angle, and control features when maneuvering near natural obstacles and sunken objects and crossing at depth. The physical and mechanical properties of a transparent durable hull's polymer material are considered, establishing the requirements not only for crew training but also for manned underwater vehicle systems, maintenance, and a set of additional measures to prevent local damage to polymethyl methacrylate. The effects of long-term work inside a sturdy, transparent hull at depth on the crew's psychophysiological state were assessed qualitatively. The issues of ergonomics and equipment layout inside the transparent, sturdy manned hull, its characteristic features manifested during diving, as well as placement on the deck of the carrier vessel or on solid ground, were examined.

Keywords

Sturdy transparent acrylic hull, all-round viewing angle, crossing at depth, propulsion and steering system, control system.

For citation

Kuzmichev, M. V., and S. G. Fokin. "Operational Characteristics of Transparent Polymer Materials Used in the Construction of the Sturdy Hull of Manned Underwater Vehicles." *Hydrocosmos*, vol. 1, no. 1–2, 2023, pp. 117–125. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

В ходе развития подводной обитаемой техники и технологий ее постройки из неметаллических конструкционных материалов появились обитаемые подводные аппараты с прочными корпусами из прозрачного акрилового (органического) стекла¹. В настоящее время в разных странах эксплуатируется большое число таких аппаратов, используемых для подводных экскурсий, решения исследовательских и археологических задач. Кроме того, имеются разработки, осваиваемые в производстве под конкретного заказчика.

Основным преимуществом аппаратов с прозрачным акриловым корпусом является значительное увеличение зоны обзора и в 4–8 раз телесного угла, доступного для наблюдения всеми членами экипажа в сравнении с иллюминаторами металлического прочного корпуса. Кроме того, визуальное наблюдение через иллюминатор требует максимального приближения к нему и порой принятия неестественных поз в стесненных условиях ограниченного пространства. В то время как прозрачный корпус позволяет размещать внутри себя дополнительные источники света, крупногабаритную фото- и видеоаппаратуру, направляя ее в конкретное место съемки под различными углами. Также

имеется положительный опыт трехмерного сканирования сложного подводного рельефа с использованием специализированной системы фотофиксации.

Преимущества прозрачного прочного корпуса наиболее ярко проявляются в акваториях с хорошими показателями видимости под водой, что делает весьма привлекательным использование ОПА для проведения туристических экскурсий в местах с богатой флорой и фауной, затопленными объектами техногенного характера, природными образованиями и крупногабаритными предметами исторического наследия, покоящимися сравнительно неглубоко. Тем не менее доступные глубины погружения для ОПА с прозрачным акриловым корпусом уже достигли 1000 м, что заметно расширяет возможности их применения для выполнения подводно-технических работ, геологоразведки, поиска затонувших объектов, решения исследовательских задач и др. В таблице 1 приведены основные технические характеристики ОПА с акриловым прозрачным прочным корпусом.

Несмотря на объективную привлекательность оптических свойств прочного акрилового корпуса, его физико-механические характеристики в сравнительном отношении существенно уступают традиционно используемым металлическим конструкционным материалам, приведенным в таблице 2.

¹ Stachiw Jerry D. Handbook of Acrylics for Submersibles, Hyperbaric Chambers, and Aquaria. North Palm Beach: Best Publishing Company, 2003. 1080 p.

Табл. 1. Внешний вид и основные технические характеристики современных ОПА с прозрачным акриловым прочным корпусом

№ п/п	Производитель и модель ОПА	Внешний вид	Экипаж, чел	Предельная глубина, м	Скорость, уз	Масса, т
1	U-Boat Worx C Explorer 3		3	300	3	6,01
2	Triton 1000/2		2	305	3	3,10
3	Triton 1000/7		7	305	3	3,00
4	Triton 1650/3		3	500	3	4,00
5	Triton 3300/1 MD		1	1000	3	2,10
6	Triton 3300/3 MKII		3	1000	3	8,00
7	Nuytco Research Deep Worker 2000		1	600-1000	3	1,82
8	Nuytco Research Dual Deep Worker		2	600-1000	3	2,95
9	Aquatica Stingray 1000		3	304	3	7,46

Табл. 2. Основные физико-механические свойства конструкционных материалов, используемых для изготовления прочных корпусов ОПА

Характеристика	Титановый сплав ПТ-3В	Сталь конструкционная НУ 130	Полиметилакрилат (акриловое стекло)
Плотность, кг/м3	4453	7748	1190
Предел прочности (растяжение/сжатие), МПа	635/885	900 (предел текучести)	62/103
Модуль упругости, МПа	1,18	207000	2760
Предел текучести (сжатие)	590	900	103
Твердость по Брюнелю, МПа	103	250	180
Ударная вязкость, Дж/см2	103	88	7,8–12
Теплопроводность удельная, Вт/(м•К)	19,7	20	0,2–0,3

Низкий показатель ударной вязкости обуславливает хрупкость акриловых корпусов при сопоставимой прочности статически нагруженных конструкций, они менее стойки к ударным нагрузкам, имеют обоснованные предпосылки к образованию и развитию трещин, а также высокий риск возникновения катастрофических последствий при столкновении с подводным препятствием. Перечисленное выше накладывает особые требования к маневрированию ОПА в надводном и подводном положении, а также к его системам позиционирования и удержания в заданной точке, при этом безопасность плавания будет достигаться:

- высоким качеством подготовки пилотов-операторов ОПА;
- осторожным маневрированием вблизи навигационных препятствий;
- использованием пассивной защиты (естественным образом выступающих конструкций ОПА);

— использованием на ОПА приемистого движительно-рулевого комплекса², а также системы управления с элементами резервирования³;

— тщательным контролем состояния корпуса и его остаточного ресурса путем использования специальных средств и методик;

— соблюдением мер исключающих внутренние повреждения прочного акрилового корпуса (ограничение в использовании обуви, предметов, способных при неосторожности нанести внутренние повреждения, использование

² Бушуев А. В., Горда В. В., Кичко С. А., Куштан М. И., Лобынцев В. В., Фокин С. Г., Махинов В. Н. и др. Движитель подводного аппарата, Патент на промышленный образец № 136558, приоритет от 11.07.2022, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, Москва, 04.05.2023, Бюл. № 5; Бушуев А. В., Горда В. В., Кичко С. А., Куштан М. И., Лобынцев В. В., Фокин С. Г., Махинов В. Н. и др. Подруливающее устройство подводного аппарата, Патент на промышленный образец № 136557, приоритет от 11.07.2022, Федеральная служба по интеллектуальной собственности, Москва, 04.05.2023, Бюл. № 5.

³ Petrushin A. D., Lobyntsev V. V., Smachny V. Y., Fokin S. G. Inhabited Submarine's Electric Drive Control Automation. World of Transport and Transportation. 2021. Vol. 19, Issue 6. P. 148–153.

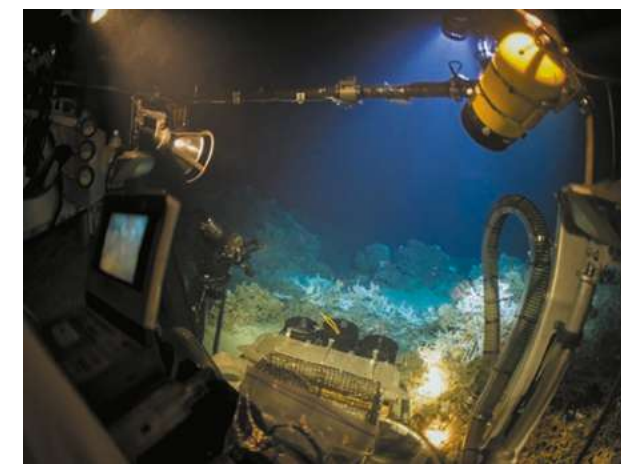


Рис. 1а, б. Вид из ОПА с оптическими искажениями. Из архива ЦПИ РГО

ножных упоров или других способов защиты от случайных ударов).

Следует учитывать, что твердость акрила существенно ниже, чем у других корпусных конструкционных материалов, поэтому критически возможная глубина царапин составляет 0,25 мм, а допустимое их число меньшей глубины нормируется на единицу площади боковой поверхности корпуса⁴.

В ходе визуального наблюдения изнутри прозрачного корпуса, представляющего собой погруженную в воду толстостенную сферическую линзу, возникают оптические искажения. Наиболее существенно они проявляются в направлениях, отличных от нормалей к поверхности сферы, при обзоре пространства в боковых и кормовых зонах. Оптические искажения наиболее выражены для наблюдателей, удаленных от фокуса сферы, вместе с тем совокупное восприятие видимого окружающего пространства является искаженным (см. рис. 1а, б). На фоне угловых искажений фиксируемые человеческим глазом дистанции и расстояния, как правило, существенно меньше реальных, что, в свою очередь, усложняет ориентацию в пространстве и повышает требования к уровню профессиональной подготовки экипажа. Также у прочного акрилового корпуса большой толщины возможно возникновение хроматической дисторсии, проявляющейся в виде радужных участков на границах наблюдаемых предметов, поэтому

⁴ Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy [Эл. ресурс]. URL: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/pvho-1-safety-standard-pressure-vessels-human-occupancy> (посл. посещение: 02.02.2023).



длительное плавание в таких условиях может вызывать у человека перенапряжение зрительного аппарата с развитием усталости, возникновением головной боли и пр., что, в свою очередь, накладывает дополнительные ограничения на физиологическую пригодность экипажа аппарата. Вместе с тем наличие возможности визуального ориентирования при помощи периферийного зрения, пусть даже с искаженным изображением, позволяет качественно повысить точность позиционирования и маневрирования аппарата под водой, особенно в условиях непосредственной близости (на расстоянии менее 3 м) от подводных объектов.

Перечисленные особенности прочного акрилового корпуса формируют высокие требования к процессу подготовки пилотов, адаптации их центральной нервной системы к эксплуатации ОПА в условиях оптических искажений, а также комбинированному использованию визуального наблюдения и аппаратных средств для оценки дистанции до объектов, например, с использованием гидролокатора, звуковизора, эхолота и пр.

Оборудование, размещаемое внутри прочного корпуса ОПА при проектировании и постройке, должно быть максимально исключено из зоны обзора, что, в свою очередь, может приводить к не самым удачным решениям с точки зрения типовых требований эргономики. Так, например, многие органы управления системами и устройствами находятся сбоку или сзади от оператора (см. рис. 2а, слева), часто применяются носимые малогабаритные пульты управления (см. рис. 2б, справа). Дисплеи и панельные станции также выносятся максимально вверх или



Рис. 2а, б. Элементы управления ОПА, размещенные в кормовой части. Из архива ЦПИ РГО

в стороны от направления основного обзора для обеспечения возможности использовать органы управления не глядя, «на ощупь», без переключения внимания от наблюдения за окружающим пространством и/или работой манипуляторного комплекса. В этой связи при создании перспективных обитаемых подводных аппаратов с более развитым набором автоматизированных средств управления и навесного оборудования следует учитывать факторы компоновки.

Вооруженность ОПА техническими средствами, предельно стесненные условия размещения оборудования и приборов внутри обитаемого объема, обеспечение доступности панелей управления заборным оборудованием и системами предъявляют высокие функциональные требования к органам управления, использованию развитых систем голосовых и звуковых сообщений, применению автоматических режимов движения и алгоритмов управления техническими средствами. Так, например, набор органов управления, интегрированных в универсальную рукоять (см. рис. 3), позволяет в разных режимах полноценно управлять движительно-рулевым комплексом и плавучестью ОПА, включая настройку автоматических режимов, а также использовать средства связи, манипуляторный комплекс, телеуправляемый аппарат и пр.

Немаловажное значение имеет размещение кресла оператора, положение которого не меняется в течение всего времени плавания (кампании) и не требует изменения рабочей позы. С одной стороны, это способствует удобству управления, с другой стороны, в некоторых ОПА наиболее удобные места обзора отведены пассажирам в ущерб

пилоту-оператору, что, безусловно, усложняет удобство и эффективность управления аппаратом, однако в полной мере реализует его экскурсионно-туристическое целевое назначение.

Из таблицы 1 следует, что теплопроводность полиметилметакрилата значительно ниже теплопроводности металлических корпусных материалов. Он обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, поэтому прямой отвод тепловыделений техногенного и антропогенного характера в окружающую морскую среду затруднен. В зависимости от глубины погружения и длительности кампании градиент температуры может приводить к образованию конденсата на внутренней поверхности прочного акрилового корпуса и способен привести к снижению видимости вплоть до полной ее потери. Последнее негативно может сказаться на обеспечении безопасности мореплавания и требует применения технических решений в составе системы жизнеобеспечения, направленных на поддержание микроклимата внутри обитаемого объема с использованием регулируемого принудительного обдува внутренней поверхности сферы.

Сферические акриловые корпуса имеют ограничения в скорости изменения перепада температур, действующих на корпус с внутренней и наружной поверхности, что связано с возможностью возникновения дополнительных термомеханических напряжений, влияющих на снижение общей их механической прочности. Таким образом, интенсивность перехода по глубине не должна выходить за допустимые пределы. В ряде случаев перед погружением требуется заблаговременное принудительное охлаждение корпуса

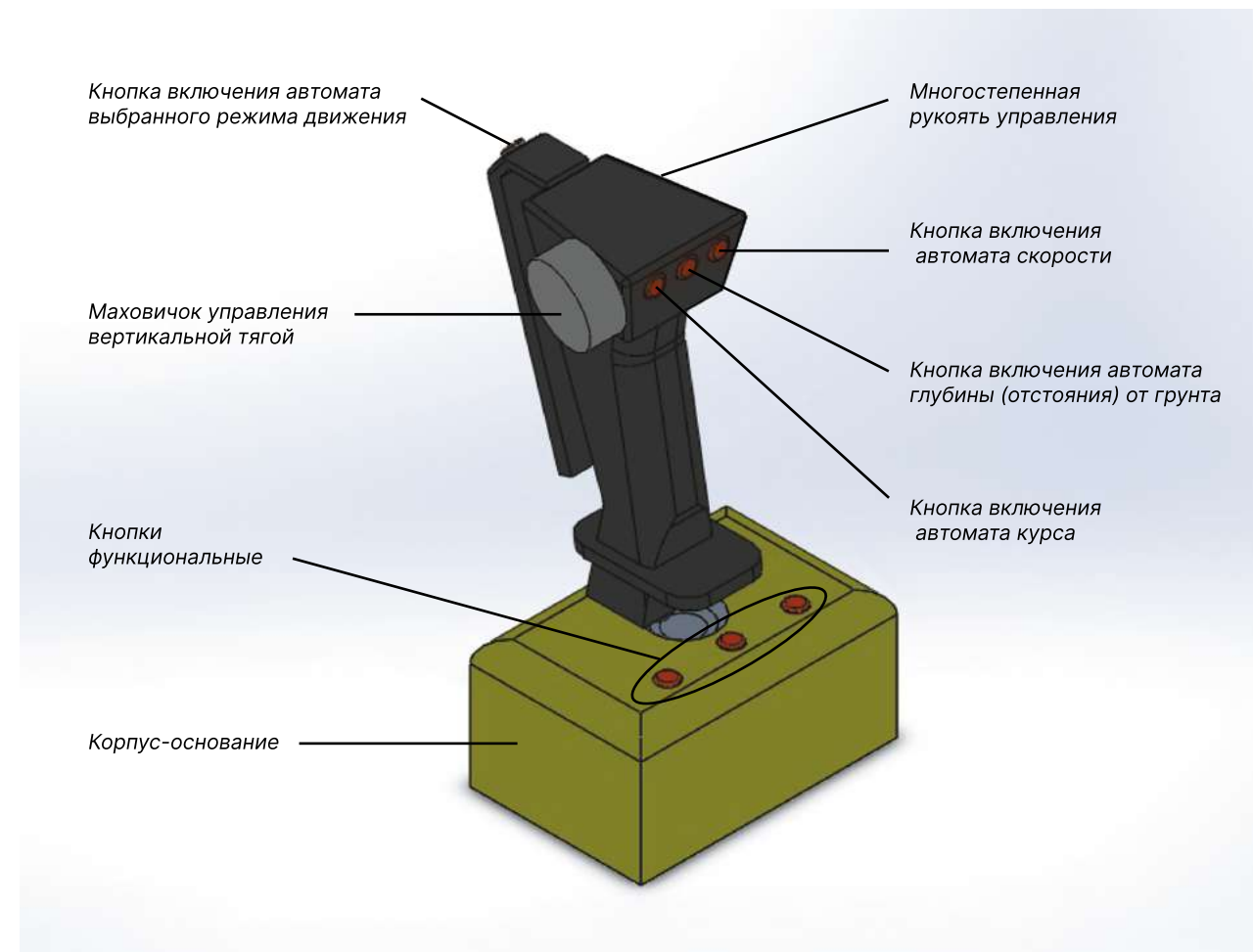


Рис. 3. Вид универсальной рукояти управления для перспективного ОПА (проект). Из архива ЦПИ РГО

вспомогательными средствами, что, в свою очередь, может приводить к образованию конденсата с ухудшением видимости на ранних стадиях погружения ОПА и только лишь подтверждает потребности в использовании средств регулируемого принудительного обдува в составе системы жизнеобеспечения.

Помимо необходимости принятия мер по защите акрилового корпуса от прямого воздействия солнечного излучения во время хранения и транспортировки, существует необходимость его защиты при плавании ОПА. Так, например, при длительном нахождении аппарата в надводном положении в районах с жарким климатом и интенсивным солнечным излучением возможен сильный нагрев внутреннего объема обитаемого корпуса за счет фокусировки светового потока и ухудшение физического состояния экипажа. Последнее следует учитывать при планировании и обеспечении погружений с пресечением задержек подъема ОПА после всплытия на борт судна обеспечения и выхода экипажа.

Сравнительно невысокая химическая стойкость полиметилметакрилата к воздействию ряда химических веществ (отдельные виды кислот, некоторые спирты и хлорированные углеводороды) требует тщательного подбора расходных материалов для очистки сферического корпуса, разработки и применения мер предосторожности при техническом обслуживании систем и устройств ОПА.

Выводы

Основными преимуществами ОПА с прозрачным акриловым прочным корпусом, исходя из особенностей управления, являются:

— хороший визуальный обзор окружающего пространства;

— возможность использования зрительных ориентиров для наведения на объект выполнения подводно-технических, поисковых или иных работ.

Основными усложняющими факторами являются:

— необходимость осторожного и внимательного маневрирования в подводном и надводном положении;

— необходимость соблюдения допустимых скоростей перехода по глубине.

Учет рассмотренных особенностей управления в процессе создания и эксплуатации перспективных ОПА с прочными акриловыми корпусами позволит сформировать необходимый комплекс технических и организационных мер, включая:

— разработку и внедрение высокоэффективных и хорошо резервированных средств движения и управления;

— размещение рабочих мест операторов с учетом минимизации оптических искажений;

— разработку эффективных методик подготовки к погружению и оптимизации режимов погружения ОПА;

— использование комплексной высокоэффективной системы подготовки экипажей, в том числе тренажерной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушуев А. В., Горда В. В., Кичко С. А., Куштан М. И., Лобынцев В. В., Фокин С. Г., Махинов В. Н. и др. Движитель подводного аппарата, Патент на промышленный образец № 136558, приоритет от 11.07.2022. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, Москва, 04.05.2023, Бюл. № 5.
2. Бушуев А. В., Горда В. В., Кичко С. А., Куштан М. И., Лобынцев В. В., Фокин С. Г., Махинов В. Н. и др. Подруливающее устройство подводного аппарата, Патент на промышленный образец № 136557, приоритет от 11.07.2022. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, Москва, 04.05.2023, Бюл. № 5.
3. Petrushin A. D., Lobyntsev V. V., Smachny V. Y., Fokin S. G. Inhabited Submarine's Electric Drive Control Automation. World of Transport and Transportation. 2021. Vol. 19, Issue 6. P. 148–153.
4. Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy [Эл. ресурс]. URL: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/pvho-1-safety-standard-pressure-vessels-human-occupancy> (посл. посещение: 02.02.2023).
5. Stachiw Jerry D. Handbook of Acrylics for Submersibles, Hyperbaric Chambers, and Aquaria. North Palm Beach: Best Publishing Company, 2003. 1080 p.

REFERENCES

1. Bushuev, A. V., V. V. Gorda, S. A. Kichko, M. I. Kushtan, V. V. Lobyntsev, S. G. Fokin, V. N. Maxinov et al. "Dvizhitel' podvodnogo apparata, Patent na promyshlennyj obrazec № 136558, prioritet ot 11.07.2022" ["Submersible propulsion unit, Industrial Design Patent no. 136558, priority dated 07/11/2022"]. *Federal'naya sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti* [Federal Service for Intellectual Property]. Moscow, 04.05.2023, bulletin no. 5. (In Russ.)
2. Bushuev, A. V., V. V. Gorda, S. A. Kichko, M. I. Kushtan, V. V. Lobyntsev, S. G. Fokin, V. N. Maxinov et al. "Podrulivayushhee ustrojstvo podvodnogo apparata, Patent na promyshlennyj obrazec № 136557, prioritet ot 11.07.2022" ["Submersible thruster, Patent for industrial design No. 136557, priority dated 07/11/2022"]. *Federal'naya sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti* [Federal Service for Intellectual Property]. Moscow, 04.05.2023, bulletin no. 5. (In Russ.)
3. Petrushin, A. D., V. V. Lobyntsev, V. Y. Smachny, and S. G. Fokin. "Inhabited Submarine's Electric Drive Control Automation." *World of Transport and Transportation*, vol. 19, issue 6, 2021, pp. 148–153. (In English)
4. *Safety Standard for Pressure Vessels for Human Occupancy* [Digital resource]. URL: <https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/pvho-1-safety-standard-pressure-vessels-human-occupancy> (last visit: 02.02.2023). (In English)
5. Stachiw, Jerry D. *Handbook of Acrylics for Submersibles, Hyperbaric Chambers, and Aquaria*. North Palm Beach, Best Publishing Company, 2003. 1080 p. (In English)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михаил Вадимович Кузьмичев, руководитель направления ОПА АНО «ЦПИ РГО», Капитан 1 ранга запаса, Герой России (Россия, 191123, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: office@urc-rgs.ru

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

Поступила в редакцию 18.02.2023

Поступила после рецензирования 01.05.2023

Принята к публикации 03.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail Vladimirovich Kuzmichev, Head of MUV Department, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia). Captain 1st rank (reserve), Hero of the Russian Federation.
e-mail: office@urc-rgs.ru

Sergej Georgievich Fokin, 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

Received 18.02.2023

Revised 01.05.2023

Accepted 03.05.2023

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ | TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

Оригинальная статья | Original paper

DOI:

УДК 004.92 + 004.94



МЕТОД ОТРАБОТКИ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

А. А. Богданов¹, А. В. Ермаков¹, С. А. Кичко², Н. С. Миронова³,
М. В. Николенко¹, А. А. Поляшов², С. Г. Фокин²¹НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Российская Федерация²АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация³АО «СПМБМ «Малахит», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ Ermakov_AV@nrcki.ru

Аннотация

В настоящей статье описан примененный на практике метод оценки проектно-конструкторских решений и эргономических характеристик на основе технологии виртуальной реальности (VR-технологии) и технологии захвата движения рук (технологии LeapMotion) в области проектирования объектов обитаемой подводной техники. Данный метод отработки конструкторских решений позволяет визуализировать 3D-модели систем автоматизированного проектирования (САПР-модели) и производить с ними различные взаимодействия на ранних стадиях проектирования. Структура 3D-моделей формируется на основе иерархии САПР-модели. С помощью данного метода проведена отработка проектно-конструкторских решений по удобству размещения оборудования, приборов и устройств во внутреннем пространстве обитаемого прочного корпуса подводного аппарата, в ходе которой участники проектного процесса провели экспертизу 3D-модели внутреннего пространства для выявления недочетов и формирования предложений по доработке технических решений. Результаты работы показывают, что предложенный подход позволяет пользователям заблаговременно выявлять в 3D-моделях ошибки, которые не были или не могли быть обнаружены ранее с использованием традиционного подхода, основанного на оценке САПР-моделей в программном обеспечении САПР на экране персональных компьютеров (ПК) или путем анализа проектных документов проектанта. По результатам работы выявлены различия в восприятии обоих подходов. Интуитивное управление в виртуальной среде (VR-среде) быстрее, чем при работе в среде САПР, предоставляет пользователям набор инструментов для стандартных операций по взаимодействию с объектами VR-среды, к их числу относятся: изменение вида, перемещение, вращение и взаимодействие с деталями, сборками, элементами оцениваемого объекта. Отмечается, что взаимодействие с компонентами разрабатываемого объекта более приближенно к отработке решений на реальном изделии.

Ключевые слова

Виртуальная реальность, виртуальное моделирование, конструкция, эргономика.

