



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ
КОНЦЕРН МОРСКОЕ ПОДВОДНОЕ ОРУЖИЕ
ГИДРОПРИБОР
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ 4 (58) 2021



ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

4 (58)
2021



Издается с 2003 г.

Санкт-Петербург – 2021 г.



ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

**4 (58)
2021**



Издается с 2003 г.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА – ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

ФИЛИМОНОВ А.К. – д.т.н., профессор, заместитель генерального директора по науке

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

МИХАЙЛОВ В.А. – д.т.н., профессор, академик Академии военных наук, главный научный сотрудник

ПУГАЧЕВ С.И. – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

СУДАРЧИКОВ В.А. – канд. воен. наук, профессор Академии военных наук, начальник центра организационно-методического и научно-технического сопровождения

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

АЛИЕВ Ш.Г. – д.т.н., профессор, почётный академик Российской академии космонавтики, заслуженный деятель науки и техники РФ, генеральный конструктор САПР АО «Завод «Дагдизель»

АНТОНОВ В.Н. – к.т.н., заместитель главного конструктора направления

БИТКОВ Г.А. – начальник отделения – начальник отдела

ВИШИНСКИЙ Б.С. – начальник отдела

ГЕССЕН В.Р. – к.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник

ГОЛОВАНОВА М.В. – к.т.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник

ДОБЫЧИН А.В. – заместитель генерального директора по экономике и финансам

ДМИТРИЧЕНКО В.П. – к.т.н., с.н.с., начальник отделения – начальник отдела – главный конструктор

КАБАНОВ А.И. – к.т.н., с.н.с., заместитель генерального директора – руководитель направления

КАТКОВ В.А. – начальник отдела

КОПТЕВ Б.А. – к.т.н., начальник отделения – главный конструктор направления

КРАСИЛЬНИКОВ Р.В. – к.т.н., доцент, главный научный сотрудник

КРИНСКИЙ А.Ю. – начальник отдела – главный конструктор

КУДРЯВЦЕВ Н.А. – д.т.н., ведущий инженер

КУЗНЕЦОВ Д.И. – д.т.н., профессор Военного учебного центра СПбГМТУ

КУЗЬМИН А.С. – к.т.н., с.н.с., начальник отдела

ЛЕОНОВ Д.В. – к.т.н., заместитель главного конструктора

МАРТЫНОВ В.Л. – д.т.н., член-корреспондент Академии военных наук, главный специалист

МАТВИНКО С.А. – заместитель генерального директора по персоналу и социальной политике

НЕКИПЕЛОВ Ю.А. – канд. воен. наук, ведущий специалист

НИКИТИН А.А. – заместитель генерального директора – руководитель направления

ПОГУДИН К.Г. – к.т.н., ученый секретарь

ПОЛЕНИН В.И. – д-р воен. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, профессор ВМА им. Н.Г. Кузнецова

ПОПОВ А.Н. – д-р воен. наук, профессор, ведущий научный сотрудник АО «ГНИНГИ»

ПУЧНИН В.В. – д-р воен. наук, профессор, профессор ВМА им. Н.Г. Кузнецова

РАМАЗАНОВ М.А. – д.т.н., начальник сектора

РЕПИН А.А. – канд. воен. наук, профессор Академии военных наук, главный научный сотрудник

САВЕНКОВ Г.Г. – д.т.н., профессор СПбГТИ (ТУ)

СИМОНЬЯН Т.А. – начальник управления

СУХАРЕВ В.А. – к.т.н., с.н.с., начальник сектора

СУХОПАРОВ П.Д. – советник генерального директора по ВТС

ТОМОВ А.А. – к.т.н., старший научный сотрудник

ШИЛИН М.М. – к.т.н., заместитель главного конструктора

ХАЛЕЕВ А.А. – начальник отделения – начальник отдела – главный конструктор направления

ЩУКИНА Е.В. – к.т.н., начальник отделения – начальник отдела

РЕДАКЦИЯ

ШАПОВАЛОВА А.Е. – канд. филол. наук, ведущий научный сотрудник

На страницах сборника публикуются обзорные статьи, методические разработки и аналитические материалы по актуальным научно-техническим вопросам развития морского подводного оружия (МПО), поднимаются проблемные вопросы и анализируются возможности АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» по созданию новых образцов МПО.

Ответственность за достоверность информации, точность фактов, цифр и цитат несут авторы.

При перепечатке сведений ссылка на сборник «Подводное морское оружие» обязательна.

РУБРИКИ

Новости

Минное и противоминное оружие

Торпедное оружие и системы противодействия

Морские роботизированные комплексы и системы

Комплексы и системы

Подходы и методы

Носители морского подводного оружия

Применение сил (войск) в мирное и военное время

Тренажёры и тренажёрные комплексы

Экономика и финансы

Исторические события и даты

Конференции, симпозиумы, маркетинг, выставки, реклама

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Общие положения

1. Статьи принимаются в электронном виде при наличии сопроводительного письма от организации и экспертного заключения о допустимости открытой публикации.

2. В конце статьи должны быть указаны сведения об авторах (учёная степень, звание, в том числе почётное, место работы, должность), ключевые слова, рубрика.

3. Редакция обеспечивает экспертную оценку (рецензирование) рукописей. На основании рецензии и заключения редсовета рукопись принимается к печати, отклоняется или возвращается авторам на доработку. Корректур авторам не высылаются.

4. Авторский гонорар и оплата рецензирования рукописей не предусмотрены.

Оформление рукописи

Текст статьи представляется в формате *.docx. (*doc). Количество страниц не более 15. Поля: верхнее, нижнее – 40 мм; левое, правое – 30 мм. Шрифт Times New Roman, размер 11 pt, междустрочный интервал одинарный, абзацный отступ 1 см, выравнивание по ширине.

В левом верхнем углу указывается УДК (10 pt, без отступа).

Через один интервал справа в алфавитном порядке указываются сведения об авторах: учёная степень, инициалы, фамилия (10 pt, курсив, фамилия прописными).

Через один интервал по центру печатается заголовок (11 pt, жирный, прописными).

Через один интервал размещается аннотация (8 pt, отступ 7 см, не более 10 строк, выравнивание по ширине).

Подзаголовки статьи размещаются по центру с 1 интервалом сверху и снизу (прописные буквы, жирный шрифт, курсив).

Рисунки и таблицы необходимо располагать по тексту в соответствии с ГОСТ 7.32-2017. Размер шрифта подрисовочного текста – 10 pt, названия таблицы – 11 pt.

Уравнения и формулы должны быть набраны в Microsoft Equation, расположены на отдельных строках и пронумерованы (справа в скобках).

Для маркированного списка в качестве маркера используется тире.

Ссылки на литературу приводятся в квадратных скобках [1]. Список цитируемой литературы (согласно ГОСТ 7.0.100-2018) располагается через 1 интервал после текста под заголовком «ЛИТЕРАТУРА» и составляется по порядку упоминания в тексте. Размер шрифта заголовка и списка 9 pt.

НОВОСТИ

76 лет Великой Победы	5
Соколов С. В., Комузов А. В., Атаманов В. Н. Зубообрабатывающее производство Концерна	7

ТОРПЕДНОЕ ОРУЖИЕ И СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Кабанец Е. В. На управляемость торпеды влияет всё	11
---	----

МОРСКИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

Костин М. Ю. Буксируемые подводные аппараты как носители информационных систем	16
Кабанов А. И., Красильников Р. В. Современное состояние и планируемое развитие морских робототехнических комплексов ВМС США	23

ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

Патрушев В. В., Кудрявцев Н. А., Черепанов В. Б. Перспективы разработки и создания Концерном высокоэнергетических литий-ионных аккумуляторных батарей	34
Дмитриченко В. П., Кривицкая Э. А. Развитие гидроакустических измерений в ГНЦ «Гидроприбор»	42
Стырикович И. И. Комплексный анализ колебательных систем стержневых пьезокерамических преобразователей гидроакустических антенн	59
Зверев С. Э. Подходы к решению проблемы психологической помощи детям военнослужащих (по материалам зарубежных исследований)	70
Хитова Т. А. Использование электронных переводчиков при работе с иностранными источниками в научной деятельности	76

ИСТОРИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ И ДАТЫ

Григорьев В. Н., Бурлаченко Т. Н. 75 лет в строю разработчиков позиционного морского подводного оружия	80
Патрушев В. В., Филимонов А. К., Шаповалова А. Е., Сударчиков В. А. Медицинская история особняка Кёнигов	83
Репин А. А., Сударчиков В. А. Исследователь русского Севера А. В. Колчак	97
Некипелов Ю. А. Работа длиною в жизнь	113
Кринский А. Ю. Памяти сотрудников торпедного отдела – участников войны	117

АННОТАЦИИ	122
-----------------	-----

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	125
---------------------------	-----



Возложение цветов к Мемориалу памяти сотрудников, погибших в годы Великой Отечественной войны

В этом году мы отмечаем 76-ю годовщину Великой Победы над фашистской Германией. С каждым годом всё дальше отодвигается от нас Великая Отечественная война, но она не превращается в далёкую историю – напротив, ярче и рельефнее она предстаёт перед нами в своей трагичности и героизме.

Мы преклоняемся перед бессмертным подвигом ветеранов, защитивших нашу Родину от врага. Мы чествуем фронтовиков – защитников нашего прекрасного города, блокадников, переживших голод, холод и бомбёжки в осаждённом Ленинграде, тружеников тыла – всех тех, кто на своих плечах вынес тяготы военного лихолетья, а в мирные дни трудился на общее благо.

Мы не вправе забывать уроки Великой Отечественной войны и тех, кто подарил нам право на жизнь и свободу. Герои Великой Отечественной войны всегда бу-

дут для нас примером мужества, героизма и истинного патриотизма, основанного на гуманности.

Для нашей страны День Победы был и навсегда останется священным днём, который мы чтим как потомки ветеранов, отстоявших свободу и независимость нашей Родины.

Государственный научный центр РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» хранит память о войне. В прошлом году, к 75-летию Победы, была выпущена Книга памяти и славы «Бессмертный батальон» о ветеранах нашего предприятия, в которой были приведены сведения о более 600 ветеранах. Продолжается архивная работа, и сегодня собраны сведения о почти 130 ветеранах, имена которых не вошли в книгу. Планируется издание продолжения «Книги памяти и славы» «Гидроприбора».

По материалам книги, воспоминани-



Председатель Совета ветеранов Г. Л. Эйтингин и житель блокадного Ленинграда В. Д. Обляпин поднимают Знамя Победы

ям участников войны и тружеников тыла к 76-летию Победы был выпущен фильм «Ветеранам Великой Отечественной войны – сотрудникам АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» посвящается...», созданный А. А. Мишиным по инициативе генерального директора В. В. Патрушева. На предприятии было организовано множество сеансов показа фильма, чтобы его смогли посмотреть все работники.

Каждый год у Мемориала памяти в Концерне проходят торжественные мероприятия, посвященные Дню Победы: памятные митинги, минута молчания, возложение цветов к Мемориалу. Приглашаются артисты, исполняются песни военных лет, организуется полевая кухня. Памятные мероприятия находят живой отклик у сотрудников «Гидроприбора».

Мы гордимся героической историей нашего предприятия, трудовыми и ратными подвигами каждого ветерана. Мы чтим память о Победе в Великой Отечественной войне.



Генеральный директор В. В. Патрушев и заместитель генерального директора по персоналу и социальной политике С. А. Матвиенко возлагают цветы к Мемориалу памяти

ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО КОНЦЕРНА

В статье рассматриваются вопросы организации зубообработки на производственном комплексе «Завод «Двигатель».

Технология изготовления зубчатых передач – одна из самых сложных в производстве. Она требует решения многих вопросов, стоящих перед конструктором, металлургом, технологом и рабочим по причине высоких требований, предъявляемых к зубчатым деталям. Они подвержены высоким силовым, температурным и вибрационным нагрузкам. Решение этих вопросов требует постоянного совершенствования технологии изготовления, контроля и испытания. Это напрямую определяет качество, надёжность и ресурс изготовленной продукции (рисунок 1).

Сложность поставленных задач требует комплексного подхода к их решению: необходимы разработка технологических процессов механической и химико-термической обработки, оснащение производства прогрессивным высокоточным и производительным оборудованием, сверхточным контрольно-измерительным оборудованием и современными программными продуктами, грамотный обслуживающий персонал.

До 2015 года производственные возможности завода «Двигатель» позволяли изготавливать только мелкомодульные



Рисунок 1 – Номенклатура обрабатываемых деталей

зубчатые колёса невысокой точности на универсальном зубофрезерном оборудовании. Шлицы на деталях формировали на протяжных станках дорогостоящим специализированным инструментом. Парк зубообрабатывающего оборудования состоял из станков 1950-х – 1960-х годов, которые к настоящему времени выработали свой ресурс физически и устарели морально. Поэтому производство остро нуждалось в выполнении услуг изготовления и обработки зубчатых колёс на сторонних предприятиях по кооперации. А это накладывало значительные ограничения на выполнение заказов и ставило их в зависимость от внешних условий.

В 2014 году была начата техническая подготовка производства изделия «Физик» и «Пакет/Ответ». В рамках этих работ были изучены передовые технологии изготовления зубчатых колёс и мировые производители современного зубообрабатывающего оборудования. С целью создания замкнуто-

го цикла обработки зуба были направлены запросы на поставку зубофрезерного, зубодолбежного и зубошлифовального станков.

В 2015 году после технической проработки с профильными специалистами, консультаций и переговоров с предприятиями, эксплуатирующими подобные станки, выбор был остановлен на следующем оборудовании фирмы Gleason-Pfauter (рисунок 2):

- зубофрезерный станок с ЧПУ модели GP300;
- зубодолбежный станок с ЧПУ модели GP3000S;
- зубошлифовальный станок с ЧПУ модели P400G.

Фирма Gleason-Pfauter является признанным мировым лидером в области разработки и внедрения комплексных технологий производства зубчатых колёс, включая станочное оборудование, контрольно-измерительные машины, системы автоматизации и программное обеспечение для проектирования, изготовления и контроля



Рисунок 2 – Формирование зуба на станке GP3000S

зубчатых колёс.

В процессе заключения договора на поставку оборудования была сформирована окончательная комплектация оборудования для решения задач, поставленных перед заводом «Двигатель», проработана вся номенклатура деталей с зубчатыми зацеплениями, определена необходимая установочная и зажимная оснастка, заказан высокопроизводительный режущий инструмент.

В начале 2016 года специалистами завода в Германии был проведён технический осмотр изготовленных станков, обработаны тестовые приёмно-сдаточные детали и произведена приёмка каждого типа оборудования.

Параллельно с вопросом поставки

оборудования решался вопрос по созданию замкнутого участка зубообработки. К моменту поставки оборудования была полностью подготовлена производственная площадка для его монтажа.

В середине 2016 года оборудование было поставлено, смонтировано и после проведения пуско-наладочных работ сдано в эксплуатацию. В процессе выполнения этих работ было проведено обучение технических специалистов и производственного персонала. Начались работы по освоению станков. К концу 2016 – началу 2017 годов оборудование было успешно внедрено в производственный цикл изготовления продукции.

С целью современного сверхточного



Рисунок 3 – Координатно-измерительная машина DURAMAX 5/5/5 RT CNC

контроля геометрии зубчатого венца также была приобретена универсальная координатно-измерительная машина для измерения зубчатых колёс модели DURAMAX 5/5/5 RT CNC фирмы Carl ZEISS (рисунок 3), что позволило выполнять контроль получаемых характеристик зубчатых колёс с необходимой точностью. Данная машина исключила необходимость в стационарных измерительных приборах, позволила контролировать поверхности произвольной формы и контуры. В комплектацию координатно-измерительной машины было включено специальное программное обеспечение для измерения зубчатых колёс с использованием прецизионного поворотного стола и без него, что отразилось на качестве

выполняемых работ и точности полученных измерений.

Комплексный подход в создании прогрессивного участка зубообработки позволил полностью исключить внешнюю зависимость по услугам зубообработки, увеличить технические возможности, расширить номенклатуру изготавливаемых деталей и выйти на новый уровень производительности. Главным результатом стало высокое качество изготавливаемой продукции, что было представлено председателю Совета директоров корпорации «Тактическое ракетное вооружение» (КТРВ) Б. В. Грызлову, генеральному директору КТРВ Б. В. Обносову и другим членам Совета директоров КТРВ (рисунок 4).



Рисунок 4 – Генеральный директор Концерна В. В. Патрушев демонстрирует изготавливаемые детали членам Совета директоров КТРВ (27.05.2021 г.)

УДК 623.97

д.т.н. Е. В. КАБАНЕЦ

НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ ТОРПЕДЫ ВЛИЯЕТ ВСЁ

Публикуем фрагменты готовящейся к печати одноимённой монографии автора.

В части организации ввода стрельбовой информации в торпеду: первоначально планировались три варианта – унифицированная система предстартовой подготовки торпед (УСППТ), электроконтактная система ввода (ЭКСВ) и шпиндельные установщики (ШУ). Окончательным вариантом для применения с ПЛ третьего поколения стал контактный электрический ввод через АЭРВД. Причина такого решения является предметом отдельного исследования.

В части гидродинамической компоновки: исчезли элероны, располагавшиеся на предвинтовой части горизонтального оперения. Управление креном осуществлялось путём рассогласования вертикальных рулей. На всех рулях появились торцевые шайбы, предназначенные для повышения эффективности рулей (это было в 1978 году, т. е. после «Водопадовской» эпопеи). Для обеспечения применения устройства установки ввода (УУВ) с АЭРВД была сооружена конструкция, состоящая из трубы с разъемом и кронштейна, размещённая в кормовом отделении торпеды. Труба одним концом соединялась с торпедой, а другим концом, на котором находился разъем, стыковалась с задней крышкой торпедного аппарата (ТА). Кронштейн служил для придания всей конструкции необходимой жёсткости и обеспечения присоединительных размеров.

В части электросхемы: появился стартовый источник питания для БПУ и ЦА.

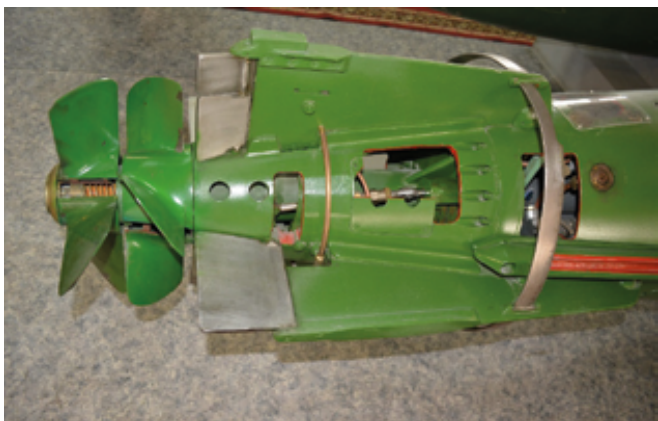
В части аппаратуры управления: БПУ содержал тот же набор датчиков кинематических параметров движения, что и БПУ торпеды УСТ. Отличие состояло в том, что блок усилителей мощности (БУМ),

Очень жаль, что на стеллажах наших архивов мало места. Следствием этого является периодическое уничтожение материалов, которые следовало бы хранить в наизидание потомкам. Эти субъективные заметки ставят своей целью напомнить о некоторых эпизодах в истории проектирования систем управления движением торпед. Заметки предназначены для специалистов, которые хотели бы посвятить себя проектированию систем управления и следовать принципу «лучше учиться на чужих ошибках, нежели творить свои». Будет не вредно ознакомиться с этими заметками главным конструкторам торпед и претендентам на эту должность. С учётом принятого определения понятия системы управления движением торпеды как совокупности объекта управления и регулятора, взаимодействующих между собой [1], будем обсуждать ошибки, допущенные при проектировании как аппаратуры управления, так и объекта управления – собственно торпеды.

Вопросы управляемости торпед будем обсуждать не с позиции классической теории Калмана, когда суждение об управляемости выносится на основании анализа матриц, а с позиции, обозначенной в отраслевом стандарте ОСТ В5 7075-74 [2], т. е. на основании анализа поведенческих характеристик торпеды.

О ПЕРЕНОСЕ ОПЫТА, ИЛИ О ЗАКОНЕ ПЕРЕХОДА КОЛИЧЕСТВА В КАЧЕСТВО

УСТ-А изначально предназначалась для оснащения ПЛ третьего поколения и ПЛ пр. 877 («Варшавянка»). Основные отличия УСТ-А от УСТ состояли в следующем.



Безрамная ХЧ торпеды САЭТ-60



Рамная ХЧ торпеды СЭТ-65, прототипа торпеды УСТ

управляющий работой рулевого механизма (РМ), обеспечивал «пропорциональное» управление перемещениями штоков РМ. Соответственно РМ с релейным управлением были заменены на РМ с пропорциональным управлением. Заданные значения кинематических параметров движения для БПУ формировала БЦВМ, названной цифровым автоматом (ЦА).

В части ЭСУ и ВМГ – полная аналогия с УСТ.

В процессе заводских испытаний, которые проводились на полигоне в районе

посёлка Орджоникидзе, был выявлен ряд особенностей функционирования системы управления. Эти испытания проводились на мелководном полигоне стрельбами из решётки павильона. На первом этапе работ вместо ЦА устанавливался его имитатор.

При выполнении циркуляций в боковой плоскости с полностью переложенными вертикальными рулями как влево, так и вправо, торпеда приобретала крен около 90 град. соответствующего знака и загибалась до грунта. Такое поведение торпеды было оценено как недопустимое.

Причины поведения торпеды были установлены в результате длительного анализа материалов натурных испытаний. Было установлено влияние на движение торпеды по крену двух моментов, которые ранее не учитывались в модели динамики торпеды: момента от «косого» обтекания оперения при наличии углов атаки и дрейфа и момента от «затенения» горизонтальных рулей при выполнении циркуляции в боковой плоскости. Величины этих моментов были предварительно оценены на основании результатов натурных испытаний и впоследствии уточнены специалистами по гидродинамической компоновке торпед. Эти работы положили начало новому направлению в проектировании систем управления – идентификации математической модели динамики торпеды по результатам материалов натурных испытаний. Пионерская работа была выполнена инженером З. Г. Пешкиной и продолжена специалистами 71 отдела кандидатами технических наук В. В. Надинским и С. Ф. Мизгирёвой.

Для обеспечения требуемого качества процесса управления креном были внедрены два мероприятия: увеличено согласование вертикальных рулей и введено ограничение угловой скорости ω_u при выполнении разворотов по углу рыскания.

Настало время стрелять торпедой, укомплектованной ЦА, с вводом стрельбовой информации от имитатора БИУС. Выстрелили. Итог: торпеда не выполнила заданную программу функционирования. Причина была установлена быстро: сбой ЦА, вызванный помехами в электросхеме торпеды, влияющими на его функционирование. А вот быстро устранить причину сбоя не удалось. Как всегда, для продолжения испытаний надо было искать выход из положения. И, как всегда, выход был найден – «коробочка Маневича». В торпеду появился блок, в котором были закодированы установки, задающие угол рыскания и глубину хода. Этот блок был подключён к соответствующим входам БПУ и входил в состав торпеды, пока велись работы по обес-

печению помехозащищённости ЦА.

При стрельбе из ТА ОС на глубоководном полигоне был отмечен длительный колебательный процесс по крену при выходе торпеды на заданную глубину. Причина была установлена быстро: сочетание карданной ошибки прибора курса на наклонном участке траектории и недостаточное активное демпфирование (ввод сигнала угловой скорости) в управляющей функции канала крена. Возможности бороться с карданной ошибкой в рамках имевшейся схемотехники не было. Для улучшения качества процесса управления были внедрены два мероприятия: форсированный разгон ДУС ω_x и переключение передаточного отношения $K_{\omega x}$ в управляющей функции канала крена. Так сформировалась схема действия аппаратуры управления торпеды УСЭТ-80 с БПУ Б21 и ЦА.

Параллельно проводились расчёты начального движения торпеды после выхода из ТА ПЛ третьего поколения, а их, этих проектов, было четыре: 941, 945, 949, 971. Они существенно различались размерами и обводами. К этому моменту было принято решение о включении в конструкцию торпеды УУВ. В итоге в торпеду появилось устройство, которое должно было отделяться от торпеды после выхода из ТА, и чем раньше, тем лучше. В результате прямого натурального эксперимента было установлено, что при наличии УУВ скорость торпеды снижается в 1,5 раза. После выхода из ТА соударение элементов УУВ с корпусом ПЛ не допускалось. Из условий исключения соударения торпеды и отделяемого от неё УУВ торпеда должна была выполнять манёвр отведения. Это требование шло вразрез с теми рекомендациями, которые были выработаны ранее в процессе проектирования УСТ. Так случилось, что заместителем главного конструктора торпеды УСТ-А по управляемости был назначен В. Г. Сагалов, который те рекомендации в своё время обосновывал. В результате расчётов было установлено, что после выхода из ТА ПЛ торпеда может выполнять манёвр

отведения с направления движения ПЛ только вниз и вправо. Причина ограничения по возможности маневрирования всё та же – начальный бросок по крену влево. Задавать первую перекладку рулей вверх сразу после выхода из ТА нельзя: переутяжелённая торпеда дифферентуется на корму и теряет управляемость. При первой перекладке рулей вниз и вправо и значительном левом крене торпеда разворачивается вправо за счёт сил, возникающих как на вертикальных, так и на горизонтальных ру-



Рамная ХЧ торпеды ТЭ2-02, разработанной на базе торпеды УСЭТ-80

пенно совершенствовалась. Традиционные гребные винты с лопастями 6×6, доставшиеся в наследство от торпеды УСТ, были заменены ГВ с лопастями 9×11. Причина замены – стремление к снижению внешнего акустического поля (ВАП) [3]. В результате этой замены изменилось силовое взаимодействие потока жидкости между задним ГВ и завинтовой крестовиной. Вследствие этого броски по крену при запуске и разгоне ЭСУ уменьшились, и торпеда получила возможность выполнять после выхода из ТА манёвр отведения как вправо, так и влево. Но в документации остался манёвр отведения только вправо и вниз и, возможно, так было бы до сих пор, если бы не возникла задача обеспечения применения УСЭТ-80 с ПЛ четвёртого поколения с бор-

товых расположением ТА – ПЛ пр. 885. Попытки заставить торпеду разворачиваться влево успехом не увенчались: она «в знак протеста» переворачивалась по крену. Это аналогия поведения торпеды УСТ-А с поведением торпеды ТЭСТ-71 после выхода из ТА ПЛ: ТЭСТ-71 выполняла манёвр отведения вниз и вправо. Рекомендация по выполнению манёвра отведения вправо и вниз была реализована в программе ЦА. С этой программой торпеда была принята на вооружение.

Шло время. Торпеда УСЭТ-80 посте-

товым расположением ТА – ПЛ пр. 885. Когда заказчик узнал, что существующая серийная торпеда УСЭТ-80 при стрельбе из ТА левого борта может попадать в собственный корабль, он сначала удивился, а потом возмутился. Но надо было что-то делать. Для обеспечения применения торпеды УСЭТ-80 с ПЛ с бортовым расположением ТА необходимо было доработать программное обеспечение ЦА и разработать программу БИУС, которая должна была обеспечить расхождение торпеды с ПЛ, безопасное от их соударения в заданном диапазоне глубин и углов ω . При этом при стрельбе с пересечением направления движения ПЛ заказчик потребовал двойных гарантий – расхождения по глубине и нестолкновения по курсу. Для выполнения этих требований был про-

ведён комплекс расчётно-теоретических работ, лабораторно-стендовых испытаний торпедной аппаратуры управления и БИУС, проверка выполнения торпедой заданной программы движения в процессе натуральных испытаний, откорректирована документация. И всё. Торпеды с откорректированной программой ЦА – торпеды 2503-15 и 2503-20 – остались на бумаге. В программном обеспечении БИУС современных ПЛ пр. 885 применение этих торпед не предусмотрено.

В результате была уточнена математическая модель системы управления движением торпеды УСЭТ-80, которая используется до настоящего времени. По итогам многолетних флотских стрельб с ПЛ третьего поколения не зафиксировано ни одного случая нарушения условий безопасного от соударения расхождения торпеды и ПЛ, что свидетельствует о корректности принятой

математической модели и методики проведения расчётов.

ВЫВОДЫ

1. Для проектирования морского подводного оружия необходим научно-технический задел, наработанный опыт и создание прототипов изделий.

2. У нас есть методики и специалисты, владеющие этими методиками, что позволяет оперативно исправлять допущенные ошибки.

3. Главный вывод: все маленькие открытия, сделанные в области управляемости торпед, совершены на основании анализа результатов торпедных стрельб. Чтобы совершались новые маленькие открытия, нужно создавать новую технику и стрелять с целью получения объективной информации об управляемости изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы динамики торпед / Под редакцией Д. П. Скобова. Книга вторая. – Л.: Судпромгиз, 1964.
2. ОСТ В5 7075-74. Изделия специальностей 30 и 40. Аэродинамика и управляемость. Термины, определения и буквенные обозначения.
3. Наука Санкт-Петербурга и морская мощь России. Том 2. – СПб.: Наука, 2002.

БУКСИРУЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ КАК НОСИТЕЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

М. Ю. КОСТИН

В статье рассматриваются буксируемые подводные аппараты как носители информационных систем для решения прикладных задач. Обозначаются сферы применения буксируемых подводных аппаратов, анализируются их преимущества, обосновывается целесообразность их развития. Отдельное внимание уделено применяемым информационным системам подводного зрения.

Автор выражает благодарность за помощь в написании статьи доценту СПбГМТУ М. И. Розанову и заместителю главного конструктора концерна «МПО – Гидроприбор» М. М. Шилину.

На сегодняшний день актуальной проблемой является освоение морей и океанов – человечество широко развернуло свою деятельность в водном пространстве Земли. Среди современных технических средств исследования и освоения океана всё большее значение приобретают необитаемые подводные аппараты (НПА), которые могут быть буксируемыми, телеуправляемыми и автономными [1]. В данной статье рассматриваются буксируемые подводные аппараты (БПА), многофункциональность которых помогает в решении большого количества задач, таких как [2]:

- обзорно-поисковые работы, в том числе поиск и обследование затонувших объектов, инспекция подводных сооружений и коммуникаций (трубопроводы, кабели), подводно-строительные, монтажные, аварийно-спасательные работы;

- геологические работы, включающие топографическую, а также фото- и видеосъёмку морского дна, акустическое профилирование и картографирование рельефа;

- океанографические исследования, мониторинг водной среды и биоресурсов;

- работы военного назначения (патрулирование, обеспечение безопасности объектов военной техники).

БПА представляют собой обширную группу технических средств освоения океана, разработка которых требует знаний гидроаэрмеханики, теории управления

движением, строительной механики и ряда других отраслей науки.

Такие аппараты связаны с судно-носителем гибкой связью (ГС) и буксируются за ним (рисунок 1). В качестве ГС выступают тросы, кабель-тросы и грузонесущие волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), используемые для буксировки, передачи электроэнергии, управляющих и информационных сигналов. Наличие ГС определяет ряд достоинств данного типа НПА: высокая оперативность в получении информации, так как данные от информационных систем поступают сразу на судно-носитель, что существенно при производстве поисковых работ; постоянное поступление энергии с судна-носителя через ГС, что увеличивает время подводной работы; применение ВОЛС в качестве ГС позволяет передавать на судно-носитель фото- и видеоматериалы хорошего качества, чего не могут обеспечить тросы из-за их низкой пропускной способности.

Благодаря простоте БПА являются относительно дешёвыми и не требуют специфических знаний от обслуживающего персонала при эксплуатации. Распространённость и востребованность БПА обоснована также простотой конструкции, возможностью использования с различными типами буксировщиков. Наиболее эффективно использование аппаратов на глубинах до нескольких сотен метров, поскольку проведение работ на больших глубинах ве-



Рисунок 1 – Схема использования буксируемого подводного аппарата

дёт к снижению скорости БПА и манёвренности буксировщика. Как следствие, возрастают временные затраты на выполнение поставленных задач.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ БПА

Спектр используемой на БПА аппаратуры (информационных систем) очень велик. В зависимости от задачи могут использоваться различные гидролокаторы (многолучевые, бокового обзора, секторного обзора и т. д.), профилографы, фото- и видеоаппаратура, гамма-спектрометры, гидрофизические зонды, электромагнитные искатели и пр.

Необходимые информационные системы выбираются исходя из поставленной задачи. Достаточно часто встречаются аппараты с модульной системой установки: пользователь имеет возможность выбрать и установить только необходимое оборудование под свои цели, не допуская избыточности.

При проектировании первых поколений НПА стремились сделать их универсальными по назначению и реализовать работу во всём диапазоне глубин океана [2]. Однако такая многофункциональность заставляет ставить на аппарат самое раз-

нообразное оборудование, что приводит к существенному увеличению массы, габаритов и стоимости аппарата. Судно-носитель при этом может потребовать модернизации и дооборудования. Соответственно, эксплуатация таких аппаратов становится трудной и дорогой, а избыточность в отдельных случаях может сделать их малоэффективными. Аппарат требует специализации по функциям и глубинам, что определит его возможности, конструктивное исполнение, требования к судно-носителю.

Наиболее универсальными и часто используемыми в решении различных задач являются информационные системы подводного зрения, такие как акустические (гидролокаторы) и оптические (фото- и видеоаппаратура). Гидролокаторы с диапазоном дальностей свыше десятков метров находят широкое применение, например, в обзорно-поисковых системах буксируемых носителей. Известно большое количество гидролокационных систем разных типов и назначений. К одним из наиболее характерных можно отнести гидролокаторы бокового обзора (ГБО). ГБО является широко распространённым прибором для выполнения подводных обзорно-поисковых и картографических работ [3], его принцип

работы основан на сканировании морского дна узконаправленным акустическим лучом, перемещаемым вместе с подводным аппаратом. Излучаемые антенной зондирующие посылки отражаются от области дна, и полученные эхо-сигналы формируют её гидролокационное изображение. Примеры изображений с различных ГБО приведены в [4].

Фото- и видеосъёмка также находит широкое применение в различных областях океанологии при проведении исследований дна, в геоморфологических, геологических, эколого-биологических и даже гидрофизических исследованиях. Сложность для подводного фотографирования [5] представляет быстрое исчезновение дневного света под водой с ростом глубины из-за его поглощения, отражения взвешенными частицами и рефракции. На мелководье наибольшее влияние на угловое распределение подводного света оказывает рефракция дневного света на поверхности воды. Чем острее угол входа солнца в воду, тем большее количество света отражается. По мере того как БПА заглубляется, света для фотографирования становится недостаточно. При этом полученные снимки зачастую получаются малоконтрастными.

Для фотосъёмки БПА может быть оснащён фотосистемой на базе фотокамеры высокого разрешения, применяемой с импульсным осветителем. Например, в автоматическом режиме камера срабатывает через заданный заранее интервал времени и запускает фотовспышку. Источник света закрыт прочным стеклоколпаком, имеющим внешний параболический рефлектор с зеркальным покрытием для формирования направленного освещения места съёмки. Возможна реализация дистанционного управления параметрами фотосъёмки (светочувствительностью, значениями диафрагмы и выдержки) и её режимами (заданное временное интервала между снимками либо проведение съёмки вручную в требуемый момент времени). Фотоизображения передаются по ВОЛС и автоматически за-

гружаются на жёсткий диск судовой ЭВМ комплекса БПА [6].

Сравним обозначенные информационные системы. Дальность действия оптических систем зависит от видимости в воде. Видимость, в свою очередь, зависит от прозрачности, освещённости предметов. Каждое море имеет своё значение прозрачности (прозрачность измерена с помощью диска Секки, полученные результаты характеризуют относительную прозрачность, т. е. глубину, на которой диск перестает быть видимым). Например, в Саргассовом море она более 65 м, в Средиземном море – 50 – 60 м, в Баренцевом море – до 45 м, в Чёрном море – до 28 м, в Балтийском море – 10 – 13 м. Таким образом, в зависимости от условий среды, освещённости и глубины дальность видимости крупных объектов в воде может варьироваться от единиц до нескольких десятков метров [7].

При этом фото- и видеоданные позволяют получить детальное изображение объекта, которое даёт более полные сведения. Оптическое подводное зрение преимущественно используется в качестве доразведки, когда объект уже обнаружен и требует применения дополнительных источников света. Фото- и видеоаппаратура обеспечивает непревзойдённую разрешающую способность выходных данных и большую информативность. Основной недостаток – крайне малая дальность действия и зависимость от условий подводной видимости.

Системы акустического зрения имеют наибольшую дальность действия. В этих системах используется активный режим, основанный на излучении сигнала и приёме эхо-сигналов от дна и донных объектов. Используемые ГБО могут покрывать ширину поиска, достигающую порядка сотен метров (например, ГБО Туре 3010/Т (Великобритания), может иметь полосу обзора до 800 м), в зависимости от выбранной рабочей частоты гидролокатора. Выбор частоты определяется назначением ГБО. Низкие рабочие частоты выбираются при первичном сканировании поверхности дна для пред-

варительного осмотра района акватории. Затем для более детального сканирования дна в необходимых областях используются высокие рабочие частоты, обладающие высоким разрешением по дальности и углу. Высокая дальность на низких частотах обеспечивается за счёт меньшего затухания звука.

Таким образом, возможно осуществить обнаружение объектов на дне на большом расстоянии, при этом можно провести первичную классификацию: если объект, например затонувший корабль, хорошо сохранился, на снимке гидролокатора

может быть чётко различим силуэт корабля.

Хотя гидролокаторы имеют хорошую точность и высокую дальность действия, уменьшение разрешающей способности и наличие зон акустической тени искажает получаемые гидролокационные изображения.

Примером отечественного современного БПА, разработанного в институте океанологии им. П. П. Ширшова Российской академии наук, является БПА «Видеомодуль», который приведён на рисунке 2. Основные технические характеристики БПА приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики БПА «Видеомодуль»

Характеристика	Значение
Масса, кг	550
Габариты, м	2,1 × 1,0 × 0,7
Максимальная рабочая глубина, м	6000
Тип буксирной линии	Кабель-трос КГ1х3Е-70-60-3
Информационный канал связи	Оптическое волокно (3 шт.)
Энергосистема	Бортовая аккумуляторная батарея (Pb)
Минимальная автономность, час	2



Рисунок 2 – Буксируемый подводный аппарат «Видеомодуль»

БПА «Видеомодуль» находит широкое применение в работе научно-исследовательского судна «Академик Мстислав Келдыш» (рисунок 3), которое занимается гидрофизическими, биологическими, гидрохимическими, и геохимическими наблюдениями в акватории и в области шельфа Северного Ледовитого океана.

В данном БПА можно увидеть все обозначенные выше преимущества. Он является многофункциональным, допуска-

ет работу на больших глубинах и используется для различных задач, например для контроля захоронений радиоактивных отходов и исследования экосистем в акватории Северного Ледовитого океана [4, 6, 8]. На рисунке 4 представлен пример гидролокационного изображения реакторного отсека атомной подводной лодки К-19 [9], на рисунке 5 – пример видеоизображения крабов-стригунов опилию [8], полученных БПА «Видеомодуль» в Карском море.



Рисунок 3 – Научно-исследовательское судно «Академик Мстислав Келдыш»

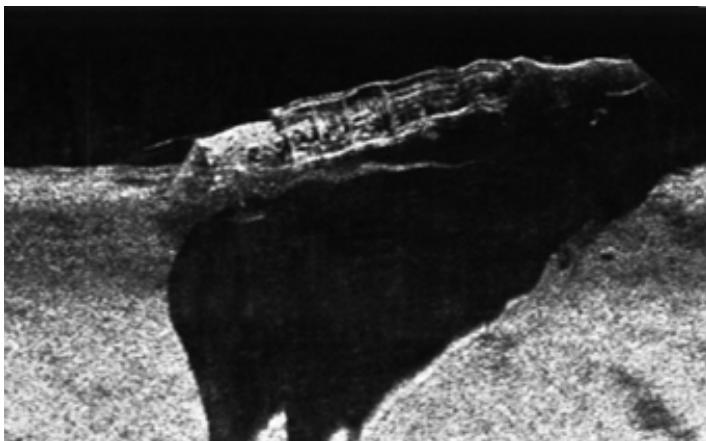


Рисунок 4 – Гидролокационное изображение реакторного отсека атомной подводной лодки К-19, полученное с помощью гидролокатора БПА «Видеомодуль»



Рисунок 5 – Видеоизображение крабов-стригунов опилию, полученное с помощью БПА «Видеомодуль»

В зависимости от поставленной задачи БПА «Видеомодуль» достаточно просто меняет состав своего оборудования и может комплектоваться широким спектром аппаратуры: гидролокатором бокового обзора, глубиномером, эхолотом, гамма-спектрометром, видеокамерами, гидрофизическим зондом и т. д. Аппарат имеет простую конструкцию и представляет собой пространственную раму из нержавеющей стали, внутри которой на кронштейнах закреплены прочные корпуса с элементами питания и электронным оборудованием, соединяющиеся между собой подводными кабелями с герметичными электрическими разъёмами. Стальная рама имеет узел регулируемой подвески БПА к кабель-тросу и грузы для его устойчивого заглубления и балансировки по дифференту. Для подачи электроэнергии используется не ГС, а источник питания – бортовая аккумуляторная батарея. Опыт применения БПА «Видеомодуль» в экспедициях в Карском море и в море Лаптевых демонстрирует эффективность и актуальность БПА.

ВЫВОДЫ

Таким образом, при активном освоении человеком морей и океанов БПА способны эффективно решать широкий круг как гражданских, так и военных задач. Каждая задача требует индивидуального подхода, начиная с устанавливаемой аппаратуры и заканчивая подбором конфигурации судна-носителя и БПА. Такие аппараты являются гибкими в плане компоновки и позволяют размещать исходя из поставленных задач только необходимые устройства из широкого спектра аппаратуры, реализуя модульный принцип сборки аппарата. На сегодняшний день БПА сохраняют свою относительную простоту и дешевизну, продолжают активно использоваться и имеют большие перспективы для развития. При использовании БПА в качестве носителей совершенствующихся и эффективных информационных систем появляется большой потенциал для исследования морских и океанских зон Земли.

1. Егоров В. И. Подводные буксируемые системы. – Л.: Судостроение, 1981. – 304 с.
2. Кувшинов Г. Е., Наумов Л. А., Чупина К. В. Системы управления глубиной погружения буксируемых объектов: монография. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 285 с.
3. Агеев М. Д., Киселев Л. В., Матвиенко Ю. В. Автономные подводные роботы. Системы и технологии / Под общ. ред. М. Д. Агеева – М.: Наука, 2005. – 398 с.
4. Поярков С. Г., Римский-Корсаков Н. А., Флинт М. В. Технические аспекты исследований окружающей среды западной части Карского моря // Океанологические исследования. – 2017. – Том 45, № 1. – С. 171–186.
5. Милн П. Подводные инженерные исследования. / Пер с англ. – Л.: Судостроение, 1984. – 400 с.
6. Анисимов И. М., Римский-Корсаков Н. А., Тронза С. Н. Развитие глубоководных технологий визуальных наблюдений рельефа дна и подводных объектов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 10-1. – С. 149-153.
7. Стопцов Н. А., Груздев М. А. Средства подводного освещения. – Л.: Судостроение, 1985. – 200 с.
8. Пронин А. А. Методика сбора и представления материалов видеосъемки поверхности дна с помощью необитаемого подводного буксируемого аппарата «Видеомодуль» // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 12-1. – С. 142-147.
9. Исследование экосистем заливов Новой Земли в 2019 году. – Текст: электронный // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук [сайт]. – URL: <https://www.ocean.ru/index.php/scientific-directions/morskaya-tehnika-i-metody-izmerenij/item/1694-issledovanie-ekosistem-zalivov-novoj-zemli-v-2019-godu> (дата обращения: 22.04.2021).

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЛАНИРУЕМОЕ РАЗВИТИЕ МОРСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ВМС США

В статье рассматривается развитие морских робототехнических комплексов военного назначения, разрабатываемых в США.

Одним из интенсивно развивающихся направлений техники сейчас являются роботизированные системы и комплексы воздушного, наземного и морского базирования [1]. Если говорить о морских робототехнических комплексах (МРТК), то, согласно данным аналитики [2], в мире насчитывается более 350 крупных компаний, являющихся их разработчиками и производителями.

В рамках данной статьи рассматри-

вается современное развитие программ разработки, выпуска и эксплуатации МРТК одного из лидеров данной области – США.

Первым объективным показателем интереса к развитию отрасли является её финансирование. Анализ первых десяти крупнейших контрагентов Министерства обороны США [3] за последние годы показывает, что только три из указанных четырнадцати компаний не участвуют в разработках МРТК (таблица 1).

Таблица 1 – Крупнейшие контрагенты Министерства обороны США (проценты от общего выделяемого бюджета)

№	Название компании	Отчетный период					Средн.
		2020	2019	2018	2017	2016	
1	Lockheed Martin Corp.	17,77	8,4	10,82	10,12	12,14	11,85
2	The Boeing Company	5,15	4,77	7,63	4,68	8,14	6,07
3	Raytheon Technologies Corp.	6,28	2,74	5,05	2,92	4,3	4,26
4	General Dynamics Corp.	5,19	3,56	3,98	3,06	4,26	4,01
5	Northrop Grumman Corp.	2,86	2,73	3,01	2,27	3,59	2,89
6	United Technologies Corp.	*	1,63	1,73	*	2,19	1,85
7	McKesson Corp.	*	1,64	*	1,76	*	1,70
8	Huntington Ingalls Industries Inc.	1,83	1,3	1,98	1,45	1,49	1,61
9	BAE Systems plc.	1,54	*	1,89	1,12	1,76	1,58
10	Humana Inc.	1,64	*	1,51	*	1,21	1,45
11	L3Harris Technologies Inc.	1,49	1,34	1,52	1,04	1,61	1,40
12	Leidos Holdings Inc.	*	1,24	*	*	*	1,24
13	Bechtel Group Inc.	*	*	*	1,1	*	1,10
14	General Electric Company	1,04	*	*	*	*	1,04

* – не входит в первые десять финансируемых контрагентов за отчетный период

Цветом строк компании в таблице 1 разделены на три категории: зелёный цвет – компании, разрабатывающие МРТК; жёлтый цвет – компании, участвующие в разработке в составе кооперации; красный цвет – компании, не участвующие в разработке МРТК. Представим информацию из таблицы 1 в наглядной форме. Осреднённые данные по финансированию, приведённые на рисунке 1, показывают, что первые пять компаний из списка имеют наибольший приоритет по количеству выделяемых средств.

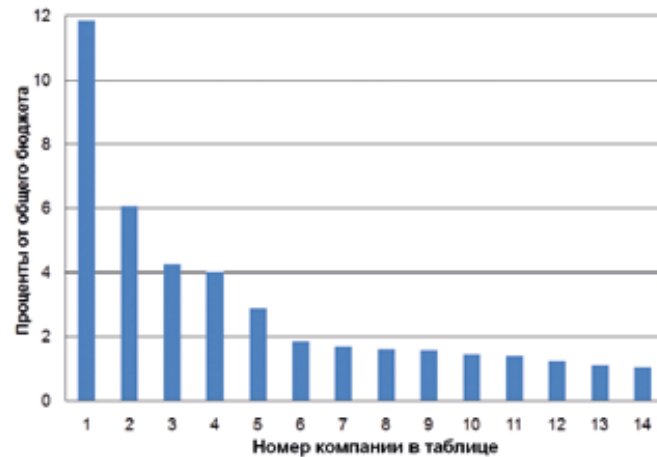


Рисунок 1 – Средние за последние пять лет значения процентов от общего финансирования, выделяемых крупнейшим контрагентам Министерства обороны США

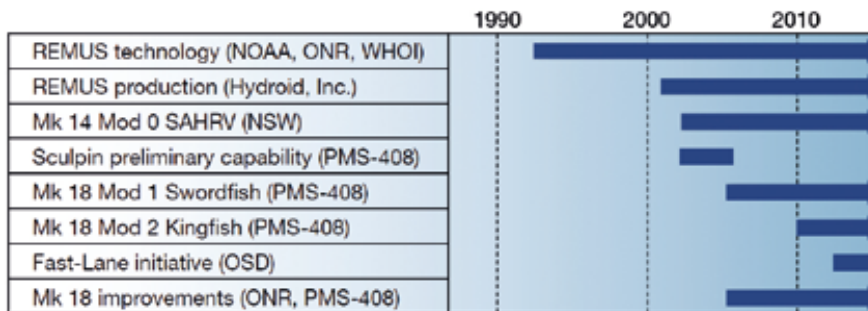


Рисунок 2 – Распределение по времени начала работ над основными проектами НПА, эксплуатируемых ВМС США [4]

Одним из ключевых элементов успешности программ разработки МРТК, проводимых американскими компаниями (кроме, несомненно, существенных объёмов их финансирования со стороны правительственных структур), является их последовательность, которую можно легко проследить. Для примера на рисунке 2 приведён временной график развития основных малых и средних необитаемых подводных аппаратов (НПА), эксплуатируемых на данный момент ВМС США.

Приведённые на рисунке 2 системы МК-18 Mod 1 и МК-18 Mod 2 являются продолжением развития аппаратов REMUS (сокр. от Remote Environmental Monitoring UnitS), разработанных в океанографическом институте Вудс Холл (Woods Hole Oceanographic Institute) в середине 1990-х гг. Эволюция НПА REMUS 100 проиллюстрирована на рисунке 3.

На рисунке сверху показаны известные кадры применения НПА REMUS 100 для противоминных действий в порту Умм-Каср, где с их помощью было обследовано около 2,5 квадратных километров и обнаружено 97 миноподобных объектов. Многие специалисты склонны считать данные действия первой официальной боевой операцией с применением подводных МРТК [5, 6].



Рисунок 3 – Эволюция НПА REMUS 100. Вверху: применение НПА при разминировании порта Умм-Каср, Ирак, 2003 год. Внизу: МК 18 Mod1 Swordfish на Международных противоминных учениях (International Mine Countermeasure Exercise – IMCMEX), Оманский залив, ноябрь 2014 года

Ещё одной иллюстрацией последовательности проводимых разработок является постоянное обновление программных документов, раскрывающих стратегии развития робототехники в целом и морской в

частности. В таблице 2 приведены основные основополагающие документы, раскрывающие замысел правительственных структур США в части создания и применения МРТК.

Таблица 2 – Концепции развития морских робототехнических комплексов и систем, опубликованные в открытом доступе

Разработчик (издатель)	Наименование документа	Рассматриваемые системы	Год издания
United States Navy	The Navy Unmanned Undersea Vehicle Master Plan	Необитаемые подводные аппараты	1994; 2000; 2004
United States Navy	The Navy Unmanned Surface Vehicle Master Plan	Безэкипажные катера (БЭК)	2007
United States National Oceanic and Atmospheric Administration	NOAA's Autonomous Underwater Vehicle Roadmap	Необитаемые подводные аппараты	2009
Combined Joint Operations from the Sea Centre of Excellence (NATO)	Guidance for developing Maritime Unmanned Systems capability	Морские робототехнические комплексы	2012
United States Department of Defense	Unmanned Systems Integrated Roadmap	Воздушные, наземные и морские робототехнические комплексы	2007; 2009; 2011; 2013; 2017
United States Department of Navy United States	Strategic Roadmap for Unmanned Systems	Морские робототехнические комплексы	2018
Department of Navy and Marine Corps	Unmanned Campaign Framework	Воздушные, наземные и морские робототехнические комплексы	2021

Как можно видеть, в течение более двадцати лет проводится формирование и корректировка обобщенной концепции создания и применения робототехники для решения боевых задач вооруженными силами США.

Одним из основных показателей возросшего интереса именно к морским робототехническим системам является актив-

зация их интеграции в состав вооруженных сил, начало эксплуатации в ВМС и принятие на вооружение.

В данном контексте очень показательно, что в октябре 2017 года в составе ВМС США была сформирована 1-я эскадра подводных аппаратов UUVRON 1 (Unmanned Undersea Vehicle Squadron 1) [7]. В задачи новой эскадры входит поддержка

надводных кораблей и подводных лодок, в частности разведка, охрана, минирование и разминирование, а также отработка новых технологий.

Ранее данные подводные аппараты входили в состав эскадры подводных лодок DEVRON 5 (Submarine Development Squadron 5), приписанной к базе подводных лодок ВМС США «Китсап», штат Вашингтон (Naval Base Kitsap), географически наиболее близко расположенной к границам России.

Также в мае 2019 года было объявлено о создании на военно-морской базе в Сан-Диего 1-й эскадры надводных разработок SURFDEVRON 1 (Surface Development

Squadron 1) [8]. Приоритетной задачей эскадры является разработка и опытная эксплуатация безэкипажного корабля Sea Hunter, создаваемого Управлением военно-морских исследований и Управлением перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США. Sea Hunter представляет собой продолжение разрабатываемого ранее концепта противолодочного безэкипажного корабля непрерывного слежения за подводными лодками ACTUV (Anti-Submarine Continuous Trail Unmanned Vessel).

Эмблемы подразделений ВМС США, эксплуатирующих исключительно МРТК, представлены на рисунке 4.



а



б

Рисунок 4 – Эмблемы подразделений ВМС США, эксплуатирующих морские робототехнические комплексы: а – Первая эскадра надводных разработок; б – Первая эскадра необитаемых подводных аппаратов

На данный момент в составе ВМС США за разработку и приобретение военно-морских носителей и систем вооружения несут ответственность шесть так называемых исполнительных офисов программ (Program Executive Office – PEO). Их назначение – способствовать развитию, изготовлению, закупкам и эксплуатации носителей и образцов вооружения для ВМС и морской пехоты [9].

Офис, отвечающий за разработку и внедрение в ВМС США морской робототехники, имеет наименование офиса нео-

битаемых и малых надводных средств ведения боевых действий (Program Executive Office Unmanned and Small Combatants – PEO USC). Этот офис был создан в марте 2018 года с переименованием офиса, отвечающего за концепцию создания прибрежных боевых кораблей (Littoral Combat Ship – LCS).

PEO USC включает семь основных программ [10]:

– PMS 406: Unmanned Maritime Systems Program (программа развития МРТК);

- PMS 420: LCS Mission Modules Program (программа создания модулей полезной нагрузки для прибрежных боевых кораблей);
- PMS 495: Mine Warfare Systems Program (противоминная программа);
- PMS 501: Littoral Combat Ships Program (программа разработки и строительства прибрежных боевых кораблей);
- PMS 505: LCS Fleet Introduction and Sustainment Program (программа интеграции и поддержки прибрежных боевых кораблей);
- PMS 515: Frigate Program (программа создания фрегатов);
- PMS 525: International Small Combatants/LCS Program (программа создания «москитного» флота).

Как отмечается в недавно вышедшей статье о работе программы развития МРТК [11], «в 2016 году, начальник управления военно-морских операций адмирал Джон Ричардсон решил, что нам необходимо консолидировать некоторые из отдельных боевых операций с применением МРТК, чтобы попытаться создать импульс и критиче-

скую массу, которая позволит продвинуться в части использования реальных возможностей МРТК с точки зрения ВМС. И тогда наши усилия были объединены в рамках программы PMS 406. С тех пор, в период с 2016 по 2020 год, наш бюджет многократно увеличивался из года в год. В прошедшем финансовом 2020 году у нас был самый большой бюджет в истории, несмотря на последствия пандемии коронавируса. Мы реализовали чуть более 900 миллионов долларов в трех направлениях ведения боевых действий».

Программа развития PMS 406 активно занимается формированием общего взгляда на разработки МРТК в интересах ВМС. На рисунке 5 и 6 приведены примеры их мнения о перспективах развития НПА и БЭК.

Программный офис 406 активно участвует в формировании планов финансирования Министерством обороны США программ разработок, закупки образцов вооружений и их боевой эксплуатации. В частности, за последние годы в программах закупок образцов на постоянной основе фи-

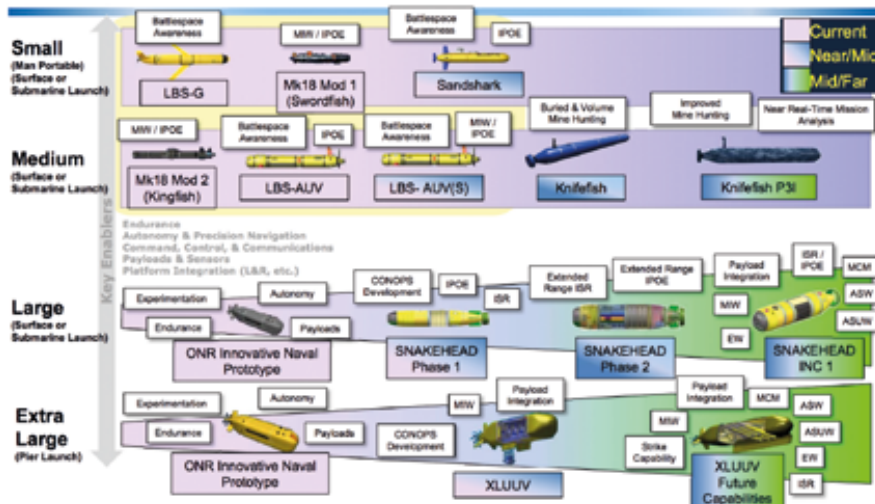


Рисунок 5 – Взгляд программного офиса 406 на перспективы разработки и внедрения подводных робототехнических комплексов в состав ВМС США

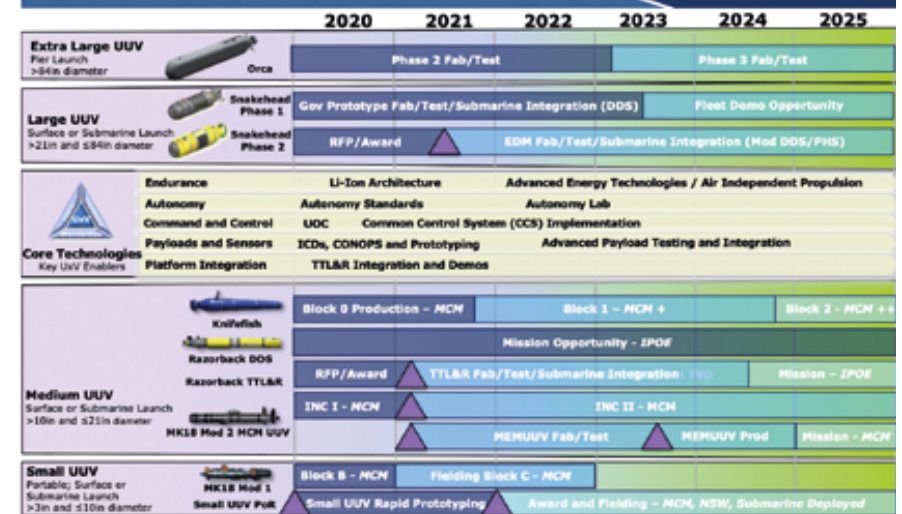
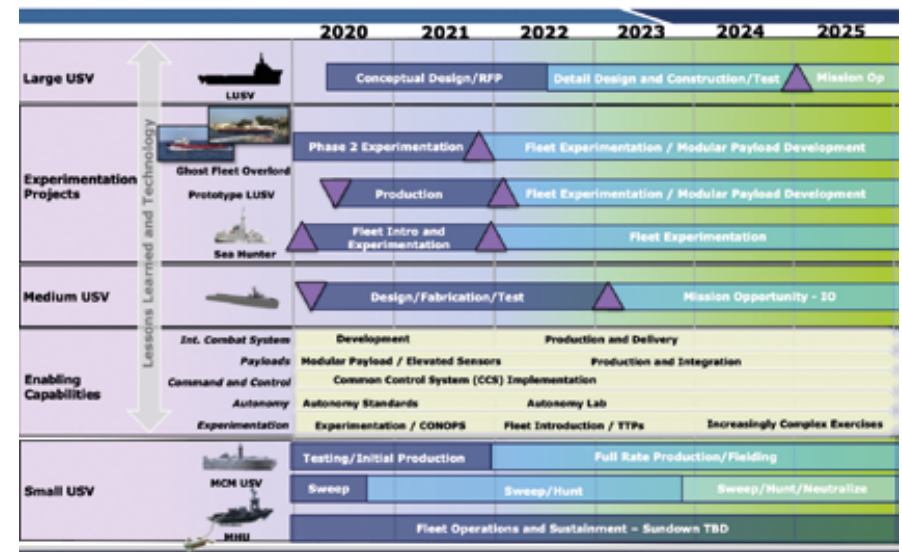


Рисунок 6 – Взгляд программного офиса 406 на перспективы разработки и внедрения надводных и подводных робототехнических комплексов в состав ВМС США

гурирует позиция закупок малых и средних НПА, приведённых на рисунке 7. Основные характеристики закупаемых аппаратов приведены в таблице 3. В таблице 4 приведены данные по финансированию закупок из программы 2021 года [12].

В таблицах 5-7 приведены данные по финансированию отдельных программ разработок МРТК.

На рисунках 8-10 приведены графики, иллюстрирующие выделение средств на разные типы программ [14].



Рисунок 7 – Закупаемые ВМС США серийно производимые НПА

Таблица 3 – Основные ТТХ закупаемых типов МРТК

Характеристики	Тип аппарата			
	МК 18 Mod1 Swordfish	МК 18 Mod 2 Kingfish	LBS-Glider	Knifefish
Диаметр, м	0,190	0,324	0,220	0,533
Длина, м	1,6	3,3	1,5	4,9
Вес на воздухе, кг	37	240	54	750
Максимальная глубина применения, м	400	3000	10000	4500
Автономность, ч	22	70	8760	25
Максимальная скорость, м/с	2,6	2,6	0,4	2,3

Таблица 4 – Данные из программы закупок 2021 года

Тип закупаемых систем	Финансирование, тыс. долларов США	
	2020	2021
Малые и средние НПА	40,547	70,655

Таблица 5 – Финансирование разработок больших НПА и БЭК [13]

Программа	Финансирование, млн. долларов США				
	2021	2022	2023	2024	2025
Разработка и изготовление LUSV	238,6	377,2	144,5	198,7	134,9
LUSV (закупка образцов для ВМС)	0	0	455,0	373,6	536,6
Разработка и изготовление MUSV	26,3	30,0	43,0	43,9	44,7
Разработка технологий применения LUSV and MUSV enabling technologies	199,1	122,8	192,8	77,9	80,9
Разработка и изготовление XLUUV	115,9	43,0	78,5	77,0	7,7
XLUUV (закупка образцов для ВМС)	0	0	158,5	162,6	232,8

Таблица 6 – Финансирование постройки БЭК USV

Объект финансирования	Финансирование, млн. долларов США		
	2019	2020	2021
Постройка БЭК (Unmanned Surface Vehicle), 2 шт.	116,1	407,8	464,0

Таблица 7 – Данные по финансированию отдельных программ разработок МРТК

Программа разработки МРТК	Финансирование, тыс. долларов США						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Средние и большие БЭК	-	-	-	-	-	-	760,396
Малые и средние АНПА	-	-	-	-	16,062	47,261	53,942
Технологии для АНПА	-	-	-	-	26,406	41,910	40,060
Большие АНПА	-	-	-	23,886	57,942	68,310	78,122
Противоминный БЭК RMS	21,110	20,089	2,926	-	-	-	-

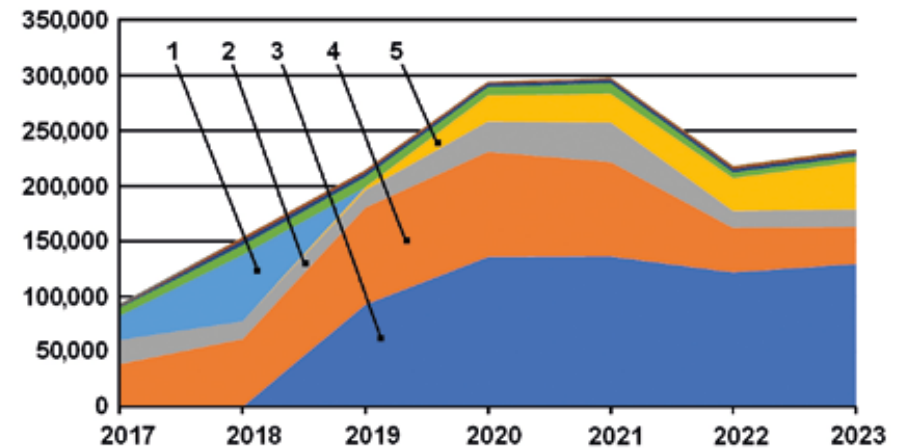


Рисунок 8 – Финансирование МРТК и их систем, млн. долларов:
 1 – противоминные необитаемые подводные аппараты; 2 – метеорологические датчики для морской робототехники; 3 – большие необитаемые подводные аппараты; 4 – технологии создания необитаемых подводных аппаратов; 5 – противоминные безэкипажные катера

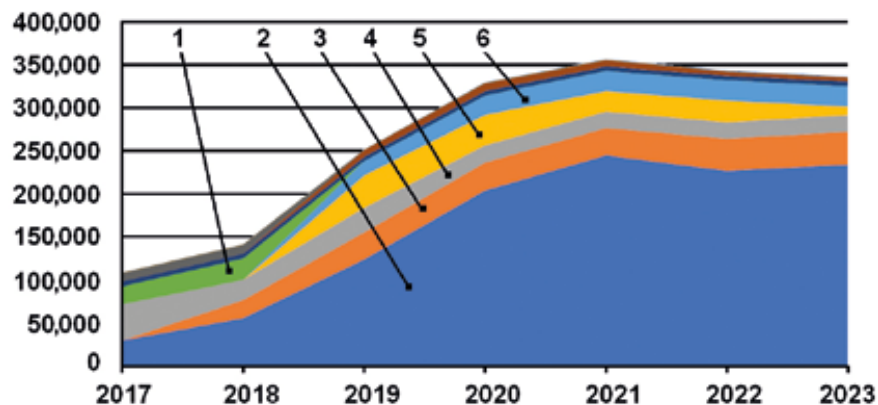


Рисунок 9 – Финансирование противоминных программ, млн. долларов:

- 1 – противоминные необитаемые подводные аппараты; 2 – модули полезной нагрузки для прибрежных боевых кораблей; 3 – противоминный БЭК (система Барракуда); 4 – противоминные БЭК; 5 – противоминные модули для прибрежных боевых кораблей; 6 – малые и средние НПА

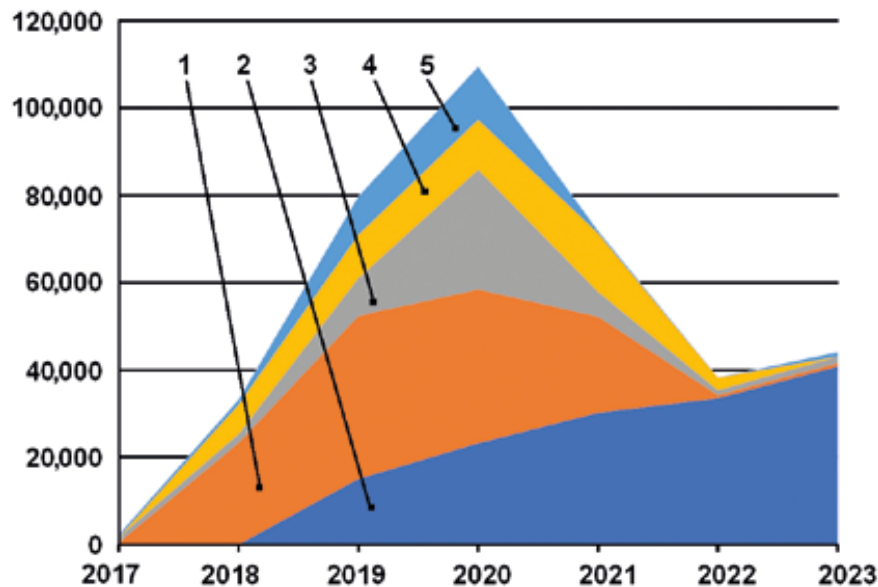


Рисунок 10 – Финансирование программ развития датчиков и полезной нагрузки, млн. долларов: 1 – концепция вооружения БЭК; 2 – противолодочная полезная нагрузка для БЭК; 3 – вооружение для больших НПА; 4 – разведывательные датчики для НПА и глайдеров; 5 – нелетальное вооружение для больших НПА

ВЫВОДЫ

Представленные в статье данные и основные положения нескольких концепций развития необитаемых подводных аппаратов и безэкипажных катеров свидетельствуют о системном подходе со стороны американских специалистов к вопросу разработки МРТК. Такой подход позволяет им не только более успешно двигаться в направлении поставленных целей, но и постоянно мотивировать разработчиков указанных систем искать новые, более эф-

фективные пути решения поставленных задач, проводить научно-исследовательские работы для обоснования достижимых параметров МРТК.

Данные по финансированию разработок МРТК, их изготовлению и закупкам для ВМС США свидетельствуют о существенно возросшем интересе к данному типу систем. Об этом же говорит и создание в структуре ВМС отдельных подразделений, эксплуатирующих исключительно морские робототехнические системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лопота, А. В. Морские робототехнические комплексы военного и специального назначения / А. В. Лопота, А. Б. Николаев. – СПб.: ЦНИИ РТК, 2016. – 48 с. – Текст: непосредственный.
2. Текст: электронный. – 2021. – URL: <http://roboticsdatabase.auvsi.org/> (дата обращения: 12.03.2021).
3. Top-100 Defense Contractors 2016-2020 – Текст: электронный. – 2021. – URL: <http://www.fi-aeroweb.com/> (дата обращения: 12.03.2021).
4. Ervin, W. P. Unmanned Underwater Vehicle Independent Test and Evaluation / W. P. Ervin, J. P. Madden, G. W. Pollitt – Текст: непосредственный // Johns Hopkins APL Technical Digest. – 2014. – Volume 32, Number 5 (2014). – pp. 752-761.
5. From Umm Qasr to Unmanned Warrior – Royal Navy Mine Countermeasures – Текст: электронный. – 2021. – URL: <https://www.thinkdefence.co.uk/umm-qasr-unmanned-warrior-royal-navy-mine-countermeasures/> (дата обращения: 12.03.2021).
6. Илларионов, Г. Ю. Двойное применение автономных необитаемых подводных аппаратов типа «REMUS» / Г. Ю. Илларионов, А. Г. Квашнин, Р. В. Викторов. – Текст: непосредственный // Двойные технологии. – 2010. – № 3 (52). – С. 2-13.
7. Ziezulewicz, G. Navy stands up first underwater drone squadron / G. Ziezulewicz. – Текст: непосредственный // Navy Times Daily News. – October 11, 2017.
8. Gady, F-S. US Navy to Stand Up Unmanned Robot Ship Development Squadron / F-S. Gady. – Текст: непосредственный // The Diplomat. – May 08, 2019.
9. Program Executive Offices – Текст: электронный. – 2021. – URL: <https://www.navsea.navy.mil/Who-We-Are/Program-Executive-Offices/> (дата обращения: 12.03.2021).
10. Главное управление вооружения ВМС США [сайт]. – URL: <https://www.navsea.navy.mil/Home/PEO-Unmanned-and-Small-Combatants/> (дата обращения: 12.03.2021).
11. Underwood, K. Growing the Unmanned Fleet / K. Underwood. – Текст: непосредственный // Signal Magazine. – February 01, 2021.
12. Procurement Programs (P-1) Department of Defense Budget. Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller) – Текст: электронный. – 2021. – URL: <https://comptroller.defense.gov/> (дата обращения: 12.03.2021).
13. O'Rourke, R. Navy Large Unmanned Surface and Undersea Vehicles: Background and Issues for Congress / R. O'Rourke. – Congressional Research Service. – March 30, 2020. – Текст: непосредственный.
14. Klein, D. Unmanned Systems & Robotics in the FY2019 Defense Budget / D. Klein. – AUVSI, 2019. – Текст: непосредственный.

*В. В. ПАТРУШЕВ, д.т.н. Н. А. КУДРЯВЦЕВ,
к.х.н. В. Б. ЧЕРЕПАНОВ*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЯ КОНЦЕРНОМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

В статье представлен анализ отечественных литий-ионных аккумуляторов. Проанализирован опыт работы и производственная база АО «Уралэлемент». Описываются принятые Концерном организационные решения, которые позволяют рассчитывать на существенный рост заказов по разработке и производству высокоэнергетических литий-ионных аккумуляторных батарей.