Для цитирования

Богданов А. А., Ермаков А. В., Кичко С. А., Миронова Н. С., Николенко М. В., Поляшов А. А., Фокин С. Г. Метод отработки проектно-конструкторских решений на основе технологии виртуальной реальности // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, № 1–2. С. 126–137. DOI: <https://doi.org/>

METHODOLOGY FOR REFINING PROJECT DESIGN SOLUTIONS BASED ON VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY

A. A. Bogdanov¹, A. V. Ermakov¹, S. A. Kichko², N. S. Mironova³,
M. V. Nikolenko¹, A. A. Polyashov², S. G. Fokin²¹National Research Center Kurchatov Institute, Moscow, Russian Federation²ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society,"
St. Petersburg, Russian Federation³JSC Malakhit Marine Engineering Bureau, St. Petersburg, Russian Federation

✉ Ermakov_AV@nrcki.ru

Abstract

This article proposes a practical approach for evaluating project design solutions and ergonomic aspects in the construction of inhabited underwater vehicles using virtual reality technology (VR technology) and hand tracking technology (LeapMotion technology). This method allows visualizing 3D models of computer-aided design systems (CAD models) and interacting with them at early stages of the design process. The structure of 3D models is based on the CAD hierarchy. Using this method, design ideas for the positioning of equipment within the interior of a submersible vehicle's sturdy shell were refined. Participants in the design process analyzed the 3D model of the interior during this process to identify weaknesses and recommend improvements to technical solutions. The results show that the proposed approach allows users to detect errors in 3D models in advance that were not or could not be identified previously using the traditional approach based on evaluating CAD models on computer screens or analyzing project documentation. The results of the study revealed differences in the perception of both approaches. Working in a virtual environment with intuitive control is faster than working in a CAD system. It gives users a set of tools for typical interaction with objects in the VR environment, such as changing the view, moving, rotating, and interacting with the assessed object's features, assemblies, and elements. It is noted that interacting with the object's components is more similar to refining solutions on a real object.

Keywords

Virtual reality, virtual modeling, design, ergonomics.

For citation

Bogdanov, A. A., A. V. Ermakov, S. A. Kichko, N. S. Mironova, M. V. Nikolenko, A. A. Polyashov, and S. G. Fokin. "Methodology for Refining Project Design Solutions Based on Virtual Reality Technology." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 126–137. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

Введение

Современные VR-технологии основаны на идеях, впервые изложенных в 1960-х гг. В 1968 году Айвен Сазерленд¹ создал первый головной дисплей, который визуализировал простые каркасные модели, изменяющиеся в зависимости от положения головы зрителя. Данное изобретение заложило основы технологий, которые в настоящее время называются виртуальной реальностью (VR), дополненной

реальностью (AR) и смешанной реальностью (MR), как это определено Милграмом и др.² в их континууме реальность-виртуальность. Виртуальная реальность традиционно описывается как компьютерная среда или реальность, которая предназначена для имитации физического присутствия человека в иммерсивной и реалистичной среде. Цель VR состоит в том, чтобы позволить человеку воспринимать и манипулировать окружающей виртуальной средой по аналогии с реальным миром.

¹ Sutherland I. E. A Head-Mounted Three Dimensional Display // Proceedings of the Fall Joint Computer Conference. Soalt Lake City, University of Utah Publ., 1968. Part I, December 09–11. P. 757–764. DOI: [10.1145/1476589.1476686](https://doi.org/10.1145/1476589.1476686)

² Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-virtuality Continuum // SPIE. 1995. Vol. 2351: Telemanipulator and Telepresence Technologies. P. 282–292. DOI: [10.1117/12.197321](https://doi.org/10.1117/12.197321)

VR-технология первоначально нашла свое применение в области игровой индустрии, индустрии маркетинга и рекламы. Применительно к промышленности VR-технологии имеют большой потенциал, который не ограничивается только просмотром и визуализацией 3D-моделей. Идея виртуального прототипирования (VP) или виртуальной оценки проектно-конструкторских решений позволяет пользователям исследовать разрабатываемые объекты и их прототипы на самых ранних стадиях проектирования. Организации в целях снижения своих издержек в процессе проектирования, постановки продукции на производство и поставки продукта на рынок стремятся выполнять оценку проектно-конструкторских решений для выявления проектных ошибок на самых ранних стадиях проектирования при помощи систем автоматизированного проектирования (CAD), далее в ходе инженерного анализа (CAE) и подготовки производства (CAM).

Традиционный процесс оценки проектно-конструкторских решений часто выполняется путем просмотра САПР-модели непосредственно на экране ПК с поддержкой программных пакетов САПР и/или при помощи анализа проектной документации. Основным ограничением такого подхода является то, что специалисты, незнакомые с программным обеспечением САПР, не могут провести оперативную оценку решений, не обладая навыками работы в конкретной среде проектирования.

В настоящее время для оценки эргономических характеристик разрабатываемых изделий (их валидации) используется двухмерное представление: чертежи, изображения, выводимые на экраны компьютеров или проекторы, статические макеты для имитации рабочего места оператора в реальном масштабе из различных материалов, динамические моделирующие комплексы, прототипы (тренажеры-имитаторы).

Рассмотрение технически сложных моделей САПР на экране в двумерном представлении не позволяет оперативно оценить такие эргономические характеристики, как досягаемость во всех плоскостях и направлениях, простота обслуживания, обзорность, удобство взаимодействия и размещения на рабочем месте. Динамические моделирующие комплексы создаются для внедрения и апробации конкретной функции или реализации определенной задачи и не позволяют оценить эргономические характеристики и конструкторские

решения в полном объеме. Создание реальных прототипов требует больших дополнительных финансовых затрат, к которым зачастую не готов заказчик. В настоящее время наиболее удобным и эффективным способом оценки досягаемости и зон зрительного наблюдения являются статические макеты. Однако они требуют дополнительных временных и финансовых затрат на создание, размещение и содержание и не позволяют оценить взаимодействие с человеко-машинными интерфейсами (работа с видеокадрами и сенсорными панелями).

VR в процессе разработки

VR позволяет воспроизводить реалистичный опыт, который ресурсоемко (макетирование, прототипирование) или невозможно воссоздать в реальных условиях. Одним из основных направлений в «Индустрии 4.0» является соединение цифрового, виртуального и физического миров, которые также именуются киберфизическими системами. Виртуальная реальность (и все связанные с ней технологии смешанной реальности) предлагает большой потенциал для развития данного направления. Ковар и др.³ заявляют, что VR-технологии позволяют эффективно сократить затраты при проектировании новых технически сложных систем. Ключевым преимуществом VR является возможность отработки ряда факторов без материальных и временных затрат на изготовление макета или прототипа, тем самым уменьшая количество ошибок в готовом продукте. Таким образом, VR поддерживает процесс принятия решений с самых ранних стадий проектирования. В прошлом VR-технология использовалась преимущественно при разработке премиальных продуктов, поскольку она характеризовалась своей низкой окупаемостью инвестиций (ROI) из-за высокой стоимости⁴. Однако развитие технологии позволило значительно снизить стоимость инструментов VR-разработки.

Проведение технических совещаний с обсуждением проектных решений является

³ Kovar J., Muralova K., Ksica F., Kroupa J., Andrs O., Hadas Z. Virtual reality in context of industry 4.0 proposed projects at Brno university of technology // 17th International Conference on Mechatronics — Mechatronika (ME). 2016. Dec. 7–9. P. 1–7.

⁴ Choi S., Jung K., Noh S. D. Virtual reality applications in manufacturing industries: past research, present findings, and future directions // Concurrent Engineering. 2015. № 23 (1). P. 40–63. DOI:10.1177/1063293X14568814

неотъемлемым процессом разработки технически сложных объектов. Подобные совещания призваны отслеживать работу проектных групп с предоставлением, где это возможно, рекомендаций по улучшению объекта разработки или процесса реализации разработки. Это процесс, в котором экспертная информация в форме рекомендаций, предложений и замечаний передается техническим специалистам для принятия конструкторских решений на более низком уровне принятия решений⁵. Наметившиеся в современном мире тенденции к переходу на полный цифровой процесс проектирования, особенности проектирования сложных систем и аппаратов, в процессе которого физические продукты не существуют до тех пор, пока большая часть разработки не будет завершена, наличие разветвленной системы соисполнителей одного проекта с различными подходами к моделям управления производственными процессами приводят к коммуникационному барьеру между узкопрофильными специалистами, занимающимися непосредственной разработкой изделий (продуктов), руководящими специалистами и заказчиками этих изделий, которые участвуют в процессе принятия решений. САПР используется в качестве одного из коммуникационных инструментов для передачи проектных идей⁶. Однако САПР не может отвечать всем требованиям, особенно в отношении функциональных и эргономических процессов разработки изделий, где зачастую важны неформализованные отраслевыми и государственными стандартами оценки удобства последующей эксплуатации объекта. Кроме того, как указывалось выше, программное обеспечение САПР не позволяет интуитивно анализировать и манипулировать 3D-моделями и их элементами пользователям, не обладающим навыками работы в конкретной среде САПР⁷. Для самих пользователей в некоторых САПР отсутствуют необходимые готовые решения для оценки эргономических характеристик — разработчику необходимо

⁵ Noël F., Nguyen A., Ba N., Sadeghi S. Qualitative comparison of 2d and 3d perception for information sharing dedicated to manufactured product design // IEEE 3rd International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom). 2012. December 2–5. P. 261–265.

⁶ Bassanino M., Wu K. C., Yao J., Khosrowshahi F., и др. The impact of immersive virtual reality on visualisation for a design review in construction // 14th International Conference Information Visualisation. 2010. July 26–29. P. 585–589. DOI:10.1109/IV.2010.85

⁷ Naef M., Payne J. AutoEval mkII — interaction design for a VR design review system // IEEE Symposium on 3D User Interfaces. 2007. March 10–11. P. 45–48.

самостоятельно прорисовывать компоненты и элементы для оценки зон досягаемости и зрительного наблюдения, удобства обслуживания оборудования.

В отличие от этого VR предлагает новые способы взаимодействия пользователей с различными наборами данных. Согласно Чжану⁸ VR обеспечивает полностью погружающий и интуитивно понятный опыт взаимодействия с объектом при проектировании с довольно низкими требованиями к обучению. Новый способ визуализации имеет потенциал для упрощения процесса принятия решений как на верхнем уровне, так и на более низком уровне путем интуитивной проверки и выявления недостатков, любых других недоработок при проектировании.

В течение последних лет многие исследовательские работы были посвящены темам применения виртуальной реальности в различных отраслях промышленности. В следующем разделе подводятся итоги наиболее актуальных работ с акцентом на VR-прототипирование, принятие решений и обзор проектно-конструкторских решений.

Виртуальное прототипирование и принятие решений

Наиболее распространенными задачами для виртуальной реальности в промышленности являются те, которые используют ее интерактивность для поддержки виртуального прототипирования и проектирования разрабатываемого объекта. Уже в 1999 году Гомес и Захманн⁹ предсказали, что виртуальное прототипирование вскоре сыграет важную роль в автомобильной (и, вероятно, в других) отраслях, улучшив общее качество продукции. VR является перспективным инструментом для получения быстрых ответов интуитивно понятным способом на концептуальной фазе бизнес-процесса создания продукта, поскольку на этой фазе данные являются приблизительными и постоянно изменяются. Разработчик может сравнить концепции и представить их на рассмотрение заказчику, что значительно

⁸ Zhang H. Head-mounted display-based intuitive virtual reality training system for the mining industry // International Journal of Mining Science and Technology. 2017. № 27 (4). P. 717–722. DOI:10.1016/j.ijmst.2017.05.005

⁹ Gomes de Sã A., Zachmann G. Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes // Computers & Graphics. 1999. № 23 (3). P. 389–403. DOI:10.1016/S0097-8493(99)00047-3

облегчает принятие решений еще до начала процесса полноценного проектирования¹⁰. Планирование процесса сборки и виртуальное прототипирование являются также важными шагами в процессе проектирования продукта, в которых формализуются детали внешнего вида и того, как будет обеспечена собираемость компонентов технически сложного нового продукта. Сет и др.¹¹ отмечают, что виртуальное прототипирование сокращает временные и денежные затраты по сравнению с физическим прототипированием, при этом позволяя отрабатывать такие аспекты, как эргономика, компоновка рабочих мест, промышленный дизайн, техническое обслуживание и удобство его выполнения. В одной из ранних работ 2003 года Буллингер и др.¹² предлагают систему интегрированного виртуального прототипирования и тестирования различных систем, таких как помощь водителю, информация о водителе и мультимедийные компоненты в VR-симуляторе вождения. В том же контексте Бордегони и Карузо¹³ представили методологию, которая позволяет анализировать дизайн и модифицировать компоненты автомобильного интерьера. Бордегони и Ферризи¹⁴ изучали использование виртуального прототипирования на основе визуальных, тактильных и акустических элементов, которые могут быть эффективно использованы вместо физических объектов для отработки нового продукта. Ферризи и др.¹⁵ представляют набор тематических исследований, в которых интерактивные виртуальные прототипы используются для замены соответствующих физических прототипов во время их разработки. В области заводского планирования Гебхард

и др.¹⁶ представили приложение VR, которое способствует процессу планирования макета, предоставляя разработчикам возможность выполнять пошаговые инструкции с использованием реалистичных трехмерных моделей. Сампаю и др.¹⁷ разработали виртуальные модели в качестве инструментов поддержки принятия решений при планировании управления строительством и технического обслуживания.

Описание метода

Программно-аппаратная часть

Парадигма взаимодействия основана на видении VR как оперативного инструмента, дополняющего традиционные, для верификации конструкторских решений в технически сложных инженерных 3D-моделях. Согласно Гомесу и Захманну¹⁸ система VR моделирует и визуализирует необходимые характеристики в иммерсивной среде наиболее точно и реалистично.

Среди существующих коммерческих вариантов для принятия решений с поддержкой виртуальной реальности стоит отметить программное обеспечение IC.IDO или TechViz, однако указанные системы нуждаются в экспертных знаниях, чтобы они могли быть применены к существующей производственной среде. Кроме того, большинство из них разработаны для сложных CAVE-систем, что предполагает дополнительные расходы для компаний, внедряющих подобные решения¹⁹. Достижения в области компьютерной 3D-графики и появление доступного оборудования высокой производительности вызвали большой интерес к VR-приложениям промышленного назначения.

¹⁰ Berg L. P., Vance J. M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey // *Virtual Reality*. 2017. № 21 (1). P. 1–17. DOI:10.1007/s10055-016-0293-9

¹¹ Seth A., Vance J. M., Oliver J. H. Virtual reality for assembly methods prototyping: a review // *Virtual Reality*. 2011. № 15 (1). P. 5–20. DOI:10.1007/s10055-009-0153-y

¹² Bullinger H. J., Dangelmaier M. Virtual prototyping and testing of in-vehicle interfaces // *Ergonomics*. 2003. № 46. P. 41–51.

¹³ Bordegoni M., Caruso G. Mixed reality distributed platform for collaborative design review of automotive interiors // *Virtual and Physical Prototyping*. 2012. № 7 (4). P. 243–259. DOI:10.1080/17452759.2012.721605

¹⁴ Bordegoni M., Ferrise F. Designing interaction with consumer products in a multisensory virtual reality environment // *Virtual and Physical Prototyping*. 2013. № 8 (1). P. 51–64. DOI:10.1080/17452759.2012.762612

¹⁵ Ferrise F., Bordegoni M., Cugini U. Interactive virtual prototypes for testing the interaction with new products // *Computer-Aided Design and Applications*. 2013. № 10. P. 515–525. DOI:10.3722/cadaps.2013.515-525

¹⁶ Gebhardt S., Pick S., Voet H., Utsch J. и др. flapAssist: how the integration of VR and visualization tools fosters the factory planning process // 2015 IEEE Virtual Reality (VR). 2015. March 23–27. P. 181–182. DOI:10.1109/VR.2015.7223355

¹⁷ Sampaio A. Z., Gomes A. R., Gomes A. M., Santos J. P. и др. Collaborative maintenance and construction of buildings supported on virtual reality technology. 6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011). 2011. June 15–18. P. 13–17.

¹⁸ Gomes de Sã A., Zachmann G. Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes // *Computers & Graphics*. 1999. № 23 (3). P. 389–403. DOI:10.1016/S0097-8493(99)00047-3

¹⁹ Juarez A., Schonenberg W., Bartneck C. Implementing a low-cost cave system using the CryEngine2 // *Entertainment Computing*. 2010. Vol. 1, issue 3. P. 157–164. DOI:10.1016/j.entcom.2010.10.001



Рис. 1. Внешний вид шлема виртуальной реальности и устройства LeapMotion. Из открытых источников

В составе программно аппаратного комплекса использовалась гарнитура фирмы HTC модели Vive Pro. Оборудование HTC представляет собой набор устройств для погружения в виртуальную среду, в том числе шлем виртуальной реальности и станции слежения. Кроме того, HTC Vive Pro поддерживает разработку в среде Unity3D, которая де-факто стала стандартом для разработки VR-решений. Среда Unity3D поддерживает написание скриптов на языке программирования C#, что позволяет реализовывать различные сценарии работы. Программное обеспечение развернуто на ПК с графическим процессором GeForce GTX 2080 Max-Q 8 ГБ.

Кроме того, в целях предоставления пользователям возможности оценивать доступность размещения оборудования, приборов и устройств непосредственно с помощью рук человека была применена технология LeapMotion. LeapMotion — технология захвата движения рук человека с помощью устройства, закрепленного на шлеме виртуальной реальности (см. рис. 1). С помощью данной технологии пользователь в окружающей его среде имеет возможность видеть собственные руки и взаимодействовать с виртуальными объектами.

Подготовка САПР-данных

Интеграция САПР-данных в VR — сложная и ранее довольно трудоемкая задача.

Рапосо и др. в работах²⁰ подробно описали эту проблему. Трудности возникают в большей степени из-за того, что инженерные модели напрямую не разрабатывались для визуализации в реальном времени. В некоторых случаях модели представляют собой визуально упрощенные конструктивные представления, служащие лишь для схематического изображения анализируемых характеристик. В других случаях модели слишком детализированы и технически сложны, чтобы их можно было напрямую визуализировать в реальном времени. Количество полигонов визуализируемой сцены существенно влияет на количество кадров, которые могут быть отрисованы в секунду реального времени. Для VR-приложений приемлемой считается частота не менее 90 кадров в секунду²¹.

Из-за большого количества полигонов, образующихся при преобразовании САПР-моделей в графические модели, частота кадров может снижаться до неприемлемого уровня.

²⁰ Raposo A., Corseuil E. T. L., Wagner G. N., dos Santos I. H. F. и др. Towards the use of cad models in VR applications // *Proceedings of the ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications, USA*. 2006. July 14–17. P. 67–74.

²¹ IrisVR. The importance of frame rates. 2017 [Эл. ресурс]. URL: <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/215884547-The-Importance-of-Frame-Rates> (посл. посещение: 17.02.2023).

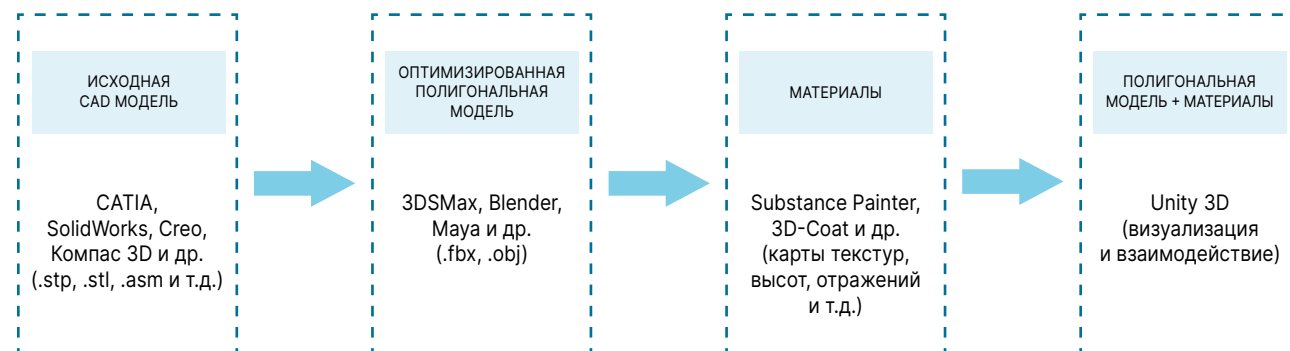


Рис. 2. Процесс подготовки САПР-данных для использования в Unity3D

В организме человека это может вызывать реакцию, схожую с ощущениями при укачивании. В случае с применением Unity3D возникает еще одна сложность, связанная с тем, что программное обеспечение, которое первоначально предназначалось для разработки игр, не поддерживает распространенные форматы данных САПР, такие как STL (стандартный язык тесселяции) или JT (Jupiter Tessellation). Вместо этого Unity3D использует форматы файлов FBX или OBJ, широко используемые в игровых решениях. Особенность в создании хороших низкополигональных моделей заключается в удалении ребер без существенного изменения визуального представления модели²², вместе с этим при упрощении должны быть сохранены все необходимые конструктивные особенности.

Для достижения реалистичности внешнего вида в среде Unity3D (или другим ПО для разработки трехмерных интерактивных приложений) совместно с полигональной моделью используются файлы, которые задают с помощью материалов визуальные свойства трехмерных моделей.

На рисунке 2 показан процесс преобразования САПР-модели в интерактивную модель для среды Unity3D.

Апробация

Объектом для апробации данного метода был выбран обитаемый прочный корпус подводного аппарата. Объем внутреннего пространства корпуса заполнен приборами и устройствами. В стесненном объеме оператор

выполняет тактические задачи посредством взаимодействия с органами управления, средствами индикации и видеомодулями (сенсорными экранами). Взаимодействие с человеко-машинным интерфейсом происходит как при помощи визуального наблюдения (например, визуальное снятие показаний на шкале манометра, глубиномера, цифровых приборов планшета оператора), так и по нажатию кнопок, тумблеров, в том числе органов управления на видеокдрах экранных форм планшета оператора, закручиванию/откручиванию вентилей арматуры (например, системы жизнеобеспечения), в форме захвата и перемещения объектов, размещенных внутри обитаемого корпуса (огнетушитель, средства индивидуальной защиты, запасы еды, воды, медикаментов, комплекта аварийных средств жизнеобеспечения и проч.).

Пользователям было предложено оценить удобство использования и обслуживания оборудования, приборов и устройств, их досягаемость, зоны зрительного наблюдения и другие эргономические характеристики, реализованные в проектно-конструкторских решениях в виртуальной среде, имитирующей внутреннее пространство обитаемого прочного корпуса. Трехмерные модели, которые были представлены в виртуальной среде, основаны на САПР-моделях и полностью повторяют их геометрию. Пользователь, размещаясь в кресле оператора, в ходе выполнения различных задач одновременно может оценить удобство взаимодействия с органами управления оборудованием (См. рис. 3). Неоспоримым преимуществом VR-модели рабочего места пользователя является возможность на ранних этапах проектирования оценить точность, надежность и скорость выполнения алгоритмов работы пользователя, рассчитать показатели качества его деятельности. Это позволяет совершенствовать алгоритм работы оператора, сокращать время его выполнения,

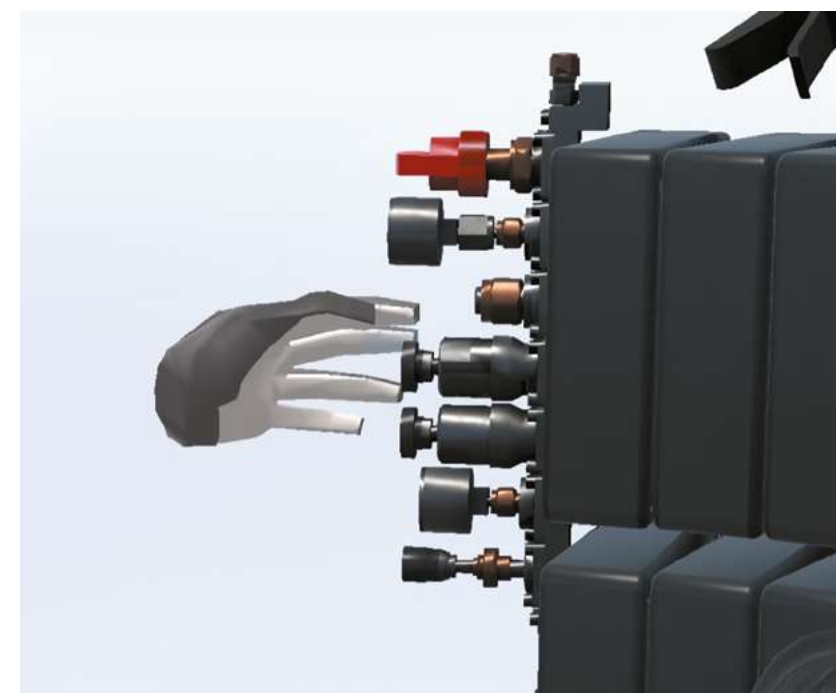


Рис. 3. Взаимодействие пользователя в виртуальной среде с помощью рук. Из открытых источников

уменьшать количество ошибок и автоматизировать стереотипные действия, что недоступно для реализации на физической модели в ходе макетирования.

Необходимо отметить, что применение и внедрение VR сокращает время проведения эргономических экспертиз, упрощает процессы переговоров по разногласным позициям, позволяет провести полный перечень проверок и спрогнозировать на ранних этапах проектирования возможные отступления от эргономических требований, а также смоделировать альтернативные пути решения проблемных вопросов.

Результаты

В процессе отработки проектно-конструкторских решений было отмечено, что VR обеспечивает реалистичную и интуитивно понятную среду. Благодаря применению технологии захвата движения рук нет необходимости в использовании пространственных манипуляторов. Все действия выполняются руками пользователей, как это было бы с физическими макетами. В отработке технических решений участвовали не только инженеры, но и специалисты без инженерной подготовки, эксплуатирующий персонал, представители заказчика. Специалисты, непосредственно проектирующие в среде САПР, оценили высокую степень реалистичности виртуальной среды, т.к. внешний вид и характер взаимодействия

с компонентами разрабатываемого изделия схож с методикой отработки решений на физических макетах. Пользователи без необходимости проведения дополнительного обучения по взаимодействию с виртуальными объектами и сценой намного быстрее выполняли базовые операции, такие как изменение вида, перемещение, вращение и взаимодействие с органами управления, чем это потребовалось бы при использовании САПР. С помощью данного метода в ходе эргономической экспертизы удалось оценить:

- зоны зрительного наблюдения, в которых должны размещаться приборы индикации состояния оборудования, средства отображения информации, приборы и устройства, требующие периодического визуального контроля;
- зоны досягаемости (моторного поля), доступность и удобство взаимодействия с органами управления различным оборудованием.