ВВЕДЕНИЕ

Под высокоэнергетическими литий-ионными аккумуляторными батареями (АБ) обычно подразумевают батареи с большим количеством литий-ионных аккумуляторов, соединённых в последовательные и параллельные цепочки. Энергия таких батарей варьируется от сотен до миллионов Вт·час.

Существует много промышленных отраслей применения высокоэнергетических литий-ионных АБ, наиболее значимыми из которых являются:

- электротранспорт;
- сетевые накопители энергии;
- системы резервного электропитания;
- обитаемые и необитаемые подводные аппараты.

Нужно отметить, что использование литий-ионных АБ в мире во всех этих сферах стремительно увеличивается как в количественном, так и стоимостном выражении: каждый год рынок литий-ионных АБ удваивается и в скором времени выйдет на отметку 100 млрд долларов.

Электротранспорт в ближайшей перспективе, видимо, будет основным драйвером роста потребления высокоэнергетических литий-ионных АБ (рисунок 1). При этом замена двигателей внутреннего сгорания на электрические двигатели потребует значительного увеличения производства литий-ионных аккумуляторов. Чтобы оценить масштаб стоящей задачи

по переводу транспорта на электрическую тягу, укажем, что установочная мощность всех находящихся в эксплуатации автомобилей значительно превышает установочную мощность электростанций первичной генерации (ТЭС, ГЭС, АЭС, плюс зелёная генерация).

Что касается Российской Федерации, то пока в стране отсутствует серийное производство как электромобилей, так и электробусов. В рамках различных проектов производится не более 200-300 единиц электротранспорта в год. Данные проекты обеспечиваются в основном литий-ионными АБ китайского производства. Однако с учётом неизбежного роста числа выпускаемых в стране электромобилей, а также риска прекращения импортных поставок имеющиеся в стране мощности по производству литий-ионных аккумуляторов явно недостаточны.

Сетевые накопители энергии на основе литий-ионных АБ постепенно внедряются в мире в рамках развития концепции «умных электрических сетей». Основная их задача – оптимизировать работу источников энергии первичной генерации. Прогнозируется серьёзный рост объёмов выпуска сетевых накопителей энергии на основе литий-ионных АБ, учитывая их очевидные преимущества по сравнению с иными сетевыми накопителями энергии, например гидроаккумулирующими электростанциями.

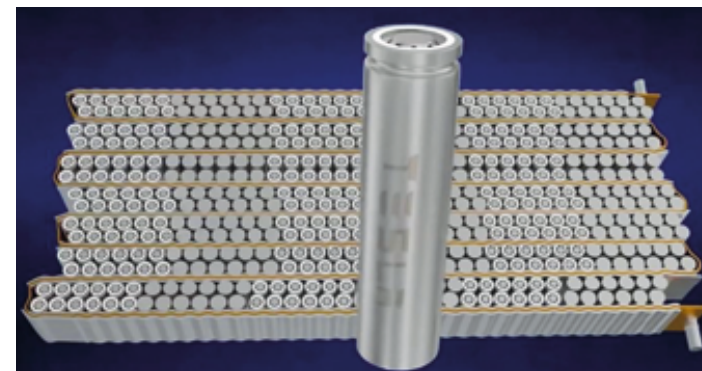


Рисунок 1 – Литий-ионный аккумулятор и сборка аккумуляторов в электромобиле «Tesla»

Системы резервного электропитания на основе литий-ионных АБ с высокой запасённой энергией применяются для обеспечения надёжного электропитания и, как следствие, стабильного функционирования значимых объектов различного назначения. Наличие резервного электропитания позволяет предотвратить катастрофические последствия, связанные с прекращением штатного электропитания в условиях возможных природных или техногенных аварий, а также в условиях возникновения иных кризисных явлений.

По своим эксплуатационным характеристикам системы резервного электропитания на основе литий-ионных АБ существенно превосходят аналогичные системы

на основе свинцово-кислотных АБ.

Следует отметить, что конструкция сетевого накопителя энергии позволяет использовать его также в качестве резервного источника электропитания (рисунок 2).

Обитаемые и необитаемые подводные аппараты в последнее время конструируются на основе применения высокоэнергетических литий-ионных АБ, поскольку их энергетические и эксплуатационные характеристики существенно превосходят характеристики свинцово-кислотных и серебро-цинковых АБ. Литий-ионные АБ применяются в данных аппаратах в качестве тяговых, буферных и резервных источников электропитания. Они могут действовать полностью автономно или совместно



Рисунок 2 – Аккумуляторный блок и сетевой накопитель энергии производства АО «Уралэлемент»

как с дизель-генераторами, так и с анаэробными энергетическими установками. Пример такой литий-ионной АБ представлен на рисунке 3.

Литий-ионные АБ состоят из следующих составных частей:

- литий-ионные аккумуляторы;
- система контроля и управления;
- зарядное устройство;
- электротехнические компоненты (шины, кабели, разъёмы и т. д.);
- каркас.

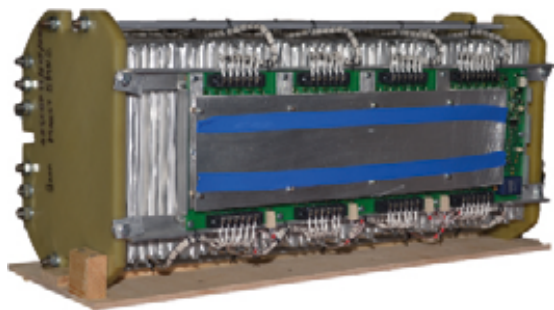


Рисунок 3 – Литий-ионная аккумуляторная батарея для необитаемого подводного аппарата производства АО «Уралэлемент»

Таблица 1 – Отечественные производители литий-ионных аккумуляторов

Предприятие	Форма собственности
АО «Аккумуляторная компания «Ригель»	Частная
ПАО «Сатурн»	Частная
АО «Верхнеуфалейский завод «Уралэлемент»	Государственная
ООО «Лиотех»	Государственная

ОПЫТ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БАЗА АО «УРАЛЭЛЕМЕНТ»

АО «Уралэлемент», основанный в 1942 году, в советские времена был серийным заводом, выпускавшим продукцию по разработкам крупных научно-производственных объединений. В настоящее время завод входит в Концерн и является предприятием, способным не только производить,

Каждая из частей имеет важное значение для получения качественной и надёжной литий-ионной АБ, однако ключевой частью являются литий-ионные аккумуляторы, во многом определяющие энергетические и эксплуатационные характеристики АБ [1, 2].

Список отечественных предприятий, имеющих производственные линии по выпуску литий-ионных аккумуляторов, приведён в таблице 1.

но и разрабатывать аккумуляторы и батареи на их основе, в том числе литий-ионные.

Начиная с 2008 года АО «Уралэлемент» проводит работу по модернизации и техническому перевооружению производства литий-ионных аккумуляторов в рамках государственных программ. Работы ведутся по пяти проектам.

Реконструкция и техническое перевооружение производственного комплекса

проводится за счёт средств федерального бюджета с привлечением кредитных и собственных средств предприятия.

За последние годы приобретено более 200 единиц оборудования для производства и испытаний литий-ионных аккумуляторов. Для выполнения научно-исследовательских работ и проведения входного контроля материалов также приобретено качественное аналитическое оборудование, включающее спектрофотометр, хроматограф, масс-спектрометр, электронный микроскоп и т. д.

В целом производственные мощности предприятия позволяют обеспечить годовой выпуск литий-ионных аккумуляторов в объёме до 60 МВт·ч.

Литий-ионные АБ, разрабатываемые и производимые заводом, поставляются как по заказам Концерна, так и в интересах иных заказчиков (завод также поставляет источники питания иных электрохимических систем). Имеется достаточное количество квалифицированных специалистов для создания качественной продукции.

Опыт создания литий-ионных АБ.

В последнее десятилетие предприятие успешно выполнило ряд НИОКР по разработке высокоэнергетических литий-ионных АБ по заказу как Концерна, так и иных организаций. Некоторые из этих работ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные работы по созданию высокоэнергетических литий-ионных АБ, выполненные АО «Уралэлемент»

Заказчик	Наименование работы
АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»	СЧ ОКР «Разработка, создание и изготовление макета опытного образца базового модуля аккумуляторной батареи на основе литий-ионных аккумуляторов и аккумуляторной батареи на основе литий-полимерных аккумуляторов, шифр «Электромодуль-АБ»
	СЧ ОКР «Разработка источника энергии по выбранному Перечню на базе литий-ионных аккумуляторов по теме «Создание мощностного ряда двигательного-двигательных установок и разработка перспективных источников для НПА», шифр «Весло»
	СЧ НИР «Исследование путей создания высокоёмких химических источников тока для электрических энергосиловых установок роботизированных подводных технических средств исследования и проведения работ в шельфовой зоне Мирового океана», шифр «Робот-Хитон-ХИТ»
	СЧ ОКР «Разработка РКД блока аккумуляторных батарей на основе литий-полимерных аккумуляторов для необитаемых подводных аппаратов», шифр «Улей»
	СЧ ОКР «Разработка РКД и поставка опытного образца АБ-80», шифр «Мониторинг»
	СЧ ОКР «Создание опытного образца химического источника тока на основе литий-полимерных аккумуляторов»
АО «Концерн «Океанприбор»	СЧ ОКР «Разработка, изготовление и испытания опытных образцов аккумуляторного модуля», шифр «Полигон-АМ»
АО «СПМБМ «Малахит»	СЧ ОКР «Создание погружных аккумуляторных батарей для обитаемого подводного аппарата», шифр «ОПА-КР-АБ»

В рамках данных НИОКР созданы высокоэнергетические литий-ионные АБ, внешний вид некоторых из них представлен на рисунках 4 и 5.

Для создания литий-ионных АБ в АО «Уралэлемент» разработаны литий-ионные аккумуляторы трёх конструктивных типов: цилиндрические, призматические и в мягкой ламинированной упаковке.

Электрохимическая система литий-ионных аккумуляторов, производимых в АО «Уралэлемент», зависит от выбранного катодного и анодного материалов. В качестве катодного материала используются кобальтат лития, смешанные оксиды или фосфат лития железа. Основным анодным материалом является углерод, однако предприятие также проводит исследования по

применению титаната лития. Выбор того или иного материала зависит от требуемых заказчиком энергетических и эксплуатационных характеристик литий-ионной АБ.

Производственная база. Предприятие располагает современной и, скажем с большой долей уверенности, лучшей в стране производственной базой по созданию литий-ионных аккумуляторов и аккумуляторных батарей на их основе выполняются следующие производственные операции:

- приготовление электродных масс;
- намазка, прокатка и обрезка электродов;
- складывание электродов и сепаратора в электродные блоки;

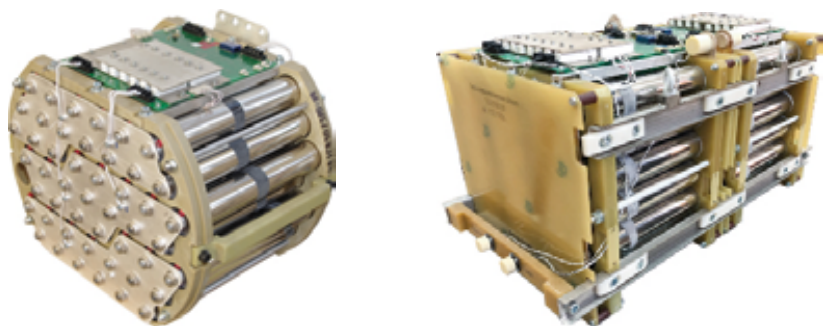


Рисунок 4 – Литий-ионные АБ на базе цилиндрических аккумуляторов

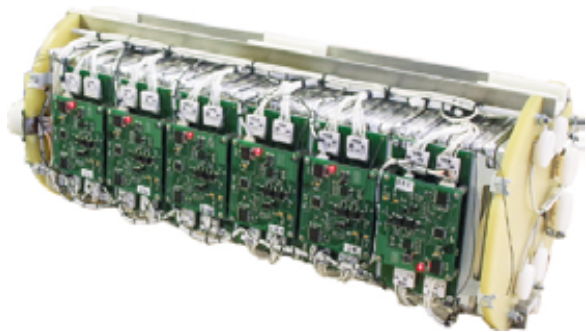


Рисунок 5 – Литий-ионная АБ на базе аккумуляторов в мягкой ламинированной упаковке

муупаковка электродных блоков в корпуса или мягкую ламинированную фольгу;

- заливка электролитом аккумулятора;
- формировка аккумуляторов на зарядно-разрядных стендах;
- испытание аккумуляторов;
- сборка литий-ионных АБ;
- испытания литий-ионных АБ.

Все производственные операции являются высокомеханизированными и высокопроизводительными, что позволяет обеспечить высокий объём выпуска литий-ионных аккумуляторов и батарей на их

основе. Некоторые участки производственной базы АО «Уралэлемент» показаны на рисунке 6.

Важным звеном производственной базы АО «Уралэлемент» является лабораторно-исследовательский комплекс, по своей оснащённости не уступающий многим академическим институтам Российской Федерации (рисунок 7).

В заключение данного раздела отметим, что в настоящее время АО «Уралэлемент» занимает в стране положение, близкое к монопольному в плане производства литий-ионных аккумуляторов, что делает



Рисунок 6 – Участки производственной базы АО «Уралэлемент»



Рисунок 7 – Фрагмент лабораторно-исследовательского комплекса

практически безальтернативным его участие во всех работах, связанных с разработкой и производством отечественных высокоэнергетических литий-ионных АБ.

СОЗДАНИЕ ГРУППЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ПТБ

Учитывая стратегическую важность усиления позиций Концерна в области разработки литий-ионных АБ с высокими энергетическими характеристиками, руководство Концерна приняло решение о создании группы по разработке перспективных тяговых батарей на основе соединений лития (ПТБ), которая будет сформирована из высококвалифицированных специалистов Концерна. В группу также планируется пригласить отечественных специалистов иных предприятий, имеющих большой опыт по разработке и производству высокоэнергетических литий-ионных АБ.

Группа по разработке ПТБ будет организовывать свою деятельность в тесной кооперации с АО «Уралэлемент» и нацелена на выполнение следующих задач:

1. Усиление взаимодействия с традиционными заказчиками высокоэнергетических литий-ионных АБ.

2. Поиск новых заказчиков и разъяснение преимуществ литий-ионной электрохимической системы перед иными системами.

3. Разработка оригинальных конструктивных решений при разработке литий-ионных аккумуляторов и батарей на их основе, а также внедрение современных технологических решений, в том числе 3D-печати, при их производстве.

4. Проведение научных исследований, направленных на оптимизацию литий-ионной электрохимической системы, а также процессов управления и контроля для обеспечения эффективной и безопасной работы литий-ионной АБ.

5. Максимально возможное увеличение объемов выпуска высокоэнергетических литий-ионных АБ за счёт вытеснения конкурентов.

На сегодняшний день Концерн обладает всеми необходимыми ресурсами для разработки и сборки литий-ионных АБ, а также их испытаний в рамках выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В то же время планируется исключить конкуренцию между Концерном и АО «Уралэлемент» в борьбе за выполнение НИОКР или серийных заказов. Приоритетом является дополнение воз-

ВЫВОДЫ

1. На сегодняшний день существуют промышленные отрасли, в которых ожидается существенный рост потребления высокоэнергетических литий-ионных АБ.

2. АО «Уралэлемент» занимает лидирующие позиции в качестве производителя литий-ионных аккумуляторов и батарей на их основе.

3. Для усиления лидирующих позиций в области высокоэнергетических литий-ионных АБ руководством Концерна принято решение о создании группы по разработке перспективных тяговых батарей на основе соединений лития.

4. Эффективное взаимодействие группы по разработке ПТБ Концерна и АО «Уралэлемент» будет способствовать росту заказов высокоэнергетических литий-ионных АБ в различных областях.

можностей Концерна и АО «Уралэлемент» с целью обеспечения роста заказов, выполняемых одной из этих структур при поддержке другой. Принципы взаимодействия между группой по разработке ПТБ Концерна и АО «Уралэлемент» будут оптимизированы в процессе совместной практической деятельности.

Следует отметить, что Концерн останется одним из основных заказчиков для АО «Уралэлемент» по разработке и производству высокоэнергетических литий-ионных АБ. В качестве примера отметим планируемую в ближайшее время разработку в интересах Концерна литий-ионной АБ для перспективного изделия калибра 324 мм (рисунок 8) [2].

Важно, что входящие в состав данной АБ литий-ионные аккумуляторы типоразмера 18650 имеются в номенклатуре выпускаемых изделий АО «Уралэлемент» [3].

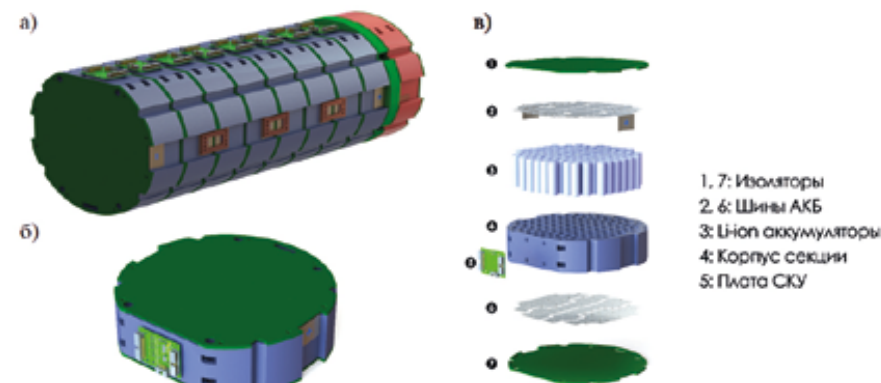


Рисунок 8 – Литий-ионная АБ для перспективного изделия калибра 324 мм: а) внешний вид АБ; б) внешний вид секции АБ; в) взрыв-схема секции АБ

ЛИТЕРАТУРА

- Кудрявцев, Н.А., Петров, М.П., Мойса, В.А. О возможности использования литиевых источников электропитания при проектировании мощных батарей одноразового действия с длительным сроком хранения / Н.А. Кудрявцев, М.П. Петров, В.А. Мойса // Подводное морское оружие. – 2019. – Вып. 4(47). – С. 55-68.
- Патрушев, В.В., Кудрявцев, Н.А., Агеев, Д.М. Современное состояние электрических источников энергии морского подводного оружия / В.В. Патрушев, Н.А. Кудрявцев, Д.М. Агеев, А.А. Беликов, А.В. Жалнин, А.П. Китаевич, В.А. Мойса, М.П. Петров // Подводное морское оружие. – 2020. – Вып. 2(50). – С. 41-54.
- Литий-ионные аккумуляторы и батареи. – Текст: электронный // АО «Верхнеуфалейский завод «Уралэлемент» [сайт]. – URL: <http://www.uralelement.ru/>

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ГНЦ РФ «ГИДРОПРИБОР»

В статье кратко рассмотрена история освоения практики гидроакустических (г/а) измерений в институте с момента его образования. Приведены разработанные на уровне отраслевых стандартов методики выбора условий измерений и их выполнения в бассейнах и открытых водоёмах. Представлены обеспечиваемые точности измерений различных параметров и характеристик разрабатываемых институтом г/а средств, имеющиеся измерительные бассейны и их метрологические возможности, используемые гидрофоны. Кратко изложен опыт проведения испытаний г/а средств при воздействии гидростатического давления и определения характеристик г/а средств с протяжённой дальней зоной в натуральных условиях.

ВВЕДЕНИЕ

Первые изыскания в области гидроакустических измерений были начаты учёными-физиками накануне Второй мировой войны и более активно продолжены после её окончания. Это определялось началом развития гидроакустических средств военного назначения и необходимостью количественной оценки их характеристик. Причём если до войны любые акустические исследования были весьма сложны и носили скорее академический характер, то в послевоенный период при освоении в производстве гидроакустических средств возникла необходимость разработки быстрых и эффективных методов измерений их параметров и характеристик.

Уже первые попытки освоения практики гидроакустических измерений привели учёных к выводу об относительно низкой их точности по сравнению с измерениями в других областях физики. По меткому выражению одного из ведущих специалистов лаборатории гидроакустических измерений ВМС США Р. Д. Боббера, «гидроакустика – не очень точная наука, в которой вторая значащая цифра, получаемая при измерениях, сомнительна, а третья часто не имеет смысла» [1]. Эта объективная оценка остаётся актуальной до сих пор, и её необходимо всегда помнить и учитывать при анализе уровня развития гидроакустических измерений.

В НИИ-400 (предшественнике «Гидроприбора»), образованном в 1944 году, в послевоенное время также началось создание первых гидроакустических средств для различных образцов подводной техники. Наряду с разработкой этих средств в группах главных конструкторов изделий были начаты и первые разработки гидроакустических преобразователей (приёмников, излучателей) и на их основе так называемых приёмно-излучающих устройств (ПИУ). По примеру немецких разработок времён войны эти образцы выполнялись на основе магнитострикционных преобразователей. Были попытки создания чувствительных элементов для высокочастотных гидроакустических средств и гидрофонов для измерений на основе пьезоэлектрических кристаллов из дигидрофосфата аммония и сегнетовой соли. Однако эти разработки практического применения не нашли и стали более активно развиваться только с середины 1950-х годов, когда в институте был организован экспериментальный участок производства пьезокерамических элементов из титаната бария. В дальнейшем (с 1970-х годов), с освоением промышленного производства пьезокерамических элементов в СССР, практически все разработки гидроакустических преобразователей, антенн, а также гидрофонов были переведены в институте на серийную пьезокерамику.

Первые попытки гидроакустических измерений в НИИ-400 также относятся к началу 1950-х годов. Они были нацелены на определение акустических характеристик буксируемого трала в натуральных условиях на Ладоге в районе бухты Владимировская. Руководителем группы гидроакустических измерений, состоящей вначале из трёх человек, был назначен ветеран Вели-

кой Отечественной войны Михаил Германович Неручев, ставший основоположником всех гидроакустических измерений в институте (рисунок 1). С 1951 года вплоть до конца 1960-х годов коллектив измерителей под его руководством ежегодно проводил измерения акустических полей тралов, что подробно описано в воспоминаниях М. Г. Неручева [2].



Рисунок 1 – Встреча автора с М. Г. Неручевым

Наряду с этими испытаниями задачи измерителей постепенно расширялись, и они все чаще стали привлекаться к задачам оценки акустических характеристик и параметров разрабатываемых в институте гидроакустических преобразователей и антенн, причем объём этих работ постоянно возрастал. Со временем назрела необходимость создания специализированного подразделения по разработке и испытаниям гидроакустических преобразователей и антенн. В итоге в апреле 1960 года в составе измерительного отдела № 72 (начальник В. И. Лукьянов) под руководством М. Г. Не-

ручева была создана акустическая лаборатория, в состав которой были переведены разработчики гидроакустических преобразователей и ПИУ из групп главных конструкторов, а также измерители из сектора акустических измерений. В течение года в институте были сооружены два бассейна размерами 2×2×3 м и два бассейна с размерами 1×1×2 м. Все бассейны были оснащены подъёмно-поворотными устройствами и необходимой измерительной аппаратурой. Можно считать, что с этого момента в институте началось научное становление гидроакустических измерений. Сотрудники

сектора гидроакустических измерений не только обеспечивали их проведение, но и одновременно отработывали отсутствующие в то время методики измерений. Руководящую роль в этом всегда выполнял М. Г. Неручев, который по результатам разработки и аттестации всех методик гидроакустических измерений, исследований условий формирования акустических полей в бассейнах и создания научной базы гидроакустических измерений в институте защитил диссертации кандидата, а затем доктора технических наук.

К 1966 году специфика и объём работ акустической лаборатории перестали соответствовать функциям измерительного отдела, и руководство НИИ-400, переименованного в то время в НИИ «Гидроприбор», на базе акустической лаборатории образовало под руководством к.т.н. О. А. Квятковского специализированный отдел № 60, нацеленный на разработку акустических преобразователей и антенн по всей темати-

ке института. В состав отдела был введён и сектор гидроакустических измерений, возглавляемый М. Г. Неручевым.

В 1970-е годы численность этого сектора уже превышала 30 человек, более половины из которых были специалистами высшей категории (рисунок 2).

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК И ПРАКТИКИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ИНСТИТУТЕ

На начальном этапе работы группы гидроакустических измерений при определении акустических полей тралов достаточно было зафиксировать излучаемое им акустическое давление в требуемом диапазоне частот и с учётом имеющейся аппаратуры по возможности определить его спектральный состав. Поскольку ни гидрофоны, ни спектроанализирующая аппаратура в 1950-е годы в СССР не производились, измерителям приходилось самим изобретать



Рисунок 2 – Коллектив сектора гидроакустических измерений в 1970-е годы.

Нижний ряд: В. П. Башкирова, В. И. Мусатова, Л. И. Муратова, И. М. Карасик, Т. М. Асеева, Г. В. Степанов, Т. И. Митрофанова, Е. В. Шиленкова, (?), В. П. Козик.
Средний ряд: Ю. И. Куликов, М. В. Березовская, Е. Б. Гавриленко, Э. Фридман, Н. Г. Дмитриченко, М. Л. Кричевский, М. М. Зингер.
Верхний ряд: Подольский, В. Носов, (?), А. Ф. Сергеев, Г. С. Потёмкин, В. М. Врублевский, А. Н. Корнеев, В. Я. Гавриленко.

и изготавливать макеты необходимой аппаратуры. Эти попытки достаточно красочно и подробно описаны в воспоминаниях М. Г. Неручева [2].

При освоении практики измерений разрабатываемых гидроакустических преобразователей в бассейнах перечень определяемых электроакустических параметров и характеристик заметно расширился, и потребовалась разработка методик их измерений. К числу измеряемых основных параметров и характеристик разрабатываемых гидроакустических преобразователей и антенных устройств в первую очередь относились:

- акустическое давление и его амплитудная зависимость от величины подаваемого на излучатель напряжения (или мощности), а также расчётная акустическая мощность излучения;
- чувствительность в режимах приёма и излучения;
- частотные характеристики чувствительности, из которой определялись:
 - резонансные частоты;
 - ширина частотной характеристики;
 - неравномерность частотной характеристики;
 - амплитудные характеристики направленности в требуемых сечениях, из которых определялись:
 - ширина ХН (как правило, по уровню 0,7 от максимального значения);
 - величина боковых лепестков и бокового поля ХН;
 - углы смежных ХН или углы отворота ХН от оси;
 - неравномерность ХН (для ненаправленных преобразователей);
 - коэффициент осевой концентрации;
 - фазовая характеристика направленности и на её основании:
 - угол фазового сдвига сигнала;
 - крутизна фазовой характеристики в заданном направлении.

Наряду с этими акустическими параметрами и характеристиками разработчиков гидроакустических средств всегда

интересовали и электрические характеристики (особенно излучателей):

- сопротивление изоляции;
- электрическая ёмкость и индуктивность;
- модуль и фаза полного электрического сопротивления, а также его активная и реактивная составляющие;
- частотные характеристики модуля и фазы полного сопротивления;
- электрическая мощность, определение которой наряду с расчётом акустической мощности излучателя позволяет оценить его КПД.

Все методики измерений этих параметров и характеристик применительно к создаваемым в институте гидроакустическим средствам разрабатывались и внедрялись в практику работ специалистами сектора гидроакустических измерений самостоятельно. Наряду с этим отработывались и определялись условия и средства проведения измерений в гидроакустических бассейнах, а при необходимости и в натуральных условиях. Большую консультативную помощь в организации гидроакустических измерений в институте и разработке метрологической документации оказывали специалисты ЦНИИ «Морфизприбор», которые, несомненно, являлись первопроходцами в этой области [3].

Первоначально методики измерений перечисленных параметров и характеристик разрабатывались в виде отдельных рекомендаций, затем для упорядочивания и единообразия они были оформлены в виде методических указаний. В дальнейшем, в 1980-х годах, в соответствии с распоряжением Министерства судостроительной промышленности на уровне отраслевых стандартов были внедрены обобщающие требования при выполнении измерений параметров гидроакустических преобразователей и устройств по тематике 4 ГПУ министерства:

- ОСТ В5.7156–81 «Службы гидроакустических измерений электроакустических преобразователей и гидроакустиче-

ских антенных устройств»;

– ОСТ В5.7157–81 «Средства измерений параметров электроакустических преобразователей и гидроакустических антенных устройств»;

– ОСТ В5.7159–82 «Преобразователи электроакустические и устройства антенные гидроакустические. Методика выбора условий измерений параметров»;

– ОСТ В5.7164–83. «Преобразователи электроакустические и устройства антенные гидроакустические. Методика выполнения измерений параметров».

Первый из этих стандартов определял требования к организации и порядку проведения гидроакустических измерений на предприятиях отрасли при изготовлении и испытаниях разработок института. После ликвидации СССР и отраслевых министерств этот стандарт утратил смысл, поскольку отрасль, объединяемая в 4 ГПУ МСП СССР, перестала существовать. Остальные отраслевые стандарты были переформулированы в виде руководящих документов, которые до сих пор являются основополагающими при разработке, изготовлении и испытаниях гидроакустических средств Концерна.

РД В5Р.7157–81 [4] определяет в качестве средств гидроакустических измерений:

– гидрофоны, вибродатчики и в ряде случаев измерительные излучатели;

– электро- и радиоизмерительную аппаратуру.

К вспомогательному оборудованию для производства измерений отнесены:

– гидроакустических бассейны с координатно-поворотными и укупорочными устройствами;

– вибростолы (вибростенды) со средствами (приспособлениями) для испытаний;

– установки для электростатического метода определения чувствительности низкочастотных приёмников акустического давления.

В этом же документе представлена

классификация гидроакустических бассейнов для испытаний разрабатываемых институтом гидроакустических средств, сформулированы требования к бассейнам, а также приведены методики их аттестации и вспомогательного оборудования, порядок проверки гидрофонов и радиоизмерительной аппаратуры.

Методика выбора условий измерений [5] разработана применительно к измерениям в импульсном режиме, на шумовых и тональных сигналах в гидроакустических бассейнах различной формы и класса, гидробаках повышенного гидростатического давления и в открытом водном пространстве, а также для определения отдельных акустических характеристик в камерах малого объёма и с использованием электростатической установки. Основным видом измерений в гидроакустических бассейнах и в открытом водном пространстве являются измерения в импульсном режиме при длительности импульса, исключающей наложение на прямой сигнал отражённых от дна, поверхности и стенок бассейна (акватории).

Исходя из этого, оптимальными размерами для бассейнов можно считать такие, при которых их ширина и глубина одинаковы. При этом ширина и глубина бассейна должны быть такими, чтобы разность времени прихода прямого сигнала в точку приёма и отражённого от стенок, дна и поверхности бассейна не превышала длительности импульса. Дополнительным требованием по обеспечению неискажённости сигнала при измерениях в импульсном режиме является необходимость работы с импульсами, длительность которых составляет не менее нескольких периодов несущей (рабочей) частоты. С учётом этого требования длина бассейна в идеале должна превышать соотношение ct , где c – скорость звука в воде, t – длительность импульса.

Выбор условий измерений согласно РД В5.7159–82 производится исходя из следующих данных, указываемых в технической документации на испытуемые гидро-

акустических средства:

– перечень измеряемых (контролируемых) параметров;

– метод измерений и используемое оборудование;

– рабочая частота или диапазон частот, характер частотной зависимости (резонансный или широкополосный);

– вид характеристики направленности (направленный или ненаправленный);

– размеры рабочей (активной) поверхности преобразователя или антенны;

– допустимые погрешности измерений.

В руководстве по выбору условий измерений и на основании указанных данных можно по приведённым многочисленным номограммам и графикам выбрать класс необходимого бассейна или минимально необходимые характеристики открытого водоёма, минимально допустимое расстояние между излучателем и приёмником, а также максимально допустимую длительность импульса для проведения измерений.

Классическим условием проведения акустических измерений в дальнем поле антенного устройства является выполнение требования по расстоянию между испытуемой антенной и гидрофоном (или измерительным излучателем):

$$l \geq \frac{L^2}{\lambda} \quad [м],$$

где L – максимальный размер поверхности антенны;

λ – длина звуковой волны в воде, м.

При измерениях на меньших расстояниях существенно увеличивается систематическая погрешность вследствие неполного формирования бегущей волны в ближнем поле антенны (зоне Френеля).

В приложении к РД В5.7159–82 приведены подробные оценки систематических погрешностей за счёт ближнего поля. Наряду с этим в методике представлены все необходимые данные по формированию свободного звукового поля для производства измерений в импульсном режиме

в бассейнах различной формы и размеров, в открытом водном пространстве, а также для измерений на непрерывном и шумовом сигналах. Отдельно рассмотрены условия формирования свободного звукового поля на всевозможных сигналах в бассейнах с повышенной заглущённостью, что повышает их метрологические возможности.

В РД В5Р.7164–83 [6] подробно изложены методики выполнения всех указанных выше характеристик и параметров гидроакустических преобразователей и антенных устройств. Здесь же сформулированы требования к измерительным рабочим местам и определён порядок проведения их аттестации. По результатам аттестации методик измерений и рабочих мест произведено определение обеспечиваемых погрешностей измерений параметров, представленных в таблице 1. Все погрешности приведены в процентах при доверительной вероятности 0,95.

Определение чувствительности низкочастотных приёмников акустического давления с плоской металлической рабочей поверхностью может быть произведено в звуковом и инфразвуковом диапазоне частот электростатическим методом в воздухе на специальной электростатической установке (рисунок 3). Этот метод измерения чувствительности указанных приёмников является абсолютным и имеет погрешность $\pm 16\%$, которая существенно меньше погрешности определения чувствительности в бассейнах, что объясняется отсутствием необходимости использования гидрофонов, которые неточностью своей калибровки вносят существенную дополнительную погрешность.

Наибольшая погрешность измерений наблюдается при испытаниях приёмников колебательного ускорения на вибростендах, она составляет $\pm 55\%$ при определении продольной чувствительности и $\pm 200\%$ (!) при определении поперечной чувствительности. Несмотря на очень низкую точность этих измерений на вибростенде, они необходимы, поскольку они проводятся в частотном

Таблица 1 – Оценка суммарных погрешностей измерений параметров гидроакустических преобразователей и антенных устройств

№ п/п	Параметр	Гидроакустических бассейнов, открытый водоём		Примечание
		Импульсный режим	Шум 1/3 октавы	
1	Акустическое давление, Р	±26,3	±44,0	
2	Чувствительность в излучении по напряжению, $\gamma_{из}$	±26,3	±44,0	
3	Чувствительность в приёме, $\gamma_{пр}$	±37,0	±50,0	В малой акустической камере ±38
4	Ширина частотной характеристики, ΔF	±22,0	±26,0	
5	Частота резонанса, f_0	±1,0	±10,0	
6	Ширина основного максимума характеристики направленности, $\Delta\theta_{0,7}$	±13,0	±14,0	
7	Величина боковых лепестков ХН, $R_{бок}$			
	при $R_{бок} > 20\%$	±27,0	±27,0	
	при $10\% < R_{бок} < 20\%$	±39,0	±44,0	
	при $R_{бок} < 10\%$	±71,0	±88,0	
8	Угол фазового сдвига сигналов, $\Delta\phi$	±12,0	–	
9	Крутизна фазовой характеристики направленности, $\Delta\phi/\Delta\alpha$	±88,0	–	

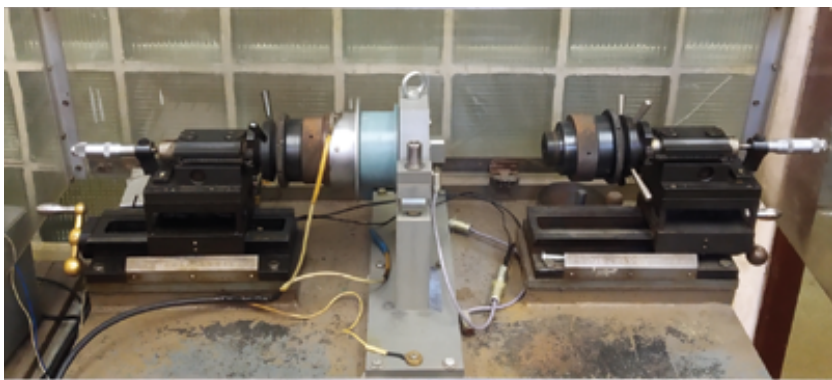


Рисунок 3 – Электростатическая установка

диапазоне до 100 Гц, в котором измерения в бассейнах практически невозможны.

Представленные погрешности гидроакустических измерений наглядно подтверждают приведённую в начале статьи оценку гидроакустики как «не очень точной науки», тем не менее она существует, развивается и, как прикладная отрасль, обеспечивает выполнение поставленных перед ней задач.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ БАССЕЙНЫ КОНЦЕРНА И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Освоение бассейновых гидроакустических измерений в институте было начато, как уже было сказано, в 1960 году в бассейнах размерами 2×2×3 м и 1×1×2 м. Бассей-

ны были оснащены подъёмно-поворотными устройствами собственной разработки для подвески испытуемых образцов и их необходимой ориентации в процессе измерений (рисунок 4). По установленной классификации [3], представленной в таблице 2, эти бассейны относились к III и IV классам.

Для расширения метрологических возможностей бассейнов они по всем внутренним поверхностям (включая верхнюю) были облицованы экспериментальной рупорной резиной толщиной 50 мм, используемой в те годы в качестве антигидролокационного покрытия подводных лодок [2].

В 1970-е годы в связи с заметным снижением рабочих частот разрабатываемых систем выяснилось, что в этих бассейнах



Рисунок 4 – В. П. Козик на измерительном бассейне размерами 2×2×3 м

Таблица 2 – Классификация гидроакустических бассейнов согласно РД В5Р.7157–81

Класс бассейна / Размеры бассейна, м	Класс бассейна			
	I	II	III	IV
Глубина и ширина, м	7 – 10	4 – 6	2 – 3	0,5 – 1
Длина, м	10 – 15	6 – 10	3 – 5	1 – 2

производить измерения новых разработок практически невозможно, для этого нужны бассейны I и II классов. Ввиду отсутствия таких бассейнов новые разработки в этот период испытывались в бассейнах в/ч 31303, 26923 и в ЦНИИ «Морфизприбор». В 1974 году директор института Р. В. Исаков принял решение о переоборудовании в гидроакустический бассейн старой бетонной ванны размерами 4×6×7,5 м в корпусе 132. Нужно отметить, что это переоборудование и звукозаглушение в основном было выполнено силами сотрудников отдела, поскольку все понимали необходимость скорейшего ввода в эксплуатацию такого бассейна. Бассейн был качественно звукозаглушен рупорной резиной толщиной 72 мм, причём не только по поверхностям, но и с использованием дополнительных звукоотражающих и отсекающих экранов. В результате этот бассейн с размерами II класса был аттестован по метрологическим возможностям как бассейн, приближённый к I классу в частотном диапазоне 10–60 кГц. На более высоких частотах отражения от экранов стали преобладать над звукозаглушением, и эффективность экра-

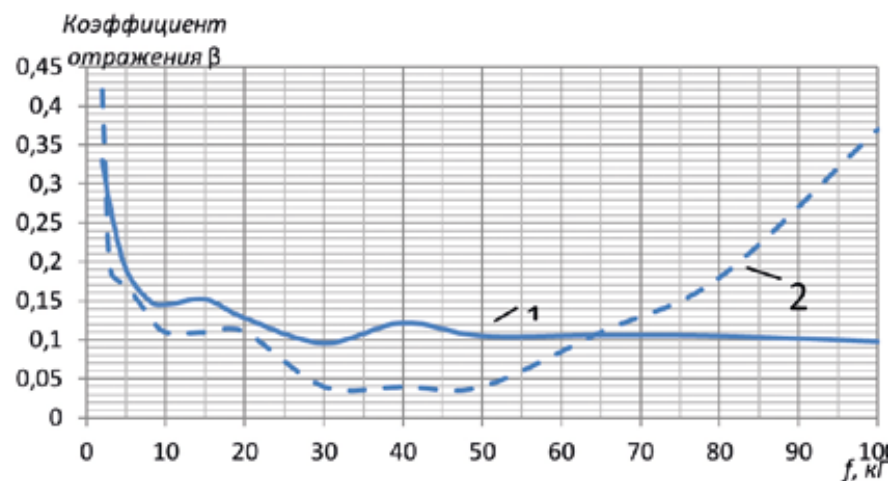


Рисунок 5 – Частотная зависимость звукозаглушения бассейна с размерами 4×6×7,5 м: 1 – рупорная резина толщиной 72 мм; 2 – с дополнительными экранами

нов исчезла.

Это наглядно иллюстрируется показателем звукоотражения от поверхностей бассейна при использовании звукозаглушения, представленного на рисунке 5 [4]. Столь качественное звукозаглушение бассейна позволило проводить ряд необходимых измерений в указанном частотном диапазоне при больших длительностях импульсов, а также существенно увеличить метрологические возможности при работе на непрерывных шумовом или тональном сигналах.

Метрологические возможности проведения гидроакустических измерений в бассейнах различного класса как на импульсных, так и на непрерывных шумовых и тональных сигналах подробнее представлены в РД В5Р.7159–82 [5]. На рисунках 6 и 7 представлены частотные возможности проведения измерений в бассейнах различного класса и допустимые для них длительности импульсов при работе в импульсном режиме.

Возможные частотные диапазоны проведения измерений широкополосных систем на шуме в звукозаглушённых бас-

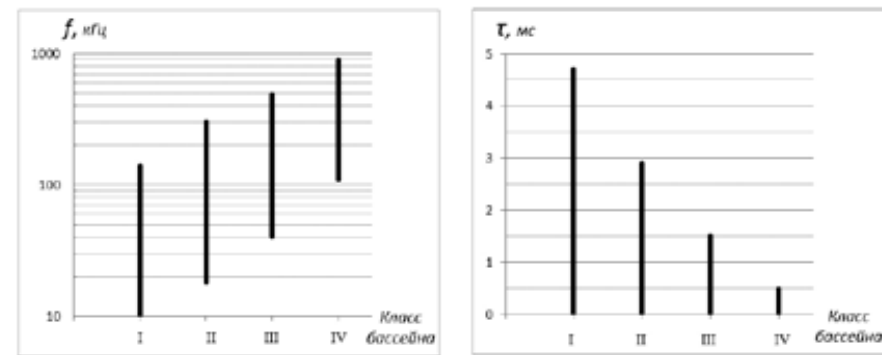


Рисунок 6 – Метрологические возможности измерений в бассейнах разного класса в импульсном режиме: слева – по частотному диапазону, справа – по длительности импульса

сейнах разного класса представлены на рисунке 7.

В табличном виде метрологические возможности имеющихся в Концерне бассейнов представлены в таблице 3.

Нужно отметить, что в 1960–1970-е годы с увеличенным объёмом производства изделий по тематике института гидроакустических бассейны и службы гидроакустических измерений были организованы на большинстве предприятий отрасли: в филиалах института в городах Ломоносов и Гагры, на испытательной базе завода «Гидроприбор» (Феодосия), на заводах «Двигатель», им. Г. И. Петровского (г. Н. Новгород), «Физприбор» (г. Бишкек), заводе исполнительных механизмов (г. Петропавловск), на Алтайском приборостроительном заводе «Ротор» (г. Барнаул).

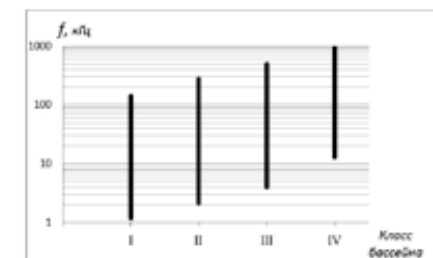


Рисунок 7 – Допустимые частотные диапазоны измерений широкополосных гидроакустических систем на шуме в звукозаглушённых бассейнах разного класса

Проектирование, сооружение и введение в эксплуатацию бассейнов с освоением методик гидроакустических измерений и их автоматизации производилось при не-

Таблица 3 – Метрологические возможности бассейнов

Класс бассейна	Линейные размеры (Ш×Г×Д), м	Частотный диапазон, кГц	Длительность сигналов в импульсном режиме, мс	Дальнее поле, м, не более	Грузоподъёмность подъёмно-поворотных устройств, кг, не более
II	4×6×7,5	3–300	0,3–3	4	150
III	2×2×3	6–500	0,5–1	2	100
IV	1×1×1,5	20–900	0,01–0,5	1,1	5

посредственным участии специалистов сектора гидроакустических измерений, на которых была возложена задача обеспечения этих работ в отрасли. К сожалению, после развала всей отрасли 4 ГПУ МСП СССР в 1990-е годы это уникальное оборудование либо разрушено и утилизировано (особенно за границами РФ), либо простаивает невостребованным из-за отсутствия заказов.

В настоящее время в Концерне, с учётом перспективы его развития, возводится новый лабораторно-испытательный корпус, в котором сооружаются три новых бассейна

размерами 8×8×12 м, 3×3×4,5 м, 2×2×3 м с обеспечением их полного звукозаглушения. Ожидаемые метрологические возможности новых бассейнов представлены в таблице 4.

Эти бассейны в полной мере обеспечивают возможность проведения измерений и испытаний всех разрабатываемых гидроакустических средств на долгую перспективу. Исключение могут составить только разработки, в которых протяжённость дальнего поля антенны будет превышать 10 м и испытания которых необходимо будет производить в натуральных условиях.

Таблица 4 – Метрологические возможности сооружаемых бассейнов

Линейные размеры (Ш×Г×Д), м	Частотный диапазон, кГц	Длительность сигналов в импульсном режиме, мс	Дальнее поле, м, не более	Грузоподъёмность подъёмно-поворотных устройств, кг, не более
8×8×12	1–150	1,6–4,8	10	1500
3×3×4,5	3–300	0,6–1,5	3,5	150
2×2×3	6–500	0,5–1	2	150

ГИДРОФОНЫ

Основным средством, обеспечивающим определение абсолютных значений параметров гидроакустических устройств, связанных с единицей акустического давления – паскалем (Па), являются гидрофоны. Поскольку гидрофоны являются средствами измерений, они должны обладать стабильностью характеристик как во времени, так и при воздействии температуры, а также гидростатического давления при изменении их в пределах, наблюдаемых при измерениях. Кроме того, гидрофоны не должны вносить дифракционных искажений при их внесении в исследуемое акустическое поле, что, как правило, обеспечивается при соблюдении соотношения $d < 0,2\lambda$, где d – линейный размер гидрофона. Однако на практике это возможно только до частот около 100 кГц, а на более высоких частотах эти искажения необходимо учитывать при калибровке гидрофонов, имеющих существенно большие волновые размеры.

Поскольку на начальном этапе освоения гидроакустических измерений в «Гидроприборе» стандартизованных и аттестованных гидрофонов не было, коллектив акустической лаборатории разработал гидрофоны собственной конструкции на основе сферических пьезоэлементов для диапазона до 200 кГц и на основе дисковых пьезоэлементов диаметром 25 и 18 мм для высокочастотного диапазона от 180 до 700 кГц (рисунок 8).

Характеристики гидрофонов приведены в таблице 5, а также на рисунках 9 и 10.

Большинство гидрофонов собственной разработки использовались для исследовательских целей. Они оказались достаточно стабильными и имели характеристики, удовлетворяющие требованиям для использования их в качестве измерительных. Гидрофоны Ø20 мм и 7 мм, а также высокочастотные использовались как «образцовые» и «рабочие».



Рисунок 8 – Гидрофоны собственной разработки и внесённые в госреестр средства измерений: А – для низкочастотного диапазона сферы диаметром D = 30 мм (3), 20 мм (4), 7 мм (5) в сравнении с гидрофонами фирмы «Bruel&Kjaer» (1 – тип 8105, 2 – тип 8104); Б – для высокочастотного диапазона (2041.017.000 (6), 2041.018.000 (7)) и гидрофон ГИ800 (8)

Таблица 5 – Характеристики гидрофонов

Тип гидрофона (диаметр сферы, мм)	Диапазон частот, кГц	Чувствительность, мкВ/Па, не менее
Низкочастотные (до 200 кГц)		
СФЕРА Ø 50	0,005–20	180
СФЕРА Ø 30	0,01–40	100
СФЕРА Ø 20	0,05–80	70
СФЕРА Ø 15	0,1–00	35
СФЕРА Ø 7	0,5–200	14
Высокочастотные (180 ÷ 700 кГц)		
Диск 25 мм бб2.339.012	180–360	15
Диск 18 мм 2041.18.000	340–700	10

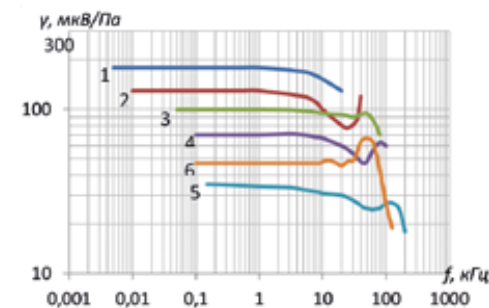


Рисунок 9 – Частотные характеристики чувствительности «низкочастотных» гидрофонов: 1 – сфера 50 мм; 2 – сфера 30 мм; 3 – сфера 20 мм; 4 – сфера 15 мм; 5 – сфера 7 мм; 6 – «В&К» тип 8104

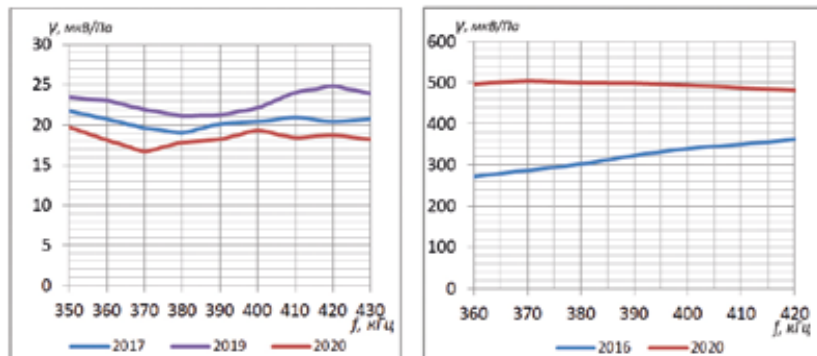


Рисунок 10 – Гидрофоны собственной разработки и внесённые в госреестр средства измерений:
 А – для низкочастотного диапазона сферы диаметром $D = 30$ мм (3), 20 мм (4), 7 мм (5) в сравнении с гидрофонами фирмы «Bruel&Kjaer» (1 – тип 8105, 2 – тип 8104);
 Б – для высокочастотного диапазона (2041.017.000 (6), 2041.018.000 (7)) и гидрофон ГИ800 (8)

Привязка измеряемого акустического давления к государственному эталону обеспечивалась поверкой «образцовых» гидрофонов в учреждениях Госстандарта.

В 1980-е годы с учётом расширения объёма гидроакустических измерений на предприятиях отрасли Госстандарт одобрил предложения ЦНИИ «Морфизприбор» и нашего института об организации отраслевых метрологических служб на головных предприятиях, в том числе и в «Гидроприборе», с правом поверки гидрофонов. В этот период специалисты сектора гидроакустических измерений, на которых была возложена эта задача в отрасли, обеспечивали гидрофонами рабочие места на всех бассейнах в институте, а также на бассейнах предприятий 4 ГПУ МСП СССР, проводили поверку образцовых и калибровку рабочих гидрофонов, осуществляли контроль за организацией и функционированием служб поверки гидрофонов на предприятиях отрасли.

С 2000-х годов, после формирования государственного реестра средств измерений, в качестве «образцовых» гидрофонов было предписано использовать только включённые в этот реестр. В реестр были включены семь сферических гидрофонов ЦНИИ «Морфизприбор», пять гидрофонов фирмы «Bruel & Kjaer», два гидрофона

ВНИИФТРИ и по одному гидрофону других фирм. Попытки включить в реестр гидрофоны нашей разработки оказались невозможными из-за непомерно высоких затрат, требуемых Госстандартом на их аттестацию и сертификацию. Наряду с этим, с учётом недостаточной загрузки предприятий Госстандарта при переходе на «самокупаемость», была восстановлена их монополия на поверку и калибровку гидрофонов, которая была возложена на ВНИИФТРИ. С этих пор наш институт был вынужден приобретать в качестве «образцовых» гидрофоны, включённые в реестр. По критерию цена/качество были выбраны гидрофоны фирмы «Bruel & Kjaer» (типы 8104 и 8105), а также высокочастотный ГИ-800 ВНИИФТРИ, хотя заметными преимуществами по сравнению с нашими разработками они не обладали. Не привело это и к повышению точности поверок гидрофонов во ВНИИФТРИ, разброс чувствительности которых от года к году меняется случайным образом и доходит до 15-30% (рисунок 11).

Такой разброс чувствительности «образцового» гидрофона по годам приводит не только к увеличению и без того немаленькой погрешности гидроакустических измерений, но зачастую и к ежегодной проблеме обеспечения стандартных параметров

гидроакустических систем, проверяемых в бассейнах, при которой эти параметры, как и чувствительность гидрофона, случайным образом изменяются от года к году. При этом в отдельные годы параметры антенн по чувствительности и излучаемому акустическому

давлению перестают укладываться в жёстко установленные нормы, на малом разбросе которых зачастую настаивают наши заказчики, невзирая на метрологически доказанную большую погрешность гидроакустических измерений.

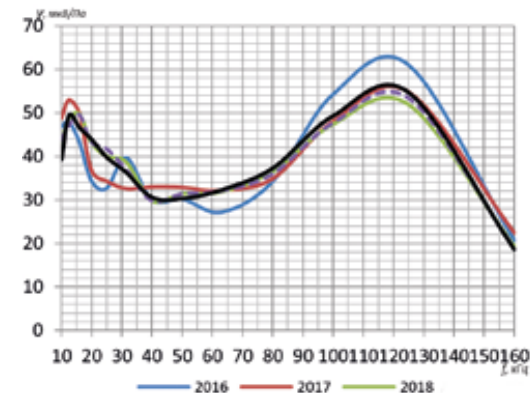


Рисунок 11 – Результаты поверок одного и того же гидрофона «Bruel & Kjaer» тип 8105 во ВНИИФТРИ в течение ряда лет

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ИСПЫТАНИЯ

Сектор гидроакустических измерений наряду с проведением испытаний в бассейнах производил также специализированные испытания разработанных гидроакустических средств в «глубоком» баке, гидробаках высокого давления и в натуральных условиях. Учитывая специфику этих работ, целесообразно рассмотреть их отдельно.

Испытания в «глубоком» баке

Как правило, измерения гидроакустических преобразователей и антенн в бассейнах производятся на малой мощности с пересчётом полученных результатов обеспечиваемого акустического давления в режиме излучения к полной мощности и учитывая линейную зависимость излучаемой мощности от подаваемой электрической. Режим проверки в гидроакустических бассейнах на малой мощности обусловлен тем, что зачастую при измерениях на малой глубине

(до 4 м) и полной мощности, а она в гидроакустических разработках института доходит и до 30 кВт, возникает кавитация, и объективно оценить развиваемое антенной акустическое давление невозможно. Для лабораторных испытаний гидроакустических систем в излучении на полной мощности проверки производятся в имеющемся вертикальном цилиндрическом баке диаметром 3 м и глубиной ~ 20 м. При этом антенна располагается на дне бассейна излучающей поверхностью, направленной вверх, с гидрофоном, закреплённом выше неё на расстоянии сформировавшейся дальней зоны. Испытания на такой глубине позволяют без кавитации регистрировать развиваемое акустическое давление до $2,0 \times 10^5$ Па и при необходимости определять амплитудную зависимость акустического давления от подаваемого напряжения, которая при отсутствии кавитации, как правило, бывает линейной.

Испытания при повышенном гидростатическом давлении

При разработках новых глубоководных гидроакустических систем зачастую требуется подтверждение стабильности параметров разработанных акустических антенн при воздействии гидростатического давления в рабочем диапазоне глубин. В 1960-е годы для проведения таких испытаний в натурных условиях была разработана специальная батисфера, с использованием которой испытывались разработанные конструкции в глубоководном районе Чёрного моря на базе филиала института в г. Гагры. В дальнейшем стабильность параметров разработанных гидроакустических антенн при воздействии гидростатического давления до 10,0 МПа проверялась в гидробаках ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова и ЦНИИ «Морфизприбор». Эти испытания позволили отработать конструкции антенн, обеспечивающие высокую стабильность параметров во всем диапазоне рабочих глубин. Для примера на рисунке 12 приведена зависимость относительного изменения чувствительности антенного модуля прибора 1М, разработанного для заказов пр. 677 и 09851, при воздействии гидростатического давления до 4 МПа.

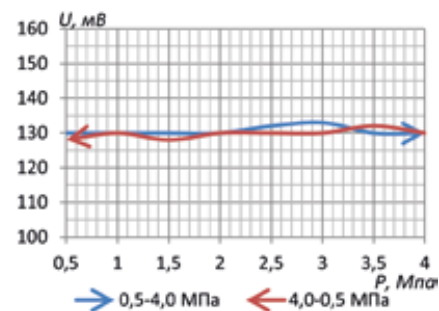


Рисунок 12 – Зависимость изменения значений относительной чувствительности антенного модуля прибора 1М при изменении гидростатического давления

Гидроакустические измерения и испытания в натуральных условиях

Как уже отмечалось, первые гидроакустические измерения в институте осуществлялись применительно к определению акустических полей тралов в натуральных условиях. Эти измерения проводились практически ежегодно в течение 20 лет в основном в акватории Ладожского озера, реже – на Чёрном и Балтийском морях. При проведении испытаний измерительная аппаратура размещалась на институтских испытательных судах или на кораблях флота.

Ряд специфических испытаний в 1970-е годы проводился с целью определения зависимости разрабатываемых преобразователей и антенн от гидростатического давления. Эти испытания проводились на полигоне филиала института в г. Гагры при заглублении специально разработанной батисферы, опускаемой с борта испытательного судна на глубины до 1500 м. Эти испытания позволяли не только подтвердить обеспечение работоспособности разработок института до таких глубин, но и выработать конструктивные решения по повышению прочности и стабильности параметров гидроакустических средств к воздействию гидростатического давления.

Начиная с 1980-х годов при расширении в институте гидроакустических разработок всё чаще стала проявляться необходимость проведения измерений параметров антенн, дальнее поле которых формировалось на расстояниях от 10 до 100 м и испытания которых по отработанным методикам в существующих бассейнах были невозможны. Предлагаемые в то время параметры гидроакустических антенн, пересчитанные по результатам измерений в ближнем поле, «категорически» не устраивали заказчиков, и было принято решение о переоборудовании одного из судов института (СБ-295 водоизмещением ~ 90 т) в плавучую самоходную гидроакустическую лабораторию. В 1980 году это судно было

модернизировано, оснащено необходимыми грузоподъёмными механизмами и измерительными подъёмно-поворотными устройствами, позволяющими проводить испытания антенн массой до 1 т на глубинах до 15 м. На этом судне было оборудовано специальное лабораторное помещение для хранения и подготовки испытуемых изделий, а также измерительной аппаратуры. В дальнейшем возможность установки необходимого испытательного оборудования была предусмотрена и на другом испытательном судне концерна – «Азов». С использованием этих плавлабораторий практически ежегодно проводятся акустические измерения и испытания различных разрабатываемых Концерном гидроакустических средств.

Разработка ряда гидроакустических антенн для гидроакустического комплекса «Л-01» потребовала проверки их характеристик и параметров при проведении ходовых и предварительных испытаний на заказе пр. 677. Эти проверки были произведены, как и в ЦНИИ «Морфизприбор» [3], с использованием специального измерительно-координатного устройства (ИКУ), устанавливаемого на носовую часть палубы заказа (рисунок 13). Измерительные гидрофоны и излучатели размещались на выдвижных и опускаемых консолях ИКУ. Аналогичные испытания разработанных приборов 1М

и 1ЭЦ в составе комплекса предстоят нашим разработчикам также при проведении ходовых и предварительных испытаний на заказе пр. 09851.

Все работы по обеспечению и проведению гидроакустических измерений разработок Концерна в бассейнах выполняются коллективом сектора гидроакустических измерений в составе отдела гидроакустических антенн. Существенное сокращение разработок, наблюдающееся с 1990-х годов, привело к заметному сокращению специалистов этого сектора, численность которых к настоящему времени снизилась до 6 человек (рисунок 14). В связи с этим к проведению измерений и особенно испытаний в натуральных условиях всё чаще привлекаются разработчики испытуемых гидроакустических средств под методическим руководством специалистов сектора гидроакустических измерений. В дальнейшем, при вводе в эксплуатацию нового лабораторно-испытательного корпуса с измерительным комплексом из трёх гидроакустических бассейнов, гидробака высокого давления и автоклава, составу сектора выполнение работ на таком количестве рабочих мест будет не по силам. Поэтому уже сейчас необходимо дополнительно готовить специалистов-измерителей и рабочих для обеспечения эффективного использования этого оборудования.



Рисунок 13– Испытания фрагмента прибора 1ЭЦ «Л-01» на плавлаборатории «СБ-295» (слева) и подготовка к испытаниям антенн с ИКУ на ПЛ (справа)



Рисунок 14 – Коллектив сектора гидроакустических измерений в 2020 г., сидят: Л. В. Мезенина, В. П. Козик, Н. В. Петрушина, стоят: А. Н. Нестеренко, Э. А. Кривицкая, Н. А. Лапшина

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освоение теории и практики гидроакустических измерений в «Гидроприборе» позволило сформировать школу квалифицированных специалистов для исследований и контроля электроакустических параметров и характеристик разрабатываемых гидроакустических средств по всей тематике института. Были разработаны и внедрены методики гидроакустических измерений, оборудованы и оснащены средствами измерений гидроакустических бассейны II, III и IV классов. В ближайшей перспективе будет оборудован бассейн I класса (8×8×12 м), а также гидробак высокого

давления диаметром и высотой по 3 м, что безусловно расширит метрологические возможности проведения гидроакустических измерений и испытаний в Концерне.

Перед специалистами института в области гидроакустических измерений никогда не ставились задачи проведения фундаментальных исследований, нацеленных на разработку новых методов измерений, повышение их точности и т. п. Тем не менее сотрудники сектора гидроакустических измерений защитили четыре диссертации (одна докторская и три кандидатские). Основные задачи сектора были нацелены на обеспечение объективного и квалифицированного контроля характеристик разрабатываемых институтом гидроакустических средств. Причём с этой задачей коллектив сектора гидроакустических измерений всегда блестяще справлялся при проведении испытаний как в бассейнах, так и в натурных условиях, помогая разработчикам гидроакустических средств добиваться наилучших результатов при выполнении работ. Хотя, по определению классика, «гидроакустика – не очень точная наука», следует отметить, что при повторных проверках сомнительных результатов измерений наши измерители практически всегда подтверждали по крайней мере вторую значащую цифру этих результатов, а иногда и третью, что по силам только специалистам очень высокого класса. Жаль, что таких измерителей осталось у нас единицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боббер Р. Дж. Гидроакустические измерения. – М.: Изд-во «Мир», 1974. – 368 с.
2. Неручев М. Г. О работе лаборатории гидроакустических измерений в 1960–1991 гг. // ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет. Т. II. СПб.: СПбИИ РАН, «Нестор – история», 2005. – С. 129–144.
3. Фёдоров Н. Н., Эйхфельд Р. И. История развития гидроакустических измерений в ЦНИИ «Морфизприбор» // Из истории отечественной гидроакустики. – СПб., 1998. – С. 493–511.
4. РД В5Р.7157. Средства измерений параметров электроакустических преобразователей и гидроакустических антенных устройств. – М., 1981.
5. РД В5Р.7159. Преобразователи электроакустические и устройства антенные гидроакустические. Методика выбора условий измерений параметров. – М., 1982.
6. РД В5Р.7164. Преобразователи электроакустические и устройства антенные гидроакустические. Методика выполнения измерений параметров. – М., 1983.
7. Сравнительные характеристики пьезокерамических и молекулярно-электронных приёмников низкочастотных гидроакустических сигналов / С. Ю. Авдохина, В. М. Агафонов, А. С. Бугаев [и др.] // Подводное морское оружие. – 2020. – № 4(52). – С. 91–97.

УДК 623.9

к.т.н. И. И. СТЫРИКОВИЧ

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СТЕРЖНЕВЫХ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ АНТЕНН

В статье освещается проблема комплексного анализа сложно построенных элементов гидроакустических антенных систем. Проводится статический и динамический анализ колебательных систем стержневых пьезокерамических преобразователей различных модификаций. Анализируется их напряжённо-деформированное состояние. Рассматриваются перспективы использования пьезокерамических и полимерных материалов.

Пьезокерамические преобразователи (ПП), используемые в современных гидроакустических антенных устройствах, представляют собой непростую конструкцию, которая при требуемых режимах работы, обычно предельных, должна обеспечивать и сохранять необходимые эксплуатационные характеристики в заданных условиях.

К ПП современных гидроакустических антенных устройств (АУ) обычно предъявляются следующие общие требования:

- излучение сигналов с большой удельной мощностью;
- обеспечение механической прочности;
- эффективная работа в режимах излучения (КПД) и приёма в требуемой полосе частот.

Помимо обладания заданными электроакустическими характеристиками, ПП должны удовлетворять требованиям, связанным с условиями их эксплуатации в составе изделия. Так, к стержневым армированным ПП антенных устройств морского подводного оружия (МПО) предъявляются требования:

- существенное ограничение по волновым размерам рабочих поверхностей ПП, при необходимости одностороннего излучения-приёма в составе многоэлементных антенных решёток (акустическое согласование с нагрузкой на рабочей поверхности ПП и конструктивная развязка колебатель-

ной системы от корпусных конструкций);

- стабильность при воздействии внешнего гидростатического давления РГ/СТ, в широком диапазоне нагрузок;
- устойчивость к воздействию корпусных вибраций носителя через элементы крепления;
- минимальные массогабаритные характеристики.

Такой обширный комплекс вопросов и задач, возникающих в процессе разработки, несомненно, требует комплексного подхода к проектированию ПП, а применяемые методы их расчёта должны в достаточной степени обеспечивать физическую наглядность получаемых результатов.

Не случайно один из крупнейших американских специалистов в области гидроакустики Р. Д. Урик отмечал: «Совершенно очевидно, что проектирование электроакустических преобразователей для генерирования и приёма звуковой энергии само по себе является искусством» [1].

СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Из всех эксплуатационных нагрузок наибольшее влияние на эффективность использования ПП оказывает рабочее гидростатическое давление [2], поэтому представляется целесообразным начинать анализ ПП с рассмотрения способа крепления с учётом развязки его колебательной системы с точки зрения минимизации воздействия гидростатики, а затем уже рас-

смагивать вопросы, связанные с анализом конкретного варианта выбранной конструкции в режимах излучения и приёма и анализом его напряжённо-деформированного состояния.

Требованиям обеспечения стабильности при воздействии внешнего гидростатического давления наилучшим образом удовлетворяют конструкции стержневых

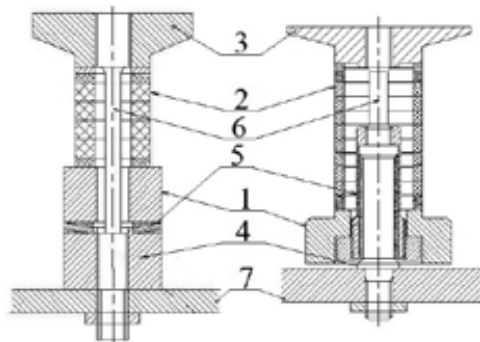


Рисунок 1 – Конструктивные схемы ПП, частично разгруженных от воздействия гидростатики, для ВЧ (а) и НЧ (б) поддиапазонов

Обозначения, принятые на рисунке: 1 – тыльная накладка, 2 – блок пьезоэлементов, 3 – рабочая накладка, 4 – элемент опоры, 5, 6 – элементы узла армирования, 7 – силовая плата. Для НЧ конструкции детали узла армирования представляют собой элемент армирующей стяжки в виде тонкостенного цилиндра (5), через который опорный стержень (4) проходит наружу преобразователя и соединяется с силовой платой (7), и шпилька (6) в виде сплошного стержня. Для ВЧ конструкции – это элемент в виде упругой пружины (5) и стержневая шпилька (6).

Расчёт напряжённо-деформированного состояния при воздействии гидростатики для наглядности может быть выполнен с помощью простой механической модели ПП с сосредоточенными параметрами. В этом случае предполагается, что рабочая и тыльная накладки являются абсолютно жёсткими, а массой m пьезоэлектрического блока можно пренебречь, учи-

преобразователей силового типа с частичной разгрузкой от гидростатики, которые в настоящее время нашли широкое применение в воздухозаполненных гидроакустических АУ [3, 4].

Конструктивные варианты построения колебательных систем ПП для двух частотных поддиапазонов (ВЧ и НЧ) представлены на рисунке 1.

тывая только его упругую податливость $C=L/(E_{ю}S)$, где L , S , $E_{ю}$ – соответственно длина, площадь поперечного сечения и модуль Юнга материала. С точки зрения силового воздействия гидростатики на блок пьезоэлементов (2), конструктивные схемы, представленные на рисунке 1, идентичны. Модель механической системы ПП с сосредоточенными параметрами представлена на рисунке 2. Здесь для наглядности использовалось допущение, что элемент опоры (4) жёсткий и неподвижный. Из уравнения статического равновесия $P_{гст} = F_{c6} + F_{c2}$, где F_{ci} – силы, действующие на каждый i -й элемент соединения, а также условия совместности деформаций в упругих элементах (2), (5) и (6), можно определить усилие, воздействующее на блок пьезоэлементов (2). Учитывая, что при последовательном включении упругих элементов C_2 и C_5 усилия, возникающие в них, равны $F_{c2} = F_{c5}$, выражение для усилий в блоке пьезоэлементов будет:

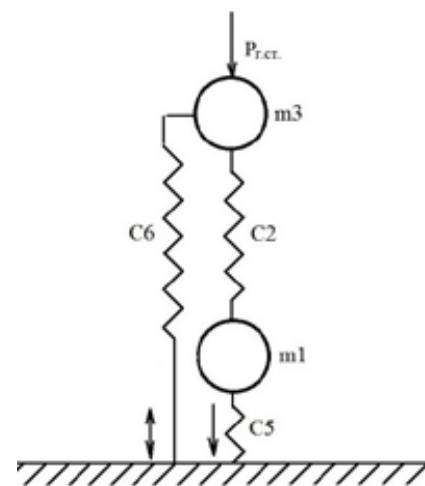


Рисунок 2 – Модель механической системы ПП с сосредоточенными параметрами

$$F_{c2} = P_{гст} \cdot C_6 / (C_2 + C_5 + C_6) \quad (1)$$

Для случая стержневых армированных ПП податливость блока пьезоэлементов C_2 обычно незначительна по сравнению с податливостью любого из элементов узла армирования C_5 , $C_6 \sim (3...10) C_2$ и выражение (1) сокращается до:

$$F_{c2} = P_{гст} \cdot C_6 / (C_5 + C_6)$$

Видно, что, выбирая геометрические параметры (длины, сечения) и материал упругих элементов узла армирования одинаковыми $C_5 = C_6$, можно получить снижение усилия в блоке пьезоэлементов

$$F_{c2} = P_{гст} / 2 \cdot S_3 / S_2,$$

где $P_{гст}$ – внешнее гидростатическое давление), а следовательно, и величины механических напряжений $\sigma_2 = P_{гст} / 2 \cdot S_3 / S_2$ в 2 раза.

Рассмотренная простейшая механическая модель ПП (рисунок 2) наглядно иллюстрирует частичную (при $C_5 = C_6$ в 2 раза) разгрузку пьезоэлектрического блока элементов (2) от воздействия внешнего гидростатического давления в представленных на рисунке 1 вариантах конструкции, сравнительно с двумя (не считая компенсированного варианта) другими крайними

вариантами. Первый вариант – силовая конструкция ПП, когда элемент (5), обращённый к тыльной накладке (1), значительно менее податлив (жёстче), чем элемент (6), и всё внешнее усилие $P_{гст}$ передаётся на пьезоэлектрический блок (2). Второй – разгруженная конструкция ПП, когда элемент (6), обращённый к рабочей накладке (3), значительно жёстче элемента (5), и на пьезоэлектрический блок (2) внешнее усилие $P_{гст}$ практически не передаётся.