В результате апробации метода выявлена необходимость доработки ряда проектно-конструкторских решений, в которых ранее при традиционном использовании среды САПР в процессе проектирования не были обнаружены недочеты. Стоит отметить, что данный метод не призван заменить макетирование, т.к. взаимодействие с физическими объектами макета или прототипа по-прежнему является более естественным и реалистичным взаимодействием, чем работа с виртуальными объектами.

²² Tang Y., Gu H. Cad model's simplification and conversion for virtual reality // 3rd International Conference on Information and Computing. 2010. Vol. 4. June 4–6. P. 265–268. DOI:10.1109/ICIC.2010.338

Заключение

В настоящей работе описывается апробация инновационного метода поддержки инженерного проектирования. С помощью данного метода удалось оценить проектно-конструкторские решения, принятые при разработке изделия, а также провести эргономическую экспертизу внутреннего пространства прочного корпуса обитаемого подводного аппарата на ранних этапах проектирования.

Технология захвата движения рук позволила имитировать взаимодействие с органами управления различными приборами и устройствами. Визуализация в виртуальной

среде позволила оценить посадку экипажа внутри ОПА, обзорность и досягаемость, расположение индикаторов и панелей управления. Данный метод помог выявить недочеты и сформировать предложения по улучшению эргономических характеристик и технических решений, недостатки которых не были ранее выявлены с помощью программного обеспечения САПР. Результаты работы показывают, что применение данного метода может быть дополнением к существующим технологиям отработки проектно-конструкторских разработок, упрощая процесс принятия решений путем добавления проверки, интуитивно понятной широкому кругу участников проекта разного уровня инженерной подготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мунипов В. М., Зинченко В. П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды. М.: Логос, 2001. 356 с.
2. Селиванова Л. Н., Селиванов В. В. Виртуальная реальность как метод и средство обучения // Образовательные технологии и общество. 2014. Вып. 3. Т. 17. С. 378–391.
3. Bassanino M., Wu K. C., Yao J., Khosrowshahi F., и др. The impact of immersive virtual reality on visualisation for a design review in construction // 14th International Conference Information Visualisation. 2010. July 26–29. P. 585–589. DOI:10.1109/IV.2010.85
4. Berg L. P., Vance J. M. Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey // Virtual Reality. 2017. № 21 (1). P. 1–17. DOI:10.1007/s10055-016-0293-9
5. Bordegoni M., Caruso G. Mixed reality distributed platform for collaborative design review of automotive interiors // Virtual and Physical Prototyping. 2012. № 7 (4). P. 243–259. DOI:10.1080/17452759.2012.721605
6. Bordegoni M., Ferrise F. Designing interaction with consumer products in a multisensory virtual reality environment // Virtual and Physical Prototyping. 2013. № 8 (1). P. 51–64. DOI:10.1080/17452759.2012.762612
7. Bullinger H. J., Dangelmaier M. Virtual prototyping and testing of in-vehicle interfaces // Ergonomics. 2003. № 46. P. 41–51.
8. Choi S., Jung K., Noh S. D. Virtual reality applications in manufacturing industries: past research, present findings, and future directions // Concurrent Engineering. 2015. № 23 (1). P. 40–63. DOI:10.1177/1063293X14568814
9. Ferrise F., Bordegoni M., Cugini U. Interactive virtual prototypes for testing the interaction with new products // Computer-Aided Design and Applications. 2013. № 10. P. 515–525. DOI:10.3722/cadaps.2013.515-525
10. Gebhardt S., Pick S., Voet H., Utsch J. и др. flapAssist: how the integration of VR and visualization tools fosters the factory planning process // 2015 IEEE Virtual Reality (VR). 2015. March 23–27. P. 181–182. DOI:10.1109/VR.2015.7223355
11. Gomes de Sà A., Zachmann G. Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes // Computers & Graphics. 1999. № 23 (3). P. 389–403. DOI:10.1016/S0097-8493(99)00047-3
12. IrisVR. The importance of frame rates. 2017 [Эл. ресурс]. URL: <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/215884547-The-Importance-of-Frame-Rates> (посл. посещение: 17.02.2023).
13. Juarez A., Schonenberg W., Bartneck C. Implementing a low-cost cave system using the CryEngine2 // Entertainment Computing. 2010. Vol. 1, issue 3. P. 157–164. DOI:10.1016/j.entcom.2010.10.001
14. Kovar J., Muralova K., Ksica F., Kroupa J., Andrs O., Hadas Z. Virtual reality in context of industry 4.0 proposed projects at Brno university of technology // 17th International Conference on Mechatronics — Mechatronika (ME). 2016. Dec. 7–9. P. 1–7.
15. Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-virtuality Continuum // SPIE. 1995. Vol. 2351: Telemanipulator and Telepresence Technologies. P. 282–292. DOI:10.1117/12.197321
16. Naef M., Payne J. AutoEval mkII — interaction design for a VR design review system // IEEE Symposium on 3D User Interfaces. 2007. March 10–11. P. 45–48.
17. Noë F., Nguyen A., Ba N., Sadeghi S. Qualitative comparison of 2d and 3d perception for information sharing dedicated to manufactured product design // IEEE 3rd International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom). 2012. December 2–5. P. 261–265. DOI:10.1109/coginfocom.2012.6421991

18. Peng Q. Virtual reality technology in product design and manufacturing // Proceedings of the Canadian Engineering Education Association. 2011. Jun. 6–8. P. 358–363. DOI:10.24908/pceea.v0i0.3792
19. Raposo A., Corseuil E. T. L., Wagner G. N., dos Santos I. H. F. и др. Towards the use of cad models in VR applications // Proceedings of the ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications, USA. 2006. July 14–17. P. 67–74. DOI:10.1145/1128923.1128935
20. Sampaio A. Z., Gomes A. R., Gomes A. M., Santos J. P. и др. Collaborative maintenance and construction of buildings supported on virtual reality technology // 6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011). 2011. June 15–18. P. 13–17.
21. Seth A., Vance J. M., Oliver J. H. Virtual reality for assembly methods prototyping: a review // Virtual Reality. 2011. № 15 (1). P. 5–20. DOI:10.1007/s10055-009-0153-y
22. Sutherland I. E. A Head-Mounted Three Dimensional Display // Proceedings of the Fall Joint Computer Conference. Salt Lake City, University of Utah Publ., 1968. Part I, December 09–11. P. 757–764. DOI:10.1145/1476589.1476686
23. Tang Y., Gu H. Cad model's simplification and conversion for virtual reality // 3rd International Conference on Information and Computing. 2010. Vol. 4. June 4–6. P. 265–268. DOI:10.1109/ICIC.2010.338
24. Zhang H. Head-mounted display-based intuitive virtual reality training system for the mining industry // International Journal of Mining Science and Technology. 2017. № 27 (4). P. 717–722. DOI:10.1016/j.ijmst.2017.05.005

REFERENCES

1. Munipov, V. M., and V. P. Zinchenko. *Ergonomika: chelovekoorientirovannoe proektirovanie texniki, programnyx sredstv i sredy* [Ergonomics: Human-Oriented Design of Equipment, Software and Environment]. Moscow, Logos Publ., 2001. 356 p. (In Russ.)
2. Selivanova, L. N., and V. V. Selivanov. "Virtual'naya real'nost' kak metod i sredstvo obucheniya" ["Virtual reality as a method and means of teaching"]. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo*, issue 3, vol. 17, 2014, pp. 378–391. (In Russ.)
3. Bassanino, May, Kuo-Cheng Wu, Jialiang Yao, Farzad Khosrowshahi, et al. "The impact of immersive virtual reality on visualisation for a design review in construction." *14th International Conference Information Visualisation*, July 26–29, 2010, pp. 585–589. DOI:10.1109/IV.2010.85 (In English)
4. Berg, Leif P., and Judy M. Vance. "Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey." *Virtual Reality*, no. 21 (1), 2017, pp. 1–17. DOI:10.1007/s10055-016-0293-9 (In English)
5. Bordegoni, Monica, and Giandomenico Caruso. "Mixed reality distributed platform for collaborative design review of automotive interiors." *Virtual and Physical Prototyping*, no. 7 (4), 2012, pp. 243–259. DOI:10.1080/17452759.2012.721605 (In English)
6. Bordegoni, Monica, and Francesco Ferrise. "Designing interaction with consumer products in a multisensory virtual reality environment." *Virtual Physical Prototyping*, no. 8 (1), 2013, pp. 51–64. DOI:10.1080/17452759.2012.762612 (In English)
7. Bullinger, Hans-Jörg, and Manfred Dangelmaier. "Virtual prototyping and testing of in-vehicle interfaces." *Ergonomics*, vol. 46, 2003, pp. 41–51. (In English)
8. Choi SangSu, Kiwook Jung, and Sang Do Noh. "Virtual reality applications in manufacturing industries: past research, present findings, and future directions." *Concurrent Engineering*, no. 23 (1), 2015, pp. 40–63. DOI:10.1177/1063293X14568814 (In English)
9. Ferrise, Francesco, Monica Bordegoni, and Umberto Cugini. "Interactive virtual prototypes for testing the interaction with new products." *Computer-Aided Design and Applications*, no. 10, 2013, pp. 515–525. DOI:10.3722/cadaps.2013.515-525 (In English)
10. Gebhardt, Sasha, Sebastian Pick, Hanno Voet, Julian Utsch et al. // flapAssist: how the integration of VR and visualization tools fosters the factory planning process." *2015 IEEE Virtual Reality (VR)*, March 23–27, 2015, pp. 181–182. DOI:10.1109/VR.2015.7223355 (In English)
11. Gomes de Sà, Antonino, and Gabriel Zachmann. "Virtual reality as a tool for verification of assembly and maintenance processes." *Computer and Graphics*, no. 23 (3), 1999, pp. 389–403. DOI:10.1016/S0097-8493(99)00047-3 (In English)
12. IrisVR. The importance of frame rates. 2017 [Digital resource]. URL: <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/215884547-The-Importance-of-Frame-Rates> (last visit: 17.02.2023). (In English)
13. Juarez, Alex, Willem Schonenberg, and Cristoph Bartneck. "Implementing a low-cost cave system using the CryEngine2." *Entertainment Computing*, vol. 1, issue 3, 2010, pp. 157–164. DOI:10.1016/j.entcom.2010.10.001 (In English)
14. Kovar, Jiri, Katerina Muralova, Filip Ksica, Jiri Kroupa, Ondrej Andrs, and Zdenek Hadas. "Virtual reality in context of industry 4.0 proposed projects at Brno university of technology." *17th International Conference on Mechatronics — Mechatronika (ME)*, December 7–9, 2016, pp. 1–7. (In English)

15. Milgram, Paul, Haruo Takemura, Akira Utsumi, and Fumio Kishino. "Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-virtuality Continuum." *SPIE*, vol. 2351: Telemanipulator and Telepresence Technologies, 1995, pp. 282–292. DOI:10.1117/12.197321 (In English)
16. Naef, Martin, and John Payne. "AutoEval mkII — interaction design for a VR design review system." *IEEE Symposium on 3D User Interfaces*, March 10–11, 2007, pp. 45–48. (In English)
17. Noël, Frederic, Anh Nguyen, Nguyen Ba, and Samira Sadeghi. "Qualitative comparison of 2d and 3d perception for information sharing dedicated to manufactured product design." *IEEE 3rd International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, December 2–5, 2012, pp. 261–265. DOI:10.1109/coginfocom.2012.6421991 (In English)
18. Peng, Qingjin. "Virtual reality technology in product design and manufacturing." *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*, June 6–8, 2011, pp. 358–363. DOI:10.24908/pceea.v0i0.3792 (In English)
19. Raposo, Alberto, Eduardo T. L. Corseuil, Gustavo N. Wagner, Ismael H. F. dos Santos, and Marcelo Gattass. "Towards the use of cad models in vr applications." *Proceedings of the ACM International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications*, USA, July 14–17, 2006, pp. 67–74. DOI:10.1145/1128923.1128935 (In English)
20. Sampaio, Alcinia Z., Ana R. Gomes, Augusto M. Gomes, Joana P. Santos et al. "Collaborative maintenance and construction of buildings supported on virtual reality technology." *6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011)*, June 15–18, 2011, pp. 13–17. (In English)
21. Seth, Abhishek, Judy M. Vance, and James Herman Oliver. "Virtual reality for assembly methods prototyping: a review." *Virtual Reality*, no. 15 (1), 2011, pp. 5–20. DOI:10.1007/s10055-009-0153-y (In English)
22. Sutherland, Ivan E. "A head-mounted three dimensional display." *Proceedings of the Fall Joint Computer Conference*, part I, December 09–11, 1968, pp. 757–764. DOI:10.1145/1476589.1476686 (In English)
23. Tang Yong, and Hongbin Gu. "Cad model's simplification and conversion for virtual reality." *3rd International Conference on Information and Computing*, vol. 4, June 4–6, 2010, pp. 265–268. DOI:10.1109/ICIC.2010.338 (In English)
24. Zhang, Hui. "Head-mounted display-based intuitive virtual reality training system for the mining industry." *International Journal of Mining Science and Technology*, no. 27 (4), 2017, pp. 717–722. DOI:10.1016/j.ijmst.2017.05.005 (In English)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Антон Владимирович Ермаков, инженер-программист 1 категории, НИЦ «Курчатовский институт» (Россия, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1).
e-mail: Ermakov_AV@nrcki.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

Наталья Сергеевна Миронова, начальник службы эргономического обеспечения АО «СПМБМ «Малахит» (Россия, 196135, Санкт-Петербург, ул. Фрунзе, д. 18).
e-mail: info-ckb@malachite-spb.ru

Михаил Витальевич Николенко, начальник лаборатории НИЦ «Курчатовский институт» (Россия, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1).
e-mail: Nikolenko_MV@nrcki.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Anton Vladimirovich Ermakov, Senior Software Engineer, National Research Center Kurchatov Institute (pl. Akademika Kurchatova, d.1, Moscow, 123182, Russia).
e-mail: Ermakov_AV@nrcki.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

Natal`ya Sergeevna Mironova, Head of Ergonomic Support Department, JSC Malakhit Marine Engineering Bureau (ul. Frunze, d. 18, Saint Petersburg, 196135, Russia).
e-mail: info-ckb@malachite-spb.ru

Mixail Vital`evich Nikolenko, Head of Laboratory, National Research Center Kurchatov Institute (pl. Akademika Kurchatova, d.1, Moscow, 123182, Russia).
e-mail: Nikolenko_MV@nrcki.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

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

Поступила в редакцию 18.02.2023

Поступила после рецензирования 01.05.2023

Принята к публикации 03.05.2023

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

Sergej Georgievich Fokin, 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

Received 18.02.2023

Revised 01.05.2023

Accepted 03.05.2023

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ | TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

Оригинальная статья | Original paper

DOI: УДК 681.883.072 + 528.74

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБСЛЕДОВАНИЮ
ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ АКВАТОРИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ТНПА ОСМОТРОВОГО КЛАССА

В. А. Анищенко ✉, С. А. Кичко ✉, С. Г. Фокин ✉

АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
✉ office@urc-rgs.ru

Аннотация

В статье анализируется структура комплексного или последовательного подхода к обследованию акваторий. Отмечены основные этапы выполнения поисковой (гидроакустической) деятельности и визуального осмотра найденных целей, а также дальнейшего развития средств оценки и анализа подводных объектов: создание ортофотопланов и визуализация архива накопленных гидроакустических данных. Проведенный анализ определяет вектор развития оборудования для подводного поиска, дает понимание проведения подводно-технических работ.

Ключевые слова

Подводный поиск, комплексный подход, гидроакустика, гидролокатор, многолучевой эхолот, подводно-технические работы, ТНПА, систематизация гидроакустических данных, подводная фотограмметрия, ортофотоплан.

Для цитирования

Анищенко В. А., Кичко С. А., Фокин С. Г. Комплексный подход к обследованию подводной части акваторий с применением ТНПА осмотрового класса // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 138–147. DOI: <https://doi.org/>

A COMPREHENSIVE APPROACH TO SURVEYING
SUBMERGED AREAS USING AN INSPECTION ROV

V. A. Anischenko ✉, S. A. Kichko ✉, S. G. Fokin ✉

ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society",
St. Petersburg, Russian Federation
✉ office@urc-rgs.ru

Abstract

This article analyzes the structure of a comprehensive or sequential approach to surveying underwater areas. The main stages of search (hydroacoustic) activities, visual inspection of identified targets, and further development of means for assessing and analyzing underwater objects are noted, including the creation of orthomosaics and the visualization of the archive of accumulated hydroacoustic data. The analysis performed determines the vector of development of underwater exploration equipment and provides an understanding of the conduct of underwater technical operations.

Keywords

Underwater exploration, comprehensive approach, hydroacoustics, sonar, multibeam echosounder, underwater technical operations, ROV, hydroacoustic data systematization, underwater photogrammetry, orthomosaic.

For citation

Anischenko, V. A., S. A. Kichko, and S. G. Fokin. "A Comprehensive Approach to Surveying Submerged Areas Using an Inspection ROV." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 138–147. DOI: <https://doi.org/doi.org/> (In Russ.)

Центр подводных исследований РГО (ЦПИ РГО) — автономная некоммерческая организация, созданная в 2015 году Русским географическим обществом и Национальным центром подводных исследований для изучения и сохранения подводного наследия России.

Центр проводит уникальные по своей сложности глубоководные работы и участвует в международных исследовательских программах. Особое внимание уделяет изучению и систематизации археологического наследия, для чего реализует масштабные поисковые работы в Балтийском, Черном, Охотском и Белом морях, занимается созданием реестра затонувших подводных объектов, проводит их комплексные водолазные и аппаратные обследования, организывает уникальные выставки поднятых археологических артефактов, прошедших консервацию в собственной лаборатории Центра.

Достижения ЦПИ РГО позволяют заниматься реализацией самых амбициозных планов, в т. ч. по созданию отечественных обитаемых и необитаемых подводных аппаратов.

Широкое разнообразие имеющейся техники и наличие высококвалифицированных специалистов привело к созданию проектно-инженерного отдела, деятельность которого включает в себя широкий фронт подводно-технических работ (ПТР).

В докладе подробно рассмотрено комплексное применение специалистами ЦПИ РГО технических средств и методов гидроакустических исследований акваторий: начиная от выполнения поисковых работ с помощью гидролокатора бокового обзора (ГБО) или многолучевого эхолота (МЛЭ), заканчивая построением на основе обнаруженных подводных аномалий информативных 3D-моделей, которые хранятся в интерактивной онлайн-базе исследованных районов.

Комплексный подход к работам

Современный подход к поиску и идентификации подводных объектов подразумевает задействование широкого спектра технических средств, включая ГБО, МЛЭ, профилограф, магнитометр, необитаемые подводные аппараты (НПА) и обитаемые подводные аппараты (ОПА). Что, в свою очередь, позволяет сформировать комплексную картину акваторий, включая данные о подводных объектах не только природного, но и техногенного происхождения, например: старинных парусниках, перевозивших грузы, или боевых кораблях периода Великой Отечественной войны.

В представленной статье комплексный подход апробирован на примере затопленного российского парусно-винтового деревянного клипера «Джигит».

Объект — деревянный корпус трехмачтового парусно-винтового корабля, обшитый медными листами. Затоплен артиллерийским огнем на внутреннем Транзундском рейде как судно-мишень во время императорского смотра Практической эскадры броненосных судов 2 июля 1869 г.

Длина по палубе — 52 м;

Ширина по палубе — 8,5 м;

Возвышение над грунтом — от 3 до 3,5 м;

Глубина — 12–13 м;

Район — Транзундский рейд в проливе между островами Кормовой и Новик.

Состояние изученности. Получены гидроакустические изображения, определено положение в пространстве, проведен водолазный осмотр, выполнена видеосъемка, на основании которой составлен фотоплан палубы клипера.

Степень сохранности. Полностью сохранившийся корпус, имеющий повреждения

в палубе вследствие извлечения паровой движительной установки и пробоины от ядер в бортах.

Правовой статус. Включен в Перечень объектов культурного наследия Ленинградской области (акт № 55/Д от 15.08.2003)¹.

Центр подводных исследований выполняет работы поэтапно:

- 1) ГБО «ГАЛС-250»;
- 2) МЛЭ Teledyne Seabat T50-R;
- 3) ТНПА Argus mini.

Поиск подводных аномалий на обширных территориях морского дна

На первом этапе используется ГБО «ГАЛС-250» с рабочей частотой 250 кГц. Ширина полосы захвата у гидролокатора — 200 метров максимум на сторону. В связи с этим поисковые работы с помощью ГБО являются одними из самых эффективных, так как с их помощью можно быстро и качественно исследовать большие площади морского дна².

¹ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. 106 с.

² Принцип действия ГБО // Научно производственная фирма «Экран» [Эл. ресурс]. URL: <http://hydrasonars.ru/34-baza-znaniy/329-2017-06-13-12-13-17> (посл. посещение: 04.02.2023).

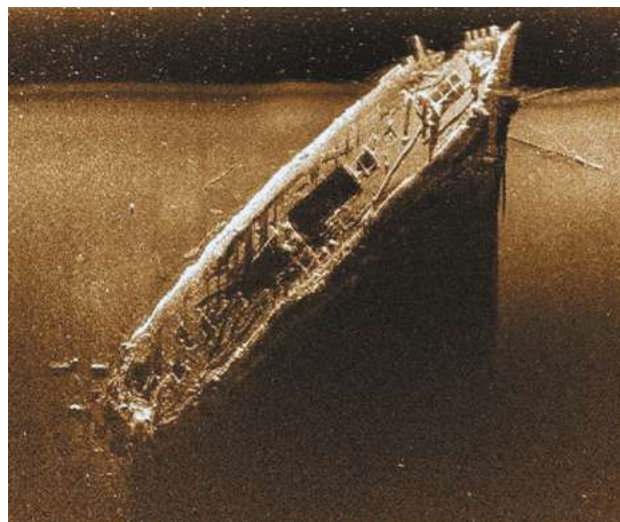


Рис. 1. Сонограмма российского парусно-винтового деревянного клипера «Джигит» (изображение с ГБО). Из архива ЦПИ РГО

Изображения, полученные гидролокационной системой бокового обзора, обладают высокой контрастностью, что позволяет без постобработки выявить характерные элементы подводных объектов (см. рис. 1). Такое изображение может использоваться профильными специалистами (историками, археологами) для первичной идентификации и дальнейшего использования в археологических отчетах.

Применение многолучевого эхолота

МЛЭ также является средством поиска, однако применяется в основном для детализированной съемки объектов на дне.

Решетка приемной акустической антенны располагается перпендикулярно передающей антенне, формируя большое количество приемных лучей (узконаправленных перпендикулярно линии пути), направленных с помощью алгоритмов формирования лучей одновременно в разные стороны под разными углами от плоскости линии пути.

Число лучей у разных производителей различно, на локаторе Teledyne Seabat T50-R их 1024. Разрешающая способность локатора — 0,5*0,5 градуса. Антенна крепится к борту судна на металлической штанге.

МЛЭ имеет полностью изменяемую частоту от 190 до 420 кГц, что позволяет улучшить характеристики полосы захвата и сократить время съемки в сложных гидроакустических условиях. Установленный в стойку процессор сонора поставляется с опциональной полностью интегрированной инерциальной навигационной системой (INS) Applanix POS MV³.

POS MV объединяет данные Глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) с данными об угловой скорости и ускорениях, полученными от датчиков динамического перемещения и курсоуказателя, для определения надежных и точных данных о пространственной ориентации объекта в шести степенях свободы.

В практической деятельности МЛЭ устанавливается на судне-носителе с закрепленной на борту штангой. После включения системы судно встает на заданный курс и осуществляет

³ Лукошков А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. 106 с.