С использованием этой же модели могут быть определены и механические напряжения в остальных элементах конструкции ПП, однако на более продвинутых этапах разработки логично при расчётах напряжённо-деформированного состояния (НДС) в деталях конструкции использовать численные конечно-элементные модели (МКЭ).

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Обычно при проектировании ПП может быть представлен в зависимости от решаемых задач любой динамической моделью, от простейшей одноконтурной схемы с эквивалентными сосредоточенными параметрами масс и гибкостей его конструктивных элементов до многоконтурных эквивалентных схем с использованием непосредственно распределённых параметров. С помощью эквивалентных электромеханических схем, применяя методы теории электрических цепей, достаточно легко получают основные расчётные формулы, которые можно найти в литературе [2, 5].

Анализ работы преобразователя в ограниченном диапазоне частот, где содержится основная резонансная частота колебательной системы, а длины составляющих его элементов малы по сравнению с длиной волны, в целях наглядности удобно производить с использованием упрощённых эквивалентных схем с сосредоточенными параметрами. Такая эквивалентная электромеханическая схема рассматриваемых конструктивных вариантов ПП (рисунок 1) с приведёнными выше допущениями пред-

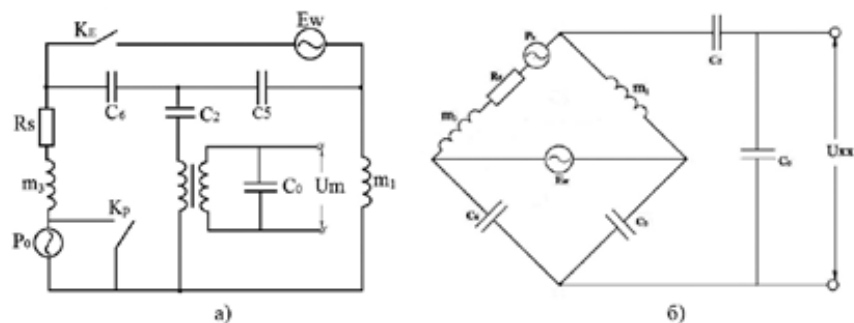


Рисунок 3 – Эквивалентная электромеханическая схема ПП с сосредоточенными параметрами (а) и её модификация при воздействии вибрации (б)

ставлена на рисунке 3(а).

На её основе, при соответствующем включении ключей, могут быть рассчитаны частотные зависимости всех основных параметров, характеризующих работу ПП в режимах излучения и приёма в области основной частоты резонанса. Причём в режиме приёма определяются как чувствительность ПП к звуковому давлению P_0 , так и его чувствительность при действии через элементы крепления вибрации с колебательным ускорением w . Так при воздействии вибрации эквивалентная электромеханическая схема может быть преобразована в схему, представленную на рисунке 3(б).

Как видно из этой схемы, источник вибраций E_w находится в одной из диагоналей моста, а в другой находится блок пьезоэлементов, вибронпряжение (виброшумы) на котором будет минимально при выполнении условия: $m_1 C_3 = m_3 C_6$. Таким образом, наглядно видно, что при соответствующем выборе гибкостей элементов C_3 , C_6 и масс накладок m_1 , m_3 можно достичь заметного снижения воздействия корпусных вибраций через элементы крепления при сохранении акустических характеристик преобразователя [6]. Частотная зависимость виброчувствительности ПП имеет вид резонансной кривой с максимумом, близким к частоте электромеханического резонанса, а максимальные значения виброчувствительности существенно (не ме-

нее чем на 10 дБ) ниже, чем в конструкциях с креплением в узловом сечении пьезокерамического блока непосредственно либо за одну из накладок, при практически неизменной чувствительности к звуковому давлению [7]. Более точная оценка характеристик ПП в одномерном приближении, в том числе и величины виброчувствительности, может быть произведена на основе прямого решения волнового уравнения совместно с соответствующими граничными условиями и уравнениями пьезоэффекта [8] и с использованием соответствующих эквивалентных схем [9, 10].

В одномерном приближении элементы конструкции ПП могут представляться схемой замещения с распределёнными параметрами в виде многополосника с компонентами, эквивалентными параметрам соответствующих электрических длинных линий [11]. Далее по известным правилам соединения четырёхполосников составляется общая схема, отражающая структуру ПП, и с использованием методов анализа линейных электрических цепей определяются их выходные характеристики в заданном частотном диапазоне. Так, при расчёте колебательных систем конструкций стержневых составных ПП, включающих узлы силового армирования и элементы крепления, применяются автоматизированные машинные методы расчёта (ММР), суть которых сводится к формированию тем или иным способом системы линейных уравне-

ний и их численному решению [12]. Методы, использующие одномерные модели ПП, до сих пор находят применение при проектировании как экспресс-метод, который не требует длительной подготовки данных.

Не следует забывать, что одномерное приближение предполагает наличие только продольных колебаний конструктивных элементов ПП, когда рабочие накладки не испытывают деформаций изгиба, что подразумевает равномерное распределение смещений по излучающей поверхности преобразователя. Однако реальные формы и соотношения геометрических размеров составных частей ПП не всегда соответствуют этим условиям.

Вследствие этого в период перехода с больших ЭВМ (типа БЭСМ-6) на современные персональные компьютеры, обладающие большой памятью и быстродействием, в проектировании ПП получили широкое развитие методы анализа с использованием численного метода конечных элементов МКЭ [13]. МКЭ позволяет рассчитывать двумерные и трёхмерные модели ПП, которые имеют моды колебаний, не учитываемые одномерными моделями.

До внедрения конечно-элементных программных комплексов типа ANSYS, в

своё время недоступных для отечественных пользователей, большинству разработчиков приходилось составлять свои собственные алгоритмы и программы, что являлось сложным и весьма трудоёмким делом даже в случае осесимметричных моделей ПП [14]. Однако уже тогда с использованием МКЭ удалось достаточно полно описать геометрию и физико-механические свойства элементов конструкции ПП, в первую очередь пьезокерамики, и рассчитать в ней распределения смещений и напряжений с учётом анизотропии упругих свойств и связанности механических и электрических полей [15].

При использовании МКЭ исходная расчётная модель разбивается на мелкие элементы, тип которых наилучшим образом аппроксимирует исследуемую область. В программном комплексе ANSYS используются как плоские двухмерные (2D), так и объёмные трёхмерные (3D) конечные элементы (КЭ) [16]. Геометрические модели представляют собой соответствующий набор объёмов (поверхностей). Например, для конструкции составного ПП, нагруженного на водную среду, с учётом его элементов армирования (шпильки) и упругой развязки от корпуса на рисунке 4(а) представлена осе-

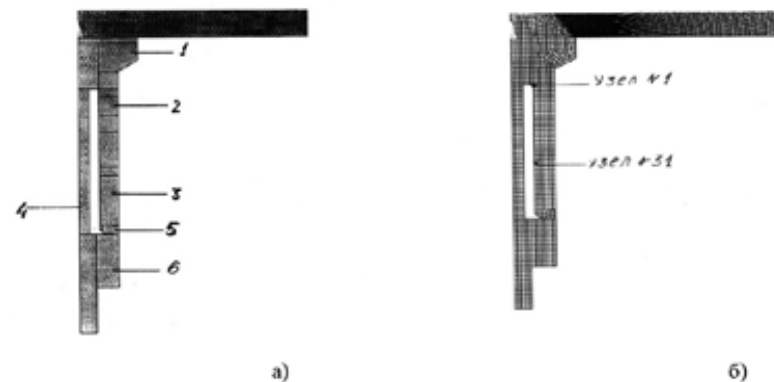


Рисунок 4 – (а) геометрическая модель ПП, где 1, 3 – передняя и тыльная накладки; 2 – секционированный пьезокерамический стержневой блок элементов; 4 – элемент армирования, 5 – элемент развязки, 6 – элемент корпусного крепления; (б) численная КЭ модель ПП (расчётная сетка)

симметричная модель. Далее строится численная модель: на рисунке 4(б) представлена схема разбиения на КЭ (расчётная сетка) рассматриваемого ПП.

Каждый КЭ имеет материал, соответствующий данному элементу конструкции. Для пассивных изотропных материалов задаются только механические свойства: плотность ρ , модуль упругости $E_{ю}$ и коэффициент Пуассона, а для пьезокерамических элементов, кроме изотропной характеристики ρ , задаются компоненты матриц упругих модулей, пьезоэлектрических постоянных и диэлектрических проницаемостей [17].

Далее следует процедура автоматического расчёта, которая предусматривает определение частотных зависимостей чувствительности ПП в режиме излучения и приёма при нагрузке на водную среду, а также электрической проводимости (импеданса) ПП.

Наглядные преимущества численного метода МКЭ показывает при анализе широкополосных (ШП) конструкций ПП с использованием изгибных колебаний рабочей накладке, которые ранее учитывались в эквивалентной схеме через входной импеданс круглой тонкой пластины [18, 19]. Так, нормированная расчётная амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) эффективности в режиме излучения одного из вариантов конструкции ШП преобразователя, представленной на рисунке 1(б), приведена на рисунке 5. Здесь же для сравнения приведена и экспериментальная зависимость АЧХ.

Видно, что частотные характеристики

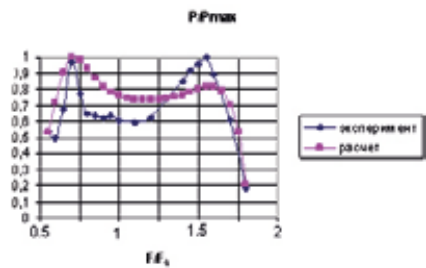


Рисунок 5 – Частотные характеристики в режиме излучения

ки представляют собой двугорбые кривые с максимумами, разнесёнными по частоте так, что ширина полосы АЧХ составляет практически не менее одной октавы при неравномерности порядка (3...4) дБ. Дополнительные расчёты распределений смещений показали, что на наружной поверхности рабочей накладки преобразователя на частотах выше второго максимума появляются противофазные участки, чем и объясняется резкий спад акустического давления за его пределами.

Здесь следует отметить, что с внедрением в практику проектирования ПП таких мощных программных комплексов, как ANSYS, у разработчиков появились неограниченные возможности. В ANSYS используются такие наиболее часто применяемые виды анализа, как статический, гармонический и модальный. Всё это позволяет определять не только собственные частоты, АЧХ и формы колебаний сложных конструкций ПП, но и производить анализ их НДС при различных видах электромеханического нагружения.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПП

Как уже упоминалось, практическую значимость МКЭ приобрёл при исследованиях напряжённо-деформированного состояния НДС в деталях конструкции ПП, и особенно в пьезокерамических элементах. Известно, что пьезокерамика имеет относительно низкие уровни предела прочности при растяжении и изгибе, а также вязкости разрушения, которые уступают в десятки раз соответствующим характеристикам металлов. Расчёты, ориентированные на анализ НДС, позволяют получить представление о влиянии геометрии ПП и его элементов на распределение напряжений в пьезокерамике и определить оптимальную конструкцию с точки зрения её надёжности и долговечности, минуя трудоёмкие и дорогостоящие этапы экспериментального

макетирования промежуточных вариантов в процессе проектирования ПП. При этом в МКЭ достаточно полно могут быть учтены разнообразные силовые факторы, воздействующие на ПП в процессе эксплуатации. Нагружение ПП осуществляется либо предварительным усилием армирования, либо гидростатическим давлением на рабочую накладку, а также за счёт колебаний при гармоническом возбуждении рабочим электрическим напряжением на соответствующей резонансной частоте в режиме излучения. Напряжённое состояние может быть определено алгебраической суммой возникающих напряжений. Следует также отметить, что при контакте рабочей поверхности ПП с водой его напряжённо-деформированное состояние отличается от состояния, существующего при колебаниях в воздухе [20]. Это обстоятельство особенно важно учитывать при расчёте эквивалентных режимов динамических испытаний на механическую прочность, которые проводятся обычно в воздухе.

На рисунке 6 представлены полученные в результате моделирования распределения механических напряжений σ , возникающих в пьезокерамическом блоке элементов при гармоническом возбуждении рабочим электрическим напряжением. Расчётная оценка проводилась для варианта (см. рисунок 4а) конструкции ПП односторонне контактирующего с водной средой.

Величины продольных σ_y и тангенци-

альных σ_θ , составляющих механических напряжений на частоте резонанса f_p рассчитаны из условия подачи электрического напряжения 1 В. Номера узлов N , представляющих распределение механических напряжений σ вдоль внутренней поверхности пьезокерамического блока элементов, показаны на рисунке 4(б). Распределение продольных механических напряжений σ_y при колебаниях на первой моде существенно неоднородно вдоль блока и имеет максимальные значения у менее жёсткой, обычно выполняемой из лёгкого сплава рабочей накладки. Распределение тангенциальных механических напряжений σ_θ имеет бочкообразный характер, причём в элементах, примыкающих к металлическим накладкам, оно меняет знак. При этом уровень этих растягивающих окружных (тангенциальных) механических напряжений на полуцикле сжатия по модулю заметно (приблизительно в 3 раза) превышает уровни напряжений в среднем сечении блока. Величины рабочих растягивающих напряжений, складываясь с напряжениями, вызванными предварительным усилием армирования, могут достигать предела прочности пьезокерамики [15]. Наличие подобных растягивающих окружных напряжений в полуцикле сжатия обуславливает необходимость установки бандажных колец в области пьезокерамического блока, примыкающей к рабочей накладке, для конструкций ПП, работающих в предельных режимах.

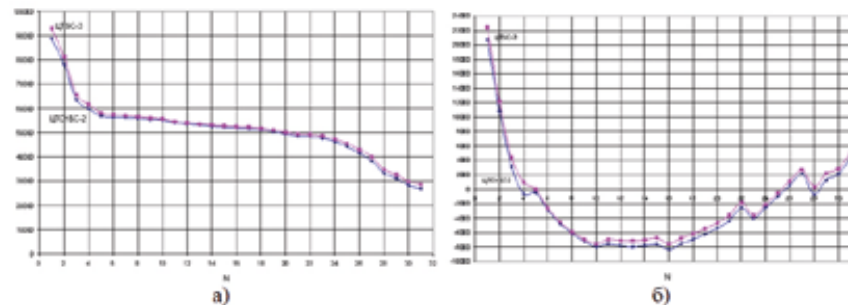


Рисунок 6 – Продольная составляющая напряжения σ_y , Па (а), тангенциальная составляющая напряжения σ_θ , Па (б)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В большинстве отечественных составных стержневых ПП в качестве активных элементов пьезокерамических блоков используются пьезоэлементы, изготавливаемые в основном из материалов средней сегнетожесткости типа ЦТБС-3 (аналог зарубежного PZT-4). Эти составы, с учётом изменения их параметров при воздействиях в процессе эксплуатации и хранения, имеют сопоставимую с аналогами эффективность электромеханического преобразования [5]. Среди составов П функциональной группы (пьезокерамические материалы – ПКМ, из которых изготавливаются активные пьезоэлементы и пьезоблоки, работающие в режимах приёма и излучения в условиях воздействия сильных электрических полей и механических напряжений) наиболее стабильным в настоящее время является ЦТСтБС-2 (ОСТ 11 0444–87 ТУ) [21]. Производство и технология изготовления пьезоэлементов из этого ПКМ, выпуск которого был в 1990-е гг. прекращён, восстановлены ООО «Аврора – ЭЛМА» (Волгоград). Так, по вновь разработанным техническим условиям ВРКТ.757684.002 ТУ установлен увеличенный срок сохранности пьезоэлементов – 27 лет – при хранении в отапливаемом хранилище или в хранилище с кондиционированием воздуха, а также смонтированных в защищённую аппаратуру. Результаты изготовления АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» первой серийной партии ПП и гидроакустических ШП антенн, укомплектованной пьезоэлементами восстановленного состава ЦТСтБС-2 с увеличенным сроком сохранности, подтвердили эффективность и практическое соответствие параметров этого ПКМ действующей документации ОСТ 11 0444–87 ТУ.

Сравнительный анализ свойств ПКМ, в том числе пьезокомпозитов, которые преимущественно используются в приёмных

антеннах, а также монокристаллической керамики с весьма сложной и трудоёмкой технологией, был проведён в работах [22, 23, 24]. С большой степенью вероятности здесь можно утверждать, что в перспективных разработках составных стержневых ПП по показателям эффективность-стоимость пьезокерамика серийно освоенных отечественных составов ЦТБС-3 и ЦТСтБС-2 будет по-прежнему сохранять свои преимущества перед известными на настоящий момент ПКМ.

Приведём некоторые соображения по поводу реализации характеристик ПП в составе реальных конструкций гидроакустических, и в первую очередь ШП антенных устройств. Если вернуться к анализу АЧХ (приведённой на рисунке 5) одного из вариантов конструкции ПП, то можно заметить некоторое различие между расчётной и экспериментальной частотными зависимостями. Дело в том, что на вид частотных характеристик ПП, работающих в условиях нагрузки на водную среду через герметизирующее покрытие, влияет значительное число факторов. Это и технология изготовления и сборки устройства, и условия и средства измерений, и зависимости от положения в составе апертуры конкретного образца, а также его волновых размеров. Анализируя зависимости АЧХ от волновых толщин и формы герметизирующего обтекателя антенного устройства, необходимо учитывать прежде всего физико-механические свойства герметизирующего материала.

В настоящее время в конструкциях АУ в качестве элементов герметизирующего обтекателя широкое применение находят полимерные материалы. Это и резины, и полиуретаны различных марок. Однако, как оказалось, все они сильно отличаются по своим физико-механическим характеристикам. Анализ физико-механических и акустических свойств перспективных пластичных и резиноподобных материалов представляет определённую проблему и требует соответствующей квалификации и материально-технической базы.

Расчётно-экспериментальные исследования на образцах материалов, изготовленных АО «Концерн «МПО – Гидроприбор», проводились в НИЦ «Курчатовский институт – ЦНИИ КМ «Прометей». С использованием результатов измерений методом динамического механического анализа [25] были получены следующие вязкоупругие и акустические характеристики: модули Юнга $E_{ю}$, модули сдвига G , коэффициенты Пуассона μ , соответствующие коэффициенты механических потерь η_E, η_G , скорости распространения продольных C_l и сдвиговых волн C_G .

Эти характеристики для трёх материалов: резины марки С-572, полиуретана марки СПБ-ХП-80 и полиуретана марки СКУ-ПФЛ-74 (аналог НИЦ ПУ-5), на четырёх частотах и для двух значений температур (10/25)°С представлены в таблице 1.

Имеющиеся справочные данные [2] по резине марки С-572 дают следующие значения её физико-механических характеристик: $\rho = 1590 \text{ кг/м}^3$, $C_{36} = 1575 \text{ м/с}$.

Была также определена температура стеклования ряда полимеров. Для образцов полиуретана СПБ-ХП-80 температура, когда материал переходит в стеклообразное твёрдое состояние, составила –11,5°С, что

заметно выше, чем у резины С-572 (–52°С) и полиуретана СКУ-ПФЛ-74 (–45°С).

Судя по упругим характеристикам и скорости распространения продольных и сдвиговых волн, исследуемые полиуретаны по сравнению с резиной С-572 являются более жёсткими. Особенно это выражено у полиуретана СПБ-ХП-80, что в совокупности с относительно высокой температурой стеклования значительно сужает область применения полиуретана СПБ-ХП-80.

Характерной особенностью является и зависимость характеристик полимеров как от изменений температуры, так и от частоты. Температурная и частотная зависимость коэффициента Пуассона μ у полиуретанов имеет гораздо более выраженный характер, чем у резины С-572.

Также видно, что по совокупности рассматриваемых физико-механических характеристик исследуемых материалов полиуретан марки СКУ-ПФЛ-74 заметно ближе к резине марки С-572, чем полиуретан СПБ-ХП-80. Заметно и различие коэффициентов механических потерь рассматриваемых полимеров практически во всём частотном диапазоне. Наличие этого фактора накладывает определённые ограничения при выборе материала герметизирующего покрытия (обтекателя) антенного устройства.

Таблица 1 – Характеристики гидрофонов

Наименов.	С-572 $\rho=1590, \text{ кг/м}^3$				СПБ-ХП-80 $\rho=1300, \text{ кг/м}^3$				СКУ-ПФЛ-74 (НИЦ ПУ – 5) $\rho=1130, \text{ кг/м}^3$			
	10^3	10^4	10^5	10^6	10^3	10^4	10^5	10^6	10^3	10^4	10^5	10^6
f, Гц												
$E_{ю}$, МПа	7.2 5.3	10.8 6	21 7.2	63 10.8	1823 255	2889 740	3718 1650	4167 2708	130 87	168 103	225 126	315 162
G, МПа	2.4 1.75	3.6 2.0	7 2.4	21 3.6	629 86	1023 251	1347 573	1542 974	44 29	56 34	76 42	106 54
μ	0.499 0.499	0.499 0.499	0.499 0.499	0.498 0.499	0.449 0.492	0.412 0.475	0.38 0.44	0.36 0.39	0.494 0.495	0.492 0.495	0.489 0.493	0.485 0.491
η_E / η_G	0.09 0.19	0.08 0.27	0.21 0.32	0.37 0.65	1.11 1.0	1.1 0.6	0.6 0.29	0.3 0.11	0.19 0.17	0.21 0.19	0.24 0.2	0.26 0.22
C_l , м/с	1751 1550	1751 1550	1751 1550	1751 1550	2227 1970	2227 1970	2227 1970	2227 1970	1792 1670	1792 1670	1792 1670	1792 1670
C_G , м/с	39 33	48 35	66 39	115 48	675 249	860 476	988 644	1054 840	196 160	223 174	259 193	306 219

Примечание: значения в числителе соответствуют температуре $T = 10^\circ\text{C}$, в знаменателе – $T = 25^\circ\text{C}$

Результаты расчётно-экспериментальной оценки эффективности работы стержневого ПП, нагруженного на водную среду через различные переходные слои, приведены в работе [26]. Расчёты ПП с учётом потерь в материале герметизирующего слоя показали существенную зависимость КПД от волновой толщины слоя. Величина КПД заметно снижается с 75–80% при волновых толщинах не более $(0.25–0.5) l_{сг} / \lambda_{сг}$ до 55–60% при волновых толщинах обтекателя порядка $(0.7–1.0) l_{сг} / \lambda_{сг}$, что подтверждается измерениями на образцах АУ с обтекателем на основе резины С-572. На образцах АУ с одинаковыми волновыми толщинами покрытия ($l_{сг} / \lambda_{сг} = 0.7$) при замене полиуретанового материала СПБ-ХП-80 на резину марки С-572 измерения КПД показывают рост с ~60% до ~85%.

ВЫВОДЫ

В настоящей статье на примере разработки стержневых составных ПП рассмотрена проблема комплексного анализа колебательных систем активных элементов (узлов) АУ современных гидроакустических комплексов и систем МПО.

Показана возможность решения поставленной проблемы путём объединения

этапов проектирования и задач моделирования с практическим применением различных методов расчёта, в том числе и современных численных конечно-элементных с использованием мощных программных комплексов типа ANSYS, позволяющих производить различные виды анализа.

Специфика процесса проектирования гидроакустических ПП как раз и заключается в необходимости проведения модального, гармонического и других видов анализа. Проведение численных экспериментов, включающих расчёты напряжённо-деформированного состояния различных модификаций конструкции ПП при воздействии статических и динамических нагрузок, позволяет достичь оптимального с точки зрения эффективности и надёжности варианта, удовлетворяющего совокупности предъявляемых требований, минуя трудоёмкие и дорогостоящие этапы изготовления и макетирования промежуточных вариантов.

Проведённый анализ также показал, что априорное знание физико-механических характеристик материалов, в том числе полимеров, позволяет в процессе проектирования ПП современных конструкций АУ достичь большей адекватности расчётных КЭ моделей реальным объектам любой сложности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Урик Р.Д. Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978. 448с.
2. Богородский В.В., Зубарев Л.А., Корепин Е.А., Якушев В.И. Подводные электроакустические преобразователи. Расчёт и проектирование: Справочник. Л.: Судостроение, 1983. 248 с.
3. Стырикович И.И., Груздев П.Д., Шавель Ю.Б. Патент RU 2583131 С2 МПК H04R 1/44 (2006.01). Гидроакустический широкополосный преобразователь. Оpubл. 10.05.2016. Бюл. № 13.
4. Стырикович И.И., Иванова А.В., Шавель Ю.Б. Патент RU 2568073 С2 МПК H04R 17/00 (2006.01). Гидроакустический преобразователь. Оpubл. 10.11.2015. Бюл. № 31.
5. Аронов Б.С. Электромеханические преобразователи из пьезоэлектрической керамики. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд., 1990. 272 с.
6. Стырикович И.И. Преобразователь стержневой виброустойчивый // Труды VII международной конф. ГА–2004 “Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики”. Санкт-Петербург, 2004. с.186–188.
7. Стырикович И.И. Стержневые армированные пьезопреобразователи гидроакустических комплексов и систем морского подводного оружия // Труды IX Всероссийской конф. ГА–2008 “Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики”. Санкт-Петербург, 2008. с. 229–232.
8. Стырикович И.И., Иванова А.В. Некоторые особенности проектирования стержневых пьезокерамических преобразователей антенных устройств морского подводного оружия // Труды XIII Всероссийской конф. ГА–2016 “Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики”. Санкт-Петербург, 2016. с.433–436.
9. Белов Б.П. Виброчувствительность стержневых армированных пьезопреобразователей // Акуст.

журн. 1992.Т.38, вып.6. с. 991-996.

10. Дмитриченко В.П. Проектирование стержневых пьезокерамических преобразователей, устойчивых к воздействию структурного звука в области основного резонанса // Вопросы кораблестроения. Сер. спецгидроакустика.1985. №54, с.63–67.
11. Физическая акустика / Под ред. У. Мэсона М.: Мир, 1966, т.1, ч. А, 592с.
12. Автоматизация схемотехнического проектирования на мини-ЭВМ. Под ред. Анисимова В.И. / Л.: изд. ЛГУ, 1983.
13. Балабаев С.М., Ивина Н.Ф. Компьютерное моделирование колебаний и излучений тел конечных размеров (методы конечных и граничных элементов). Владивосток: Дальнаука, 1996.213 с.
14. Алавердиев А.М., Ахмедов Н.Б., Стырикович И.И., Третьяк М.С. Расчёт составного пьезоизлучателя, контактирующего с бесконечной жидкой средой // Физические основы микроэлектроники. М., 1978. с.5–9.
15. Гордиенко И.Е., Масленникова Л.Н., Писаренко Г.Г., Стырикович И.И., Чушко В.М. Влияние геометрии стержневого преобразователя на напряжённое состояние пьезокерамики // Тез. Докл. Науч.-техн. конф. “Прочность материалов и элементов конструкций при звуковых и ультразвуковых частотах нагружения”. Киев: Институт проблем прочности, 1988.
16. Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: Практическое руководство. М.: Едиториал УРРС, 2004. 272 с.
17. Белоконов А.В., Наседкин А.В. Моделирование пьезоизлучателей ультразвуковых волн с использованием программного комплекса ANSYS // Изв. ТРТУ. Таганрог: ТРТУ, 1998. №4(10). с.147–150.
18. Стырикович И.И., Огрызко Я.А. Стержневые пьезопреобразователи гидроакустических комплексов и систем морского подводного оружия // Подводное морское оружие. 2009. №14, с.96–101.
19. Скребинёв Г.К., Ступак О.Б. Об учёте изгибных колебаний накладок составного стержневого электроакустического преобразователя // Вопросы судостроения. Сер. общетехническая. 1979. В. 46, с.70–76.
20. Стырикович И.И., Козленко С.С. Особенности напряжённо-деформированного состояния пьезоэлементов стержневого типа в составе блока гидроакустической антенны // Труды XII Всероссийской конф. ГА–2014 “Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики”. Санкт-Петербург, 2014. 502–504.
21. Стырикович И.И. Пьезокерамические преобразователи подводных антенных устройств с увеличенным сроком службы // Материалы Всероссийской научно-практич. конф. «Морское подводное оружие. Перспективы развития». Крыловский ГНЦ, 2015. с. 87–89.
22. Стырикович И.И. Современные технологии создания гидроакустических приёмно-излучающих устройств на основе пьезокерамических преобразователей // Подводное морское оружие. 2019. №1, с.83–86.
23. Жуков В.Б., Катунин А.А., Селезнёв И.А. Гидроакустические преобразователи на основе перспективных пьезоматериалов. Труды XIV Всероссийской конференции “Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики – ГА-2018”. СПб. 2018. с.11-16.
24. Moffet M.B. et al. Single-crystal broadband power transduction material // J.Acoust.Soc.Am., Vol.121, Na. 5, May 2007.
25. Лебедев В.Л., Косульников В.Ю., Анисимов А.В., Серый П.В., Трошкин С.Н. Расчёт акустических свойств полимеров с использованием динамического механического анализа // Труды Крыловского государственного научного центра. В.92(376), 2016.
26. Стырикович И.И., Андриянова О.В. К вопросу о КПД стержневых пьезокерамических преобразователей в малоразмерной антенной решётке // Труды XIV Всероссийской конф. ГА–2018 “Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики”. Санкт-Петербург, 2018. с. 612–615.

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ (ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

В статье анализируется зарубежный опыт оказания психологической помощи детям военнослужащих-участников боевых действий. Отдельное внимание уделено программам социально-психологической помощи в случае утраты. Проводятся параллели с опытом переживания потерь в годы Великой Отечественной войны.

Проблема оказания социально-психологической помощи членам семей военнослужащих обретает в наше время все большую актуальность в связи с ширящимися масштабами российского военного присутствия по всему миру. Никого не должен обманывать статус «миротворцев», «отпускников», «уволенных с военной службы» или представителей ЧВК Вагнера, по крайней мере в плане необходимости поддержки тех, кто выступает невольным заложником профессиональной деятельности своих родных и близких.

В рамках мероприятий военно-социальной работы в Вооружённых силах приоритетом пользуются вопросы обеспечения членов семей военнослужащих положенными по закону гарантиями, выплатами и льготами преимущественно материального характера. Социально-психологической поддержке уделяется, на наш взгляд, значительно меньше внимания. Дело здесь отдаётся на откуп местным властям и общественным организациям.

Исследования показывают, что семейные ценности стоят на первом месте у подавляющего большинства современных военнослужащих, а значит, их удовлетворённость положением своих семей будет являться значимым предиктором продолжения военной службы. Представляется полезным ознакомиться с опытом организации социально-психологической помощи в Америке, вооружённые силы которой вот уже почти три десятилетия ведут борьбу с террором. При этом уровень риска физической и психической травматизации и

гибели военнослужащих велик: из 1,5 миллиона американских военнослужащих, участвовавших в развёртываниях за пределами США, треть прошли по меньшей мере две кампании, 70 000 были развёрнуты трижды, а 20 000 – по меньшей мере 5 раз [1]. Для американских военных все более очевидным становится тот факт, что стратегически необходимо поддерживать детей и семьи военнослужащих для сохранения способности вооружённых сил выполнять свои задачи.

Особое внимание зарубежных исследователей привлекают дети военнослужащих, поскольку у них навыки совладания со стрессом развиты в наименьшей степени, и, следовательно, они подвергаются большей опасности развития стрессовых реакций. Хотя цифры здесь явно не выглядят катастрофическими (например, изучение 934 семей с 1798 детьми, чьи родители участвовали в операции «Буря в пустыне», показало, что лишь у 6% детей в возрасте от 3 до 12 лет наблюдались серьёзные симптомы, требующие лечения), нельзя не вспомнить слова Ф. М. Достоевского о ценности даже одной-единственной слезинки ребёнка.

Семьи военнослужащих, разлучающиеся со своими отцами и матерями, испытывают серьёзные эмоциональные реакции, главной из которых является чувство одиночества, которое некоторыми исследователями само по себе расценивается как управляемая стрессовая реакция. На оставшегося дома родителя сваливается множество материально-бытовых проблем, которые могут привести, вследствие очевидной

усталости и нехватки времени, к повышенной психологической напряжённости, которая, безусловно, может сказаться и на детях. Гиббс, Мартин, Купер и Джонсон исследовали выборку из 1771 семьи военнослужащих сухопутных войск США, которые были развёрнуты в боевых условиях в период с 2001 по 2004 гг., и сообщили, что уровень плохого обращения с детьми в семьях во время развёртывания повысился на 42% [2]. Это было связано в первую очередь с относительным пренебрежением детьми со стороны матерей, которое возросло втрое за время участия в развёртывании отцов. При этом мальчики испытывали, как правило, больше неблагоприятных реакций, чем девочки.

В связи с возрастанием доли женщин в вооружённых силах, которые нередко служат вместе со своими супругами, возникает вероятность участия обоих родителей в развёртывании. В этом случае, как и в случае с родителями-одиночками, они более уязвимы, нежели полные семьи, где только один родитель привлекается к развёртыванию, в особенности женщины-одиночки, дети которых также сообщают о большей эмоциональной напряжённости во время отсутствия матери.

В целом к психотравмирующим факторам, действующим на семьи военнослужащих, зарубежные исследователи относят следующие:

1. *Чувство разлуки и разного рода потери.* Разделение семьи приводит к ослаблению или утрате семейных уз, что может усугубляться тревогой за судьбу любимого человека и депрессией, что делает оставшихся дома родителей менее вовлечёнными в процесс воспитания детей. Относительная социальная отстранённость детей, испытывающих аналогичные чувства, может сделать их менее доступными для педагогического влияния родителей.

2. *Неопределённость.* Дата отъезда члена семьи в очередную командировку и сроки возвращения из развёртывания обычно невозможно точно определить

ввиду высокой ситуативной связанности, обусловленной объективными причинами. Дамоклов меч возможного внезапного отъезда родителя, таким образом, постоянно висит над семьями военнослужащих. Неоднократное перенесение сроков окончания развёртывания также может фрустрировать членов семей, которые, как правило, готовы отметить возвращение родителя семейным праздником.

3. *Неуправляемость.* Как известно, важным аспектом совладания со стрессовой ситуацией является уверенность людей, что они каким-либо образом могут влиять на обстоятельства, связанные с ситуацией, управлять ими. В случае отъезда родителя на войну это принципиально невозможно, что влечёт возрастание уровня психологической напряжённости в семьях военнослужащих.

4. *Трудности реинтеграции.* Возвращение домой военнослужащего на самом деле может стать самой трудной фазой в цикле развёртывания. Через три-четыре месяца после возвращения «целых 17% тех, кто участвовал в боевых действиях в Ираке, и около 11% тех, кто служил в Афганистане, сообщили о симптомах посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), депрессии или тревоге» [3]. Симптомы перечисленных психических расстройств родителей могут вызывать беспокойство и страх у их детей и повлиять на отношения с родителями и сверстниками. Дети ветеранов Вьетнама, Корейской и Второй мировой войны чаще проходили психологическое лечение по проблемам синдрома дефицита внимания, проблем с успеваемостью и поведением по сравнению со сверстниками из гражданских семей. Дети военных могут быть более склонны к депрессии и другим аффективным расстройствам, связанным с родительским ПТСР.

Усугубить влияние данных факторов может:

– количество предыдущих командировок и развёртываний, уровень их сложности и опасности;

- внезапность разлуки;
- физическое расстояние от родителя, возрастной период жизни ребёнка;
- опасность обстановки в районе дислокации части родителя;
- степень травматизации родителя, особенно в отношении черепно-мозговой травмы и ампутаций, приводящих к необратимым изменениям в организме.

К личностным особенностям высокого риска развития стрессовых реакций у детей относят:

- возраст – дети в возрасте менее 5 лет могут подвергаться более высокому риску развития стрессовых реакций из-за ограниченных когнитивных и коммуникативных способностей и способности самостоятельно справляться с проблемами;
- пол – мальчики более склонны к внешним проявлениям стрессовых реакций, выражающимся в проблемном поведении; девочки склонны к интернализации проблем, например к грусти;
- проблемы со здоровьем – предыдущие или текущие проблемы с психическим здоровьем, обучением, физическими недостатками или медицинскими проблемами;
- предшествующие травмы – разнообразные стрессы, связанные с участием родителей в развёртывании, могут спровоцировать реакции на прошлую травму или повысить уязвимость психики;
- когнитивные способности – понимание собственных проблем и совладание с ними зависят от когнитивных способностей ребёнка;
- чувство вины – ребёнок может чувствовать себя ответственным за благополучие семьи или чувствовать себя виноватым в том, что вызвал или не предотвратил смерть родителя;
- характер, функционирование, стиль совладания с проблемой и locus контроля – дети с разными стилями совладания требуют разной поддержки.

Компенсировать потерю или уменьшение родительского внимания и помощи в период разлуки предполагается путём

заблаговременного открытого и честного обсуждения с ребёнком проблем, которые могут возникнуть в связи с предстоящим участием родителя в командировке или развёртывании, поддержания коммуникации по каналам связи, обучения родителя оказанию инструментальной и эмоциональной поддержки детям. Поддержка может быть выражена, например, в помощи советом в выполнении домашнего задания, выражении интереса к успеваемости и отношениям со сверстниками, рассказе самым маленьким коротких историй, а также в разъяснении истинного положения дел в районе развёртывания в противовес слухам или информации, получаемой из СМИ.

В случае смерти родителя огромное значение имеет окружение ребёнка теплом и любовью оставшихся дома родственников и близких. Детям необходимо помогать вырабатывать навыки совладания. Как показывает опыт, семьи лучше справляются утратой близкого человека, если члены семьи понимают цель миссии и считают, что жертвы, которые они приносят, стоят того, поэтому родителей следует поощрять, чтобы они передавали детям ощущение ценности миссии, в которой они участвуют.

В современной литературе основное внимание уделяется детям с детским травматическим горем, имеющим симптомы, характерные для ПТСР. Такие дети бывают ошеломлены и подавлены эмоциями и реакциями, которые мешают проявляться нормальным, здоровым реакциям на горе. Характерные симптомы ПТСР у детей приобретают следующие формы:

1. Навязчивые воспоминания о смерти – ночные кошмары. Кроме того, дети могут пытаться представить себе, как выглядела смерть (например, на основе новостей, фильмов или историй других людей), возможные страдания погибшего.

2. Избегание и бесчувствие – воспоминания о человеке, который умер, и сама смерть вызывают болезненные и подавляющие эмоции, поэтому ребёнок может попытаться справиться с ними, став бес-

чувственным ко всем эмоциям, или может избегать людей, мест и событий, которые могут спровоцировать воспоминания. Дети военнослужащих могут отдаляться от сверстников.

3. Повышенное возбуждение – физическая и эмоциональная реактивность может быть распознана по таким симптомам, как трудности со сном, плохая концентрация внимания, раздражительность, гнев, постоянная настороженность, когда дети легко пугаются и испытывают все новые и новые страхи.

В литературе отмечается, что большинство детей военнослужащих, потерявших своих близких, не получают помощи в области психического здоровья. Для тех, кто её получает, наиболее распространённым источником являются группы поддержки сверстников.

При этом в вооружённых силах США разработали психолого-педагогические программы для семей, которые обычно предлагаются от командования группой готовности семьи (Family Readiness Group, FRG). Изучение эффективности деятельности FRG, показывает, что их услугами пользуются меньшинство семей и что только приблизительно 25% из тех, кто действительно участвует в программе, удовлетворены ею [4]. Здесь надо отметить, что эффективность FRG и волонтерской сети (Key Volunteer Network, KVN, которая является инициативой командования морской пехоты) сильно зависит от личности командира, организующего их деятельность. Например, перед отправкой в Ирак в 2003 году командир 1-й дивизии морской пехоты генерал-майор Джеймс Мэттис обратился к членам семей своих морпехов с блестящей речью, разработанной по всем правилам риторического искусства, в которой, наряду с честным упоминанием о трудностях предстоящей борьбы, дал, во-первых, высокую оценку миссии дивизии, во-вторых, кратко упомянул о ресурсах, доступных членам семей, и в-третьих, попросил семьи и общины оказать поддержку бой-

цам на передовой, а также выразил уверенность, что временные трудности сообщаются будут успешно преодолены [5].

В целом в вооружённых силах США реализованы, прошли апробацию и успешно применяются три основные программы оказания социально-психологической помощи семьям военнослужащих.

1. Проект FOCUS (Families Overcoming and Coping Under Stress – семейное преодоление стресса и совладание со стрессом). Реализованная в Корпусе морской пехоты 8-недельная программа имеет целью повышение резилентности молодежи в период, предшествующий развёртыванию, и в ходе его.

Работа по программе начинается с индивидуальных сеансов с детьми и родителями, за которыми следуют совместные семейные сеансы со специалистами в области психического здоровья. В ходе сеансов происходит первичное информирование о том, что такое психическая травма, с которой могут столкнуться или уже столкнулись участники боевых действий; осуществляется соответствующее возрасту членов семей психологическое образование; вырабатываются навыки психологической саморегуляции; оказывается помощь в составлении графиков развёртывания, в которых каждый член семьи указывает, что он будет делать и какую помощь и поддержку будет оказывать участвующему в развёртывании члену семьи в каждом этапе развёртывания. Сначала с психотерапевтом встречаются оба родителя вместе, учась общаться друг с другом и делиться чувствами, обсуждая методы воспитания и обыденные семейные проблемы, затем проводится индивидуальная работа с каждым из детей по обучению их полезным навыкам саморегуляции, соответствующим уровню развития, и навыкам поведения во время развёртывания. Последующие сессии могут быть семейными, на которых вырабатывается план увеличения социальной поддержки семьи и согласуются графики развёртывания членов семьи на каждом этапе; члены семьи знакомятся

с доступными им ресурсами оказания поддержки, а также разрабатываются планы действий в неблагоприятных ситуациях.

2. *Программа поддержки сверстников TAPS* (Tragedy Assistance Program for Survivors – программа помощи пострадавшим в результате трагедии). Программа предназначена для оказания помощи членам семей военнослужащих, потерявшим близкого человека, в формате группы выходного дня поддержки однополых сверстников, возглавляемых психически здоровыми людьми, прошедшими соответствующую подготовку и имеющими определённую связь с армией.

Программа TAPS предлагает поддержку, при которой дети работают в паре с военнослужащими, которые служили в том же подразделении, что и погибший близкий человек ребёнка, во время проведения ежегодного «Лагерь доброй скорби» в первый выходной после Дня памяти. Наставники, которые добровольно работают в «Лагере доброй скорби», получают от TAPS подготовку в общении с детьми, испытывающими травматические реакции на горе. Ежегодный национальный семинар выживших военных, который проводится TAPS каждый год в Вашингтоне, округ Колумбия, в День памяти, включает в себя «Лагерь доброй скорби», проводящийся одновременно с семинаром для взрослых. В национальном «Лагере доброй скорби» TAPS военные наставники служат детям «старшими братьями» или «старшими сёстрами» и помогают ребёнку, потерявшему близкого человека, поддерживать связь с армией. В дополнение к ежегодному «Лагерю доброй скорби» на всей территории Соединённых Штатов проводятся региональные лагеря. Во время проведения региональных «Лагерь доброй скорби» поддержка в ряде мест оказывается со стороны военнослужащих батальона «Раненый воин», которые продолжают службу в армии. В дополнение TAPS также предоставляет подростковый чат для поддержки подростков, потерявших любимого человека. Подростки собирают-

ся на безопасном форуме с облегчённым доступом вместе с взрослым модератором, руководящим дискуссиями. Общение со сверстниками, пережившими утрату близкого человека, помогает подросткам и взрослым вербализовать свои ощущения и поделиться ими с понимающими их состояние людьми.

3. *Травмоориентированная когнитивно-поведенческая терапия детской травматической скорби* (Trauma-Focused Cognitive-Behavioral Therapy for Childhood Traumatic Grief, TF-CBT-CTG). Программа предназначена для преодоления детского травматического горя в связи с утратой близкого человека в формате индивидуальных сеансов психотерапии детей и родителей продолжительностью от 30 до 45 минут в течение 12-16 недель, включая примерно 6 совместных сеансов, проводимых лицензированными специалистами в области психического здоровья.

Программа TF-CBT-CTG состоит из компонентов, ориентированных на травму и скорбь. Компонент, ориентированный на травму (TF-CBT), направлен на разрешение детских ПТСР, депрессивных, тревожных и поведенческих проблем. Компонент, ориентированный на скорбь (CTG), помогает детям перейти к более типичному процессу проявления скорби. Некоторые дети могут испытывать и другие виды травмирующего воздействия, помимо смерти близких, которые также могут потребовать терапевтического внимания. Травмоориентированный компонент включает: психологическое образование о травме и травматических симптомах; развитие у родителей навыков решения проблемы поведенческой дисрегуляции; навыков релаксации для обращения вспять травматического физиологического гипервозбуждения; аффективную идентификацию и модуляцию навыков решения проблемы аффективной дисрегуляции; когнитивный копинг (соединение мыслей, чувств и поведения и исправление неправильных или бесполезных мыслей); создание травматического нарратива и обработ-

ка нефункциональных мыслей о смерти или других травматических переживаниях; овладение воспоминаниями о травмах *in vivo* (в естественных условиях); совместные сеансы ребёнок-родитель; а также повышение безопасности жизни и будущего развития. Ориентированный на горе компонент включает в себя психологическое образование о смерти и горе; оплакивание утраты и разрешение амбивалентных чувств по отношению к умершему (например, «что я теряю и чего я не теряю»); сохранение позитивных воспоминаний о покойном; переосмысление отношений и приверженность отношениям в настоящем; завершение лечения.

В процессе обработки первого компонента лечения детям могут предложить выработать собственный план релаксации, например, для облегчения засыпания по ночам, попросить написать рассказ о травме начиная с отъезда родителя на развёртывание до дня извещения о его смерти с одновременной обработкой нефункциональных мыслей по типу, что ребёнок должен был почувствовать, что родителя убьют, и попросить его не геройствовать напрасно. Сеансы могут проводиться параллельно и совместно с оставшимся родителем. В ходе отработки второго компонента дети могут писать письмо погибшему родителю и воплощаемое ответное письмо, исполненное добрых чувств к ребёнку; составить па-

мятный альбом о погибшем, собирать его вещи; принимать участие в конкурсе сочинений патриотической направленности, помогающем почувствовать гордость за жертву родителя, и проч.

ВЫВОДЫ

Если присмотреться внимательно, многое из того, что сейчас находит применение в зарубежной психологии и психотерапии, является «хорошо забытым старым», применявшимся у нас в годы Великой Отечественной войны. Ощущение величия всенародной жертвы, разлитое в советском обществе, безусловно, способствовало детскому совладанию с травматическим горем, вызванном смертью близких. Повышало резилентность молодёжи и военное воспитание, и сам масштаб жертв, которые переставали быть делом одной семьи и отдельной личности, становясь, как ни ужасно это звучит, вариантом нормы повседневной жизни. Однако в современных условиях, характеризующихся относительной изолированностью проблем армии и народа, завесой секретности, окутывающей гибридные войны и спецоперации, семьи и дети военнослужащих в социально-психологическом плане нередко оказываются предоставленными сами себе. В этой связи зарубежный опыт может оказаться полезным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mabe Alex P. War and Children Coping with Parental Deployment. Living and surviving in harm's way: a psychological treatment handbook for pre- and post-deployment of military personnel / edited by Sharon Morgillo Freeman, Bret A. Moore, Arthur Freeman. Routledge Taylor & Francis Group, 2009, 349-370.
2. Gibbs, D. A., Martin, S. L., Kupper, L. L., & Johnson, R. E. (2007). Child maltreatment in enlisted soldiers' families during combat-related deployment. *Journal of the American Medical Association*, 298, 528-535.
3. Lamberg, L. (2004). Military psychiatrists strive to quell soldier's nightmares of war. *JAMA*, 292(3), 1539-1540.
4. Cohen, J. A., Goodman, R. F., Campbell, C. L., Carroll, B. & Campagna H. Military Children: The Sometimes orphans of war. Living and surviving in harm's way: a psychological treatment handbook for pre- and post-deployment of military personnel / edited by Sharon Morgillo Freeman, Bret A. Moore, Arthur Freeman. Routledge Taylor & Francis Group, 2009, 395-416.
5. Call Sign Chaos: Learning to Lead by Jim Mattis and Bing West. Random House, New York, 2019.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕРЕВОДЧИКОВ ПРИ РАБОТЕ С ИНОСТРАННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ В НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Статья посвящена поиску новых методов обучения работе с иностранными источниками и адаптации современных методов обучения к условиям профессиональной деятельности преподавателей и научных сотрудников.

В научно-исследовательской работе, в период работы над диссертацией, при подготовке к сдаче кандидатского минимума возникает необходимость работы с иностранными источниками для изучения зарубежного опыта по теме исследования.

Необходимо иметь чёткое представление о том, какие иноязычные материалы нужны, как и где их отбирать и как с ними работать, какова практическая значимость этих материалов для будущей работы. Не всегда хватает знаний по иностранному языку, полученных в школе и в вузе, не всегда доступна помощь профессионального переводчика. Значительно облегчить возникающие при работе трудности сегодня могут электронные переводчики и электронные онлайн-словари.

Многие преподаватели иностранного языка считают, что электронные переводчики – это зло. Но многие профессиональные переводчики широко пользуются предоставленными возможностями в своей профессиональной деятельности. Поэтому иногда это зло – необходимость, и нужно уметь им пользоваться [1].

При изучении иностранного языка от необходимости копаться в больших томах бумажных словарей избавляет верный помощник – электронный словарь. Но у каждого слова несколько значений, а электронный переводчик при переводе словосочетания или предложения выдаёт только одно, не всегда правильное значение. Электронные переводчики на самом деле никакие не переводчики, а фактически интерактивные словари, играющие при переводе вспомогательную роль. Поэтому при обращении к электронному переводчику нужно следовать определённым правилам, о которых будет

сказано ниже. Эти переводчики никогда не смогут адекватно переводить, потому что для этого надо обладать не только интеллектом, но и ассоциативным мышлением: верный вариант перевода выбирается на основании профессионального опыта, ассоциаций, а иногда даже и эмоций.

Отметим, что электронные переводчики подразделяются на два типа: программы-переводчики, устанавливаемые на компьютере, и онлайн-переводчики, пользоваться которыми можно только при наличии подключения к Интернету [2].

Итак, электронные переводчики – это отличные интерактивные словари. Однако эту функцию могут выполнять только те из них, которые предоставляют возможность просмотра различных вариантов перевода слова или фразы, иначе может получиться, что переводчик выдаёт только один, притом неправильный в данном контексте вариант.

Хорошие переводчики предоставляют пользователю возможность создания собственных словарей по различным тематикам. Однако это касается только переводчиков, установленных на компьютере: онлайн-переводчики, как правило, такой возможности не имеют.

Как пользоваться электронными переводчиками?

При вводе текста следите за орфографией и не пропускайте буквы в словах. Например, электронный словарь не всегда сможет распознать слово «виласипед» и выдаст то, что мы называем словом «транслитерация», т. е. “vilasiped”. Такие ошибки очень характерны для электронного перевода, поэтому, если вы не уверены в правильности написания слова, проверьте. Это поможет сохранить время и нервы [1].

Программа, входящая в пакеты Microsoft Office 2007, 2010, даёт возможность найти в переведённом на английский язык тексте следующие типы ошибок:

Ошибки в правописании:

- расстановка дефисов;
- применение заглавных букв;
- лишние пробелы;
- непарность скобок;
- слитное/раздельное написание;
- строчная буква в начале предложения;
- несоблюдение орфографических норм выбранного варианта английского языка;
- пропуск пробелов между словами (пропуск пробела после точки или запятой – очень распространённая ошибка).

Грамматические ошибки:

- отсутствие согласования сказуемого с подлежащим; неправильно построенная глагольная конструкция; неправильно построенное именное словосочетание;
- двойное отрицание (надо помнить, что в английском языке достаточно одного отрицания);

– неоконченная часть предложения.

Стилистические ошибки:

- клише, разговорные слова, жаргонизмы;
- гендерные термины с указанием пола лица (chairman, enlisted man);
- неправильное употребление слова;
- пассивные конструкции;
- относительные придаточные предложения;
- слишком длинное предложение;
- неправильно построенное предложение;
- предложение начинается с “but” или “and”;
- использование личного местоимения первого лица;
- неправильно построенная глагольная фраза;
- многословие;
- слишком длинное предложное словосочетание (более трёх предлогов подряд в составе словосочетания);
- повторение следующих друг за дру-

гом слов;

- неполное предложение.
- использование сложносочинённых и сложноподчинённых предложений.

Необходимо помнить, что в русском языке свободный порядок слов в предложении, а в английском – прямой порядок слов. Структура предложения должна быть простой и прямой: подлежащее – сказуемое – дополнение (именно в таком порядке!). Обстоятельства лучше поставить в конец предложения [1].

Нельзя забывать и про такие мелочи, как «чтобы / что бы», «тоже / то же», «также / так же» т. д., которые иногда тоже полностью меняют смысл написанного. С электронным словарём надо общаться максимально просто, кратко и чётко.

Особенное внимание стоит обратить на вопросительные предложения: при переводе на английский вопросительного предложения Google-переводчик даёт повествовательное предложение (не меняет порядок слов) – приходится всегда перепроверять.

Ещё одна сложность – омонимы. Например, слово «брак» может быть переведено как “marriage”, а не “defect”, слово “drill” – как «дрель», а не «строевая подготовка». Особое внимание стоит уделить переводу имён собственных. Следует убедиться, что имя собеседника, автора исследования или название продукта, компании не искажено.

Проблемой может стать и личное местоимение второго лица. Если вы переписываетесь с другом, то, вероятно, обращаетесь к нему на «ты», а если с партнёром – на «Вы». При переводе сообщения на онлайн-сервисе эти нюансы могут быть не учтены, поэтому всегда перечитайте результат перевода и убедитесь в его корректности.

Конструкции с отрицанием не всегда распознаются электронным переводчиком. При переводе с одного языка на другой конструкции с отрицанием могут быть переведены некорректно или вообще потеряются, поэтому, чтобы избежать досадных ошибок, обязательно проверяйте результат перевода. Для пары русский-английский Google «Яндекс» не соперник. Однако указанная выше проблема выбора адекватного перевода сло-

ва – это лишь верхушка айсберга.

К примеру, абсолютно невозможной для электронного переводчика представляется задача перевода художественной литературы, авторского стиля, эмоциональной окраски и прочих характеристик, которые воспринимаются и обрабатываются только человеческим сознанием. Фактически неподъёмной задачей для электронных переводчиков является передача игры слов. Электронный переводчик сможет справиться с ней только в том случае, если она имеет полный аналог в языке перевода, что бывает крайне редко. В таком случае необходимо искать фразеологическое соответствие в языке перевода.

В составе мощных переводческих пакетов, таких как Promt, например, уже имеется отдельный электронный словарь, используя который вместо долгого листания страниц его бумажного аналога, переводчик может сэкономить довольно много времени. Однако электронный словарь всё же несколько отличается по своей функциональности от электронного переводчика. Переводчик способен оказать существенную помощь в поиске значений не отдельных слов, а фразеологизмов. То есть он может анализировать группы слов и делать выводы об их возможной фразеологической взаимосвязи и, соответственно, подсказывать результаты, о которых, возможно, переводчик не знал [3].

Функциональная возможность электронных переводчиков представляет интерес для специалистов, которые занимаются в основном переводом технических и прочих специальных текстов, насыщенных терминологией в определённой области. Используя возможность электронных словарей, можно наработать большую словарную базу по конкретной отрасли. Впоследствии она поможет максимально упростить процесс поиска «трудных» слов и словосочетаний и тем самым значительно увеличить скорость работы. Это процесс кропотливый, но если переводчик постоянно работает в какой-то определённой отрасли и часто переводит однотипные тексты по данной тематике, этот труд, как правило, себя оправдывает.

Онлайн-переводчики можно назвать

одними из самых популярных сервисов XXI века. В среднем каждый житель планеты переводит по семь слов в день – такова статистика посещаемости самого популярного онлайн-сервиса по переводу.

Как работать с онлайн-переводчиками, чтобы получить качественный результат? При переводе с английского на русский можно использовать следующие сервисы: Google Translate, PROMT.One, «Яндекс.Переводчик» и DeepL.

Начиная работать над переводом, форматируйте текстовый файл в формате .doc в следующей последовательности:

- выберите шрифт (например, Times New Roman, размер 12);
- установите стандартный размер нолей;
- установите междустрочный интервал;
- установите красную строку для всех абзацев;
- выровняйте текст по ширине;
- добавьте интервал после каждого абзаца;
- автоматически пронумеруйте страницы в тексте;
- включите режим автоматической проверки орфографии;
- включите программу исправления грамматических и стилистических ошибок;
- включите функцию замены (find and replace).

Таким образом, вы исключаете все второстепенные помехи при электронном переводе.

Получив электронный перевод, необходимо проверить термины по электронным словарям.

Совершенно очевидно, что каждый из типов словарей – и электронный, и бумажный – имеет как преимущества, так и недостатки. Тем не менее по ряду причин переводчики отдают предпочтение именно электронным.

Во-первых, электронные словари не столь консервативны, как бумажные, они постоянно обновляются и пополняются. Особенно это относится к отраслевым, узкоспециализированным словарям по таким

перспективным и быстро развивающимся областям, как телекоммуникационные системы, нанотехнологии, компьютерная техника, автоматика, телемеханика и др. Бумажные словари этого типа быстро устаревают, не поспевая за научно-техническим прогрессом.

Во-вторых, электронные словари обеспечивают лёгкий доступ к лексикографическим ресурсам и более быстрый поиск лингвистической информации. В этой связи напомним, что «бумажная» версия Большого Оксфордского словаря английского языка (Oxford English Dictionary) насчитывает 12 томов, и поиск информации в ней связан с большими трудностями, тогда как время поиска той же информации в электронной версии словаря сведено до минимума.

В-третьих, электронные словари, помимо прочего, допускают включение пользовательских словарей, их дальнейшее совершенствование и расширение, в том числе путём присоединения к базовой версии всё новых и новых словарей, как, например, это делается в словаре Lingvo.

В-четвёртых, электронные словари допускают возможность переключения направления перевода [1].

В последнее время переводчики всё чаще отдают предпочтение онлайн-словарям и глоссариям, поскольку они имеют целый ряд преимуществ по сравнению с лексикографическими электронными изданиями, работающими в режиме офлайн. Эти преимущества таковы:

- 1) наличие огромного количества онлайн-словарей и лёгкость доступа к ним;
- 2) гораздо больший объём словаря с постоянным обновлением;
- 3) регулярное обновление, пополнение, расширение и модификация словар-

ных баз составителями в режиме реального времени, что позволяет отразить самые последние изменения в лексической системе языка, как, например, это делается в словаре «Мультитран»;

4) более высокая скорость, с которой ведётся поиск информации;

5) возможность одновременного комплексного поиска в нескольких словарях одновременно;

6) наличие параллельных ссылок на иные онлайн-лексикографические источники;

7) возможность использования функции «вырезать и вставить», т. е. копирования переводного эквивалента;

8) возможность использования статистических данных, характеризующих употребление лексических единиц;

9) отсутствие необходимости в дополнительном месте на жёстком диске для хранения словаря.

В зависимости от количества привлекаемых языков электронные словари подразделяются на одноязычные, двуязычные (переводные) и многоязычные. Имеется несколько больших англо-русско-английских словарей, каждый из которых, в свою очередь, включает целую коллекцию различных словарей (около 30). Это переводные словари Abbyu Lingvo, Multilex, Polyglossum и т. д. По некоторым оценкам, использование подобных электронных словарей позволяет увеличить скорость перевода не менее чем в полтора-два раза.

Для того чтобы правильно ориентироваться в электронном море информации, нужны навыки, которые приобретаются либо в процессе обучения в вузе, либо в процессе практической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хитова, Т. А. Использование современных технологий в преподавании иностранных языков в вузах МО РФ / Т. А. Хитова // Актуальные проблемы преподавания иностранного языка в высшем учебном заведении: Сб. трудов семинара. – «Военный университет». – 2012. – С. 152–157.
2. Шевчук, В. Н. Электронные ресурсы переводчика / В. Н. Шевчук. – М.: Либрайт, 2009. – 131 с.
3. Ховрина, Л. Н. Направления развития военного образования в современной России / Л. Н. Ховрина // Мир образования – образование в мире. – 2005. – № 4. – С. 107–113.

В. Н. ГРИГОРЬЕВ, Т. Н. БУРЛАЧЕНКО

75 ЛЕТ В СТРОЮ РАЗРАБОТЧИКОВ ПОЗИЦИОННОГО МОРСКОГО ПОДВОДНОГО ОРУЖИЯ

К 75-летию трудовой деятельности Р. С. Жизмора.



Четвёртого октября 2021 года исполняется 75 лет трудовой деятельности Рафаила Савельевича Жизмора, главного специалиста, лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники за создание современных образцов морской техники. Все эти годы Рафаил Савельевич проработал в «Гидроприборе».

Р. С. Жизмор родился 18 августа 1927 года в Ленинграде. Годы Великой Отечественной войны провел в осаждённом городе, своим трудом защищая его, за что был награждён медалью «За оборону Ленинграда».

В 1946 году он был принят на работу в НИИ-400 (ныне – АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»). За семьдесят пять лет работы на одном предприятии (практически с момента его основания) он прошёл славный трудовой путь

от чертёжника до главного конструктора. Его становление как специалиста-разработчика проходило под руководством опытных конструкторов – разработчиков позиционного оружия победы во Второй мировой войне: Л. П. Матвеева, В. В. Ильина, М. А. Гринева, П. Ф. Крупина.

В 1954 году Р. С. Жизмор успешно закончил вечернее отделение Ленинградского судостроительного техникума, в 1967 году – Ленинградское отделение Северо-Западного политехнического института по специальности «Приборы точной механики», получив квалификацию инженера-механика.

При непосредственном участии Р. С. Жизмора были созданы и переданы на вооружение флота более сорока комплексов функционально-предохранительных приборов, обеспечивающих безопасность эксплуатации и использования оружия на всех стадиях его жизненного цикла практически



На рабочем месте (1970-е гг.)

для всех видов позиционного морского подводного оружия. Эти приборы защищены авторскими свидетельствами и патентами. Рафаил Савельевич является участником разработок первых послевоенных образцов позиционного морского оружия, первых широкополосных минных комплексов периода 1970-х – 1980-х годов, работ последних лет по модернизации накопленного боезапаса позиционного морского оружия для обеспечения решения задач обороны морских рубежей России.

Сектор функционально-предохранительных приборов при научно-производственном комплексе по минному направлению, в составе которого работал ведущий инженер-конструктор Р. С. Жизмор, успешно решал поставленные вопросы создания широкополосных мин 1960-х – 1970-х годов:

- обеспечение трёхступенчатой системы безопасности образцов, работающей на физически независимых принципах, на этапах боевого применения и эксплуатации;

- обеспечение выполнения алгоритма работы изделия в процессе постановки на заданное углубление, а также в течение всего жизненного цикла нахождения изделия на боевой позиции.

Став руководителем сектора, Р. С. Жизмор совершенствовал комплекс приборов, которые использовались в широкополосных минных комплексах последующих поколений. Устройства, предложенные Р. С. Жизмором (например, решение детонатора ко-



На испытаниях изделий (2000-е гг.)

дового взведения для задействования основного заряда донных мин, БЗО движущихся боевых частей минных комплексов), отличаются оригинальностью, безопасностью и надёжностью работы. Значительный вклад Р. С. Жизмор внёс в разработку временных приборов: ВМ-20, ДЧМ, ДЭЛ, которые обеспечивали состояние изделия на боевой позиции (время прихода в боевое состояние; состояние опасно – безопасно; время ликвидации). В 2006 году группа сотрудников института под руководством Р. С. Жизмора сдала изделие по теме «Весть», входящее в состав системы СМПС «Буревестник». Разработанное устройство передачи данных «Весть» обеспечивает получение достоверной информации о состоянии основных систем корабля, потерпевшего аварию.

С 2011 года Р. С. Жизмор года трудится в должности главного специалиста с группой, вкладывая свои знания и опыт в разработку, изготовление и сдачу Военно-морскому флоту сложных образцов морских подводно-технических средств специального назначения. Группа, которой руководит Р. С. Жизмор, решает современные задачи с использованием микроэлектроники.

Несмотря на более чем солидный возраст, Р. С. Жизмор и сегодня находится в хорошей физической форме, активно трудится и передаёт свой опыт молодым специалистам, курируя их стажировку на предприятии, рецензирует дипломные проекты выпускников Балтийского государственного



На занятиях с молодыми специалистами (2016 г.)



технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, Военного института ВУНЦ ВМФ «ВМА».

Заслуги и личный вклад Р. С. Жизмора в развитие судостроительной промышленности отмечены государственными наградами и знаками отличия предприятия, благодарностью губернатора Санкт-Петербурга. Он является лауреатом пре-

мии Правительства России в области науки и техники за 1996 г. в составе авторского коллектива за разработку противолодочной мины-ракеты ПМР2МУ. Награждён медалями: «Лауреат ВВЦ» (за разработку экспоната «УСД») и участие в организации выставки, «Ветеран труда», «300 лет Российскому флоту», «За заслуги в создании морского подводного оружия» и «За выдающиеся достижения в создании морского подводного оружия».

УДК 72.025.3:614.2

*В. В. ПАТРУШЕВ, д.т.н. А. К. ФИЛИМОНОВ,
канд. филол. наук А. Е. ШАПОВАЛОВА,
канд. воен. наук В. А. СУДАРЧИКОВ*

МЕДИЦИНСКАЯ ИСТОРИЯ ОСОБНЯКА КЁНИГОВ

Статья посвящена медицинским страницам в истории особняка Кёнигов, расположенного на территории ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор».

В истории особняка Кёнигов, расположенного на территории ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор», значительное место занимает медицина: во время Первой мировой войны в особняке размещался лазарет для раненых офицеров и солдат, организованный на средства Ю. Л. и В. П. Кёниг, в 1927 – 1938 гг. здесь находился санаторий для трудящихся Выборгского района, с 1938 по 2006 гг. – медсанчасть завода «Двигатель» и ЦНИИ «Гидроприбор», в дальнейшем – медпункт Концерна.

Архивные материалы позволили уточнить некоторые детали, относящиеся к истории особняка. Так, например, в процессе поисков обнаружили ранее не известные фотографии интерьеров особняка 1927 – 1932 гг., которые приводятся ниже. Кроме того, наши изыскания показали, что в особняке располагался не санаторий «Страховик», как считалось ранее [1 – 4], а ночной санаторий соцстраха. Всё это обогащает наши знания о почти полуторазековой истории особняка Кёнигов.

1914 – 1917 гг. ЛАЗАРЕТ

Медицинская служба в период Первой мировой войны была нацелена на эвакуацию раненых и больных с театра военных действий в тыл [5], где были развернуты многочисленные госпитали и лазареты. Множество лазаретов было организовано под эгидой Российского общества Красного Креста на деньги жертвователей и меценатов.

Одним из таких меценатов был Юлий Леопольдович Кёниг – владелец Сахарного

завода. Вместе с женой Верой Павловной на собственные средства он организовал в особняке лазарет, получивший название «Лазарет Российского общества Красного Креста имени её императорского величества государыни императрицы Александры Фёдоровны, сооружённый на средства Ю. Л. и В. П. Кёниг» (рисунки 1, 2).

Россия вступила в войну 1 августа 1914 г, а всего немногим более месяца спустя был открыт лазарет Кёнига, оборудованный по последнему слову медицинской техники. Через год об этом напишет газета «Новое время» в статье «Образцовый лазарет» [7], которую мы приводим здесь полностью.

12 сентября исполнилось ровно год со дня открытия в Петрограде едва ли не наиболее интересного по своему оборудованию и постановке лечебного дела частного лазарета для раненых воинов. Лазарет на 50 офицерских и 20 солдатских кроватей возник по мысли В. П. и Ю. Л. Кениг при их сахарном заводе. Предоставив под офицерское отделение весь свой только что отделанный заново роскошный особняк, В. П. и Ю. Л. приняли на себя и все расходы



Рисунок 1 – Штамп лазарета Кёнига [6]



Рисунок 2 – Особняк Кёнигов в 1914 – 1917 гг. [3]

по оборудованию и содержанию лазарета на время войны.

Медицинская часть сосредоточена в руках доктора медицины А. В. Виндельбанда, являющегося главным врачом. Он разделяет свой труд с врачами-специалистами: хирургом А. К. Шенком и невропатологом В. В. Срезневским. Наиболее интересной и редкой стороной оборудования лазарета является электролечебный кабинет. Благодаря широким средствам и в высшей степени серьёзному отношению к делу со стороны врачей, направляемых А. В. Виндельбандом, и их энергии здесь сосредоточено всё, что даёт электротехника медицине. Для хирурга здесь имеется рентгеновский кабинет, для невропатолога – все приборы для электролечения вплоть до токов д'Арсонваля. Благодаря этому лазарет легко справляется с самыми тяжёлыми случаями ранений и контузий.

Режим лазарета, строго подчинённый требованиям науки, вполне приближается к домашнему. Особенное же внимание обращается на питание больных – здоровое, обильное, быстро восстанавливающее силы. В распоряжение больных предоставлен сад, находящийся при доме. Для слабых – его иллюзия в виде зимнего сада. Тяжело

больные изолируются в особых палатах, из которых им нет надобности выходить даже на время вентиляции помещений, так как все помещения лазарета вентилируются механически нагнетанием озонированного воздуха.

Весь уход за больными лежит на 8 сёстрах-добровольцах, работающих под руководством двух старших сестёр – А. А. Тарасюковой и М. И. Тамм. За год работы в лазарете обернулось 378 больных с самыми разнообразными заболеваниями и ранениями. Бывали даже случаи ранения в сердце – но и эти больные, случайно уцелевшие до эвакуации, попав сюда, поправлялись и восстанавливали своё здоровье благодаря энергии, вниманию и заботливости всего лечебного состава лазарета, единственный девиз которого – «Всё для больных».

Статья сопровождается иллюстрациями: групповой фотографией в зимнем саду и фотографией процедуры электролечения (рисунки 3, 4).

Во время войны в газетах «Новое время», «Русское слово», «Военный телеграф» и др. публиковались списки раненых с направлением их эвакуации, откуда можно узнать, кто был направлен в лазарет Кёнига. Эти же данные можно найти в картотеке



Рисунок 3 – В офицерском лазарете, оборудованном на средства В. П. и Ю. Л. Кениг. В первом ряду в середине В. П. и Ю. Л. Кениг и рядом с ними заведующий лазаретом доктор А. В. Виндельбандт [7]



Рисунок 4 – В электротерапевтическом кабинете. Доктор В. В. Срезневский и его пациенты [7]

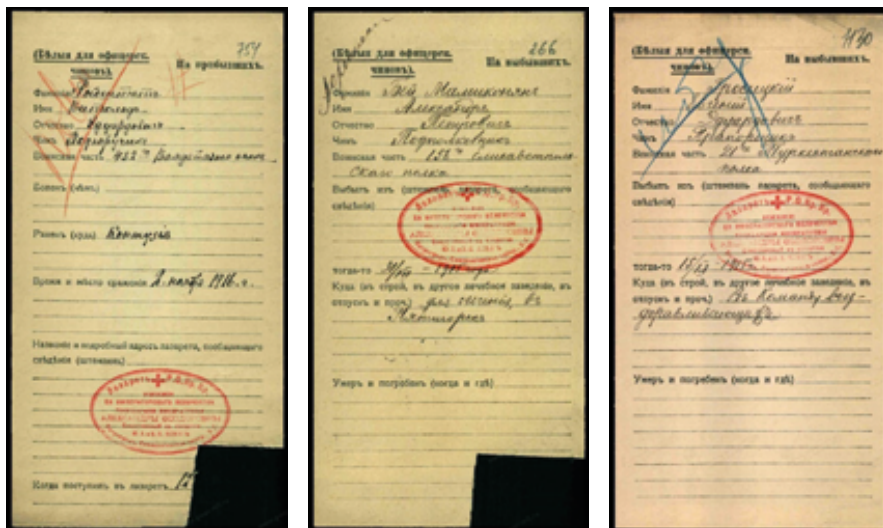


Рисунок 5 – Карточки учёта офицеров, поступивших на лечение в лазарет Кёнига [6]

бюро учёта потерь в Первой мировой войне Российского государственного военно-исторического архива. Некоторые из карточек приведены выше (рисунок 5).