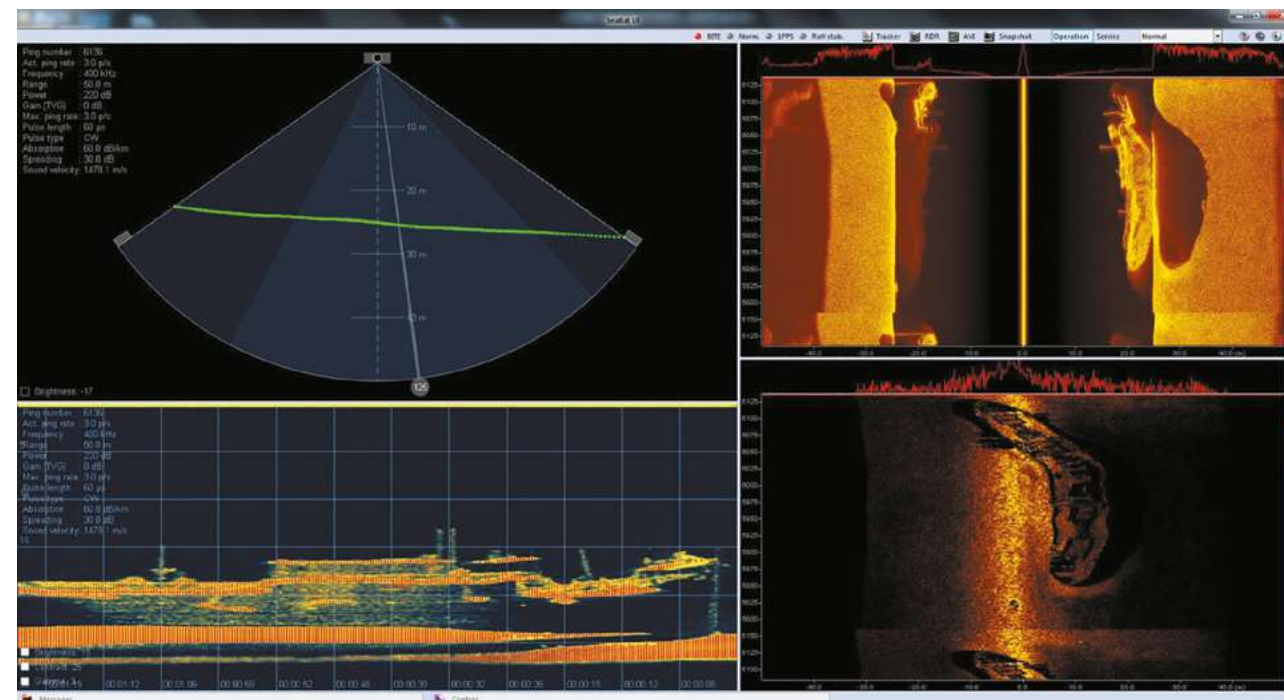


Рис. 2. Иллюстрация работы МЛЭ — получение данных в реальном времени на рабочем мониторе оператора. Из архива ЦПИ РГО

движение галсами. В случае обнаружения на дне или в толще воды аномалии веер лучей собирается оператором вручную для отсеивания ненужных участков грунта и осуществляется несколько проходов над объектом (см. рис. 2).

Конечным результатом обработки собранной информации является получение максимума достоверных данных о местоположении объектов в пространстве, их размерений и других характеристик, благодаря которым в итоге формируется полноценная 3D-модель объекта (см. рис. 3, 4).

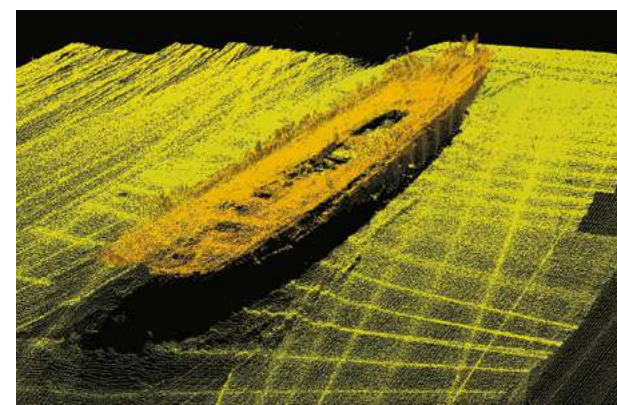


Рис. 3. Иллюстрация 3D-модели обнаруженного российского парусно-винтового деревянного клипера «Джигит». Из архива ЦПИ РГО

Постобработка данных осуществляется в специализированном программном обеспечении PDS2000 (ПО), позволяющем выполнять полное картирование морского дна, работать практически со всеми форматами исходных данных, переводить их в другие форматы, визуализировать и т.д. Также указанное ПО позволяет создавать информативные планшеты для археологических отчетов с высокой степенью детализации⁴.

⁴ Принцип действия ГБО // Научно производственная фирма «Экран» [Эл. ресурс]. URL: <http://hydrasonars.ru/34-baza-znaniy/329-2017-06-13-12-13-17> (посл. посещение: 04.02.2023).

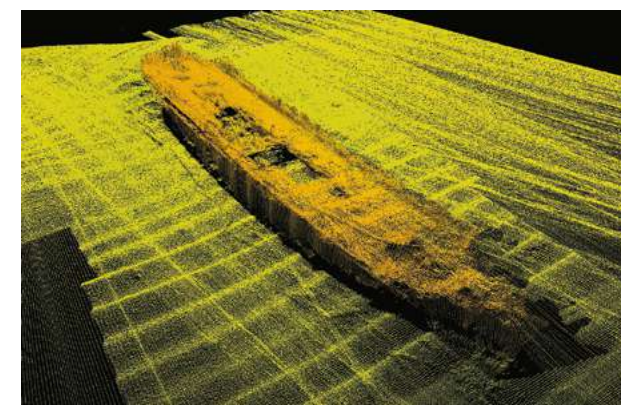


Рис. 4. Иллюстрация 3D-модели обнаруженного российского парусно-винтового деревянного клипера «Джигит». Из архива ЦПИ РГО

Одной из положительных особенностей ПО является возможность одновременно считывать данные с одного или нескольких датчиков в режиме реального времени, регистрировать их, производить вычисления на основе полученных данных, демонстрировать результат вычислений. ПО предоставляет в ручном или автоматическом режимах несколько вариантов удаления из облака точек аномалий, а также резко отклоняющихся значений.

Конечное представление результатов, прошедших контроль инженера по обработке данных, возможно в виде 3D-моделей, таблиц, файлов, обзоров объема, навигационных карт и отчетов (см. рис. 5).

После обработки полученных гидроакустических данных выполняется следующий этап работ, а именно визуальная идентификация обнаруженных объектов с помощью НПА / ОПА или водолазов.

Центр располагает несколькими телеуправляемыми НПА (ТНПА) разных классов. Приведем пример использования самого крупного робота из имеющегося арсенала. ТНПА Argus mini (Норвегия) (см. рис. 6) имеет максимальную глубину погружения 1000 м при наличии кабель-троса нужной длины.

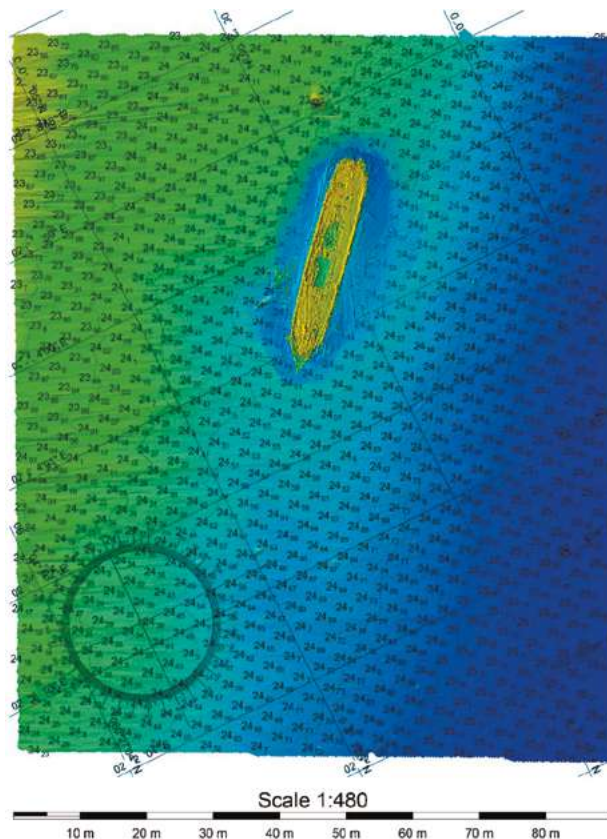


Рис. 5. Пример отчетных материалов в виде навигационной карты для археологических изысканий. Из архива ЦПИ РГО

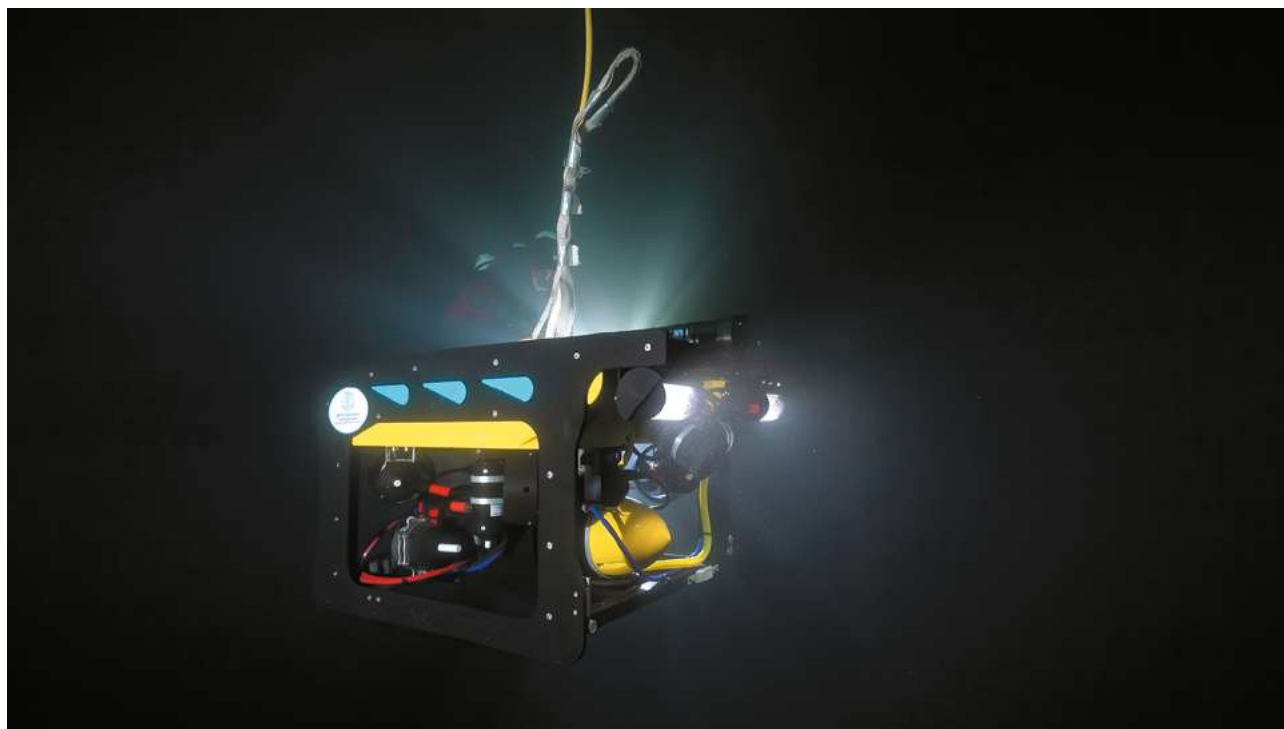


Рис. 6. Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат Argus mini. Из архива ЦПИ РГО

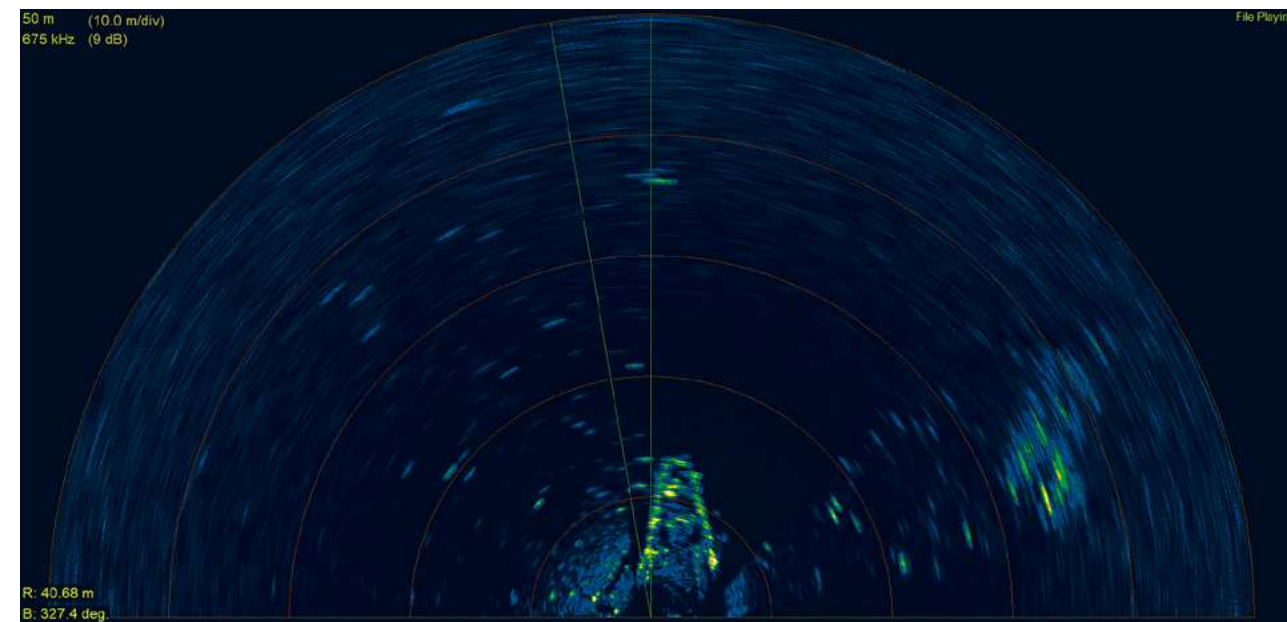


Рис. 7. Иллюстрация рабочего окна ГКО (клипер «Джигит»). Из архива ЦПИ РГО

Argus относится к обзорному классу аппаратов. Сухой вес — 120 кг, суммарная потребляемая мощность — до 3 кВт, грузоподъемность — 15 кг. На аппарате установлен 5-степенный гидравлический манипулятор с тросорезом, позволяющий выполнять сложные задачи, связанные с захватом, подъемом и транспортировкой объектов.

На Argus установлен гидролокатор кругового обзора (ГКО), который значительно упрощает поиски объектов в условиях плохой видимости, фактически являясь универсальным прибором навигации и поиска с максимальным радиусом обзора 200 метров и изменяемой частотой от 300 кГц до 1 мГц (см. рис. 7).

Оптоволоконный кабель положительной плавучести, которым оснащен Argus, имеет большое количество преимуществ относительно других видов кабелей. Его видно на поверхности воды, он обладает меньшей спутываемостью, обеспечивает сниженную нагрузку на аппарат в подводном положении и одновременную передачу сигналов телеуправления, телесигнализации и видеоизображения высокого качества по оптическому каналу связи.

ТНПА незаменимы в научной деятельности Центра. Благодаря наличию FullHD-камеры, позволяющей получать видеоизображение с высоким разрешением на фоне излучаемого LED-фонарями видимого спектра, имеется возможность обследования подводных аномалий без участия водолазов. Отдельным видом обеспечения является сопровождение подводно-технических работ на глубине (см. рис. 8). Также возможен вариант взаимодействия с ОПА (см. рис. 9).



Рис. 8. Сопровождение подводно-технических работ. Из архива ЦПИ РГО

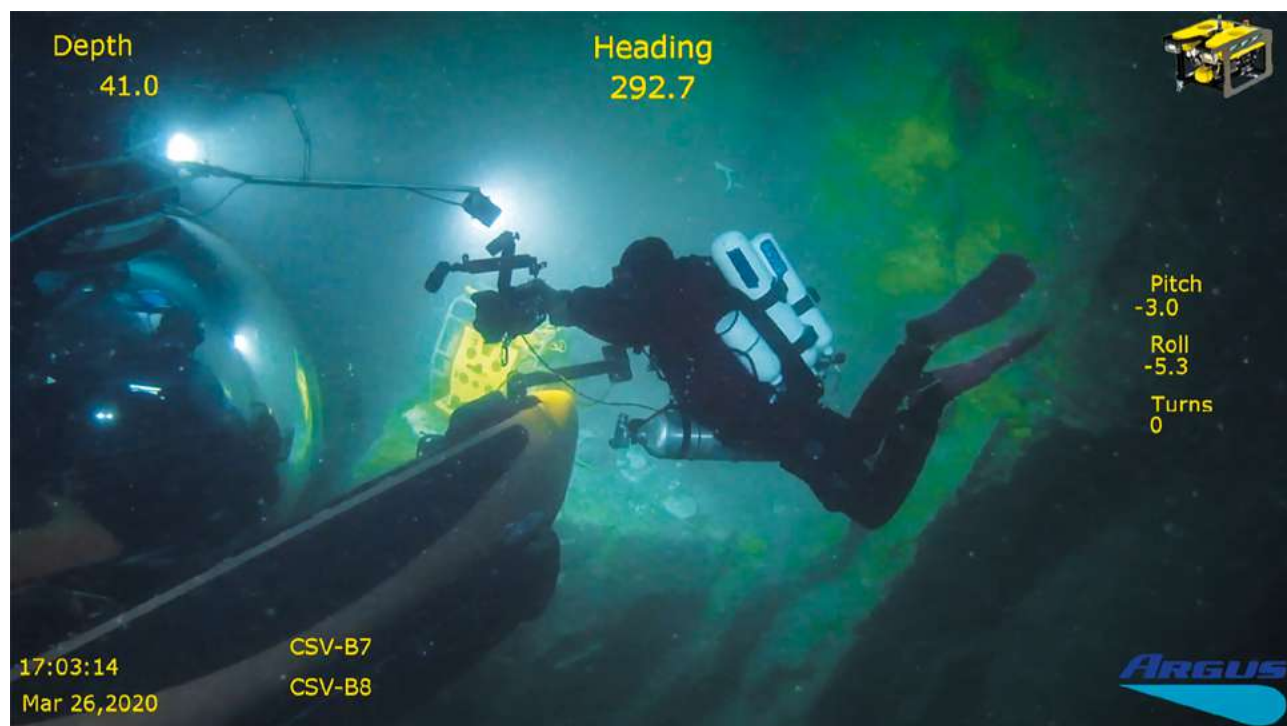


Рис. 9. Взаимодействие ТНПА с ОПА и водолазами. Из архива ЦПИ РГО

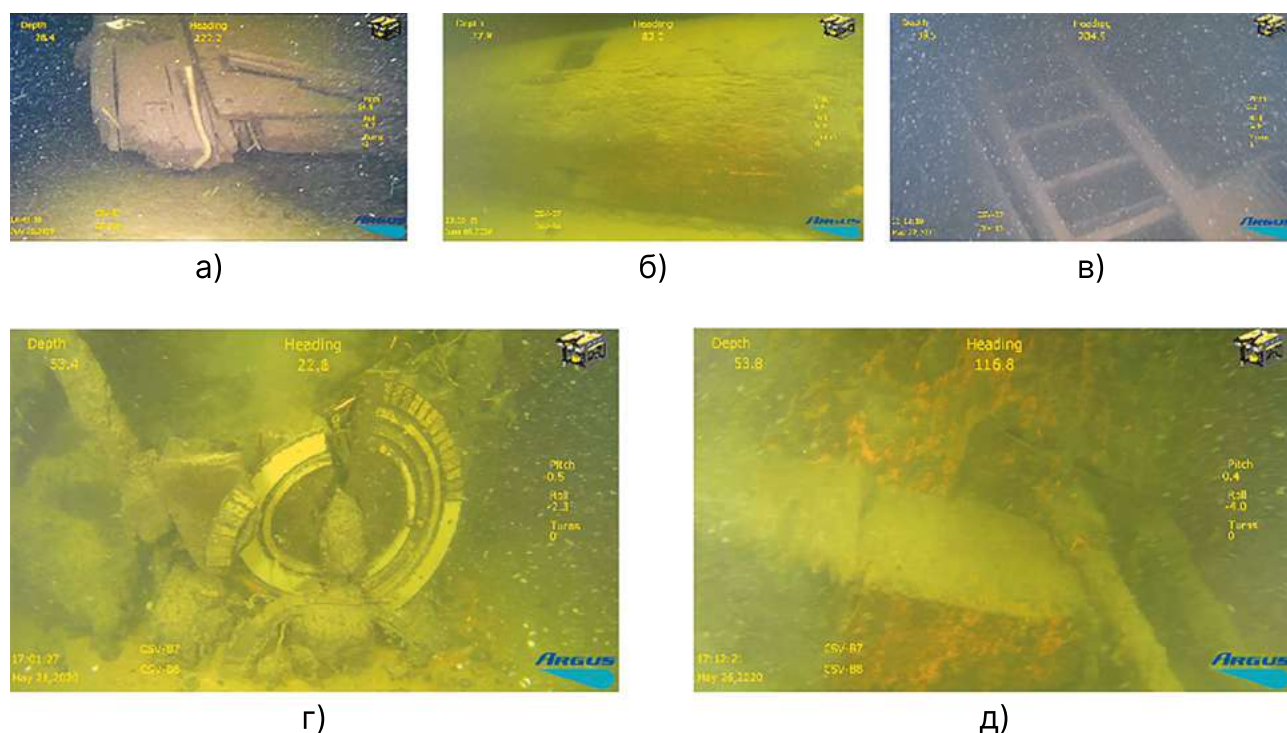


Рис. 10 а, б, в, г, д. Объекты культурного наследия, лежащие под водой, снятые с помощью ТНПА. а) часть деревянного судна; б) борт разрушенного деревянного судна; в) трюм разрушенного деревянного судна; г) часть механизма орудия корабля времен Великой Отечественной войны; д) орудие корабля времен Великой Отечественной войны. Из архива ЦПИ РГО

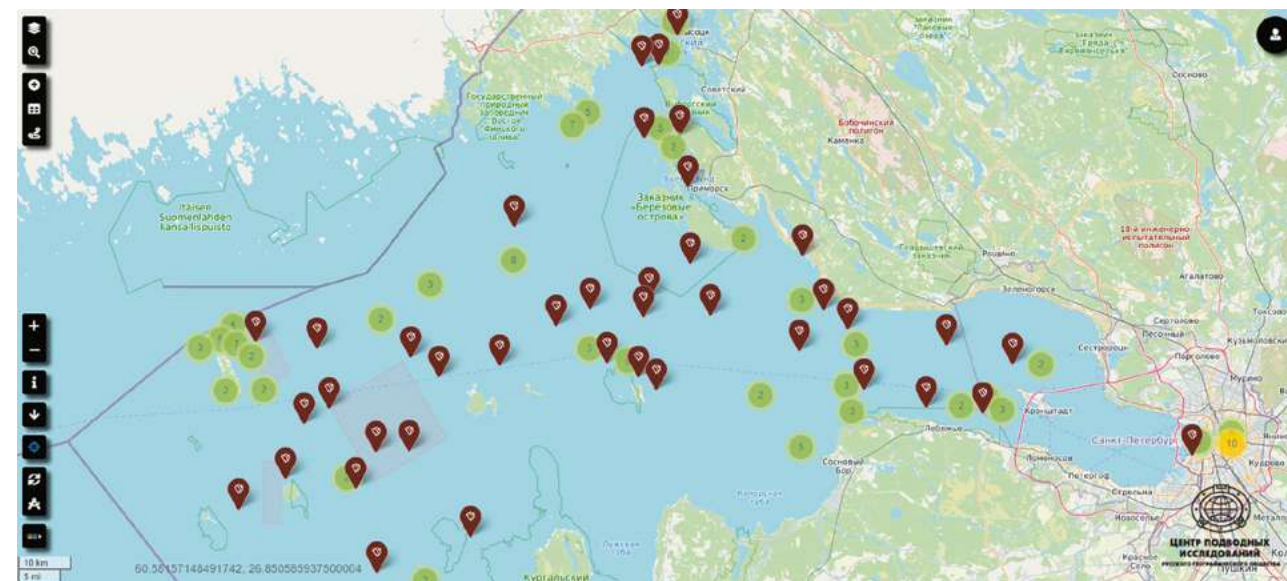


Рис. 11. Динамическая карта, разработанная ЦПИ РГО

Одна из главных задач ТНПА осмотра — обследование подводных объектов, включая идентификацию объектов культурного наследия (см. рис. 10 а, б, в, г, д). ТНПА является предпочтительным средством первичного осмотра, предшествующим водолазным спускам. В отдельных случаях он может заменить водолазов по условиям длительности выполнения подводно-технических работ, в т. ч. на глубинах, недоступных для них.

При выполнении подводных археологических работ наиболее простым способом идентификации затонувшего корабля является съемка его бортового номера/названия, а в случае их отсутствия — характерных конструктивных элементов, элементов бытового назначения и личных вещей.

Данные, полученные с применением приведенного выше оборудования, подлежат визуализации на интерактивной онлайн-карте обнаруженных объектов. Она представляет собой единый обширный архив, выложенный на динамическую карту и позволяющий структурировать накопленные за несколько лет данные.

У каждого объекта имеются описательная часть, технические характеристики, фото- и видеоматериалы, полученные в ходе исследований. Объекты сгруппированы по экспедициям и содержат данные о динамике разрушений, частоте обследований. На рынке существуют аналогичные решения, однако представленная на рис. 11 карта разработки

ЦПИ РГО полностью адаптирована под потребности исследователей. Это полноценная онлайн-база, содержащая, помимо перечисленного выше, архив гидроакустических данных. В перспективе доступ к этой карте смогут получать различные организации и профильные ведомства.

Из актуальных задач осмотровых ТНПА также можно выделить проведение фотограмметрической съемки (ФГМ) морского дна, а также составление ортофотопланов (см. рис. 12, 13) — цифрового трансформированного изображения местности (объекта), созданного на основе перекрывающихся исходных фотоснимков⁵. В настоящее время эта задача в основном лежит на плечах водолазов, и существует обоснованная необходимость повышения эффективности проведения такого вида работ.

Фотограмметрическая съемка необходима для построения высококачественных 3D-моделей объектов на дне и в толще воды.

Благодаря технологии ФГМ появилась возможность подробного изучения содержимого палубы, оценки обстановки и степени сохранности. Она в значительной степени облегчает труд водолазов, которые, погружаясь, имеют представление о корабле, знают реперные точки и легче ориентируются на нем, что особенно важно в условиях сниженной видимости.