Для работы в лазарете Ю. Л. Кёниг привлёк лучших врачей – А. К. Шенка и В. В. Срезневского (рисунки 6, 7), которые заслуживают отдельного упоминания.



Рисунок 6 – А. К. Шенк (1873 – 1943) [8]

Хирург-ортопед Алексей Константинович Шенк окончил Военно-медицинскую академию, в 1910 г. защитил докторскую диссертацию, до революции работал в клинике ортопедии под руководством Г. И. Турнера. После 1917 г. был профессором кафедры ортопедии медицинского факультета Таврического университета, затем – заведующим ортопедическим отделением Государственного института физиатрии и ортопедии НКЗ РСФСР. А. К. Шенк – автор около 90 научных трудов по ортопедии, физиотерапии, курортологии. С его именем связано научное обоснование климатолечения, а также становление Евпатории как одного из крупнейших курортов [8].

Невропатолог, психиатр Вячеслав Вячеславович Срезневский, из известной семьи учёных, также окончил Военно-медицинскую академию. Стал доктором медицины, профессором, специализировался на лечении нервных расстройств. Был врачом в психиатрической клинике им. Скворцова-Степанова, которой руководил академик Бехтерев, где работал до конца своей жизни. Вячеслав Вячеславович не пережил блокаду. В семье рассказывают, что у него



Рисунок 7 – В. В. Срезневский (1880 – 1942) [9] не было сил приходить домой из госпиталя, так как он отдавал свои пайки больным [9]. Интересно, что жена В. В. Срезневского, Валерия Сергеевна Тюльпанова, была близкой подругой Анны Ахматовой, которая с начала 1917 по осень 1918 г. жила в семье Срезневских.

Рассказ о деятельности Ю. Л. Кёнига в период Первой мировой войны, направленной на помощь раненым, будет неполным, если хотя бы кратко не упомянуть о происходившем в его имениях в Харьковской губернии, где было расположено производство сахарной свёклы – сырья для сахарного завода в Петрограде.

С началом войны семьям работников, отправленных на фронт, было назначено ежемесячное денежное пособие, а также выдавалась провизия и дрова для отопления. В Тростянецком и Гутовском имениях за счёт владельца оборудовали лазареты для раненых. К ним подходили железнодорожные ветки, устроенные Кёнигом, благодаря чему раненых из вагонов санитарных поездов переносили на носилках прямо в палаты. В лазаретах работали высококлассные врачи, не было недостатка в оборудовании и медикаментах. Со временем в эти лазареты стали присылать тяжелораненых, и благодаря исключительному профессионализму врачей в частных лазаретах Кёнига к концу 1916 года было проведено всего

две ампутации. Кроме лазаретов, в имениях Кёнига были устроены медицинские пункты, в которых получали помощь не только рабочие и служащие его имений, но и беженцы и местные жители [10].

Устройство и оборудование лазаретов обошлось Ю. Л. Кёнигу в 48 тысяч рублей, а на их содержание, помощь семьям рабочих и служащих, на закупку съестных припасов и табака, раздаваемых раненым, проезжающим в санитарных поездах через станции близ имений, ежемесячно направлялось около 60 тысяч рублей [11].

Сведения о деятельности лазаретов Кёнига имеются только до 1916 г. Вероятно, они прекратили своё существование в 1917 г. Известно, что в августе 1916 г. из-за короткого замыкания сгорел сахарный завод в Тростянце, убытки составили более миллиона рублей [12]. Завод немедленно начали восстанавливать, однако вскоре грянула Февральская, а затем и Октябрьская революция. Сахарный завод в Петрограде закрылся в декабре 1917 г. [2].

Юлий Леопольдович Кёниг являл собой тот тип российского предпринимателя, который, помимо деловой хватки, отличался широтой души и благородством помыслов. Это проявилось в его благотворительной деятельности, основанной на стремлении помочь людям, облегчить страдания бедствующих и раненых. Созданные им лазареты определили использование особняка в Петрограде и имения в Харьковской губернии в целях здравоохранения – после революции и Гражданской войны в них разместились санатории.

1927 – 1938 гг. САНАТОРИЙ

Советская власть превратила множество дворцов и особняков в здравницы и дома отдыха. Высокий уровень заболеваемости туберкулёзом, тифом, холерой и другими болезнями обусловил основную задачу советской медицины – «не только лечение заболевших, но и по возможности предупреждение развития заболеваний» [13].

Особое внимание уделялось туберкулёзу, как социально опасному заболеванию, широко распространённому во всех слоях общества – среди рабочих, крестьян, военных. 25 октября 1918 г. в Наркомздраве РСФСР была учреждена секция борьбы с туберкулёзом, которая поставила перед собой задачи как борьбы с самой болезнью, так и профилактической работы. 30 ноября 1918 г. был создан первый советский институт туберкулёза. С 1923 г. стал издаваться журнал «Вопросы туберкулёза». Была развёрнута целая сеть диспансеров и санаториев для больных [14].

Государственный подход к здравоохранению гарантировал каждому бесплатную медицинскую помощь, которая финансировалась за счёт средств социального страхования. В Ленинграде органом социального страхования являлась Ленинградская областная касса социального страхования (соцстрах), в ведении которой находились в том числе санатории [15, 16]. Один из санаториев соцстраха, а именно ночной санаторий (без отдельного названия), был организован в 1927 г. в особняке Кёнигов, после революции получившем новый адрес – набережная Фокина, дом 7. Санаторий открылся 17 января 1927 г. [17].

Из справочника «Весь Ленинград» можно узнать, что заведовали ночным санаторием в 1928 г. П. Н. Зуев [18], в 1929 г. – И. М. Филиппов [19], с 1930 г. – Н. Н. Гертель [20]. Санаторий был рассчитан на 120 коек, продолжительность лечения составляла 5 недель [21].

Сведения о том, что по этому адресу располагался именно ночной санаторий, подтверждаются несколькими источниками. Так, в путеводителе по Ленинграду за 1933 г. сказано, что «в доме № 26 по проспекту К. Маркса (вход с набережной Фокина, д. № 7), в б. особняке сахарозаводчика Кёнига, в 1927 году открыт ночной туберкулёзный санаторий соцстраха» [22]. Эта информация указана в изданиях справочника «Весь Ленинград» за 1928 – 1933 гг. в разделе «Санатории»: по адресу

наб. Фокина, д. 7 была расположена «Ночная тубсанатория» [18 – 21].

Что касается санатория «Страховик» (который, согласно [1 – 4], считался размещённым в особняке Кёнигов), то в этом же справочнике он указывается с адресом в Ораниенбауме. Архитектурный сайт Петербурга, а также ряд других подтверждают нахождение «Страховика» в усадьбе Санс-Эннуи в Ораниенбауме [23 – 25].

Помимо печатных источников, имеются и фотодокументы, свидетельствующие о том, что в особняке Кёнигов находилась именно ночной санаторий.

Так, на обороте одной из фотокарточек 1930-х гг. из коллекции Н. П. Шмита-Фогелевича с изображением интерьеров особняка, хранящихся сейчас в ГМЗ «Петергоф», имеется подпись: «Ночной санаторий в б. особняке Кёнига. Пр. К. Маркса».

В фондах Центрального государственного архива кинофотофонодокументов Санкт-Петербурга (ЦГАКФФД СПб.) были найдены фотографии интерьеров и фасада особняка Кёнигов, аннотированные как «Ночной диспансер соцстраха (бывший особняк Кёнига)», 1927 г. [26], «Ночной санаторий Выборгского района», 1932 г. [27], «Ночной туберкулёзный диспансер Выборгского района», 1930-е гг. [28]. В том, что лечебное заведение названо то санаторием, то диспансером, нет противоречия: дело в том, что ночные санатории являлись вспомогательными учреждениями при диспансерах [29].

При этом в одном из помещений особняка сохранилось зеркало с инвентарными бирками, на одной из которых указано «Губ. касса соц. страх.», а на другой – «Санатория Страховик» (рисунок 8).

Однако эти бирки, на наш взгляд, не опровергают приведённые выше многочисленные документальные доказательства. Известно, что при комплектовании помещений особняка в целях приспособления его под санаторий соцстраха выделял имеющийся в его распоряжении мебель и инвентарь, распределённые в прошлом в другие сана-



Рисунок 8 – Инвентарные бирки на сохранившемся зеркале

торные учреждения [30]. Вероятнее всего, именно на основании этих бирок и был сделан вывод о том, что в особняке находился санаторий «Страховик». Эта информация впервые приводится в источниках [1, 2], а другие источники [3, 4] просто ссылаются на неё.

Проведённый анализ позволяет утверждать, что в особняке Кёнигов располагался ночной санаторий туберкулёзного профиля, а не желудочно-кишечный санаторий «Страховик», как считалось ранее.

Сегодня такой формы организации санаторного отдыха, как ночной санаторий, не существует, поэтому вкратце расскажем о его особенностях. Как ясно из названия, ночной санаторий предполагал пребывание в нём только в ночной период после рабочего дня. Распорядок дня был следующим. С 17 часов начинался приём пациентов. Рабочий принимал душ, переодевался в санаторную одежду и проходил к медсестре для осмотра и замера температуры. В 18:30 был обед (из трёх блюд), после чего пациенты спали до 20:30 при открытых окнах в спальнях или, если позволяла погода, в специальных шезлонгах на улице. Время после сна было посвящено чтению, играм в шашки и шахматы, концертам, лекциям.

В 22 часа был ужин, после которого по назначению проводились медицинские процедуры. Отход ко сну был в 23:15. Утром после завтрака с понедельника по субботу пациенты переодевались в свою одежду и шли на работу, а вечером вновь возвращались в санаторий. Воскресенье пациенты проводили дома, с семьёй [31 – 33].

Смысл ночных санаториев был в том, чтобы обучить рабочих навыкам гигиены (многие и на работе, и дома неделями носили одну и ту же грязную рабочую одежду), правильного питания, организации быта (постоянное проветривание и уборка) и режима дня [34]. На состояние больных туберкулёзом, не имевших возможности полноценно питаться и отдыхать в домашних условиях, такое лечение оказывало благоприятное воздействие.

Обнаруженные в ЦГАКФФД СПб. фотодокументы (рисунки 9 – 12) позволяют не только увидеть, как было организовано размещение отдыхающих в ночном санатории в бывшем особняке Кёнигов, но заметить несколько любопытных деталей. Эти фотографии публикуются впервые.

На рисунках 9 – 10 видно, что под спальни был приспособлен Зеркальный зал и соседний с ним зал, занятый сейчас биб-



Рисунок 9 – Вид спальни [26]



Рисунок 10 – Вид столовой [26]

лиотекой, а под столовую – зал с камином на первом этаже, где сейчас располагается музей завода «Двигатель». Обращает на себя внимание бронзовая люстра, которая на фотографиях 1949 г. находится в Большом зале [35], а также почти зеркальный блеск стальных панелей красного дерева, ныне потускневших от времени.

В зимнем саду (рисунки 11 – 12) была организована комната отдыха, для чего её оборудовали мебелью. На этих снимках

интересны детали декора, не сохранившиеся до наших дней: каминная решётка, ажурные заполнения проёмов мраморного парапета, разделяющего зимний сад на две части, и его навершия. Для сравнения приводим архивную фотографию зимнего сада 1949 г. (рисунок 13).

Санаторий просуществовал до 1938 г., но медицинская история особняка на том не закончилась.



Рисунки 11 – 12 – Отдыхающие в комнате отдыха [26]



Рисунок 13 – Зимний сад (архивная фотография 1949 г.)

1938 – 2006 гг. МЕДСАНЧАСТЬ

В 1938 году особняк был передан заводу «Двигатель», который к тому времени уже занимал всю территорию бывшего Сахарного завода. В нём расположились общественные организации и заводской здравпункт [2], который в административном отношении был подчинён поликлинике № 13.

В начале Великой Отечественной войны в Зеркальном зале особняка была устроена заводская столовая, а в двух других залах оборудовали госпиталь для раненых красноармейцев (хотя в течение войны раненые не поступили) [1].

После войны Государственной штабной комиссией при Совете министров СССР было принято решение № 17-5044 от 06.10.1949 г. об организации самостоятельных амбулаторий на промышленных предприятиях. Согласно архивной справке, в соответствии с приказом Выборгского райздравотдела № 189 от 01.12.1949 г и решением Ленгорисполкома от 22.11.1949 г. здравпункт был реорганизован в амбулаторию. Главным врачом была назначена Софья Ефимовна Мороз. Штаб амбулатории составлял 17 человек, она занимала помещения на втором этаже северной части особняка площадью около 400 кв. м.

В 1968 г. амбулатория завода «Двигатель» была переименована в Медико-санитарную часть № 23 (МСЧ-23). С 1961 г. МСЧ-23 обслуживала сотрудников не только завода «Двигатель», но и ЦНИИ «Гидроприбор», а это несколько тысяч человек. Кроме того, в медсанчасти проходили лечение ветераны производства.

В МСЧ-23 были оборудованы кабинет физиотерапии, рентген-кабинет и небольшая лаборатория. Приём вели цеховые (участковые) врачи-терапевты и врачи-специалисты: невропатолог, хирург, офтальмолог, отоларинголог, гинеколог, стоматолог. Медсанчасть располагала собственной регистратурой и аптечным пунктом.

Задачами медсанчасти являлось ока-

зание квалифицированной медицинской помощи, проведение предварительных и периодических медосмотров, диспансеризация, учёт профзаболеваний и травм, экспертиза временной нетрудоспособности, проведение противоэпидемических и санитарно-профилактических мероприятий [36].

В разные годы главными врачами МСЧ-23 были Александр Викторович Степанов, Юрий Павлович Евдокимов, Андрей Борисович Сениченков.

Сотрудники старшего поколения помнят цеховых врачей-терапевтов Нелли Петровну Нестерову, Миру Борисовну Шалито, к.м.н. Леонида Николаевича Шейпака, Полину Яковлевну Шиф, Татьяну Альбертовну Лунину, Нонну Матвеевну Штеренберг.

Нельзя также не упомянуть заведующую здравпунктом Татьяну Георгиевну Даниленкову и медсестёр Лилию Ивановну Савельеву, Нину Михайловну Фоменкову, Елену Александровну Кочетыгову, Лидию Елисеевну Каткову, Ирину Ивановну Соловьёву, Людмилу Анатольевну Иванову, Веру Алексеевну Самоховец, Раису Сагитовну Богданову (которая работает до сих пор).

В МСЧ-23 работали замечательные специалисты: отоларинголог Михаил Григорьевич Тайц, офтальмолог к.м.н. Леонид Матвеевич Бакин, стоматологи Нина Фёдоровна Титова и Тамара Петровна Ушакова, гинеколог Устина Васильевна Баранникова. Отдельно отметим хирурга Евгения Викторовича Лесникова и судового врача Михаила Александровича Смирнова – ветеранов Великой Отечественной войны (рисунок 14) [37].

До 2003 г. медсанчасть, как государственное учреждение, финансировалось из городского бюджета. В связи с реформированием системы здравоохранения с начала 2003 г. финансирование было прекращено, и эту задачу взяли на себя завод «Двигатель» и ФГУП «Гидроприбор», заключив с МСЧ-23 договоры на медобслуживание

до 1 января 2006 г. Однако возникли новые сложности юридического характера, связанные с оформлением лицензии в соответствии с новыми требованиями. В отсутствие лицензии договоры на медобслуживание не были продлены. Главные врачи медсанчастей предприятий Выборгского района неоднократно обращались в различные инстанции с просьбой сохранить медицинские учреждения, но эти обращения оставались без ответа. В начале 2006 г. МСЧ-23 прекратила своё существование. Медобслуживание сотрудников «Гидроприбора» было переведено в систему ДМС, на проведение медосмотров и оказание первичной медицинской помощи был заключён договор с МСЧ соседнего предприятия. На нашем предприятии остался только медпункт.

Сегодня большая часть помещений медсанчасти пустует. Неясно, каким образом планируется дальнейшее их использование, будут ли они реставрироваться. Подчеркнём, что помещениям медсанчасти

требуется не косметический ремонт, а полноценная реставрация.

Несмотря на то что отделка этих помещений была приведена в соответствие с санитарными требованиями, предъявляемыми к медицинским учреждениям, сохранились некоторые элементы декора начала XX века: мраморный камин, двери из ценных пород дерева, лепные розетки на потолках, изумительная по красоте настенная и напольная плитка (рисунки 15 – 17). Можно только представить, как выглядели эти помещения с такой богатой и при этом изящной отделкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Медицинская история особняка Кёнигов охватывает уже более столетия. Её изучение позволило открыть новые страницы в истории особняка и его владельцев, уточнить некоторые данные, обнаружить неизвестные ранее фотографии, увидеть скрытые за временными наслоениями дета-



Рисунок 14 – Е. В. Лесников (слева), М. А. Смирнов (справа)



Рисунок 15 – Дверь красного дерева и мраморный камин



Рисунок 16 – Потолочные розетки



Рисунок 17 – Фрагменты настенной плитки

ли интерьеров. Традиции заботы о здоровье людей, заложенные в 1914 г. в лазарете для раненых, нашли своё продолжение в санатории для больных, а затем в медсанчасти (сегодня – в медпункте) для работников завода и института. Эти традиции продолжают жить и в социально ориентированной политике современного предприятия.

Хочется надеяться, что новые данные окажутся востребованными при проведении реставрационных работ в особняке,

которые, без сомнения, должны затронуть не только парадные залы, но и другие, не столь пышно декорированные помещения, оригинальность отделки которых заслуживает сохранения.

Возможно, сведения, полученные в нашем исследовании, поспособствуют новым открытиям. Кто знает, какие ещё тайны хранит в себе расположенный на территории ГНЦ РФ «Гидроприбор» старинный особняк?

ЛИТЕРАТУРА

1. Пимченков, С. Я. История завода «Старый Лесснер» – «Двигатель» / С. Я. Пимченков. – СПб.: ДЕАН+АДИА-М, 1996. – 118 с.
2. Пимченков, С. Я. Люди и судьбы: По страницам истории объединения / С. Я. Пимченков. – Л., 1989. – 129 с.
3. Акт по результатам государственной историко-культурной экспертизы проектной документации на проведение работ по сохранению выявленного объекта культурного наследия «Особняк и контора завода Кёнигов со служебным флигелем» // Официальный сайт КГИОП: [сайт]. – URL: <http://kgiop.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2016/02/05/6849.pdf> (дата обращения: 23.11.2020).
4. Особняк и контора завода Кёнигов – Завод «Двигатель». – Текст: электронный // Архитектурный сайт Санкт-Петербурга: [сайт]. – URL: <https://www.citywalls.ru/house26780.html> (дата обращения: 23.11.2020).
5. Гладких, П. В. Медицинская служба русской армии в Первой мировой войне 1914 – 1917 гг. / П. В. Гладких // Военно-историческое наследие первой мировой войны в Республике Беларусь и Российской Федерации: Проблемы изучения, сохранения и использования: Сб. науч. ст. – Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2016. – С. 38-73.
6. Первая мировая война 1914 – 1918. Информационный портал: [сайт]. – URL: <https://www.gwar.mil.ru> (дата обращения: 16.02.2021)
7. Иллюстрированное приложение к газете «Новое время». – 26 сентября (9 октября) 1915 г. – № 14205.
8. Большая медицинская энциклопедия / Под ред. Б.В. Петровского. – 3-е изд. – Т. 27. – М.: Советская энциклопедия, 1986.
9. Вячеслав Вячеславович Срезневский – младший сын Вячеслава Измайловича Срезневского. – Текст: электронный. – URL: <https://pandia.ru/text/80/573/26699.php> (дата обращения: 19.02.2021).
10. О лазаретах, раненых, беженцах и Юлиусе Кёниге. – Текст: электронный. – URL: <https://nakipelo.ua/o-lazaretah-ranenyh-bezhencah-i-juliuse-kenige/>
11. Расходы лазарета Красного Креста имени е. и. в. гос. имп. Александры Фёдоровны при Петроградском рафинадном заводе Л. Е. Кёниг – наследники и сведения о расходах за счёт Ю. Л. Кёнига в его Тростянецком имении в связи с войною // ЦГИА СПб. – Ф. 1302. – Оп. 1. – Д. 816.
12. Военная летопись. – 30.08.1916. – № 315.
13. Семашко, Н. А. Здравоохранение в Советском Союзе / Н. А. Семашко // Власть Советов за десять лет. 1917 – 1927: Сборник статей. – Л.: Красная газета, 1927. – С. 133-152.
14. Скачкова, Е. И. Организация противотуберкулёзной помощи в России / Е. И. Скачкова, О. Б. Нечаева, В. В. Пунга. – Текст: электронный // Социальные аспекты здоровья населения: Электронный научный журнал. – 2008. – № 2, Т. 6. – URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/66/30/> (дата обращения: 16.02.2021).
15. Социальное страхование по городу Ленинграду за 1926 – 1927 гг. – Л.: Ленинградская областная касса социального страхования, 1927. – 23 с.
16. Памятка беседчика по социальному страхованию. Санаторно-курортная помощь застрахованным. – Л.: Ленинградская областная касса социального страхования, 1929. – 7 с.
17. Переписка с туберкулёзными санаториями, диспансерами и институтами о мероприятиях по борьбе с туберкулёзом // ЦГА СПб. – Ф. 4301. – Оп. 1. – Д. 3126. – Л. 48.
18. Весь Ленинград. – Л.: Орготдел Леноблисполкома и Ленсовета, 1928. – 1523 с.
19. Весь Ленинград. – Л.: Орготдел Леноблисполкома и Ленсовета, 1929. – 1262 с.
20. Весь Ленинград. – Л.: Орготдел Леноблисполкома и Ленсовета, 1930. – 1262 с.
21. Весь Ленинград. – Л.: Изд-во Леноблисполкома и Ленсовета, 1933. – 1172 с.

22. Ленинград: Путеводитель. Т. 2: Прогулки по городу, музеи, научные учреждения, справочник. – М.-Л.: ОГИЗ; Соцэкгиз, 1933. – 634 с.
23. Усадьба Санс-Эннуи. Дворец – 37-й военно-морской госпиталь. – Текст: электронный // Архитектурный сайт Санкт-Петербурга: [сайт]. – URL: <https://www.citywalls.ru/house20694.html> (дата обращения: 24.02.2021).
24. Парк Санс-Эннуи. – Текст: электронный // Адреса Петербурга: [сайт]. – URL: <https://adresaspb.ru/category/inventory/gardensparks/park-sans-ennui/> (дата обращения: 24.02.2021).
25. Л. Ваневский. О современных мерзавцах и архаичных героях. – Текст: электронный // Петербургские прогулки: [сайт]. – URL: <https://blog.excurspb.ru/petersburg/item/183-o-sovremennykh-merzavtsakh-i-arkhaichnykh-geroeyakh> (дата обращения: 24.02.2021).
26. Ночной диспансер соцстраха (бывший особняк Кёнига): [фотографии] / С. А. Магазинер. – Изображение (неподвижное; двухмерное): непосредственное // ЦГАКФФД СПб. – Тр 12067-12076.
27. Ночной санаторий Выборгского района: [фотографии]. – Изображение (неподвижное; двухмерное): непосредственное // ЦГАКФФД СПб. – Бр 7831, 7832.
28. Ночной туберкулёзный диспансер Выборгского района: Главный фасад диспансера [фотография] / А. Штейнгардт. – Изображение (неподвижное; двухмерное): непосредственное // ЦГАКФФД СПб. – Бр 1830.
29. Здравоохранение в Ленинграде и губернии: К докладу заведующего Ленинградским губздравотделом на пленуме Ленинградского Совета 29 июля 1927 г. – Л.: Издание Ленинградского медицинского журнала, 1927. – 100 с.
30. Протоколы, докладные записки, отчёты и другие материалы о работе ночных санаториев // ЦГА СПб. – Ф. 4301. – Оп. 1. – Д. 2732. – Л. 25.
31. Дрейзеншток, С. П. Из опыта работы ночного санатория в Ленинграде // Ленинградский медицинский журнал. – 1926. – № 1. – С. 73-81.
32. Данскер, Л. М. Из опыта работы ночных санаториев в Ленинграде // Ленинградский медицинский журнал. – 1926. – № 2. – С. 63-75.
33. Карпов, В. Ночная туберкулёзная рабочая санатория «Первого мая» // Гигиена и здоровье рабочей семьи. – 1924. – № 1. – С. 14.
34. Протоколы заседаний Губернской и районных касс социального страхования // ЦГА СПб. – Ф. 4301. – Оп. 1. – Д. 3265. – Л. 6.
35. Историю храним: особняк Кёнигов на территории ГНЦ РФ «Гидроприбор» / В. В. Патрушев, А. К. Филимонов, А. Е. Шаповалова [и др.] // Подводное морское оружие. – 2021. – Вып. 1(55). – С. 66-71.
36. Приказ Минздрава СССР от 3 января 1978 г. № 12 «О состоянии и мерах по дальнейшему улучшению медицинской помощи трудящимся промышленности, строительства и транспорта».
37. Книга памяти и славы. Бессмертный батальон. – СПб.: Издательство «Премиум Пресс», 2020. – 336 с.

УДК 910.4:93/94

канд. воен. н. А. А. РЕПИН, канд. воен. н. В. А. СУДАРЧИКОВ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ РУССКОГО СЕВЕРА А. В. КОЛЧАК

В статье раскрывается личность А. В. Колчака как полярного исследователя, внёсшего существенный вклад в освоение русской Арктики.

Интерес к личности Александра Колчака (рисунок 1) не иссякает. Про его политическую и военную деятельность написано много статей, книг, сняты фильмы, устанавливаются памятники. Доподлинно известно, что в неполные тридцать лет Колчак первым в России получил за вклад в исследование Севера почётную приставку к своей фамилии – Полярный. Это говорит о том, что жизнь адмирала не ограничивалась борьбой с большевиками, а его фигура не очерчивалась понятиями «белогвардеец» и «враг», как внушали советскому человеку. Мало кто знает о том, что он стажировался у Фритьофа Нансена, увлекался гидрологией и океанографией, занимался полярными исследованиями. Многие годы широкой публике практически ничего не было известно о Колчаке-исследователе, учёном и моряке. В этой статье мы расскажем о Колчаке как учёном,

своими исследованиями внёсшим большой вклад в науку.

Александр Васильевич Колчак родился 4 ноября 1874 г. в семье дворянина – офицера морской артиллерии. Его отец, Василий Иванович Колчак, прошёл большой жизненный путь. Юношей он принял участие в Крымской войне, держал оборону на знаменитом Малаховом кургане, был ранен и взят в плен французами. После возвращения на родину закончил институт горных инженеров, работал на Златоустовском заводе на Урале, затем на Обуховском сталелитейном заводе под Петербургом приёмщиком от военного ведомства. В. И. Колчак был крупным специалистом в области артиллерии, опубликовал ряд научных трудов, включая исторические очерки о событиях Крымской войны.

Мать А. В. Колчака, Ольга Ильинична, происходила из дворянской семьи По-



Рисунок 1 – Колчак – полярный исследователь

соховых. Её отец был последним одесским городским головой и был расстрелян в 1920 г. О. И. Колчак умерла довольно рано, когда её сыну было 20 лет. Кроме Александра, в семье было две дочери, младшая из которых умерла в детстве.

Александр Колчак начал своё образование в 6-й Петербургской классической гимназии, где пробыл до 3-го класса, а с 1888 г. обучался в Морском кадетском корпусе. В выборе будущей профессии сказались семейная традиция: не только его отец, но и дяди (братья отца) Пётр и Александр были морскими артиллеристами. Первый из них был капитаном 1-го ранга, второй – генерал-майором. Родственник Александра Колчака по матери, Сергей Александрович Посохов, был контр-адмиралом, брат Посохова Андрей – пехотным генерал-майором [1].

В 1892 г. Александр Колчак производится в младшие унтер-офицеры, а за год до выпуска назначается, как лучший по наукам и поведению, фельдфебелем младшей роты морских кадет. Один из кадет этой роты, в дальнейшем друг, сподвижник и первый биограф Колчака, контр-адмирал Михаил Иванович Смирнов, о том времени вспоминал: «Колчак, молодой человек невысокого роста с сосредоточенным взглядом живых и выразительных глаз, глубоким грудным голосом, образностью прекрасной русской речи, серьёзностью мыслей и поступков внушал нам, мальчикам, глубокое к себе уважение. Мы чувствовали в нём моральную силу, которой невозможно не повиноваться, чувствовали, что это тот человек, за которым надо беспрекословно следовать. Ни один офицер-воспитатель, ни один преподаватель корпуса не внушал нам такого чувства превосходства, как гардемарин Колчак. В нём был виден будущий вождь» [1].

Колчак окончил корпус и высочайшим приказом по флоту 15 сентября 1894 г. был произведён в первый офицерский чин мичмана. Ему было 19 лет. За отличные успехи Колчаку была присуж-

дена премия П. И. Рикорда (адмирала, командовавшего эскадрой во время русско-турецкой войны 1828-1829 гг., и, кроме того, мореплавателя, учёного, члена-корреспондента Петербургской академии наук) с вручением 300 рублей.

Весной 1895 г. Колчак получил назначение на только что спущенный на воду крейсер 1-го ранга «Рюрик» в качестве помощника вахтенного начальника. На этом крейсере он ушёл в плавание на Дальний Восток. В конце 1896 г. был переведен на клипер «Крейсер» в качестве вахтенного начальника и на протяжении нескольких лет совершал плавания в водах Тихого океана. В служебном порядке он вёл работы по океанографии и гидрологии. Колчак всё больше утверждает в намерении участвовать в экспедициях, заняться океанографией. И в этом направлении он уже тогда сделал первые серьёзные шаги: в 1899 г. опубликовал статью «Наблюдения над поверхностными температурами и удельными весами морской воды, произведённые на крейсерах «Рюрик» и «Крейсер» с мая 1897 г. по март 1898 г.». Она вышла на страницах «Записок по гидрографии», издаваемых Главным гидрографическим управлением [1].

Командир «Крейсера» Г. Ф. Цывинский позднее писал: «Одним из вахтенных учителей был мичман А. В. Колчак. Это был необычайно способный и талантливый офицер, обладал редкой памятью, владел прекрасно тремя европейскими языками, знал хорошо лоции всех морей, знал историю всех почти европейских флотов и морских сражений» [1]. Товарищи Колчака по плаваниям отмечали, что он находил время на изучение древних индийской и китайской философий. Культура Востока будет привлекать его и позднее, когда в 1917-1918 гг. он окажется в Японии и Китае. Чтобы читать произведения китайских мыслителей в подлиннике, он изучает китайский язык.

По прибытии в 1899 г. в Кронштадт Колчак отправился к вице-адмиралу С. О. Макарову, готовившемуся к плава-

нию на ледоколе «Ермак» в Северный Ледовитый океан. «Я просил, – вспоминал Колчак, – взять меня с собой, но по служебным обстоятельствам он не мог этого сделать, и «Ермак» ушёл без меня. Тогда я решил снова идти на Дальний Восток, полагая, что, может быть, мне удастся попасть в какую-нибудь экспедицию, – меня очень интересовала северная часть Тихого океана в гидрологическом отношении. Я хотел попасть на какое-нибудь судно, которое уходит для охраны котикового промысла на Командорские острова к Беринговому морю, на Камчатку. С адмиралом Макаровым я очень близко познакомился в эти дни, так как он сам много работал по океанографии». Интересно отметить, что в автобиографии Колчак говорил о своих более ранних мечтах: «Ещё будучи в корпусе, и во время плавания на Восток, я интересовался океанографическими исследованиями в полярной области. Моим всегдашним желанием было снарядить экспедицию для продолжения работ в Южном Ледовитом океане, начатых нашими знаменитыми адмиралами Беллинсгаузеном и Лазаревым» [1]. Видимо, под влиянием С. О. Макарова интерес Колчака позднее был переориентирован на Север, к рубежам Российской империи.



Рисунок 2 – Э. В. Толль в своей каюте на «Заре»

В 1900 г. (во многом благодаря научным работам, которые стали известны среди специалистов) ему наконец удалось стать членом Русской полярной экспедиции. Возглавил ее геолог и зоолог барон Эдуард Васильевич Толль (рисунок 2), мечтавший найти Арктиду, или Землю Санникова, – тёплый и плодородный континент в Северном Ледовитом океане, куда, по мнению некоторых исследователей, направляются зимой летящие на север птицы. Арктиду так и не нашли, но эта мечта десятки лет подогревала интерес исследователей и путешественников к ледяным морям. (Позже было установлено, что перелётные птицы просто держат путь в сторону Аляски и Канады. А земля, некогда виденная Санниковым, существовала, но попросту растаяла, ведь она была сложена ископаемым льдом. На Севере такое порой происходит: из одиннадцати островов Новосибирского архипелага, зарегистрированных в 1815 г., сейчас осталось только семь. Остальные постепенно исчезли.)

В 1900 г. на Полярную экспедицию барона Толля, известного полярного исследователя и геолога, было выделено 240 тысяч рублей, четверть из которых пошли на покупку и переоборудование китобойной норвежской шхуны, которую на-

звали «Заря». Знаменитая Русская полярная экспедиция на баркентине «Заря» была первым академическим предприятием России в водах Ледовитого океана, совершённым на собственном судне. Таким образом, «Заря» была предшественницей научно-исследовательских судов Академии наук. «Заря» вышла из Петербурга в июне 1900 г., обогнула Европу, прошла Баренцевым и Карским морями, зимовала у западного Таймыра. В сентябре 1901 г. члены экспедиции предпри-

няли попытку обнаружить «Землю Санникова» в море Лаптевых, вторую зиму они провели у острова Котельный (рисунок 3).

На протяжении всей экспедиции Колчак делал гидролого-зоологические пробы воды вместе с зоологом Алексеем Бялыницким-Бирулей уточнял показания карт, составленных выдающимся полярным исследователем Нансеном (к которому ездил учиться в Норвегию перед отплытием), измерял глубины (рисунок 4).



Рисунок 3 – Участники экспедиции на борту шхуны «Заря». А. В. Колчак – третий слева в верхнем ряду

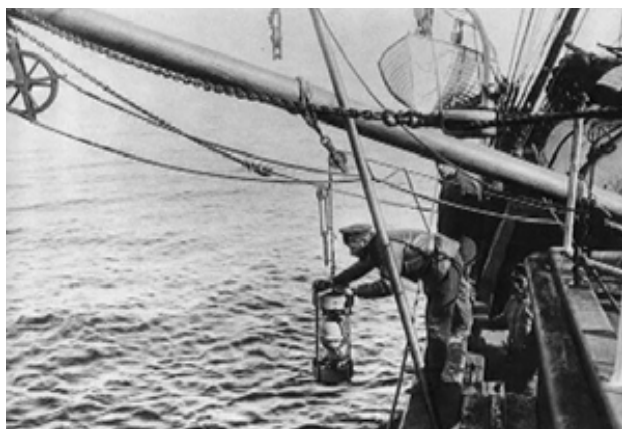


Рисунок 4 – Гидролог экспедиции лейтенант А. В. Колчак за работой

Лейтенант Колчак также заведовал Гидрологическими исследованиями: он брал пробы воды, осуществлял магнитные наблюдения, составлял подробное описание берегов и островов Ледовитого океана, изучал состояние и развитие морских льдов. Во время зимовки на Таймыре Колчак составил карту рейда «Зари» и сделал топосъёмку вокруг места стоянки судна [2].

С экспедицией Толля он обследовал

самую труднодоступную точку Арктики – восточный край полуострова Таймыр. Толль изучал сухопутную часть, а Колчак изучал океанскую часть, и он был одним из первых океанологов, который вёл фундаментальные исследования и арктического побережья, и островов, и погодных условий (рисунки 5, 6). По мнению современных учёных, его исследования не потеряли значения и сегодня [3].



Рисунок 5 – Группа А. В. Колчака выступает со шхуны «Заря» в поход



Рисунок 6 – Александр Васильевич Колчак на зимовке у полуострова Таймыр. 1900–1901 гг.

В результате экспедиции были описаны виды льдов, впервые проведены систематические промеры глубин, уточнены карты и описана флора и фауна Северного побережья Сибири и Новосибирских островов.