⁵ Ортофотоплан // Википедия. Свободная энциклопедия [Эл. ресурс]. URL: <https://w.wiki/6spA> (посл. посещение: 04.02.2023).

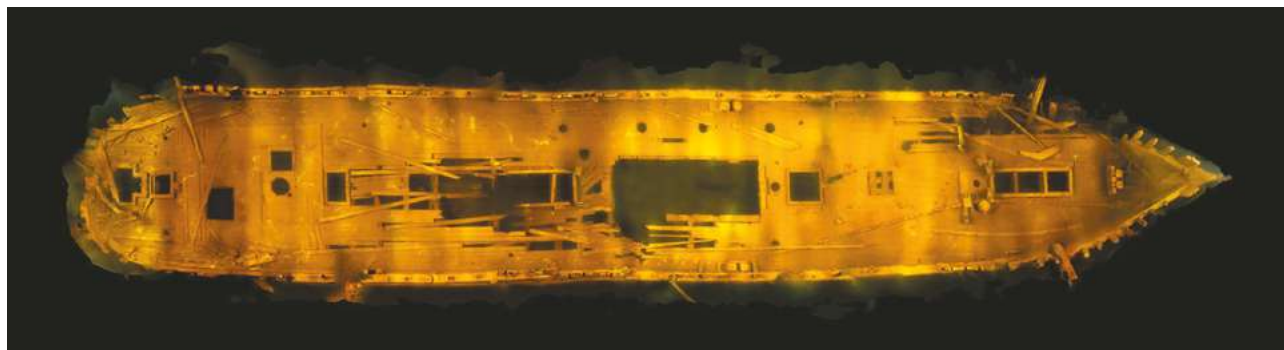


Рис. 12. Ортофотоплан российского парусно-винтового деревянного клипера «Джигит». Из архива ЦПИ РГО



Рис. 13. Ортофотоплан деревянного судна «Бутылочник». Из архива ЦПИ РГО

Центр подводных исследований РГО выполняет сборку комплексов подводных камер высокого разрешения для составления ортофотопланов улучшенного качества. Это перспективное направление развития подводных исследований. Ортофотоплан акватории в значительной степени позволит облегчить работу на объектах культурного наследия, лежащих под водой.

Благодаря развитию в последние годы ТНПА и дополнительного оборудования к нему может быть решена задача многофункциональности. При этом комплексное использование технических средств и гидроакустического оборудования позволяют увеличить эффективность ПТР, обеспечить повышение уровня безопасности, минимизируя нахождение человека под водой.

Заключение

АНО «ЦПИ РГО» обладает богатым опытом проведения подводно-технических работ, совместного использования различных технических средств и гидроакустического

оборудования, позволяющих сформировать качественно новый подход к обследованию подводных пространств и затонувших исторических объектов. Всесторонняя техническая оснащённость и освоение новых технологий обеспечивают эффективный переход от съёмки с использованием органов технического зрения и гидроакустических систем к построению 3D-моделей и картированию акваторий с формированием базы данных затопленных объектов. Научный подход Центра к организации и проведению подводно-технических работ при широком их спектре подразумевает тесное взаимодействие с различными организациями и профильными ведомствами, постоянно повышая уровень профессионализма.

В публикации отражен реальный опыт комплексного применения гидроакустических средств и получения при постобработке исходных данных точной геолокации затопленных объектов, данных об их техническом состоянии, особенностях положения на грунте и внешнем виде для планирования подводно-технических работ с участием водолазов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукошkov А. В. Реестр кораблей и других объектов подводного историко-культурного наследия Российской Федерации. СПб.: БЛИЦ, 2017. Т. 1: Финский залив. Кн. 1: Корабли и суда XVIII века. 106 с.
2. Ортофотоплан // Википедия. Свободная энциклопедия [Эл. ресурс]. URL: <https://w.wiki/6spA> (посл. посещение: 04.02.2023).
3. Принцип действия ГБО // Научно производственная фирма «Экран» [Эл. ресурс]. URL: <http://hydrasonars.ru/34-baza-znaniy/329-2017-06-13-12-13-17> (посл. посещение: 04.02.2023).
4. Teledynemarine [Эл. ресурс]. URL: www.teledynemarine.com (посл. посещение: 04.02.2023).
5. Trimble. Applanix [Эл. ресурс]. URL: www.applanix.com (посл. посещение: 04.02.2023).

REFERENCES

1. Lukoshkov, A. V. *Reestr korablej i drugix ob'ektov podvodnogo istoriko-kul'turnogo naslediya Rossijskoj Federacii* [Register of Ships and Other Objects of the Underwater Historical and Cultural Heritage of the Russian Federation], vol. 1: Finskij zaliv [Gulf of Finland], book 1: Korabli i suda XVIII veka [Ships and Vessels of the 18th Century]. St. Petersburg, BLIC Publ., 2017. 106 p. (In Russ.)
2. "Ortofotoplan" ["Orthophotoplan"]. *Vikipediya. Svobodnaya e'nciklopediya* [Wikipedia. Free Encyclopedia] [Digital resource]. URL: <https://w.wiki/6spA> (last visit: 04.02.2023)
3. "Princip dejstiya GBO" ["The Principle of Operation of HBO"]. *Nauchno proizvodstvennaya firma "E'kran"* [Scientific and Production Company "Screen"] [Digital resource]. URL: <http://hydrasonars.ru/34-baza-znaniy/329-2017-06-13-12-13-17> (last visit: 04.02.2023) (In Russ.)
4. *Teledynemarine* [Digital resource]. URL: www.teledynemarine.com (last visit: 04.02.2023). (In English)
5. *Trimble. Applanix* [Trimble. Applanix]. [Digital resource]. URL: www.applanix.com (last visit: 04.02.2023). (In English)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Вадим Алексеевич Анищенко, оператор подводных комплексов, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д. 3, лит. А).
e-mail: v.anishenko@urc-rgs.ru

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

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

Поступила в редакцию 09.02.2022

Поступила после рецензирования 10.03.2023

Принята к публикации 21.04.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vadim Alekseevich Anischenko, ROV Pilot, Autonomous Non-Profit Organization "URC RGS" (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
e-mail: v.anishenko@urc-rgs.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

Sergej Georgievich Fokin, 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

Received 09.02.2022

Revised 10.03.2023

Accepted 21.04.2023

ТЕХНИКА / ТЕХНОЛОГИИ | TECHNOLOGY / TECHNOLOGIES

Оригинальная статья | Original paper

DOI:

УДК 626.022.1

ВОДОЛАЗНЫЙ КОЛОКОЛ
И АВТОНОМНОЕ ВОДОЛАЗНОЕ СНАРЯЖЕНИЕМ. В. Краморенко  , А. М. Ярков  

АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
 kramorenko21@mail.ru

Аннотация

Водолазные комплексы и методики проведения водолазных спусков постоянно совершенствуются, что позволяет более эффективно реализовывать различные задачи под водой. В 2022 г. впервые в нашей стране на практике были совмещены глубоководные технологии, освоенные Военно-Морским Флотом, и методики глубоководных водолазных спусков в автономном водолазном снаряжении, разработанные в Центре подводных исследований Русского географического общества (ЦПИ РГО). Экспериментальные водолазные спуски показали потребность в дооборудовании водолазного колокола для водолазных спусков в автономном снаряжении. Перечислен необходимый и достаточный для реализации технологии набор оборудования, обеспечивающий действия водолазов в предполагаемых нештатных и аварийных ситуациях.

Ключевые слова

Водолаз, водолазный дыхательный аппарат, водолазный колокол, экспериментальный глубоководный водолазный спуск.

Для цитирования

Краморенко М. В., Ярков А. М. Водолазный колокол и автономное водолазное снаряжение // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, № 1–2. С. 148–157. DOI: <https://doi.org/>

DIVING BELL AND AUTONOMOUS DIVING EQUIPMENT

М. V. Kramorenko  , А. M. Yarkov  

ANO "Underwater Research Center of the Russian Geographical Society,"
St. Petersburg, Russian Federation
 kramorenko21@mail.ru

Abstract

Diving systems and methodologies for conducting underwater dives are continually being improved to more effectively carry out various tasks underwater. In 2022, for the first time in our country's history, deep-sea technologies mastered by the Navy were combined with deep-water diving procedures using autonomous diving equipment developed by the Underwater Research Center of the Russian Geographical Society (URC RGS).

Experimental dives highlighted the need for additionally equipping the diving bell for autonomous diving. The necessary equipment for the implementation of the technology was provided, ensuring the actions of divers in presumed emergency situations.

Keywords

Diver, underwater breathing apparatus, diving bell, experimental deep-sea diving.

For citation

Kramorenko, M. V., and A. M. Yarkov. "Diving Bell and Autonomous Diving Equipment." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 148–157. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

История водолазного дела показывает взаимосвязь развития технологий проведения водолазных работ с техническим прогрессом. Ярким примером такого развития является эволюция водолазного колокола.

Водолазный колокол появился еще до нашей эры и до XVIII в. представлял собой водонепроницаемую открытую снизу конструкцию, в которой находились 1–2 человека, выполнявшие подводно-технические работы через «зеркало» воды без водолазного снаряжения по причине его отсутствия как такового. Следовательно, водолазный колокол был применен лишь на небольших глубинах, а спуски в нем не могли быть продолжительными из-за отсутствия технических возможностей поддерживать пригодную для человека дыхательную газовую среду (ДГСр)¹.

Применяемый ручной инструмент был достаточно примитивным и представлял собой крючья, щипцы для захвата, крюки-ножи с рым-кольцом, сачки разных форм и размеров, захваты и петли для извлечения предметов с морского дна или корпусов затонувших судов. В 1663–1665 гг. шведские водолазы под руководством Ганса Альбрехта фон Трейлебена при помощи водолазного колокола сумели поднять на поверхность 53 пушки с затонувшего на 24–30-метровой глубине линейного корабля «Ваза» (Vasa)². Современная реконструкция свинцового водолазного колокола высотой 150 см, аналогичного применявшемуся при работах на «Вазе», приведена на рис. 1³.

Примечательно, что для связи с поверхностью водолаз использовал тонкую пеньковую веревку и условные сигналы. Одетый в кожаную одежду водолаз по пояс, а то и по грудь, находился в холодной воде все время погружения колокола, которое не превышало 15–30 минут.

¹ Боровиков П. А. Водолазное дело России. Первые шаги. XVII–XIX века. М.: Нептун, 2021. С. 140.

² Боровиков П. А. Vasa. Второе рождение. М.: Нептун, 2011. С. 160.

³ Водолазный колокол // Википедия [Эл. ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Водолазный_колокол (посл. посещение: 29.01.2022).



Рис. 1. Водолазный колокол Трейлебена (современная реконструкция). Из открытых источников

Лимитирующими факторами являлись низкая температура воды и «перегорание» воздуха в колоколе, при этом декомпрессионные расстройства организма не происходили из-за краткосрочности погружений. Считалось, что один кубический фут воздуха обеспечивает поддержание жизни водолаза в течение четырех минут. В 1717 г. англичанин Галлей предложил использовать дополнительные воздушные резервуары для подачи воздуха в водолазный колокол. Для выпуска отработанного воздуха в корпусе колокола был установлен выпускной клапан. Галлей лично испытал колокол: вместе с четырьмя водолазами он опустился на глубину 18 м, погружение продолжалось полтора часа⁴. Водолазный колокол того времени

⁴ Боровиков П. А. Водолазное дело России. Первые шаги. XVII–XIX века. М.: Нептун, 2021. С. 140.

выполнял функции опорной точки для проведения работ под водой и убежища для водолазов. Опасность такого способа проведения работ под водой с современной точки зрения очевидна, а для того времени — необъяснима даже наукой.

Необходимость проведения водолазных работ на средних глубинах привела к созданию вентилируемого водолазного снаряжения, когда воздух нагнетался в шлем водолаза по кожаным шлангам с помощью воздушных помп. Это позволило также вентилировать параллельно совершенствуемые водолазные колокола. Колокола по-прежнему представляли собой массивную металлическую конструкцию уже с иллюминаторами. Вес колокола компенсировал плавучесть, создаваемую его внутренним объемом. Однако открытая снизу конструкция колокола не предъявляла требований к нему как сосуду, работающему под избыточным давлением.

Относительно современное техническое средство — водолазный полуколокол, появилось с развитием водолазного снаряжения, представляя собой водолазную беседку с находящейся в ее верхней части полусферой. Стоя на площадке, водолаз при необходимости может отключиться от дыхательного аппарата и перейти на дыхание из полусферы. На полуколоколе, как правило, размещен баллон с воздухом или дыхательной газовой смесью (ДГС), позволяющий или вентилировать его объем, или включиться на дыхание через регулятор второй ступени (дыхательный автомат). При заходе в полуколокол снижается и холодовая нагрузка на организм водолаза, поскольку он до пояса находится в газовой среде, обладающей меньшей теплопроводностью. Понятно, что подъем полуколокола к поверхности осуществляют механическим способом с судна обеспечения, а руководитель водолазных спусков выбирает по таблицам и проводит необходимый режим декомпрессии. Полуколокол — средство доставки водолаза к месту работ и убежище с аварийным запасом воздуха (ДГС), средство для подъема водолаза по режиму декомпрессии с уменьшением воздействия на него угрожающих факторов водной среды.

Настоящей революцией в развитии водолазных колоколов явилась установка в них внутренней крышки. Это было вызвано увеличением глубины проведения водолазных работ, появлением барокомплексов, использованием для дыхания водолазов искусственных ДГС, увеличением декомпрессионных

обязательств и времени декомпрессии водолазов. Декомпрессия проводилась по научно обоснованным и рассчитанным таблицам. Водолазный колокол стал средством доставки водолазов к месту проведения работ и обратно в барокамеру для продолжения декомпрессии. Эта технология получила известность как метод кратковременных погружений (метод КП). Ярким представителем водолазных колоколов этого поколения является водолазный колокол спасательного судна Военно-Морского Флота проекта 527М «ЭПРОН» (см. рис. 2).



Рис. 2. Водолазный колокол для глубоководных водолазных спусков методом кратковременных погружений. Из архива ЦПИ РГО

Колокол оснащен внутренней крышкой, клапанами затопления и подачи воздуха, светильником, подвесами для водолазов и кабельной телефонной связью. Он является составной частью глубоководного водолазного комплекса, имеет узел стыковки с барокамерой. Колокол опускается под воду посредством спускоподъемного устройства и сопряжен с платформой, служащей базой для проведения работ. Технология водолазного спуска с его использованием предусматривает: вывешивание водолазного колокола у поверхности воды, размещение водолазов

на платформе (см. рис. 3), спуск колокола с остановкой на глубине 30 м для замены подаваемого водолазам на дыхание воздуха соответствующей гелийсодержащей ДГС, выход водолазов с платформы к месту проведения работ, работу водолазов на объекте, подъем на платформу, заход водолазов в колокол, подъем колокола по режиму декомпрессии до глубины 70 м, вентиляцию колокола воздухом, перевод водолазов на дыхание воздухом, снятие водолазами дыхательных аппаратов, закрытие внутренней крышки, герметизацию и безостановочный подъем колокола на поверхность с последующей стыковкой с барокомплексом, переход водолазов под давлением в барокомплекс для окончания декомпрессии.

В аварийной ситуации в колоколе может быть создана искусственная ДГСр путем подачи внутрь него по шлангу воздуха, кислородно-азотно-гелиевой смеси 5/75 (КАГС 5/75 — смесь с содержанием 5% кислорода, 20% азота, 75% гелия). Клапан затопления предназначен для повышения уровня воды в колоколе с целью облегчения захода в него водолазов. Связь с водолазами осуществляется через



Рис. 3. Водолазы-глубоководники в процессе водолазного спуска. Из архива ЦПИ РГО

гарнитуры мягких шлемов, а после размыкания разъемов связи — посредством гарнитуры громкоговорящей связи, расположенной в колоколе.

Таким образом, водолазный колокол, интегрированный в глубоководный водолазный комплекс для проведения спусков методом кратковременных погружений, рассчитан на пребывание в нем двух водолазов и выполняет функции средства доставки водолазов к месту работы, убежища для водолазов, средства для проведения начального этапа декомпрессии и средства для доставки водолазов в барокомплекс. Для обеспечения действий в возможных нештатных ситуациях в колоколе предусмотрена вентиляция воздухом и подача искусственной ДГСр.

С внедрением в практику водолазного дела метода длительного пребывания (метода ДП) конструкция водолазного колокола получила дальнейшее развитие⁵. В качестве примера можно привести водолазный колокол глубоководного водолазного комплекса ГВК-450 (см. рис. 4) спасательного судна Военно-Морского Флота «Игорь Белоусов», освоенный экипажем в 2017–2018 годах. Именно через этот водолазный колокол реализованы методики экспериментальных водолазных спусков в автономном водолазном снаряжении, разработанные ЦПИ РГО.

Суть метода длительного пребывания состоит в том, что водолазы начинают водолазный спуск в условиях барокомплекса, где создается искусственная ДГСр, соответствующая глубине проводимых водолазами работ.

⁵ Смолин В. В., Соколов Г. М., Павлов Б. Н., Демчишин М. Д. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение: в 3 т. М.: Слово, 2004. Т. 2. С. 724.



Рис. 4. Водолазный колокол глубоководного водолазного комплекса ГВК-450. Из архива ЦПИ РГО

Выходы в водную среду производят через водолазный колокол, в котором перед спуском размещают подготовленное водолазное снаряжение и создают аналогичную отсекам барокомплекса газовую среду, но с несколько большим парциальным давлением кислорода. Водолазы размещаются в водолазном колоколе и закрывают внутреннюю крышку. Затем операторы систем барокомплекса закрывают нижнюю крышку переходной шахты, а в самой шахте снимают избыточное давление. Колокол вместе с тремя водолазами при внутреннем давлении, соответствующем глубине предстоящего спуска, снимают с переходной шахты и опускают с помощью спускоподъемного устройства на глубину. При выравнивании внешнего гидростатического и внутреннего давления внутри колокола водолазы открывают внутреннюю крышку, надевают водолазные шлемы и парой спускаются в шахту входного люка, попадая на платформу груз-якоря. Спуск колокола осуществляют по направляющим тросам предварительно опускаемого массивного груз-якоря. Колокол как бы прибывает к груз-якорю, конечное расстояние до которого составляет порядка 1,5–2 м (см. рис. 5). Один из водолазов следует к месту выполнения работы, а второй обеспечивает его, находясь на площадке. В колоколе находится оператор, который выдает или принимает кабель-шланговые связки (КШС) водолазов. Он же контролирует подачу водолазам ДГС и исполняет роль страхового в возможной аварийной ситуации.

Водолазы выходят из водолазного колокола в шланговом водолазном снаряжении с применением системы замкнутого дыхания, которая предусматривает подачу ДГС по шлангу, ее отвод на борт судна-носителя по обратному шлангу, очистку и регенерацию на борту с повторной подачей ДГС на вдох. На водолазном колоколе с внешней стороны установлены баллоны аварийного запаса ДГС на случай выхода из строя системы основной подачи. Кроме того, на водолазе размещен резервный дыхательный аппарат, предназначенный для захода в колокол при аварийной ситуации, не применяющийся в процессе водолазного спуска в штатном режиме. Обогрев водолазов предусмотрен горячей водой, подаваемой с поверхности в водолазный колокол, а затем в костюмы водообогрева мокрого типа. КШС работающих водолазов с присоединенными шлемами расположены внутри колокола, подключены к пульту подачи газов (так называемая Мага-панель), занимая значимый объем. У оператора

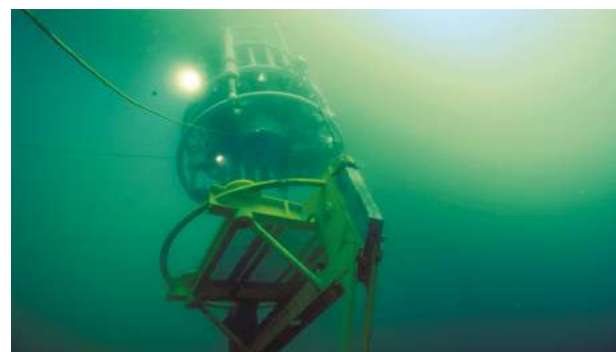


Рис. 5. Водолазный колокол и груз-якорь у места проведения работ. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 6. Внутренний объем водолазного колокола ГВК-450. Из архива ЦПИ РГО

водолазного колокола КШС размещена снаружи на специальной раме (см. рис. 4), что позволяет экономить внутреннее пространство. Кроме того, в водолазном колоколе размещены два резервных дыхательных аппарата, элементы настройки системы замкнутого дыхания, коллектор подачи горячей воды, обогреватель, аппараты очистки среды от диоксида углерода, аварийная ручная таль, крышка входного люка, гидромашинки привода внутренней и внешней крышек, аппаратура гидроакустической и телетайпной связи с поверхностью, три сиденья для размещения водолазов, три термостоя в упаковке и другое оборудование. Всего более 50 разных клапанов, которые связаны трубопроводами. Имея объем 6 м³, свободного места внутри водолазного колокола практически нет (см. рис. 6). Вместе с тем каждый элемент, каждый клапан, каждый провод имеют функциональную нагрузку и поддерживают технологию проведения глубоководного водолазного спуска.

В июле 2022 г. в ходе комплексной экспедиции на о. Матуа Курильской гряды с борта спасательного судна Тихоокеанского флота «Игорь Белоусов» были успешно проведены

экспериментальные глубоководные водолазные спуски на глубину 107 м в автономном водолазном снаряжении с использованием дыхательных аппаратов по замкнутой схеме дыхания и с электронным управлением. В ходе подготовки и проведения водолазных работ были совмещены глубоководные технологии, освоенные Военно-Морским Флотом, и методики глубоководных водолазных спусков в автономном водолазном снаряжении, разработанные ЦПИ РГО. Сочетание технологий позволило успешно выполнить поставленные задачи по обследованию подводного объекта — погибшей в июле 1944 г. американской океанской подводной лодки «Херринг», и увековечиванию подвига ее экипажа, выполнившего свой воинский долг по сокращению военной мощи нацистской Германии и ее союзников: фашистской Италии и милитаристской Японии.

При освоении водолазного колокола специалистами ЦПИ РГО (см. рис. 6) особое внимание было уделено системам и устройствам, способным технически поддерживать разработанные ранее методики проведения водолазных спусков в автономном водолазном снаряжении. Далеко не все штатное оборудование колокола оказалось востребованным, поскольку водолазный колокол

ГВК-450 предназначен для реализации технологии глубоководных водолазных спусков методом насыщенных погружений.

Методика основывалась на профиле водолазного спуска согласно рис. 7 и предусматривала размещение трех водолазов в водолазном колоколе (оператора водолазного колокола и двух водолазов-исследователей), включение их в водолазные дыхательные аппараты с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением (ВДА с ЗСД и ЭУ) при нахождении колокола на «нулевой» отметке (см. рис. 8). Спуск колокола на глубину 100 м выполнялся с открытыми крышками и одновременной подачей в него ДГС. Одновременно проводилось формирование в колоколе ДГС, аналогичной по составу ДГС в дыхательном контуре аппаратов, и снятие оператором водолазного колокола дыхательного аппарата (переход на дыхание ДГС, сформированной в колоколе). Далее производился выход водолазов-исследователей в водную среду при обеспечении оператором колокола (см. рис. 9) с выполнением работ на объекте, затем заход водолазов в колокол (см. рис. 10), закрытие внутренней крышки, включение оператора в дыхательный аппарат, безостановочный подъем на борт судна-носителя ГВК колокола с одновременным снижением в нем

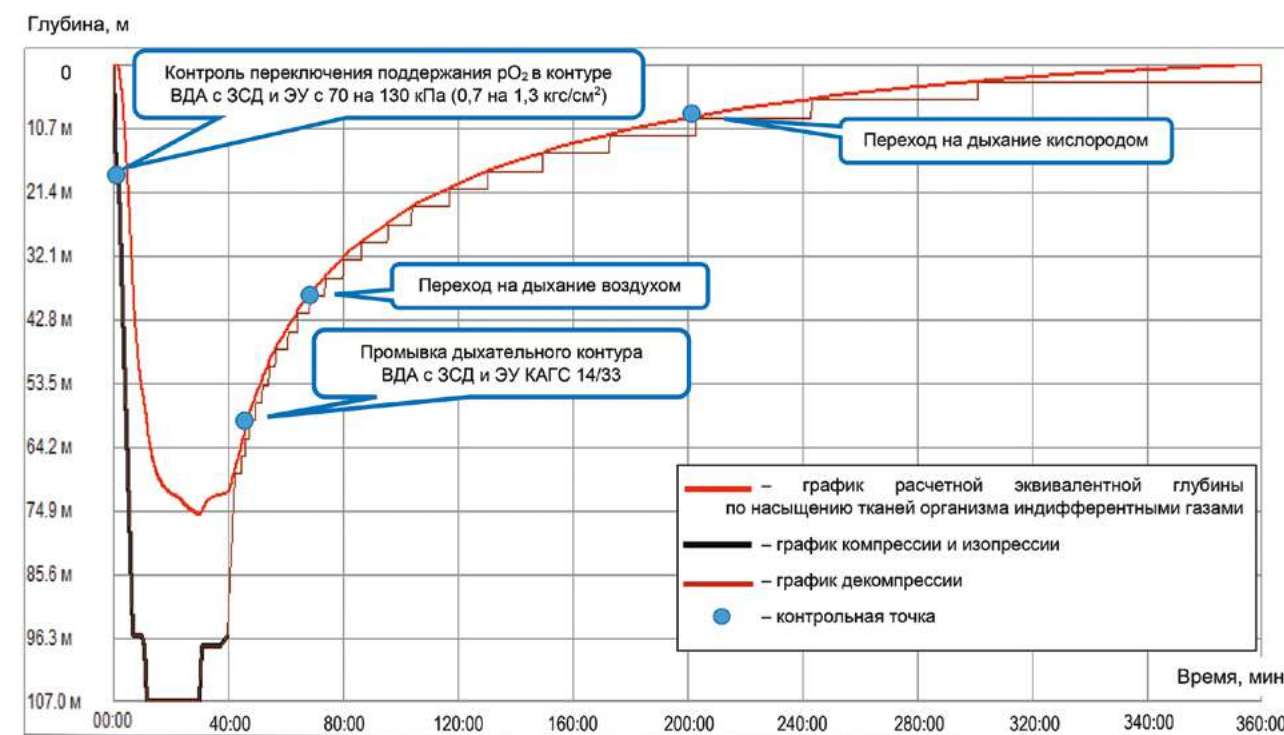


Рис. 7. Профиль экспериментального глубоководного водолазного спуска



Рис. 8. Водолаз-исследователь и оператор колокола в процессе компрессии. Из архива ЦПИ РГО

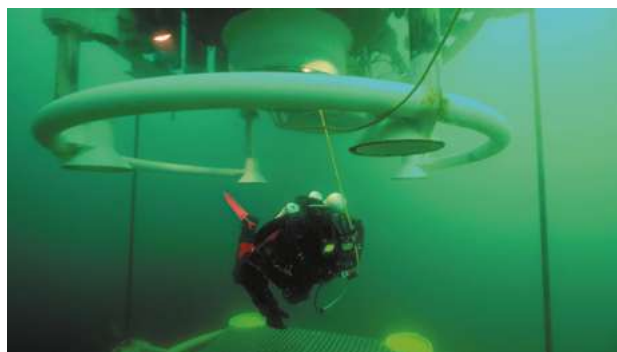


Рис. 9. Водолаз-исследователь в водной среде на глубине 100 м. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 10. Заход водолаза-исследователя в колокол. Из архива ЦПИ РГО



Рис. 11. Оператор водолазного колокола обеспечивает работу водолазов. Из архива ЦПИ РГО

давления по режиму декомпрессии, стыковка колокола с барокомплексом, отключение водолазов от дыхательных аппаратов и переход в барокамеру для окончания декомпрессии в воздушной среде.

В процессе компрессии на глубине около 20 м дыхательные аппараты автоматически переключались на поддержание в дыхательном контуре фиксированного парциального давления кислорода с 70 на 130 кПа. При этом сформированная на глубине 100 м ДГСр имела парциальное давление кислорода 130 кПа.

Для снижения физической нагрузки на водолазов при покидании колокола оператор поднимал внутри «зеркало» воды на 40 см — до уровня клапана затопления. Во время работы водолазов-исследователей на объекте оператор колокола выдавал и принимал кабельные связки водолазов, поддерживал связь с постом управления водолазными спусками, находился в готовности к выходу в воду в качестве страхующего водолаза. Поддержание параметров газовой среды колокола при работе в нем оператора осуществлялось аппаратами поглощения (удаление диоксида углерода) и дозированной подачей кислорода (постоянная подача, контролируемая через ротаметр). В процессе захода водолазов в колокол оператор оказывал помощь, используя ручную таль аварийного подъема водолазов (см. рис. 11).

С началом декомпрессии снижение давления в колоколе осуществлял оператор колокола с помощью клапана затопления. Данные по параметрам декомпрессии (скорость снижения, глубина и продолжительность первой и последующих декомпрессионных остановок) считывались водолазами с экранов их водолазных компьютеров. В колоколе находилось одновременно шесть водолазных компьютеров (три основных и три дублирующих), показания которых были практически одинаковы. Оператор колокола ориентировался на компьютер, указывающий большую глубину и более продолжительное время остановки. Кроме того, в водолазные компьютеры водолазами своевременно вводились данные об используемых для декомпрессии ДГС (использовавшаяся на грунте смесь КАГС 7/67 на глубине 60 м заменялась смесью КАГС 14/33, а на глубине 36 м — воздухом) и схеме дыхания (замкнутая или открытая). С переходом в барокамеру декомпрессия продолжалась по данным водолазных компьютеров. С глубины 9 м водолазы применяли

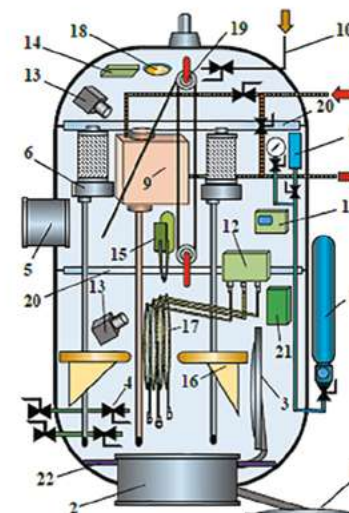


Рис. 12. Водолазный колокол для глубоководных водолазных спусков в автономном снаряжении

для дыхания кислород для ускорения рассасывания тканей организма от индифферентных газов (азота и гелия). Все события, происшедшие в колоколе на всех этапах водолазного спуска, транслировались на пульт руководителя водолазных спусков с помощью расположенных в водолазном колоколе и под ним видеокамер. Водолазы использовали сухие гидрокombineзоны и утеплители пассивного типа. Водолазный колокол обогревался горячей водой, подаваемой с поверхности, при этом температура воды была несколько выше (около 54 °С), чем при использовании водолазами костюмов водообогрева мокрого типа. Прошедшая через водяную грелку горячая вода, отдав часть тепла, удалялась за пределы колокола.

Общее время водолазного спуска составило около 8 часов, включая декомпрессию, время в воде — 32 мин, время «отсутствия» на борту судна-носителя — 62 мин. Именно временные параметры проведенных экспериментальных водолазных спусков позволяют оценить их эффективность и безопасность.

В процессе подготовки к экспериментальным водолазным спускам с колокола были сняты КШС, установлены эргономичные сиденья большей площади, установлены кабельные связки водолазов, размещены съемные точки крепления дополнительного оборудования. Не подлежащее демонтажу оборудование колокола, безусловно, осталось на месте и несколько стесняло действия водолазов ЦПИ РГО.

1 — внешняя крышка шахты входного люка с гидравлическим приводом; 2 — шахта входного люка; 3 — внутренняя крышка шахты входного люка с гидравлическим приводом; 4 — клапаны затопления ВК, 2 ед.; 5 — шлюз ВК; 6 — аппараты поглощения диоксида углерода, 2 ед.; 7 — внешний баллон с кислородом; 8 — система дозированной подачи кислорода в ВК через ротаметр; 9 — водяная грелка с вентилятором; 10 — трубопровод (шланг) подачи/отвода газовой смеси в/из ВК; 11 — блок газоанализа ДГСр ВК; 12 — блок телефонной связи с водолазами с разъемами для подсоединения трех кабельных связок; 13 — видеокамеры; 14 — блок громкоговорящей связи с поверхностью (с пунктом управления водолазными спусками); 15 — безбатарейный аварийный телефон; 16 — сиденья для размещения водолазов, 3 ед.; 17 — кабельные связки водолазов, 3 ед.; 18 — фонари освещения ВК; 19 — ручная таль («аварийная» таль); 20 — кольцевые планки для крепления дополнительного оборудования (баллоны с ДГС декомпрессии, резервный ВДА и др.), 2 ед.; 21 — аппаратура гидроакустической связи с водолазами и поверхностью; 22 — палубный настил (пайолы).

По результатам проведения экспериментальных водолазных спусков сформировалось представление о том, как должен выглядеть и чем должен быть дооборудован водолазный колокол для проведения глубоководных водолазных спусков в автономном снаряжении (см. рис. 12).

Внутренний объем водолазного колокола, составляющий 6 м³, достаточен для размещения трех водолазов и соответствует решаемым задачам. Однако все оборудование должно быть размещено по внутренней поверхности так, чтобы нижняя зона высотой 1200 мм от уровня кольцевого (палубного) настила (22) была максимально свободной. В верхней части колокола целесообразно закрепить не менее двух кольцевых планок (20) с точками крепления дополнительного оборудования. Сиденья для размещения водолазов (16) должны иметь размер, позволяющий расположить за спиной водолаза его дыхательный аппарат. Водяную грелку (9) и аппараты поглощения диоксида углерода (6) в колоколе целесообразно разместить на уровне 1700–1800 мм от палубы, а сам корпус водяной грелки изготовить с лекальными формами, повторяющими кривизну боковой поверхности колокола.

Необходимость пульта подачи газа в колоколе спорна, поскольку в аварийном случае, при выходе из строя дыхательного аппарата в водной среде, водолаз самостоятельно переключается на дыхание из резервного дыхательного аппарата с открытой или замкнутой схемами дыхания, что не требует каких-либо действий оператора колокола.

Включение в состав водолазного снаряжения кабельных связей (17), размещаемых в колоколе, ставит под сомнение автономность водолазов, то есть их независимость от поверхности. Этот вопрос дискуссионный, поскольку, с одной стороны, наличие в колоколе станции гидроакустической связи вполне его решает, с другой — кабельная связка имеет бесспорные преимущества физического звена линии коммуникации. В аспекте того, что автономный водолазный спуск предполагает только возможность погружения водолаза, его работу на заданной глубине и подъем на поверхность в автономном водолазном снаряжении с любого неспециализированного плавсредства, проведенные у о. Матуа экспериментальные водолазные спуски не были автономными. Применение кабельных связей было обусловлено вопросами безопасности водолазов при выходах в водную среду из водолазного колокола. Если же рассматривать водолазный колокол как средство доставки водолазов к месту выполнения работ с последующим возвратом в барокамеру для продолжения декомпрессии, а также как опорную точку и убежище у места проведения работ, то при использовании автономного водолазного снаряжения с гидроакустической связью водолаз в период выполнения задачи будет полностью автономен.

Приведенный выше набор оборудования необходим и достаточен для реализации технологии глубоководного водолазного спуска в автономном снаряжении и обеспечивает действия водолазов в предполагаемых нештатных и аварийных ситуациях. Введенный в практику водолазного дела рискориентированный подход к обеспечению безопасности водолазного спуска⁶ предполагает принятие мер оперативного реагирования на развивающуюся угрозу. Ответные меры принимаются ситуативно. Участникам водолазных работ важно понимать,

⁶ Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 декабря 2020 г. № 922н «Об утверждении Правил по охране труда при проведении водолазных работ». М.: МОРКНИГА, 2022. С. 226.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровиков П. А. Водолазное дело России. Первые шаги. XVII–XIX века. М.: Нептун, 2021. 598 с.
2. Боровиков П. А. Vaza. Второе рождение. М.: Нептун, 2011. 160 с.
3. Водолазный колокол // Википедия [Эл. ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Водолазный_колокол (посл. посещение: 29.01.2022).
4. Смолин В. В., Соколов Г. М., Павлов Б. Н., Демчишин М. Д. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение: в 3 т. М.: Слово, 2004. Т. 2. 722, [1] с.

что безопасность водолазного спуска поддерживается в текущий момент времени, а если появляются признаки нештатной (аварийной) ситуации, то они должны быть вовремя распознаны. Нештатная ситуация должна быть устранена, а развитие аварийной ситуации — предотвращено. В этом и заключается суть управления рисками при проведении водолазных работ. Руководитель водолазных спусков, находящийся на своем пункте управления на борту судна обеспечения, обладает всей информацией о состоянии дел в водолазном колоколе, имеет связь с оператором колокола и водолазами, находящимися в воде, имеет возможность визуально наблюдать происходящее, то есть способен контролировать безопасные условия по значимым параметрам и принимать соответствующие меры. То же касается и водолазов в колоколе.

В завершение необходимо отметить, что не водолазное снаряжение и не водолазный колокол спускают водолаза в глубины. Это делают все участники водолазных работ, грамотно используя предоставляемые им технические средства.

Устойчивой тенденцией развития водолазных колоколов является унификация части методов проведения водолазных спусков (кратковременных погружений и длительного пребывания), а также применение при этом различных типов водолазного снаряжения. В связи с этим разработка и строительство глубоководных водолазных комплексов, предназначенных только для обеспечения глубоководных водолазных спусков в автономном водолазном снаряжении, является нерациональным и нецелесообразным.

Опыт экспериментальных глубоководных водолазных спусков, проведенных у о. Матуа с применением водолазного колокола ГВК-450, показывает совместимость современных водолазных колоколов с автономным водолазным снаряжением, а также возможность на высоком уровне поддерживать безопасность водолазных работ.

5. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 декабря 2020 г. № 922н «Об утверждении Правил по охране труда при проведении водолазных работ». М.: МОРКНИГА, 2022. 222 с.

REFERENCES

1. Borovikov, P. A. *Vodolaznoe delo Rossii. Pervye shagi. XVII–XIX veka* [Diving in Russia. First Steps. 17th–19th Centuries]. Moscow, Neptun Publ., 2021. 598 p. (In Russ.)
2. Borovikov, P. A. *Vaza. Vtoroe rozhdenie* [Vaza. Second Birth]. Moscow, Neptun Publ., 2011. 160 p. (In Russ.)
3. “Vodolaznyj kolokol” [“Diving Bell”]. Wikipedia [Digital resource]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Водолазный_колокол (last visit: 29.01.2022).
4. Smolin, W. W., G. M. Sokolov, B. N. Pavlov, and M. D. Demtchishin. *Glubokovodnye vodolaznye spuski i ix medicinskoe obespechenie: v 3 t.* [Deep-sea Diving Descents and Their Medical Support: in 3 vols.], vol. 2. Moscow, Slovo Publ., 2004. 722, [1] p. (In Russ.)
5. *Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashhity Rossijskoj Federacii ot 17 dekabrya 2020 g. № 922n “Ob utverzhdenii Pravil po ohrane truda pri provedenii vodolaznyx rabot”* [Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation dated December 17, 2020 no. 922n “On Approval of the Rules for Labor Protection during Diving Operations”]. Moscow, MORKNIGA Publ., 2021. 222 p. (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михаил Вячеславович Краморенко, кандидат технических наук, руководитель подводно-технических работ, АНО «ЦПИ РГО» (Россия, 191123, г. Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д. 3, лит. А).
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7260-256X>
e-mail: kramorenko21@mail.ru

Андрей Михайлович Ярков, 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

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Поступила в редакцию 14.03.2023
Поступила после рецензирования 04.04.2023
Принята к публикации 15.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mikhail Vyacheslavovich Kramorenko, Candidate of Technical Sciences, Head of Underwater Engineering and Operations, Autonomous Non-Profit Organization “URC RGS” (ul. Zaxar`evskaya, d. 3, lit. A, Saint Petersburg, 191123, Russia).
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7260-256X>
e-mail: kramorenko21@mail.ru

Andrey Mixajlovich Yarkov, Candidate of Medical Sciences, Diving Medicine Physician, Autonomous Non-Profit 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

Received 14.03.2023
Revised 04.04.2023
Accepted 15.05.2023

МЕДИЦИНА / MEDICINE

Оригинальная статья | Original paper

DOI: УДК 612.274 + 612.821



ВЛИЯНИЕ ГИПЕРОКСИЧЕСКИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ НИЗКОГОРЬЯ

З. М. Исрафилов¹ ✉, С. П. Колчанов² ✉, Д. В. Рыжилов³ ✉¹Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация²Военный институт (военно-морской политехнический) Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация³Научно-исследовательский институт спасания и подводных технологий Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ warag05@mail.ru

Аннотация

Современные достижения в области технологии водолазного снаряжения и оборудования значительно расширили возможности выполнения исследования морских глубин. Лимитирующим фактором выполнения водолазных работ все чаще становится уровень функционального состояния и резервных возможностей организма человека. Данный аспект особенно актуален в контексте глубоководных спусков в автономном снаряжении с дыхательными аппаратами замкнутой схемы дыхания и электронным управлением, для которых в нашей стране только начинает формироваться необходимый опыт медицинского обеспечения. Цель исследования — оценить влияние гипероксических дыхательных газовых смесей на состояние функций организма человека в период выполнения водолазных работ в условиях низкогорья (на высотах до 1000 м). В рамках ретроспективного исследования было обследовано 12 участников, шестеро из которых — водолазы. В период двухнедельной экспедиции проводилось комплексное медико-биологическое исследование, направленное на оценку влияния глубоководных автономных водолазных спусков, выполненных методом кратковременных погружений, на состояние функций дыхательной, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы организма человека. Кроме того, производилась оценка воздействия гипероксических дыхательных газовых смесей на адаптационные возможности организма человека. Установлено, что у водолазов после глубоководных автономных спусков, выполненных методом кратковременных погружений, отмечается достоверное снижение частоты сердечных сокращений в среднем на 14%, минутного объема кровообращения на 17% и значений индекса Робинсона на 10%. Кроме того, общее периферическое сопротивление сосудов увеличилось в среднем на 36%. Также выявлено снижение скорости мышления и скорости переработки информации в зрительном анализаторе у водолазов в период выполнения автономных глубоководных спусков. Авторы заключают, что использование гипероксических дыхательных смесей при выполнении водолазных работ сопровождается умеренными изменениями функций сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, не снижает работоспособность водолазов и оказывает положительное влияние на их адаптацию к условиям низкогорья.

Ключевые слова

Гипероксические дыхательные смеси, водолаз, адаптация, медицинское обеспечение водолазных спусков, ребризер, отравление кислородом, декомпрессионная болезнь.

Для цитирования

Исрафилов З. М., Колчанов С. П., Рыжилов Д. В. Влияние гипероксических дыхательных газовых смесей на состояние функций организма в условиях низкогорья // Гидрокосмос. 2023. Т. 1, 1. № 1–2. С. 158–171. DOI: <https://doi.org/>

THE INFLUENCE OF HYPEROXIC BREATHING GAS MIXES ON THE STATE OF BODY FUNCTIONS IN LOW-MOUNTAIN CONDITIONS

Z. M. Israfilov¹ ✉, S. P. Kolchanov² ✉, D. V. Ryzhilov³ ✉¹S. M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation²Military Institute (Naval Polytechnic) of the Military Educational and Research Center of the Navy "N. G. Kuznetsov Naval Academy", St. Petersburg, Russian Federation³Research Institute of Rescue and Underwater Technologies of the Military Educational and Research Center of the Navy "N. G. Kuznetsov Naval Academy", St. Petersburg, Russian Federation

✉ warag05@mail.ru

Abstract

Modern advances in diving equipment and technology have greatly expanded the possibilities of conducting deep-sea exploration. The functional condition and reserve capabilities of the human body are rapidly becoming a limiting factor in the execution of diving operations. This is especially significant in the context of deep-sea diving using autonomous equipment with closed-circuit breathing systems and electronic control, since our country is only now developing the necessary medical support experience. The study's goal is to assess the influence of hyperoxic respiratory gas mixtures on the state of human bodily functions during diving operations in low-mountain conditions (at altitudes up to 1000 m). The retrospective study involved 12 participants, six of whom were divers. During the two-week expedition, a comprehensive medical and biological study was conducted to assess the effect of deep-sea autonomous diving on the state of the human body's respiratory, cardiovascular, and central nervous systems using the short-term diving method. In addition, the impact of hyperoxic breathing gas mixes on the adaptive capabilities of the human organism was assessed. It was discovered that after deep-sea autonomous diving performed using the short-term dive approach, the divers experienced a significant reduction in heart rate by an average of 14%, minute volume by 17%, and Robinson index values by 10%. Additionally, overall peripheral vascular resistance increased by 36% on average. There was also a decrease in the speed of thinking and the speed of processing information in the visual system in divers during autonomous deep-sea dives. The authors conclude that using hyperoxic breathing mixes while diving causes moderate changes in the functions of the cardiovascular and central nervous systems, does not reduce diver efficiency, and has a positive effect on their adaptation to low-mountain conditions.

Keywords

Hyperoxic breathing mixes, diver, adaptation, medical support for diving operations, rebreather, oxygen poisoning, decompression sickness.

For citation

Israfilov, Z. M., S. P. Kolchanov, and D. V. Ryzhilov. "The Influence of Hyperoxic Breathing Gas Mixes on the State of Body Functions in Low-Mountain Conditions." *Hydrocosmos*, vol. 1, 1, no. 1–2, 2023, pp. 158–171. DOI: <https://doi.org/> (In Russ.)

Введение

В процессе освоения морских глубин на протяжении столетий человек совершенствовал водолазное снаряжение¹. Современные достижения в области технологии водолазного снаряжения и оборудования позволили увеличить глубину спуска и длительность безопасного нахождения на ней. Сейчас эффективность выполнения водолазных работ определяется, прежде всего, уровнем функционального состояния и резервных возможностей организма человека². В процессе выполнения водолазных работ на организм человека воздействуют множество факторов, среди них повышенное давление газовой и водной среды, а также факторы, связанные с использованием водолазного снаряжения³. Кроме того, деятельность некоторых водолазов связана с работой в разных широтах, что требует адаптации к новым условиям внешней среды (высокие и низкие температуры окружающей среды, спуски в условиях с пониженным парциальным давлением кислорода во внешней среде, изменение биоритмов в разных климатических зонах). Данные факторы необходимо учитывать не только при непосредственном медицинском обеспечении водолазных спусков, но и в межспусковой период.

Водолазные аппараты с замкнутой схемой дыхания (ребризеры, от англ. re — приставка, означающая повторение какого-либо действия, и breath — дыхание), оснащенные электронными системами управления, работают по принципу очищения выдыхаемого газа от избыточного CO₂, обогащения его кислородом и повторной подачи на вдох⁴. Ребризеры

имеют ряд преимуществ по сравнению с другими видами водолазных дыхательных аппаратов, включая высокую мобильность и автономность, возможность работы с любого плавсредства вплоть до надувных лодок и подводных носителей, низкий расход газов, в том числе дорогостоящего гелия, обеспечение скрытности передвижений и значительное сокращение времени декомпрессии. Однако использование таких дыхательных аппаратов предъявляет высокие требования к профессиональной подготовке водолаза, при этом риск возникновения практически всех видов специфических заболеваний водолазов увеличивается. В частности, высокое парциальное давление кислорода (pO₂) или время его воздействия на организм может привести к развитию острой формы кислородного отравления⁵.

Предупреждение развития отравления кислородом в современных дыхательных аппаратах достигается путем поддержания заданного уровня парциального давления кислорода в дыхательном контуре на протяжении всего спуска. С учетом того, что токсическое воздействие кислорода является результатом его хроноконцентрационного действия, контроль дозы кислорода (pO₂, время воздействия) при выполнении медицинского обеспечения является необходимым условием для обеспечения безопасности водолазных спусков. Новые образцы водолазного снаряжения и современные технологии проведения водолазных спусков предъявляют повышенные требования к организму водолаза. Особенно это актуально в контексте глубоководных водолазных спусков в автономном снаряжении с использованием дыхательных аппаратов с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением, для которых в нашей стране только начинает формироваться необходимый опыт медицинского обеспечения.

Цель исследования

Оценить влияние гипероксических дыхательных смесей на состояние функций организма человека в период выполнения водолазных работ в условиях низкогогорья (на высотах до 1000 м над уровнем моря).

⁵ Clark J. M. Pulmonary Limits of Oxygen Tolerance in Man // Exp. Lung Res. 1988. Vol. 14. P. 897–910. DOI:10.3109/01902148809064182; Arieli R., Arieli Y., Daskalovic Y., Eynan M., Abramovich A. CNS Oxygen Toxicity in Closed-Circuit Diving: Signs and Symptoms before Loss of Consciousness // Aviation Space and Environmental Medicine. 2006. Vol. 77, № 11. P. 1153–1157.

¹ Смолин В. В., Соколов Г. М., Павлов Б. Н. Водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М.: Слово, 2001. 693 с.

² Загрядский В. П. Методы исследования в физиологии труда. Л.: ВМА, 1991. 112 с.; Черкашин Д. В., Кутелев Г. Г., Ефимов С. В., Шуленин К. С., Чумаков А. В. Необходимость и обоснованность углубленного исследования системы кровообращения водолазов // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2015. № 3 (51). С. 45–48.

³ Жиронкин А. Г. Влияние повышенного парциального давления кислорода на организм человека и животных. Л.: Медицина, 1965. 190 с.; Поддубный С. К., Елохова Ю. А. Влияние занятий дайвингом на сердечно-сосудистую систему человека // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 737; Яхонтов Б. О. Физиологические факторы, лимитирующие глубину водолазных погружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 7. С. 23–30.

⁴ Смолин В. В., Соколов Г. М., Павлов Б. Н. Водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М.: Слово, 2001. 693 с.



Рис. 1. Подготовка водолазов к автономному глубоководному спуску на 100 м. Из архива авторов

Материал и методы исследования

В исследовании участвовали 6 водолазов (группа I) Центра подводных исследований Русского географического общества в возрасте от 31 до 49 лет (средний возраст — 33,5 [21–45] лет), имеющих стаж работы по специальности от 9 до 20 лет и суммарное время пребывания под повышенным давлением газовой и водной среды от 470 до 4260 ч, и 6 человек обеспечивающих водолазные спуски (группа II) в возрасте от 28 до 44 лет (средний возраст 35 [30–38] лет). Экспериментальные спуски проводились на озере Церик-Кель (Голубое озеро), находящемся на высоте 809 метров над уровнем моря в республике Кабардино-Балкария (см. рис. 1). В среднем атмосферное давление на этой высоте составляет около 89% от давления на уровне моря, то есть примерно 903 гектопаскаля или 681 миллиметр ртутного столба. Однако точное значение давления на данной высоте может варьироваться в зависимости от метеорологических условий. Температура воды в озере на протяжении всего года от +8 до +9 °С, температура воздуха в период проведения экспедиции от –5 до +10 °С.

Перед проведением исследований были получены информированные согласия на участие в научно-исследовательской работе и оформлены карты медико-физиологических исследований.

Непосредственно у места проведения водолазных спусков располагались палатка

медицинского обеспечения и водолазная барокамера «1800 OFFSHORE», готовая к немедленному использованию.

В ходе проведения исследований решены следующие задачи:

1. Оценка влияния глубоководных водолазных спусков, выполненных методом кратковременных погружений в снаряжении, включающем дыхательные аппараты с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением, на состояние функций дыхательной, сердечно-сосудистой и центральной нервной системы организма водолаза.

2. Определение оптимальной дыхательной газовой смеси и режима декомпрессии для последующих глубоководных исследований и водолазных работ.

3. Изучение влияния гипероксических дыхательных газовых смесей на адаптационные возможности организма человека к условиям работы в низкогогорье.

Для решения поставленных задач группой водолазов ЦПИ РГО в течение двух недель было выполнено шесть автономных глубоководных спусков методом кратковременных погружений на глубины от 60 до 100 метров (см. табл. 1) с использованием дыхательных аппаратов с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением JJ CCR (Closed Circuit Rebreather) датской компании JJ CCR.

Табл. 1. Характеристики спусков

№ спуска	Количество водолазов	Глубина спуска, м (МПа)	Экспозиция на грунте, мин	Общее время спуска, мин	Компоненты для формирования ДГС	Градиент-фактор
1	6	60 (0,7)	20	67	O ₂ , 10 % КАГС	30/70
2	6	80 (0,9)	20	108	O ₂ , 10 % КАГС	30/70
3	6	100 (1,1)	20	142	O ₂ , 10 % КАГС	30/70
4	4	100 (1,1)	20	120	O ₂ , 10 % КАГС	45/85
5	4	100 (1,1)	20	166	O ₂ , 7 % КАГС	30/70
6	4	100 (1,1)	20	152	O ₂ , 7 % КАГС	45/85

Для формирования дыхательной газовой смеси (ДГС) использовались кислород, 10% кислородно-азотно-гелиевая смесь (10% кислорода, 40% азота, 50% гелия) и 7% кислородно-азотно-гелиевая смесь (7% кислорода, 26% азота, 67% гелия) с поддержанием уровня рО₂ 70 кПа при переходе с поверхности на рабочую глубину, 130 кПа при нахождении на глубине и прохождении декомпрессии до глубины 6 метров, 160 кПа с глубины 6 метров до выхода на поверхность. Декомпрессия осуществлялась на основании декомпрессионных расчетов программного обеспечения декомпрессиметров, интегрированных в дыхательные аппараты JJ CCR и использующих алгоритм Buhlmann ZHL 16с, градиент-факторная модель. При расчете режима декомпрессии учитывался фактор нахождения водолазов в районе с пониженным атмосферным давлением, что является важным параметром, влияющим на безопасность и эффективность подводных работ.

Градиент-факторная модель (GF) — это гибкий алгоритм для расчета погружений с использованием различных искусственных дыхательных газовых смесей. Значение M-value в алгоритме Бульмана определяет максимальное напряжение инертного газа в группе тканей. В процессе декомпрессии достигается глубина, на которой парциальное давление газа, поступающего на дыхание, будет ниже, чем давление этого же газа, накопившегося в тканях организма водолаза. GF-модель устанавливает аргументированные

глубокие остановки в зависимости от уровня насыщения тканей и используемых смесей. Два параметра GF обычно записываются как «нижний GF %/верхний GF %». Если установить GF 100/100, получится алгоритм Бульмана в чистом виде, без каких-либо глубоких остановок, при GF 0/0 время декомпрессии стремится к бесконечности⁶.

В экспериментальных спусках использовались GF 30/70 и GF 45/85, уровень консерватизма в которых составляет 30 и 15% соответственно (уровень консерватизма равен разнице между 100 и величиной высокого градиент-фактора). К примеру, в GF 30/70 цифра 30 означает, что первая остановка будет на тридцати процентах теоретического расстояния от точки пересыщения до значения M-value, а цифра 70 означает, что компьютер рассчитает режим декомпрессии таким образом, чтобы давление инертного газа во всех тканях было ниже 70% от значения M-value, т.е. фактически до критического напряжения газа в тканях остается 30%. Все промежуточные остановки находятся в интервале между 30 и 70%.

⁶ Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка динамики функционального состояния организма водолаза в процессе экспериментального водолазного спуска в автономном режиме с использованием современного высокотехнологичного водолазного снаряжения и оптимизацией расчета декомпрессионных режимов на основе компьютерных программ». СПб: ЦПИ РГО, 2020. 135 с.

В первые двое суток после прибытия к месту выполнения водолазных работ и за сутки перед убытием в пункт постоянной дислокации (на 14-е сутки экспедиции) водолазы и контрольная группа прошли комплексное обследование с использованием компьютерных, аппаратных и бланковых методик. Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) испытуемых применялись такие показатели как частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, пульсовое давление (ПАД), ударный объем сердца (УОС), рассчитанный по формуле Старра, минутный объем кровообращения (МОК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПС), индекс Робинсона (ИР) и вегетативный индекс Кердо (ИК)⁷.

Для оценки физиологической адаптации водолазов к климатогеографическим условиям погружений, прежде всего, к пониженному атмосферному давлению окружающей среды, низким температурам воды и воздуха, им была проведена оценка индекса функциональных изменений (ИФН) и адаптационного потенциала (АП) сердечно-сосудистой системы⁸, которая является центральным звеном адаптации организма к изменяющимся условиям внешней среды.

Адаптационный потенциал был рассчитан по формуле:

$$АП = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times САД + 0,008 \times ДАД + 0,014 \times В + 0,09 \times МТ - 0,009 \times ДТ - 0,27$$

где В — возраст, годы;
МТ — масса тела, кг;
ДТ — длина тела, см;
САД — систолическое АД, мм рт. ст.;
ДАД — диастолическое АД, мм рт. ст.;
ЧСС — частота сердечных сокращений, уд/мин.

Оценку уровня физической работоспособности и резервных возможностей сердечно-сосудистой системы проводили при помощи пробы с дозированной физической нагрузкой

⁷ Азимок О. П., Минковская З. Г., Хорошко С. А. Уровень функционального состояния сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем с использованием индексов Робинсона и Кердо // Актуальные проблемы медицины: сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Гомель, 11 нояб. 2021 г. : в 3 т. Гомель, Гомельский гос. мед. ун-т, 2021. Т. 2. С. 94–97.

⁸ Мызников И. Л. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Диагностические индексы и физиологические нагрузочные тесты. Мурманск: Север, 2008. 127 с

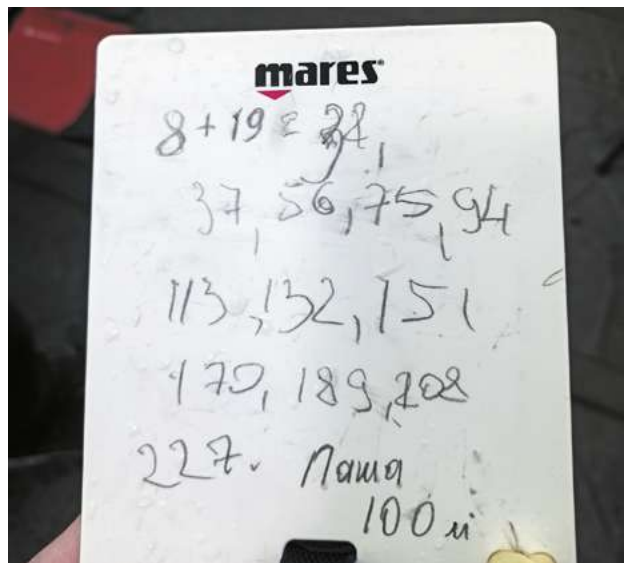


Рис. 2. Планшет с результатами методики «Сложение в уме», выполненной на глубине 100 м. Из архива авторов

(модификация пробы Руфье⁹). Результаты оценивались на основе двух показателей: реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку (уровня повышения частоты сердечных сокращений, зарегистрированного в первые 15 секунд после нагрузки) и уровня восстановления частоты сердечных сокращений в период трехминутного отдыха.

Оценку состояния функций дыхательной системы производили с помощью портативного микропроцессорного спирографа СМП 21/01 по 33 показателям и пробы Генча (проба с максимальной задержкой дыхания после выдоха). Показатели состояния функций вегетативной и центральной нервной системы оценивали при помощи устройства психофизиологического тестирования УПФТ 1/30-«Психофизиолог» по методикам вариационной кардиоинтервалографии (ВКИ) и простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР), бланковых методик исследования внимания и мышления («Корректирующая проба с кольцами Ландольта», «Сложение в уме») и личностных опросников Стелю, Спилбергер-Ханина и САН. Кроме этого, оценка скорости мышления у водолазов проводилась во время их нахождения на максимальной глубине спуска (см. рис. 2).

⁹ Зверев Д. П., Исрафилов З. М., Мясников А. А., Шитов А. Ю., Чернов В. И. Исследование состояния функций организма водолазов с различной устойчивостью к токсическому действию кислорода: проспективное когортное исследование // Морская Медицина. 2022. Т. 8, № 3. С. 30–39. DOI: 10.22328/2413-5747-2022-8-3-30-39

До и после каждого спуска у водолазов проводили опрос жалоб и комплекс методик исследования, состоявшего из: регистрации ЧСС, АД, латентного периода ПЗМР, ВКМ, выполнения спирографии, пробы Генча, бланковых методик «Корректирующая проба с кольцами Ландольта» и «Сложение в уме».

Непосредственно после окончания спуска у водолазов дополнительно проводили оценку уровня внутрисосудистого декомпрессионного газообразования (см. рис. 3) с помощью ультразвукового исследования на основе трансторакальной двумерной эхокардиографии¹⁰. Оценку результатов проводили по расширенной шкале Эфтедаля-Брубакка¹¹ в баллах.

Интерпретация результатов осуществлялась следующим образом: 0 баллов — нет газовых пузырьков (ГП) в поле зрения; I балл — редкие ГП; II балла — один ГП на каждые 4 сердечных сокращения; III балла — один ГП при каждом сердечном сокращении; IVa балла — один ГП на см²; IVb балла — не менее трех ГП на см²; IVc балла — множество ГП, различимых между собой; V баллов — группа неразличимых между собой ГП (белый мрак).

Статистический анализ выполняли с использованием пакета прикладных программ Statistica for Windows 10.0. Описание исследуемых параметров в группах и оценка значимости различия количественных показателей полученных данных проводились методами корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа¹². Результаты методов обработки данных представлены в виде медианы и интерквартильного размаха — Me [Q25%; Q75%].

Результаты и их обсуждение

При анализе показателей состояния сердечно-сосудистой системы водолазов

¹⁰ Зверев Д. П., Бычков С. А., Мясников А. А., Ярков А. М., Хаустов А. Б., Кленков И. Р., Фокин С. Г. Возможности ультразвуковых способов в диагностике декомпрессионной болезни // Морская Медицина. 2022. Т. 7, № 4. С. 75–83. DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-4-75-83

¹¹ Møllerlækken A., Blogg S. L., Doolette D. J., Nishi R. Y., Pollock N. W. Consensus guidelines for the use of ultrasound for diving research // Diving Hyperbaric Medicine. 2016. Vol. 46. № 1. P. 26–32.

¹² Зубов Н. Н., Кувакин В. И., Умаров С. З. Биомедицинская статистика: информационные технологии анализа данных в медицине и фармации. Биомедицинская статистика. М.: Изд-во «КноРус», 2021. 466 с.



Рис. 3. Оценка уровня внутрисосудистого декомпрессионного газообразования у водолаза. Из архива авторов

(см табл. 2) выявлены следующие изменения: после окончания спусков отмечается достоверное снижение частоты сердечных сокращений в среднем на 14% ($p < 0,05$), минутного объема кровообращения на 17% ($p < 0,05$) и значений индекса Робинсона на 10% ($p < 0,05$). Общее периферическое сопротивление сосудов увеличивалось в среднем на 36% ($p < 0,05$). Значения САД после окончания спусков оставались практически на исходном уровне, в то время как в значениях ДАД наблюдалась тенденция роста. Значения показателей вегетативного индекса Кердо у водолазов перед спусками указывали на преобладание влияния парасимпатического звена регуляции сердечной деятельности, которое значительно усиливалось в период работы под водой. Эти данные дополнительно подтверждались результатами временного анализа ВКМ. Выявленные изменения соответствуют гиперфункции сердца по изометрическому типу и могут рассматриваться как способ адаптации к многократным водолазным спускам. При выполнении пробы Генча среднее время задержки дыхания после окончания спусков увеличилось на 9% ($p < 0,05$) по сравнению с исходными показателями.

Необходимо отметить, что выявленные изменения в большей степени были выражены после спусков с использованием декомпрессионной модели GF 30/70, независимо от состава дыхательной газовой смеси. При использовании режима декомпрессии GF 45/85 водолазы

Табл. 2. Динамика показателей состояния функций сердечно-сосудистой системы водолазов ($n=6$) в период проведения автономных глубоководных водолазных спусков методом кратковременных погружений, Me [Q25%; Q75%]

Глубина спуска, м	60	80	100	100	100	100
Компоненты ДГС, GF	O_2 , 10 % КАГС, GF 30/70	O_2 , 10 % КАГС, GF 30/70	O_2 , 10 % КАГС, GF 30/70	O_2 , 10 % КАГС, GF 45/85	O_2 , 7 % КАГС, GF 30/70	O_2 , 7 % КАГС, GF 45/85
Показатели	Время регистрации показателей	Время регистрации показателей	Время регистрации показателей	Время регистрации показателей	Время регистрации показателей	Время регистрации показателей
	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин
	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст
	ДАД, мм рт. ст	ДАД, мм рт. ст	ДАД, мм рт. ст	ДАД, мм рт. ст	ДАД, мм рт. ст	ДАД, мм рт. ст
	ПАД, мм рт. ст	ПАД, мм рт. ст	ПАД, мм рт. ст	ПАД, мм рт. ст	ПАД, мм рт. ст	ПАД, мм рт. ст
	УОС, мл	УОС, мл	УОС, мл	УОС, мл	УОС, мл	УОС, мл
	МОК, мл	МОК, мл	МОК, мл	МОК, мл	МОК, мл	МОК, мл
	ОПС	ОПС	ОПС	ОПС	ОПС	ОПС
	ИК, у. е.	ИК, у. е.	ИК, у. е.	ИК, у. е.	ИК, у. е.	ИК, у. е.
	ИР, у. е.	ИР, у. е.	ИР, у. е.	ИР, у. е.	ИР, у. е.	ИР, у. е.
	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин	ЧСС, уд/мин
	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст	САД, мм рт. ст

Примеч.: * — различия значимы по сравнению с данными «Перед спуском», ($p < 0,05$)

отмечали ухудшение субъективного состояния, которое проявлялось чувством усталости, слабости, апатии.

Непосредственно после окончания спусков средний уровень внутрисосудистого декомпрессионного газообразования (ВДГ) у водолазов составлял 3 балла без нагрузки, 3–4а балла — с нагрузкой (по расширенной шкале Эфтедаля и Брубакка)¹³. Через 2 часа уровень ВДГ снижался до 1 и 2 баллов соответственно.

Анализ результатов методики «Корректирующая проба с кольцами Ландольта» выявил снижение скорости переработки информации в зрительном анализаторе в среднем на 5,2% ($p < 0,05$) после спуска на глубину 60 метров и 19% ($p < 0,05$) после спусков на 80 и 100 метров. Достоверных изменений скорости мышления при выполнении арифметического теста «Сложение в уме» до и после спусков не выявлено. При выполнении данного теста в период нахождения на глубине, у водолазов было выявлено снижение скорости мышления на 35 и 40% ($p < 0,05$) при первом и втором спусках на глубину 100 метров соответственно.

Выявленные изменения когнитивных функций в период нахождения водолазов под водой связаны с начальными проявлениями токсического действия азота¹⁴. Это объясняется тем, что при использовании замкнутого цикла дыхания с 10% КАГС в контуре аппарата парциальное давление азота достигает около 340 кПа на глубине 80 м и 420 кПа на глубине 100 м, что эквивалентно воздушным глубинам 33 и 43 м соответственно. Среднее время ответной реакции перед спусками, полученное с помощью теста ПЗМР, было в диапазоне от 201 до 227 мс, а среднеквадратическое отклонение времени реакции 30–50 мс соответствовало среднему уровню стабильности реакции. После окончания спусков среднее время ответной реакции изменялось в пределах 4%.

¹³ Зверев Д. П., Бычков С. А., Мясников А. А., Ярков А. М., Хаустов А. Б., Кленков И. Р., Фокин С. Г. Возможности ультразвуковых способов в диагностике декомпрессионной болезни // Морская Медицина. 2022. Т. 7, № 4. С. 75–83. DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-4-75-83

¹⁴ Кленков И. Р. Физиологическое обоснование повышения устойчивости организма человека к действию высоких парциальных давлений азота: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2020. 174 с.

Расчет дозы гипербарической кислородной нагрузки на водолазов производили по методике ЕДИЛ (единичная доза интоксикации легких)¹⁵. Установлено, что первые признаки токсического действия кислорода (снижение ЖЕЛ на 2%) проявляются при значении ЕДИЛ, равном 615 единицам¹⁶. Суммарная доза ЕДИЛ в серии наших экспериментальных спусков составляла от 111,4 до 252,6 ед.

В процессе профессиональной деятельности у водолазов формируется кардиогемодинамический стереотип¹⁷, характеризующийся брадикардией, сниженным ударным объемом, повышенным диастолическим давлением и высоким периферическим сопротивлением сосудов. В ходе анализа исходных показателей сердечно-сосудистой системы у испытуемых (см. табл. 3) было выявлено, что ЧСС у водолазов была выше на 8,5%, ДАД на 9,5%, а МОК на 12% по сравнению с контрольной группой. Общее периферическое сопротивление сосудов у водолазов было на 4,5% ниже, чем у участников контрольной группы. Вероятно, такие отклонения могут быть связаны с повышенным психо-эмоциональным напряжением у водолазов перед сложными работами, что проявлялось в виде так называемой стартовой реакции.

В первой группе к концу экспедиции наблюдалось снижение МОК на 7,2% по сравнению с исходными показателями.

Во время проведения теста с дозированной физической нагрузкой оценивались первоначальная реакция сердечно-сосудистой системы и время восстановления. Изначально уровень роста ЧСС в ответ на физическую нагрузку составлял 50% в первой группе испытуемых и 46% во второй. К концу третьей минуты отдыха уровень ЧСС в обеих группах возвращался к исходному уровню. Несмотря на более интенсивную физическую нагрузку, которой подвергались водолазы, к концу экспедиции у них отмечался уровень роста ЧСС после нагрузки в пределах 45%, а восстановление происходило уже на второй

¹⁵ Bardin H. A. Unit Pulmonary Toxicity Dose (UPTD) // Institute for Environmental Medicine report. Philadelphia: University of Pennsylvania. 2004. P. 135–177.

¹⁶ Нессирио Б. А. Физиологические основы декомпрессии водолазов-глубоководников. СПб.: Золотой век, 2002. 448 с.

¹⁷ Мирошников Е. Г. Сердечно-сосудистая система водолазов // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2005. № 1. С. 83–90.

Табл. 3. Динамика показателей состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем у обследуемых в период экспедиции, Ме [Q25%; Q75%]

Показатели	Группа I (n=6)		Группа II (n=6)	
	Исходные данные	В конце экспедиции	Исходные данные	В конце экспедиции
ЧСС, уд/мин	82 [78; 86]	88 [80; 91]*	75 [66; 78]	79 [69; 83]
САД, мм рт. ст	130 [127; 137]	125 [124; 128]	124 [116; 136]	130 [126; 133]
ДАД, мм рт. ст	84 [78; 89]	83 [77; 88]	76 [67; 86]	80 [76; 86]
ПАД, мм рт. ст	49 [41; 56]	45 [35; 55]	49 [45; 52]	50 [44; 54]
УОС, мл	48 [39; 54]	44 [39; 57]	50 [47; 57]	50 [44; 53]
МОК, мл	3939 [2988; 4347]	3656 [3108; 4440]	3521 [3186; 4237]	3545 [2918; 4164]
ОПС	2091 [1721; 2523]	2129 [1721; 2500]	2184 [1592; 2453]	2106 [1856; 2659]
ИР, у. е.	108 [98; 120]	102 [96; 111]	93 [73; 100]	101 [78; 111]
ИК, %	-6,85 [-14; 6]	0 [-6; 8]*	-5,15 [-25; 13]	-9,6 [-32; 5]*
Проба Генча, с	51 [36; 71]	58 [45; 79]*	46 [37; 70]	49 [30; 81]

Примеч.: * — различия значимы по сравнению с исходными данными, $p < 0,05$

минуте отдыха. В контрольной группе ЧСС после нагрузки возрастала на 54%, а восстановление не отличалось от исходного уровня.

Преобладающее влияние парасимпатического звена регуляции сердечной деятельности, наблюдавшееся в начале экспедиции в обеих группах, к концу экспедиции в первой группе сменилось установлением вегетативного баланса, в то время как в контрольной группе парасимпатическое влияние увеличилось.

Анализ данных спирографии не выявил отклонений от нормальных значений в показателях функций внешнего дыхания в обеих обследуемых группах, в том числе при регистрации показателей до и после спусков.

Анализ результатов пробы Генча показал достоверное увеличение времени задержки дыхания на 14% в первой группе к концу экспедиции.

Достоверных изменений в скорости переработки информации в зрительном анализаторе обследуемых не выявлено. Скорость мышления при выполнении теста «Сложение в уме» в первой группе к концу экспедиции увеличилась на 18% ($p < 0,05$) по сравнению с исходными значениями. Данные результаты, вероятно, связаны с тренировкой, так как первая группа выполняла эти методики как во время подготовки к спускам, так и после их окончания, в то время как контрольная группа выполняла эти методики только в первый и последний дни экспедиции. Среднее время ответной реакции в тесте ПЗМР у испытуемых находилось в пределах 212–257 мс, что соответствует среднему уровню реакции, а среднеквадратическое отклонение времени реакции 30–50 мс соответствовало среднему уровню стабильности этих реакций. В психофизиологическом статусе обеих групп на протяжении всей экспедиции наблюдалась уравновешенность процессов внутреннего возбуждения и торможения.

Уровни ситуативной и личностной тревожности в первой группе снизились на 8 и 24% соответственно ($p < 0,05$), а активность (методика САН) на 5% ($p < 0,05$) по сравнению с исходными показателями. В контрольной группе достоверных изменений не выявлено. Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов¹⁸.

В ходе оценки адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы и индекса функциональных изменений были получены следующие результаты. Перед началом экспериментальных спусков группа I демонстрировала значение АП в 2,9 [2,74; 3,13] балла, а индекс ИФИ указывал на первичные физиологические изменения. Группа II, в свою очередь, имела значение АП в 2,5 [2,3; 2,6] балла, а ИФИ указывал на нормальное функционирование организма. К концу экспедиции значение АП у группы I снизилось до 2,7 [2,6; 2,9] балла, а ИФИ отражал нормальное функционирование организма. В группе II значения АП и ИФИ сохранялись на прежнем уровне.

¹⁸ Зверев Д. П., Кленков И. Р., Мясников А. А., Фатеев И. В., Бычков С. А., Мавренков Э. М., Ветряков О. В., Миннуллин Т. И. Влияние подводных работ на функции внимания, мышления, тонкую мышечную координацию и субъективную оценку состояния организма водолазов // Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 62, № 7. С. 437–443. DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-7-437-443; Зверев Д. П., Хаустов А. Б., Рыжилов Д. В., Фокин С. Г., Мясников А. А., Андрусенко А. Н., Томшинский М. Я., Мясников А. А. Опыт медицинского обеспечения автономных водолазных спусков в снаряжении открытого и закрытого типа с использованием искусственных дыхательных газовых смесей // Военно-Медицинский Журнал. 2021. Т. 342, № 1. С. 60–67. DOI: 10.17816/RMMJ82536; Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка динамики функционального состояния организма водолаза в процессе экспериментального водолазного спуска в автономном режиме с использованием современного высокотехнологичного водолазного снаряжения и оптимизацией расчета декомпрессионных режимов на основе компьютерных программ». СПб: ЦПИ РГО, 2020. 135 с.; Ярков А. М. Ребризер и алгоритм Бульмана, или Глубоководные спуски без ГВК // Нептун XXI Век. 2020. № 6. С. 96–102.

Исходя из представленных данных, можно заключить, что на протяжении 14 суток экспедиции у испытуемых обеих групп наблюдалось напряжение механизмов адаптации.

Заключение

В результате проведенного исследования было установлено, что автономные водолазные спуски с использованием дыхательных аппаратов с замкнутой схемой дыхания и электронным управлением имеют при одинаковом времени нахождения на глубине значительно меньшее время декомпрессии по сравнению с действующими режимами на Военно-Морском Флоте России¹⁹. Анализ результатов ультразвукового исследования в динамике показал, что через 2 часа после окончания спуска уровень внутрисосудистого декомпрессионного газообразования уменьшается до значений, свидетельствующих о низком риске развития декомпрессионной болезни²⁰. Это подтверждает безопасность методики проведения глубоководных водолазных спусков, разработанной специалистами ЦПИ РГО.

Применение гипероксических дыхательных газовых смесей сопровождается умеренными изменениями функций сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, не приводящими к снижению работоспособности водолазов, и положительно сказывается на физиологической адаптации к работе в условиях низкого горья.

¹⁹ Правила водолазной службы Военно-Морского Флота (ПВС ВМФ 2002). М.: Военное изд-во, 2004. Ч. III: Организация глубоководных водолазных спусков. Правила безопасности при их проведении. Медицинское обеспечение глубоководных водолазных спусков. 199 с.

²⁰ Мясников А. А., Ефиценко Е. В., Зверев Д. П., Кленков И. Р. Хроническая декомпрессионная болезнь и ее диагностика // Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. 2018. № 4 (64). С. 26–31. DOI: 10.17816/brmma12243

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимок О. П., Минковская З. Г., Хорошко С. А. Уровень функционального состояния сердечно-сосудистой и вегетативной нервной систем с использованием индексов Робинсона и Кердо // Актуальные проблемы медицины: сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Гомель, 11 нояб. 2021 г.: в 3 т. Гомель, Гомельский гос. мед. ун-т, 2021. Т. 2. С. 94–97.
2. Жиронкин А. Г. Влияние повышенного парциального давления кислорода на организм человека и животных. Л.: Медицина, 1965. 190 с.
3. Загрядский В. П. Методы исследования в физиологии труда. Л.: ВМА, 1991. 112 с.
4. Зверев Д. П., Бычков С. А., Мясников А. А., Ярков А. М., Хаустов А. Б., Кленков И. Р., Фокин С. Г. Возможности ультразвуковых способов в диагностике декомпрессионной болезни // Морская Медицина. 2022. Т. 7, № 4. С. 75–83. DOI: 10.22328/2413-5747-2021-7-4-75-83

5. Зверев Д. П., Исрафилов З. М., Мясников А. А., Шитов А. Ю., Чернов В. И. Исследование состояния функций организма водолазов с различной устойчивостью к токсическому действию кислорода: проспективное когортное исследование // Морская Медицина. 2022. Т. 8, № 3. С. 30–39. DOI: 10.22328/2413-5747-2022-8-3-30-39
6. Зверев Д. П., Кленков И. Р., Мясников А. А., Фатеев И. В., Бычков С. А., Мавренков Э. М., Ветряков О. В., Миннуллин Т. И. Влияние подводных работ на функции внимания, мышления, тонкую мышечную координацию и субъективную оценку состояния организма водолазов // Медицина труда и промышленная экология. 2022. Т. 62, № 7. С. 437–443. DOI: 10.31089/1026-9428-2022-62-7-437-443
7. Зверев Д. П., Хаустов А. Б., Рыжилов Д. В., Фокин С. Г., Мясников А. А., Андрусенко А. Н., Томшинский М. Я., Мясников А. А. Опыт медицинского обеспечения автономных водолазных спусков в снаряжении открытого и закрытого типа с использованием искусственных дыхательных газовых смесей // Военно-Медицинский Журнал. 2021. Т. 342, № 1. С. 60–67. DOI: 10.17816/RMMJ82536
8. Зубов Н. Н., Кувакин В. И., Умаров С. З. Биомедицинская статистика: информационные технологии анализа данных в медицине и фармации. Биомедицинская статистика. М.: Изд-во «КноРус», 2021. 466 с.
9. Кленков И. Р. Физиологическое обоснование повышения устойчивости организма человека к действию высоких парциальных давлений азота: дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2020. 174 с.
10. Мирошников Е. Г. Сердечно-сосудистая система водолазов // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2005. № 1. С. 83–90.
11. Мызников И. Л. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Диагностические индексы и физиологические нагрузочные тесты. Мурманск: Север, 2008. 127 с.
12. Мясников А. А., Ефиценко Е. В., Зверев Д. П., Кленков И. Р. Хроническая декомпрессионная болезнь и ее диагностика // Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. 2018. № 4 (64). С. 26–31. DOI: 10.17816/brmma12243
13. Нессирьо Б. А. Физиологические основы декомпрессии водолазов-глубоководников. СПб.: Золотой век, 2002. 448 с.
14. Отчет о научно-исследовательской работе «Оценка динамики функционального состояния организма водолаза в процессе экспериментального водолазного спуска в автономном режиме с использованием современного высокотехнологичного водолазного снаряжения и оптимизацией расчета декомпрессионных режимов на основе компьютерных программ». СПб: ЦПИ РГО, 2020. 135 с.
15. Поддубный С. К., Елохова Ю. А. Влияние занятий дайвингом на сердечно-сосудистую систему человека // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 737.
16. Правила водолажной службы Военно-Морского Флота (ПВС ВМФ 2002). М.: Военное изд-во, 2004. Ч. III: Организация глубоководных водолазных спусков. Правила безопасности при их проведении. Медицинское обеспечение глубоководных водолазных спусков. 199 с.
17. Смолин В. В., Соколов Г. М., Павлов Б. Н. Водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М.: Слово, 2001. 693 с.
18. Черкашин Д. В., Кутелев Г. Г., Ефимов С. В., Шуленин К. С., Чумаков А. В. Необходимость и обоснованность углубленного исследования системы кровообращения водолазов // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2015. № 3 (51). С. 45–48.
19. Ярков А. М. Ребризер и алгоритм Бульмана, или Глубоководные спуски без ГВК // Нептун XXI Век. 2020. № 6. С. 96–102.
20. Яхонтов Б. О. Физиологические факторы, лимитирующие глубину водолазных погружений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 7. С. 23–30.
21. Arieli R., Arieli Y., Daskalovic Y., Eynan M., Abramovich A. CNS Oxygen Toxicity in Closed-Circuit Diving: Signs and Symptoms before Loss of Consciousness // Aviation Space and Environmental Medicine. 2006. Vol. 77, № 11. P. 1153–1157.
22. Bardin H. A. Unit Pulmonary Toxicity Dose (UPTD) // Institute for Environmental Medicine report. Philadelphia: University of Pennsylvania. 2004. P. 135–177.
23. Clark J. M. Pulmonary Limits of Oxygen Tolerance in Man // Exp. Lung Res. 1988. Vol. 14. P. 897–910. DOI: 10.3109/01902148809064182
24. Møllerlækken A., Blogg S. L., Doolette D. J., Nishi R. Y., Pollock N. W. Consensus guidelines for the use of ultrasound for diving research // Diving Hyperbaric Medicine. 2016. Vol. 46. № 1. P. 26–32.

REFERENCES

1. Azimok, O. P., Z. G. Minkovskaya, and S. A. Xoroshko. "Uroven' funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoy i vegetativnoy nervnoy sistem s ispol'zovaniem indeksov Robinsona i Kerdo" ["The Level of the Functional State of the Cardiovascular and Autonomic Nervous Systems Using the Robinson and Kerdo Indices"]. *Aktual'nye problemy mediciny: sbornik nauchnykh statej Respublikanskoi nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Gornyi, 11 noyabrya 2021 g.: v 3 t. [Actual Problems of Medicine: Collection of Scientific Articles from Republican Scientific-practical Conference with International Participation. Gornyi, 11 November, 2021: in 3 vols.]*, vol. 2. Gornyi, Gornyi State Medical University, 2021, pp. 94–97. (In Russ.)
2. Zhironkin, A. G. *Vliyaniye povyshennogo parcial'nogo davleniya kisloroda na organizm cheloveka i zhivotnykh [Influence of Increased Oxygen Partial Pressure on Human and Animal Organisms]*. Leningrad, Medicina Publ., 1965. 190 p. (In Russ.)
3. Zagryadskiy, V. P. *Metody issledovaniya v fiziologii truda [Research Methods in Labor Physiology]*. Leningrad, S. M. Kirov Military Medical Academy Publ., 1991. 112 p. (In Russ.)
4. Zverev, D. P., S. A. Bychkov, A. A. Myasnikov, A. M. Yarkov, A. B. Khaustov, I. R. Klenkov, and S. G. Fokin. "Vozmozhnosti ul'trazvukovykh sposobov v diagnostike dekompressionnoy bolezni" ["Possibilities of Ultrasonic Methods in the Diagnosis of Decompression Sickness"]. *Morskaya Medicina*, vol. 7, no. 4, pp. 75–83. DOI: 10.22328/2413–5747–2021–7–4–75–83 (In Russ.)
5. Zverev, D. P., Z. M. Israfilov, A. A. Myasnikov, A. Yu. Shitov, and V. I. Chernov. "Issledovanie sostoyaniya funktsij organizma vodolazov s razlichnoy ustojchivost'yu k toksicheskomu dejstviyu kisloroda: prospektivnoe kogortnoe issledovanie" ["Research of Diver Body Functions' State with Different Resistance to the Toxic Oxygen Effect: Prospective Cohort Study"]. *Morskaya Medicina*, vol. 8, no. 3, pp. 30–39. DOI: 10.22328/2413–5747–2022–8–3–30–39 (In Russ.)
6. Zverev, D. P., I. R. Klenkov, A. A. Myasnikov, I. V. Fateev, S. A. Bychkov, E. M. Mavrenkov, O. V. Vetryakov, and T. I. Minnullin. "Vliyaniye podvodnykh rabot na funktsii vnimaniya, myshleniya, tonkuyu myshechnuyu koordinatsiyu i sub'ektivnyuyu ocenku sostoyaniya organizma vodolazov" ["The Influence of Underwater Work on the Functions of Attention, Thinking, Fine Muscle Coordination and Subjective Assessment of the State of the Body of Divers"]. *Medicina truda i promyshlennaya e'kologiya*, vol. 62, no. 7, 2022, pp. 437–443. DOI: 10.31089/1026–9428–2022–62–7–437–443 (In Russ.)
7. Zverev, D. P., A. B. Khaustov, D. V. Ryzhilov, S. G. Fokin, A. A. Myasnikov, A. N. Andrusenko, M. Ya. Tomshinskij, and A. A. Myasnikov. "Opyt medicinskogo obespecheniya avtonomnykh vodolaznykh spuskov v snaryazhenii otkrytogo i zakrytogo tipa s ispol'zovaniem iskusstvennykh dyxatel'nykh gazovykh smesey" ["Experience of Medical Support for Autonomous Diving in Open and Closed Circuit Equipment Using Artificial Breathing Gas Mixtures"]. *Voenno-Medicinskij Zhurnal*, vol. 342, no. 1, pp. 60–67. DOI: 10.17816/RMMJ82536 (In Russ.)
8. Zubov, N. N., V. I. Kuvakin, and S. Z. Umarov. *Biomeditsinskaya statistika: informatsionnye tekhnologii analiza dannykh v medicine i farmatsii. Biomeditsinskaya [Biomedical Statistics: Information Technologies for Data Analysis in Medicine and Pharmacy. Biomedical Statistics]*. Moscow, KnoRus Publ., 2021. 466 p. (In Russ.)
9. Klenkov, I. R. *Fiziologicheskoe obosnovanie povysheniya ustojchivosti organizma cheloveka k dejstviyu vysokix parcial'nykh davlenij azota [Physiological Rationale for Increasing the Resistance of the Human Body to the Action of High Partial Pressures of Nitrogen: PHD in Medical Sciences]*. St. Petersburg, 2020. 174 p. (In Russ.)
10. Miroshnikov, E. G. "Serdechno-sosudistaya sistema vodolazov" ["Cardiovascular System of Divers"]. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN*, no. 1, 2005, pp. 83–90. (In Russ.)
11. Myznikov, I. L. *Metodika kontrolya za funktsional'nym sostoyaniem moryakov. Diagnosticheskie indeksy i fiziologicheskie nagruzochnye testy [Methodology for Monitoring the Functional State of Seafarers. Diagnostic Indices and Physiological Stress Tests]*. Murmansk, Sever Publ., 2008. 127 p. (In Russ.)
12. Myasnikov, A. A., E. V. Efimenko, D. P. Zverev, and I. R. Klenkov. "Xronicheskaya dekompressionnaya bolezni i ee diagnostika" ["Chronic Decompression Sickness and Its Diagnosis"]. *Vestnik Rossijskoj Voenno-Medicinskoj Akademii*, no. 4 (64), pp. 26–31. DOI: 10.17816/brmma12243 (In Russ.)
13. Nessirio, B. A. *Fiziologicheskie osnovy dekompressii vodolazov-glubokovodnikov [Physiological Bases of Decompression of Deep-Sea Divers]*. St. Petersburg, Zolotoj vek Publ., 2002. 448 p. (In Russ.)
14. *Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote "Ocenka dinamiki funktsional'nogo sostoyaniya organizma vodolaza v processe eksperimental'nogo vodolaznogo spуска v avtonomnom rezhime s ispol'zovaniem sovremennogo vysokotekhnologichnogo vodolaznogo snaryazheniya i optimizatsiej rascheta dekompressionnykh rezhimov na osnove komp'yuternyx program" [Report on the Research Work "Assessment of the Dynamics of the Functional State of the Diver's Body During an Experimental Diving Descent in an Autonomous Mode Using Modern High-Tech Diving Equipment and Optimization of the Calculation of Decompression Modes Based on Computer Programs"]*. St. Petersburg, Underwater Research Center of Russian Geographical society Publ., 2020. 135 p. (In Russ.)
15. Poddubnyj, S. K., and Yu. A. Elohoval. "Vliyaniye zanyatij dajvingom na serdechno-sosudistuyu sistemu cheloveka" ["The Impact of Diving on the Human Cardiovascular System"]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education]*, no. 6, 2013, pp. 737. (In Russ.)

16. *Pravila vodolaznoj sluzhby Voenno-Morskogo Flota (PVS VMF 2002) [Rules of the Diving Service of the Navy (RDS of the Navy–2002)]*, part 3: Organizatsiya glubokovodnykh vodolaznykh spuskov. Pravila bezopasnosti pri ix provedenii. Medicinskoe obespechenie glubokovodnykh vodolaznykh spuskov [Organization of Deep-Sea Diving Descents. Safety Rules during Their Implementation. Medical Support of Deep-Sea Diving Descents]. Moscow, Voennoe Publ., 2004. 199 p. (In Russ.)
17. Smolin V. V., G. M. Sokolov, and B. N. Pavlov. *Vodolaznye spuski i ix medicinskoe obespechenie [Diving Descents and Their Medical Support]*. Moscow, Slovo Publ., 2001. 693 p. (In Russ.)
18. Cherkashin, D. V., G. G. Kutelev, S. V. Efimov, K. S. Shulenin, and A. V. Chumakov. "Neobxodimost' i obosnovannost' uglublennogo issledovaniya sistemy krovoobrashcheniya vodolazov" ["Necessity and Reasonableness of In-Depth Study of the Circulatory System of Divers"]. *Vestnik Rossijskoj voenno-medicinskoj akademii*, no. 3 (51), 2015, pp. 45–48. (In Russ.)
19. Yarkov, A. M. "Rebrizer i algoritm Bul'tmana, ili Glubokovodnye spuski bez GVK" ["Rebreather and Buhlmann Algorithm, or Deep-Sea Dives without a Decompression Chamber"]. *Neptun XXI Vek*, no. 6, 2020, pp. 96–102. (In Russ.)
20. Yaxontov, B. O. "Fiziologicheskie faktory, limitiruyushchie glubinu vodolaznykh pogruzhenij" ["Physiological Factors Limiting the Depth of Diving"]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij*, no. 7, 2019, pp. 23–30. (In Russ.)
21. Arieli, Ran, Yehuda Arieli, Yochanan Daskalovic, Mirit Eynan, and Amir Abramovich. "CNS Oxygen Toxicity in Closed-Circuit Diving: Signs and Symptoms before Loss of Consciousness." *Aviation Space and Environmental Medicine*, vol. 77, no. 11. 2006, pp. 1153–1157. (In English)
22. Bardin, H. A. "Unit Pulmonary Toxicity Dose (UPTD)." *Institute for Environmental Medicine report*. Philadelphia, University of Pennsylvania Publ., 2004, pp. 135–177. (In English)
23. Clark, James M. "Pulmonary Limits of Oxygen Tolerance in Man." *Experimental Lung Research*, vol. 14, 1988, pp. 897–910. DOI: 10.3109/01902148809064182 (In English)
24. Møllerlækken, Andreas, S. Lesley Blogg, David J. Doolette, Ronald Y. Nishi, Neal W. Pollock. "Consensus Guidelines for the Use of Ultrasound for Diving Research." *Diving Hyperbaric Medicine*, vol. 46, no. 1, 2016, pp. 26–32. (In English)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Загир Маллараджабович Исрафилов, адъюнкт, кафедра физиологии подводного плавания, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Россия, 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6).
e-mail: warag05@mail.ru

Сергей Павлович Колчанов, преподаватель, кафедра устройства и живучести корабля, Военный институт (военно-морской политехнический) Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» (Россия, 196604, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Кадетский б-р, д. 1).
e-mail: kolchans@yandex.ru

Дмитрий Владимирович Рыжилов, начальник лаборатории, врач, научно-исследовательский институт спасания и подводных технологий Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» (Россия, 188512, г. Санкт-Петербург, г. Ломоносов, ул. Морская, д. 4).
e-mail: dmitryryzhilov@yandex.ru

Поступила в редакцию 01.03.2023

Поступила после рецензирования 24.03.2023

Принята к публикации 01.05.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zagir Mallaradzhabovich Israfilov, Adjunct, Department of Diving Physiology, S. M. Kirov Military Medical Academy (ul. Akademika Lebedeva, d. 6, Saint Petersburg, 194044, Russia).
e-mail: warag05@mail.ru

Sergej Pavlovich Kolchanov, Lecturer, Department of Ship Construction and Survivability, Military Institute (Naval Polytechnic) of the Military Educational and Research Center of the Navy "N. G. Kuznetsov Naval Academy" (Kadetskij b-r, d. 1, Pushkin, Saint Petersburg, 196604, Russia).
e-mail: kolchans@yandex.ru

Dmitrij Vladimirovich Ryzhilov, Medical Doctor, Head of Laboratory, Research Institute of Rescue and Underwater Technologies of the Military Educational and Research Center of the Navy "N. G. Kuznetsov Naval Academy" (ul. Morskaya, d. 4, Lomonosov, Saint Petersburg, 188512, Russia).
e-mail: dmitryryzhilov@yandex.ru

Received 01.03.2023

Revised 24.03.2023

Accepted 01.05.2023

РЕПОРТАЖ

НЫРНУТЬ В ПЕТРОВСКУЮ ЭПОХУ

◀ Восстановленные фрагменты Библии Мартина Лютера

Витрины с примерами морского костюма начала XVIII в. и товаров на экспорт



С 15 октября 2022 года по 28 февраля 2023 года в Музее истории Санкт-Петербурга (Петропавловская крепость) работала выставка «Погружение в эпоху Петра Великого». Она представила редкое собрание подлинных предметов быта, торговли и военного ремесла конца XVII — начала XVIII века из фондов Музея истории Кронштадта и реставрационных мастерских Центра подводных исследований Русского географического общества. За время работы выставку посетили 19000 человек.

Проект стал частью общероссийской культурной программы к 350-летию со дня рождения Петра Великого и осуществлялся при поддержке ПАО «Газпром». Предметы экспозиции были найдены специалистами ЦПИ РГО в течение многолетних подводных исследований затонувших судов в Финском заливе и затем отреставрированы. Многие из экспонатов уникальны и не имеют аналогов в музейных фондах не только нашей страны, но и мира. Традиционно сохраняли предметы, которые принадлежали высшей аристократии или царской семье той эпохи, здесь же были представлены находки из ежедневного морского быта офицеров и простых моряков.

Современные методики сохранения мокрых артефактов позволили зрителям увидеть бумажные экспонаты, предметы одежды, аксессуары, бытовые принадлежности XVI — XVII вв. Среди особенно ценных предметов — полностью сохранившийся Конвюлют 1692 года с религиозными текстами на немецком языке. Или парики из натурального волоса с уникальным плетением основы (монтажа), в которых сохранился пробор и направление завитков прядей. Каждый из этих экспонатов может рассказать не только о своем времени, но также имеет индивидуальную историю бытования под водой и может дать информацию о гибели судна или о других обстоятельствах его судьбы.

Часть выставки была посвящена современным технологиям и методикам проведения подводных археологических работ, доступным реставрационным и консервационным возможностям работы с поднятыми предметами. Акватория Балтийского моря — своеобразная «капсула времени»: состав воды и температура обеспечивают хорошую сохранность объектам на протяжении столетий. Предметы, представленные на выставке, лишь малая часть найденных за последние годы артефактов Петровской эпохи. Поэтому закономерно будет заявить о возможности заложить «петровское» направление российской подводной археологии.

Законсервированные плоды репы



Фетровая шляпа ▷
Рыжий парик
из натуральных волос
▽



Глиняная посуда:
горшки, сосуды и тарелки ▷
Винные бутылки ▽
Ручки от столовых приборов ▽
Рабочие инструменты:
киянка, скребок, рубанок и др.
▽



* Фотографии
В. Ляшенко.
Архив ЦПИ РГО



△ Льяной бострог без подкладки
◁ Общий вид экспозиции





Баркас затонул в ночь с 22 на 23 июня 1790 года в ходе сражения шведского Армейского и российского Галерного флотов в проливе Бьеркезунд (Балтийское море). Морской бой, случившийся на первом этапе Русско-шведской войны 1788–1790 гг., стал одной из крупнейших морских баталий XVIII века. На палубе баркаса были обнаружены разбросанные боеприпасы (напр. вязаная картечь), в разных частях судна были найдены пушки, приклады от фузей и мушкетона, пистолеты.



Пушка обнаружена среди останков шведского канонерского баркаса (Kanonbarkass № 8) в 2000 году. Пушечный баркас – наиболее сохранившийся корабль из судов, погибших в Выборгском сражении 1790 года.



Корпус корабля был обнаружен в выходе из пролива Бьерке-Зунд в Балтийском море

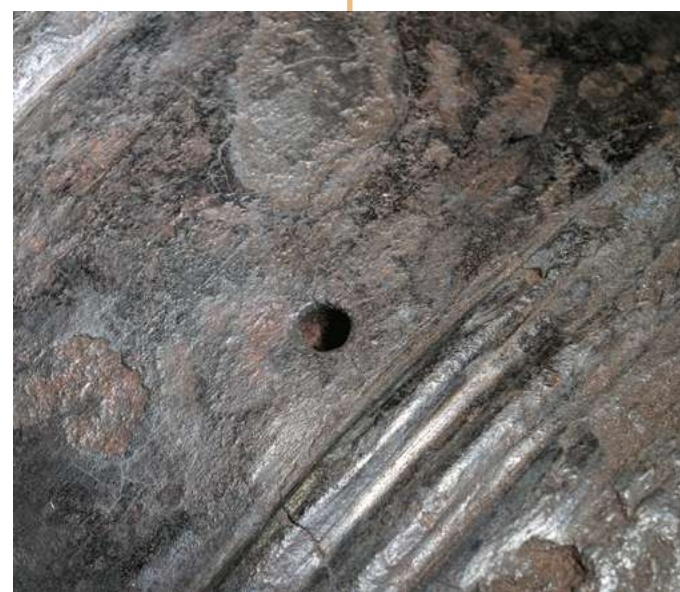


Окончательно идентифицировать судно пока не удалось, так как точных записей о погибших той ночью кораблях нет ни в русских, ни в шведских источниках. Наибольшее сходство останки имеют с пушечным баркасом, именовавшимся в Армейском флоте Kanonbarkass. В походе 1790 года участвовало 10 подобных баркасов, составлявших дивизию. В шведских записях зафиксировано ее участие в ночном сражении 22 июня, а в общем списке вымпелов, погибших за два дня боев, указан Kanonbarkass № 8.

В 2022 году пушка была восстановлена реставратором по металлу ЦПИ РГО Кагаковым Юрием Александровичем. Из его записей:

«В июле 2022 года со дна Финского залива в районе города Приморска была поднята корабельная пушка. После поднятия она была подвергнута предварительной очистке от песка и ила с помощью струйной обработки пресной водой. После тщательной многократной промывки пресной водой ее высушили. К сожалению, половину своего веса пушка потеряла из-за коррозии железа. Но в целом первоначальная форма осталась за счет сохранившейся кристаллической решетки металла. Необходимо было сберечь форму пушки. Сложность работы заключалась в том, что нельзя было использовать электроинструмент при обработке ствола из-за опасности разрушения кристаллической решетки металла. Работа производилась исключительно вручную с применением специально изготовленных приспособлений и мелкозернистой шкурки по металлу. Вес пушки был достаточно значительным. Поднимали ее гидравлическим подъемником и устанавливали на монтажном столе на валки, с помощью которых пушка поворачивалась вокруг своей оси, предоставляя возможность подхода ко всей поверхности пушки. Окончательно обработанная и очищенная, она подвергалась нагреву с помощью пропановой горелки до температуры 200 °С. Добившись нужной температуры, приступил к консервации металла, которая происходила пропитыванием консервационным составом с помощью кисти. Расплавленный состав впитывался в металл, заполняя пустоты в кристаллических решетках металла. Консервационный состав состоит из натуральных продуктов: пчелиный воск, свежее льняное масло и натуральная сосновая канифоль. Состав готовился по особой технологии с применением морской воды. Этот состав использовали древние греки, покрывая им металлическую и мраморную скульптуру и предметы декоративно-прикладного искусства, которые сохранились в первозданном виде до наших дней.

Далее, после остывания пушки до комнатной температуры, проводилось вытирание поверхности с целью убрать излишки состава. Вытиралась пушка только натуральной льняной тканью до такого состояния, что металл оставался абсолютно сухой. Пушка готова, и теперь она не боится ни мороза, ни жары, ни воды».





гидрокосмос.рф



HYDROCOSMOS

ГИДРОКОСМОС

ISSN 2949-3838