Участниками этого похода удалось исправить неточности, которые присутствовали на карте Нансена и старых географических картах Великой Северной экспедиции, описывавшей эти берега. За обстоятельное обследование географических объектов и морских вод в районе Карского моря Эдуард Толль назвал именем своего верного соратника Александра Колчака один из открытых экспедицией островов в Таймырском заливе (рисунок 7) [2]. Кстати, по недосмотру советской власти остров Колчака на карте Советского Союза просуществовал до 1937 г. Потом его переименовали в честь другого участника экс-



Рисунок 7 – Остров Колчака

педиции – Степана Расторгуева, которому барон ранее «подарил» другой остров. Так в Карском море почти 60 лет сосуществовали два острова Расторгуева. Имя Колчака вернулось в Арктику лишь в 2005 г. [4]

Плавание «Зари» в 1901 г. продолжалось 25 суток, из которых ходовых было лишь 15. В очередной раз затёртая льдами недалеко от берега, «Заря» была превращена в геофизическую и метеорологическую станцию, возобновились научные исследования.

В результате Толль понял, что ждать больше нельзя. Запасы угля на шхуне стремительно таяли, а море по-прежнему было сковано льдом. И тогда барон решил идти к Земле Санникова на лыжах, не дожидаясь, когда это позволят льды и погода. В июне 1902 г. Толль оставил «Зарю» и ушел с тремя спутниками на нартах по льду к острову Беннета, откуда уже никто не вернулся. После трёх неудачных попыток пробиться к острову Беннета «Заря» была вынуждена уйти в Тикси – в соответствии с приказом, который Толль оставил командир судна. Искалеченная льдами «Заря» еле достигла устья Лены и была оставлена в районе бухты Тикси практически без угля. Колчак в декабре наземным путем через Сибирь возвратился в Петербург.

Русской полярной экспедиции

не удалось достичь главной цели – найти таинственную землю Санникова. Но научно-практические результаты смелого предприятия барона Толля оказались очень важными. Русская экспедиция положила начало комплексному исследованию арктических морей и побережья. Предыдущие экспедиции под руководством Нансена и Норденшельда не вели в арктических водах промеров глубин, и составленные ими карты берегов и островов были лишь приблизительными. По результатам работ экспедиции Толля была составлена геологическая карта полуострова Таймыр и островов. Краткий физико-географический и биологический очерк северного побережья Сибири, содержащий сведения о климате, гидрографии, геологии, животном и растительном мире Таймыра и Новосибирских островов, не потерял актуальности для поколений исследователей, осваивающих Арктику.

В столице по инициативе Колчака сразу стали разрабатывать планы спасательной экспедиции. Предложение идти к острову Беннета на «Заре», снабдив судно углём, отвергли: корабль мог застрять во льдах. Отправить в район Новосибирских островов ледокол «Ермак» также оказалось нереально – из-за слишком большой осадки. И тогда Александр Колчак предложил

отправиться на Новосибирские острова по льду на санях, а оттуда к острову Беннета на вельботе (китовой лодке), заявив: «Если прошёл [американский полярный исследователь] Де-Лонг, пройдем и мы!». Альтернативы не было, и молодому Колчаку была предоставлена свобода действий, хотя многие считали, что это полное безумие [2].

5 мая 1903 г. Колчак выступил с материка в направлении Новосибирских островов, имея своей конечной целью остров Беннета. Общая численность экспедиции, считая самого начальника, составляла 17 человек. Экспедицию сопровождали 10 нарт с продуктами, одеждой и боеприпасами, каждую из которых тащили 13 собак. Вельбот был погружен на две нарты, которые тащили 30 собак.

На пути попадались огромные торопы, в которых приходилось прорубать дорогу. Снег и лёд становились рыхлыми, собаки тянули с трудом, несмотря на то, что вся экспедиция шла в лямках и впрягалась наравне с собаками. Шли только ночами, когда подморозивало, проходить удавалось лишь несколько вёрст в сутки.

Первая попытка выйти в море на вельботе была предпринята 10 июля, но, дойдя до мыса Медвежьего, спасатели увидели за собой лёд, плотно сомкнувший все полыньи и трещины и надвинувшийся на берег. Только 18 июля подул сильный ветер, который отогнал лёд, и Колчак распорядился грузить вельбот. Вельботная команда (Колчак с двумя матросами и четырьмя мезенскими поморами) с полторамесячным запасом еды двинулась к Беннету. В этом переходе путешественников сопровождал сплошной снег, превращавшийся в потоки воды и вымачивавший людей сильнее дождя. Много раз приходилось стаскивать вельбот с мелей – то есть лезть в ледяную воду.

В этом экстремальном походе Колчак каким-то непостижимым образом находил время для научных наблюдений. Александр Васильевич обнаружил уникальное явление – существование пресного льда под

слоем морской воды. Объяснение этому открытию он даст позже в своей знаменитой монографии «Лёд Карского и Сибирского морей».

2 августа двинулись морем уже непосредственно к цели похода – острову Беннета (рисунок 8). 4 августа, отыскав узкое песчаное побережье, они наконец вышли на берег острова Беннета и начали поиски следов группы Толля. На острове была найдена бутылка с записками Толля и планом острова.

Взяв с собой двоих человек, Колчак двинулся на другую сторону острова, через два ледника, туда, где была расположена поварня Толля. Переход через второй ледник – за 2-3 км от цели – едва не закончился трагически: перепрыгивая очередную трещину, Колчак не рассчитал прыжок и скрылся под водой. Это купание в ледяной воде потом всю жизнь сказывалось на его здоровье. В поварне Колчак нашел последнюю (от 26 октября 1902 г.) записку руководителя Русской полярной экспедиции в виде отчёта на имя президента Императорской академии наук с кратким описанием острова, списком инструментов и коллекций и запиской об уходе с острова, из которой следовало, что Толль покинул остров с запасом провизии на 14-20 дней, отправившись на юг, в сторону материка [2].

Колчак пробыл на острове трое суток, побывав во всех трёх его концах. Мыс на этом острове он назвал в честь своей невесты Софьи Омировой.

Взяв с собой документы и небольшую часть геологических коллекций, брошенных бароном Толлем при уходе с острова, экспедиция Колчака обследовала все берега Котельного, Земли Бунге, Фаддеевского острова и Новой Сибири. 16 ноября тронулись в путь двумя партиями по ещё не окрепшему льду. Когда 1 декабря пришли в якутское село Казачье, выяснилось, что с осени экспедицию там ожидает какая-то дама, выславшая для путешественников провизию и вино. Это была невеста Колчака Софья Омирова. Морозы в это время



Рисунок 8 – Маршруты Русской полярной экспедиции, похода Э. Толля и спасательной экспедиции А. В. Колчака

здесь доходили до -55°C . Софья Фёдоровна рассказала, что в столице мало надеялись на благоприятный исход экспедиции и даже хотели её вернуть, однако связь с путешественниками к этому времени была уже утеряна [2].

26 января, добравшись до Якутска, Колчак дал телеграмму президенту Академии наук, в которой сообщал, что группа Толля покинула остров Беннета осенью 1902 г. и пропала без вести. Эта телеграмма Колчака была опубликована многими газетами: «Вверенная мне экспедиция с вельботом и всеми грузами пришла на остров Котельный к Михайлову стану 23 мая... Найдя документы барона Толля, я вернулся на Михайлов стан 27 августа. Из документов видно, что барон Толль находился на этом острове с 21 июля по 26 октября прошлого года, когда ушёл со своей партией обратно на юг... По берегам острова не нашли никаких следов, указывающих на возвращение кого-либо из людей партии барона Толля».

Трудно поверить, но семимесячный поход с 90-дневным арктическим санно-шлюпочным переходом завершился без по-

терь. Кроме поиска группы Толля, Колчак открыл и описал неизвестные до того географические объекты, уточнил очертания линии берегов, внёс уточнения в характеристику льдообразования. П. П. Семёнов-Тян-Шанский оценил экспедицию Колчака как «важный географический подвиг».

Написанная Александром Васильевичем по итогам двух полярных экспедиций работа «Лёд Карского и Сибирского морей» (включающая 11 таблиц и 24 фотографии различных форм льда) стала первой научной монографией по гидрологии Северного Ледовитого океана (рисунок 9). В этой работе Колчак дает подробное описание сезонного изменения ледяного покрова, перечисляет все встречающиеся в Арктике разновидности льда, условия, влияющие на формирование и разрушение ледяных масс. Александр Васильевич отмечает, что процессы замерзания, таяния, торосообразования в арктических морях должны быть идентичны, но так как в гидрологическом отношении морская вода различается, в каждой акватории есть свои особенности. Колчак выявил схему движения арктического льда для всего полярного бассейна.

Он первым предположил, что между полюсом и Канадским архипелагом в Северном Ледовитом океане, помимо открытого Нансеном выносного дрейфа льдов, имеет место замкнутый круговорот. Колчак открыл, что арктический ледовый пак (многолетний дрейфующий морской лёд в полярных водах) имеет форму эллипса и вращается по часовой стрелке, причём его «голова» находится у Земли Франца-Иосифа, а «хвост» – у северного побережья Аляски. Александр Васильевич впервые в науке дал физическое объяснение Великой сибирской полыни. А ещё ввёл в научный оборот ряд терминов, которые получили широкое распространение как в отечественной литературе, так и в зарубежной. Один из них – «стамуха». «Ставший на мель торос, – пишет Колчак, – является началом для ещё более мощных нагромождений взломанного льда (который я позволю называть поморским термином «стамухи»), достигающих до 10 и более саженей высоты



Рисунок 9 – Титульный лист первого выпуска трудов Русской полярной экспедиции Императорской академии наук

(21,3 м) над уровнем моря и образующих настоящие ледяные острова» [2]. Важность этой монографии, которую подчёркивает и доктор геолого-минералогических наук, академик РАН и заведующий лабораторией физико-геологических исследований Института океанологии РАН Александр Лисицын, настолько велика, что на неё ссылаются и по сей день [3].

По итогам экспедиции в 1903 г. Александр Васильевич был избран действительным членом Императорского Русского географического общества.

С началом Русско-японской войны Александр Колчак телеграфировал Академии просьбу об отчислении в Морское ведомство и о направлении в район боевых действий. Пока решался вопрос о переводе, Колчак с невестой переехали в Иркутск, где в местном географическом обществе он сделал доклад «О современном положении Русской полярной экспедиции», вызвавшем огромный интерес научной общественности. Затем Колчак отправился в воюющий Порт-Артур.

Там он служил вахтенным начальником на крейсере «Аскольд», артиллерийским офицером на минном заградителе «Амур», командиром эскадренного миноносца «Сердитый». Однако тут его постигла тяжёлая пневмония, начавшаяся еще во времена полярных походов, и он вынужден был перейти из плавсостава на сухопутный фронт, командовать батареей морских орудий в вооружённом секторе Скалистых гор. Общий итог героической обороны Порт-Артура известен: город и крепость были сданы японцам, а их защитники попали в плен.

Лишь через год побывавший в японском плену Александр Колчак, из-за болезни ставший практически инвалидом, через Америку добрался до Санкт-Петербурга. До мая 1906 г. Колчак приводил в порядок и обрабатывал экспедиционные материалы, итогом чего и стала книга «Лёд Карского и Сибирского морей».

В январе 1906 г. он стал одним из

четверых основателей и председателем полуофициального офицерского Санкт-Петербургского морского кружка. Вместе с другими его членами он разработал записку о создании Морского генерального штаба как органа, ведающего специальной подготовкой флота к войне. Уже в 1906 г. офицеры кружка предсказали большую войну с Германией в 1915 г. И оказались правы.

Наука и военно-морское дело были двумя призваниями Колчака. Он преуспевал и в том, и в другом – нарабатывал авторитет как учёный и выступал как военный эксперт в Государственной думе, предлагая свои варианты возрождения и развития



Рисунок 10 – Большая золотая Константиновская медаль

Но память о беспрецедентном полярном подвиге лейтенанта Колчака увековечил в своей книге советской геолог и писатель Владимир Обручев. Его знаменитый роман «Земля Санникова» начинается с описания сделанного на заседании Императорского Русского географического общества доклада об экспедиции, «снаряжённой для поисков пропавшего без вести Толля и его спутников» из уст неназванного «морского офицера, совершившего смелое плавание на вельботе через Ледовитое море с Новосибирских островов на остров Беннета, на который высадился барон Толль, оттуда не вернувшийся» (рисунок 11). Имя докладчика по понятным причинам не называется. Но Обручев написал такой портрет, глядя на который догадливый человек сам без труда мог назвать имя флотского

русского флота.

В 1906 г. Русское географическое общество присудило Колчаку свою высшую награду – Большую Константиновскую золотую медаль «за участие в экспедиции барона Э. В. Толля и за путешествие на остров Беннета». До него этой медали удостоивались лишь трое знаменитых полярных исследователей: иностранцы Ф. Нансен, Н. Норденшельд и русский офицер Н. Д. Юргенс (рисунок 10).

С тех пор Александра Васильевича стали называть Колчак-Полярный. После Гражданской войны об этом, разумеется, приказано было забыть.

офицера «с мужественным и обветренным лицом». И это всего через четыре года после расстрела адмирала [2].

В 1907 г. Главное гидрографическое управление Морского ведомства начало подготовку Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана. Колчак разработал один из проектов этой экспедиции и, конечно, стал одним из её участников: с первых полярных плаваний он думал об открытии Северного морского пути, а эта экспедиция ставила целью как раз исследование возможности прохода из Тихого океана в Атлантический океан.

Основным руководителем Гидрографической экспедиции был гидрограф, геодезист, арктический исследователь Борис Андреевич Вилькицкий (рисунок 12). Колчак также стал одним из руководителей,



Рисунок 11 – Православный крест в честь 100-летия спасательного похода на шлюпках под руководством Колчака на остров Беннета в 1903 году и выгравированная надпись у креста

а кроме этого, он отвечал за подготовку экспедиции и уделил большое внимание кораблям, на которых предстояло отправиться в Арктику. Здесь пригодился весь накопленный прежде опыт: Колчак знал недостатки существовавших судов и предложил усовершенствовать ледоколы. Новая конструкция предполагала раздавливание льда, для чего использовался вес самих кораблей, к тому же стальных, а не деревянных. Вскоре именно эта идея ляжет в основу строительства нового российского ледокольного флота – но имя её автора в советское время упоминаться не будет [5].

В принятом в 1908 г. постановлении Совета министров Российской империи особо обращалось внимание на необходимость «в возможно скором времени связать устья Лены и Колымы с остальными частями нашего Отечества как для оживления этого обширного района Северной Сибири, отрезанного ныне от центра, так и для противодействия экономическому захвату этого края американцами, ежегодно посылающими туда из Аляски свои шхуны для меновой торговли с прибрежным населением». Постановление поддержали депутаты Государственной думы [6].

Для проведения высокоширотной экспедиции по настоянию А. В. Колчака,



Рисунок 12 – Б. А. Вилькицкий

Ф. А. Матисена, А. И. Вилькицкого было принято решение строить стальные корабли. Арктический опыт Колчака и его коллег, изучение недостатков конструкций яхты «Заря» навели их на мысль отказаться от компоновки судна по типу макаровского стального ледокола «Ермак», а строить новые корабли по типу знаменитого нан-

сеновского «Фрама», но из стали. В проекты они заложили принцип «ледодава», по которому потом будет развиваться ледокольный флот [6]. «Я считал необходимым иметь, – рассказывал Колчак потом, – два таких судна, чтобы избежать случайностей, неизбежных в такой экспедиции... Все свободное время я работал над этим проектом, ездил на заводы, разрабатывал с инженерами типы судов».

Конкурс на постройку судов нового типа выиграл Невский судостроительный завод в Петербурге. По чертежам корабельного инженера Р. А. Матросова, который хорошо воспринял и усвоил изложенную ему идею, были заложены два стальных ледокольных парохода «Таймыр» и «Хатанга», сразу же переименованная в «Вайгач», водоизмещением по 1200 тонн каждый.

Под контролем Колчака и Матисена суда были построены и в 1909 г. спущены на воду. «Вайгач» имел длину 54 метра и ширину 11 метров, скорость в 10,5 узлов. Корабли были хорошо оборудованы для проведения комплексных научно-исследовательских и гидрографических работ (рисунок 13) [6].

В мае 1908 г. в чине капитана 2-го ранга Александр Колчак стал командиром спущенного на воду ледокольного транспорта большого радиуса действия «Вайгач», обо-



Рисунок 13 – Плавание ледокольных транспортов «Таймыр» и «Вайгач»

рудованного специально для картографических работ. Весь экипаж экспедиции состоял из военных моряков-добровольцев, на которых возлагались научные обязанности [7].

Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана вышла из Петербурга осенью 1909 г. Поскольку ставилась задача пройти Ледовитый океан с востока на запад, судну предстояло дальнейшее плавание из Санкт-Петербурга во Владивосток обычным 8-месячным обходным путём через Балтийское, Северное, Средиземное, Красное моря, Суэцкий канал, Индийский океан, огибая Юго-Восточную Азию. По пути следования проводились научные наблюдения [6]. Во время первого этапа полярникам ставились задачи по исследованию района Берингова пролива, а основные наблюдения проводились на мысе Дежнёва.

Во время этого плавания Александр Колчак, кроме командования судном, занимался общими научными исследованиями, итогом которых стали полтора десятка крупных научных статей об океанских течениях, а также о флоре и фауне трёх океанов.

Выполнив их, экспедиция вернулась во Владивосток. После зимовки планировалось продолжение работ, но Колчака

вызвали на службу в Морской генштаб. С одной стороны, было разочарование – в подготовку Гидрографической экспедиции он вложил немало сил. С другой – программа развития российского флота, которую продвигал Колчак, получила поддержку на высшем уровне, и перед ним как военным открывались новые горизонты работы.

Экспедиционные работы в следующем году были продолжены без него, но с использованием его идей, под руководством И. С. Сергеева. В 1911-1916 гг. экспедиция изучила наиболее трудный для плавания участок у берегов Таймыра, открыла пролив, названный именем Вилькицкого, архипелаг Земля Императора Николая II (переименована в Северную землю), остров царевича Алексея (Малый Таймыр), остров А. И. Вилькицкого и другие, сделала практические шаги по прокладыванию трассы Северного морского пути. Затем путь от Владивостока до Архангельска был проложен [7]. Основные работы были проведены уже под руководством Б. А. Вилькицкого. Хотя многие материалы экспедиции погибли в 1918 г., оставшаяся их часть использовалась потом при освоении Арктики еще целые десятилетия. Картами и лоциями экспедиции полярники пользовались и в тридцатые годы. С тех пор открытий подобного масштаба в мире не было [8].

Но приближалась Первая мировая война, и Колчак, как патриот России, подаёт рапорт о переводе его на действующий флот. И это несмотря на болезни, полученные в полярных экспедициях, – ревматизм, хроническая пневмония, бронхит. В 1916 г. Колчак становится адмиралом. За героизм, проявленный в войну, он был награжден множеством наград.

Революционные перемены и начавшаяся Гражданская война отразилась и на судьбе адмирала. В ночь на 18 ноября 1918 года в Омске произошёл военный переворот, выдвинувший Колчака на вершину власти: он был провозглашён Верховным Правителем России, Верховным Главнокомандующим вооружённых сил и

на производстве полным адмиралом [7].

5 января 1919 г. он утвердил постановление об учреждении Дирекции маяков и лоции Северного морского пути и Отдельного Обь-Енисейского гидрографического отряда, входивших в состав Морского министерства и отвечавших за изучение и навигационное обеспечение большого участка Северного морского пути. Инициатором создания этих органов выступил видный гидрограф Д. Ф. Котельников (рисунок 14), начавший работу по их организации с осени 1918 г.

Основной задачей новых учреждений было «создать возможность мореплавания Северным морским путём». «Возможность плавания и производства гидрографических работ в Обской и Енисейской губах получается на полтора – два месяца раньше возможности прохода через пролив Новой Земли идущих с запада морских кораблей. За указанный промежуток времени приготовительные работы будут закончены. По окончании выгрузки и загрузки морских кораблей суда Дирекции и Отряда выведут их на простор открытого моря и до конца навигации будут продол-



Рисунок 14 – Полковник Д. Ф. Котельников. Фотография 1914 г.

жать свои работы» [9].

Вскоре стало очевидным, что нужен и некий единый межведомственный орган, ответственный за целый комплекс вопросов, связанных как с изучением, так и с эксплуатацией Северного морского пути. И 25 апреля 1919 г. было утверждено положение о Комитете Северного морского пути «для организации и регулирования экспорта из Сибири сырья и фабрикатов местной промышленности и импорта в Сибирь фабрикатов по Северному морскому пути, а также для проведения в жизнь дальнейших мероприятий по усовершенствованию этого пути» (рисунок 15). Положение было подписано членами Совета министров Российского правительства А. В. Колчака – Г. А. Красновым, Ф. А. Томашевским и Г. Г. Тельбергом.

Первым председателем Комитета стал



Рисунок 15 – Здание Политехнического института в Омске, в котором располагался Комитет Северного морского пути



Рисунок 16 – Генерал-майор В. Л. Попов

известный путешественник по Монголии генерал-майор В. Л. Попов (рисунок 16).

2 мая 1919 г. Попов принял решение срочно командировать Владимира Козьмича Зворыкина, будущего изобретателя телевидения (рисунок 17), в качестве агента комитета в США для организации работ по использованию Северного морского пути в навигационный сезон 1919 г. Владимир Козьмич впоследствии отмечал: «В задачи Комитета входила также подготовка организации экспедиций Северным путём на следующие годы, для чего нужно было пропагандировать этот путь за границей для рассеяния существующего против него предубеждения» [5].

В планах Комитета значились новые исследовательские экспедиции, одна из которых была проведена в 1919 г. в Карском море под руководством старого друга Кол-



Рисунок 17 – Владимир Зворыкин по приезде в США

чака Ф. А. Матисена. В 1919 г. прошла гидрографическая и ботаническая экспедиции В. В. Сажожинова. Институт исследований Сибири, созданный в Томске в январе 1919 г., готовил Обь-Тазовскую экспедицию. В планах было и строительство нового порта в устье Енисея. В 1919 г. Колчак отправляет на Таймыр экспедицию геолога Н. Н. Урванцева, которая официально открыла Норильские медно-никелевые месторождения. Была организована Карская гидрографическая экспедиция речного каравана судов под командованием полковника Д. Ф. Котельникова [5].

Экономический эффект Карской экспедиции оказался не очень большим. Но главное её достижение заключалось не в нём. Несмотря на тяжелейшие условия Гражданской войны (армии, подчинённые Всероссийскому правительству А. В. Колчака, в этот период отступали), экспедициям, отправившимся с запада и с востока, удалось не только практически полностью выполнить свои задачи (как экономические, так и научно-прикладные), но и доказать, что использование Северного морского пути как постоянно действующей транспортной магистрали возможно и полностью экономически оправданно. А в те годы это было очевидно далеко не всем [9].

12 апреля 1920 г. Комитет Северного морского пути стал одним из органов при Сибирском революционном комитете с теми же задачами и функциями, которыми наделил его Колчак. С 20 сентября 1919 г. временно исполняющим обязанности председателя Комитета Северного морского пути был назначен Ф. А. Шольц, оставшийся в этой должности уже и при советской власти. Последний приказ Управления делами Комитета Севморпути датирован 6 марта 1920 г. Таким образом, за короткий период своего существования Комитет проделал большую работу, включая налаживание стабильного товарообмена с европейскими странами, чего ранее не удавалось сделать прежде всего из-за противодействия британского правительства и

части торгово-промышленных кругов.

После падения власти Колчака в народе долгое время ходила частушка: «Мундир английский, погон французский, табак японский, правитель омский», а его идея о Северном морском ходе и развитии территорий в высоких широтах остались на полке истории до лучших времен [10].

История вернулась на круги своя. И Северный морской путь, который, по мнению адмирала, должен был стать основополагающим в развитии арктической части России теперь не просто большая идея, а уже свершившийся факт (рисунок 18) [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

О полярных страницах непростой жизни Колчака широкому читателю известно не много. В опубликованных биографиях Александра Колчака акцент сделан в основном на самые последние, трагические, «революционные» годы его жизни.



Рисунок 18 – Памятник А. В. Колчаку в Иркутске

«Если бы не началась война, он определённо бы стал выдающимся учёным», – писали о командующем Черноморским флотом вице-адмирале Колчаке современники [2]. И ведь действительно, в советские времена было не принято рассказывать об участниках Белого движения в положительном ключе, поэтому о научных достижениях Александра Колчака долгое время

молчали. А ведь его полярные исследования в начале XX века имели огромный вес.

Если бы не было в жизни Александра Колчака трагических страниц последних лет жизни, Александр Колчак остался бы в истории как знаменитый полярный исследователь, первопроходец русской Арктики. Авторы этой статьи считают, что он им остался.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плотников, И. Ф. А. В. Колчак – полярный исследователь / И.Ф. Плотников. – Текст : электронный // ООО «Русская народная линия». – URL: https://ruskline.ru/monitoring_smi/2009/02/09/a_v_kolchak_-_polyarnyj_issledovatel (дата обращения: 05.04.2021)
2. Мачульская, Е. Позабитый Колчак-Полярный. К 120-летию Русской Полярной экспедиции / Е. Мачульская. – Текст : электронный // Издательство «Русская идея». – URL: <https://rusidea.org/250954962> (дата обращения: 05.04.2021)
3. Мищенко, Е. История науки: Колчак-Полярный. Вклад в науку Верховного правителя России / Е. Мищенко. – Текст : электронный // Информационно-сервисный портал, посвященный науке. – URL: <https://indicator.ru/earth-science/istoriya-nauki-kolchak-polyarnyj.htm> (дата обращения: 06.04.2021)
4. Герчиков, О. Полярный Колчак. Легендарный адмирал был известен как исследователь Арктики / О. Герчиков. – Текст : электронный // Еженедельник "Аргументы и Факты" № 46. Рубль в свободном плавании 12/11/2014. – URL: https://aif.ru/society/history/polyarnyy_kolchak_legendarnyy_admiral_byl_izvesten_kak_issledovatel_arktiki (дата обращения: 25.03.2021)
5. Никифорова, А. Ледяная гвардия Полярное наследие адмирала Колчака / А. Никифорова. – Текст : электронный // lenta.ru. – URL: <https://lenta.ru/articles/2016/05/13/arctickolchak/> (дата обращения: 05.04.2021)
6. Дорофеев, В. Арктические экспедиции и зимовки адмирала А.В. Колчака-Полярного / В. Дорофеев. – Текст : электронный // Историко-просветительский журнал «Истории русской провинции». – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5ab78ae1f03173c25f692cdd/arkticheskie-ekspedicii-i-zimovki-admirala-av-kolchakapoljarnogo-5d371891f8a62300ad7189fc> (дата обращения: 06.04.2021)
7. Михайлов, А. Неизвестная Арктика Верховного правителя / А. Михайлов. – Текст : электронный // ООО «Правда.Ру». – URL: <https://naslediepravda.ru/1137496-kolchak/> (дата обращения: 29.03.2021)
8. Плотников, И. Александр Васильевич Колчак / И. Плотников. – Текст : электронный // RBookme книги онлайн. – URL: <https://rbook.me/book/4558932/read/page/23/> (дата обращения: 07.04.2021)
9. Кузнецов, Н. А. 1919-й год: Белое движение в Арктике / Н.А. Кузнецов. – Текст : электронный // Портал GO ARCTIC. – URL: <https://goarctic.ru/work/1919-y-god-beloe-dvizhenie-v-arktike/> (дата обращения: 07.04.2021)
10. Герман, Е. Обдорск и амбиции Колчака. Как 100 лет назад собирались осваивать Арктику / Е. Герман. – Текст : электронный // Интернет-сайт «Красный Север». – URL: https://ks-yanao.ru/obshchestvo/obdorsk-i-ambitsii-kolchaka-kak-100-let-nazad-sobiralis-osvaivat-arktiku-.html?sphrase_id=423304 (дата обращения: 29.03.2021)

УДК 6-05

канд. воен. наук Ю. А. НЕКИПЕЛОВ, Д. А. ШИЛИН

РАБОТА ДЛИННОЮ В ЖИЗНЬ

*Жаль, что меру нашей жизни
Мы поймём, из жизни уходя...
С. Трофимов*



14 ноября 2020 года «Гидроприбор» постигла тяжёлая утрата – ушёл из жизни начальник отдела программного развития и специальной информации Глеб Борисович Тихонов. На нашем предприятии трудно найти человека, который бы очно или заочно не был с ним знаком.

Г. Б. Тихонов родился 28 ноября 1944 г. в Омске, куда его родителей эвакуировали из блокадного Ленинграда. Через несколько лет семья Тихоновых вернулась обратно в город на Неве. После окончания средней школы № 30 Ленинграда в 1963 году Глеб Борисович был призван на срочную службу в войска ПВО. Именно там он освоил специальность радиста. Это были три года суровой и ответственной службы, о которых он вспоминал на протяжении всей

своей жизни. Служить Глебу Борисовичу пришлось на Новой Земле. В годы холодной войны особенно остро чувствовалась ответственность за судьбу Родины, а готовность к самопожертвованию ради Отчизны была не пустым звуком. Нелёгкая служба в условиях Заполярья на всю жизнь закалила характер Г. Б. Тихонова. Честность, порядочность, готовность в любой момент прийти на выручку до конца жизни стали его отличительными чертами.

Вся дальнейшая жизнь Глеба Борисовича Тихонова была неразрывно связана с Военно-морским флотом. С 1966 по 1981 годы он работал в 28 НИИ ВМФ на должностях от контрольного мастера до младшего научного сотрудника. Совмещая работу с учёбой, в 1975 году окончил Ленинградский институт авиационного приборостроения по специальности радиоинженер.

В 1981 году Глеб Борисович переходит на работу в НПО «Уран» (с 1991 года ЦНИИ «Гидроприбор») на должность ведущего инженера отдела научно-технической и патентной информации, а с 1986 года возглавляет этот отдел.

В конце 1970-х – начале 1980-х годов ЦНИИ «Гидроприбор» активно работает над созданием новейших образцов подводного морского оружия, проводит широкий круг научно-исследовательских работ. Актуальная научно-техническая и патентная информация становится необходимым условием успешной работы организации. Эти годы становятся расцветом изобретательской и рационализаторской деятельности. Только в год оформлялось до 220 заявок на предполагаемые изобретения. В состав отдела входила также аспирантура, готовившая кадры высшей квали-

фикации не только для института, но и для смежных предприятий отрасли.

Глеб Борисович Тихонов был не только высококлассным специалистом, но и хорошим отцом. Занимаясь изучением морского подводного оружия, он привил интерес к нему сыну Игорю, ставшему курсантом ВВМУ им. М. В. Фрунзе. В редкие дни увольнительных Игорь с друзьями приходил домой на чаепитие, и постепенно в этот круг общения вошёл и Глеб Борисович. Иногда казалось, что он был в компании сына «своим парнем», настолько свободно и комфортно чувствовали себя рядом с ним молодые ребята. Глеб Борисович обладал уникальным даром общения с людьми. Разговаривая с любым собеседником на равных, не выказывая ни малейшего превосходства, проявляя в разговоре уважение, а в споре приводя убедительные аргументы и всегда внимательно выслушивая партнёра, Глеб Борисович был идеальным собеседником.

В 1993 году Г. Б. Тихонов был утверждён в должности начальника VII отделения – заместителя главного инженера ЦНИИ «Гидроприбор».

В конце 1980-х – начале 1990-х годов грянул экономический кризис, который поразил всю страну и негативно отразился на состоянии дел института сокращением финансирования оборонного заказа, значительной задолженностью ВМФ перед институтом и как следствие – оттоком высококвалифицированных сотрудников, по большей части молодых. Всё вместе привело к резкому сокращению отделов и штата института. Первыми пострадавшими оказались вспомогательные отделы института, в том числе и все отделы VII отделения. С целью сохранения научно-технического и производственного потенциала в 1996 году по предложению Г. Б. Тихонова произошло объединение ряда отделов, что привело к оптимизации отделения.

Отдельной страницей в жизни Г. Б. Тихонова стала трагическая гибель атомной подводной лодки «Курск» в авгу-

сте 2000 года. Эта трагедия оставила глубокий след в сердцах многих людей. Не стал исключением и Глеб Борисович, который воспринял гибель моряков как личное горе. Период с августа 2000 года по июнь 2002 года был одним из самых сложных и напряжённых в его жизни. Уже 20 августа 2000 года Глеб Борисович под непосредственным руководством директора института С. Г. Прошкина стал координатором всех работ, проводимых «Гидроприбором» по указанию Правительственной комиссии.

После подтверждения гибели экипажа подлодки начались разноплановые работы по установлению причин гибели «Курска». В этом процессе были заняты десятки различных организаций, проверено множество версий взрыва, проведено немало экспериментов. Среди экспериментальных работ следует особо отметить первые в истории нашего института испытания снаряжённых боевых зарядных отделений торпед на воздействие теплового поля пожара, которые подтвердили соответствие торпедного оружия всем требованиям Военно-морского флота.

Одновременно с работами по выявлению причин гибели АПЛ «Курск» началась проработка вопроса по подъёму затонувшей субмарины. Никто и никогда в мире не поднимал таких крупных кораблей с большой глубины. Задача осложнялась наличием на аварийной подлодке боезапаса, который необходимо было извлечь, а в случае невозможности извлечения – надёжно зафиксировать. Поставленная задача была успешно решена специалистами нашего института, были подготовлены соответствующие предложения по обеспечению безопасности проведения работ.

10 июля 2001 года группа специалистов «Гидроприбора», в состав которой вошёл и Г. Б. Тихонов, начала работу на водолазном судне «Майо».

После проведения всех подготовительных работ на АПЛ «Курск» (резка первого отсека, буксировка фрагментов взрывчатого вещества на безопасное расстояние



На вертолётной площадке водолазного судна «Майо», 2001 год



АПЛ «Курск». Крайний справа – Г. Б. Тихонов



Международный Военно-морской салон 2007 г.

и др.) началась операция по её подъёму и буксировке в плавучем доке ПД-50 в п. Росляково.

Группа специалистов нашего института продолжила работу по обнаружению и удалению взрывоопасных предметов с подлодки.

Подробно об этом Глеб Борисович написал в статье «Курск» – как это было», помещённой в третий том книги «ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет».

В сентябре 2002 года Г. Б. Тихонов назначается на должность начальника научно-производственного комплекса – главного конструктора направления, где продолжает плодотворно трудиться на ниве укрепления обороноспособности страны.

Автор двух изобретений и более тридцати научных трудов, Глеб Борисович с июля 2011 года возглавлял отдел главных конструкторов. Он поднимался по карьерной лестнице благодаря истинному таланту руководителя, колоссальной внутренней энергии, эрудиции и жажде знаний.

Работая в команде, Г. Б. Тихонов всегда становился неотъемлемой частью этой команды и её лидером. Для многих он был не только начальником, но и другом, заботливым наставником и надёжным товарищем. Возможно, дело было в его заинтересованности успехами и проблемами других людей, готовности поддержать их в трудную минуту. Многих удивляло его уме-

ние искренне восхищаться своими подчинёнными.

В августе 2017 года Г. Б. Тихонов был назначен на должность начальника отдела программного развития и специальной информации. Это дало ему возможность всецело отдаться любимой работе, связанной с информационно-аналитическим обеспечением НИОКР. Глеб Борисович обрабатывал колоссальный объем информации, знал всё о нашем и зарубежном морском подводном оружии, постоянно читал, анализировал и составлял отчёты. В шутку говорил, что должность просто давала ему «возможность открыть рот и быть услышанным».

Глеб Борисович Тихонов был обычным человеком, каких тысячи в России. Человеком со своими достоинствами и недостатками. Ему доставляло удовольствие сделать хоть что-то полезное для людей. Любил свою работу, свободное время любил проводить в кругу семьи и друзей, любил природу. Очень любил жизнь. Был ли Тихонов великим человеком? Безусловно! Его величие заключалось в той мудрости, с которой он прожил жизнь, в его начинаниях и свершениях, в его заветах и последователях.

В различных уголках огромной России найдётся немало людей, благодарных судьбе за то, что на жизненном пути она свела их с Глебом Борисовичем. Вечная ему память.

ПАМЯТИ СОТРУДНИКОВ ТОРПЕДНОГО ОТДЕЛА – УЧАСТНИКОВ ВОЙНЫ

Статья посвящена участникам войны, работавшим в отделе 68, а также выдающемуся конструктору Л. Н. Озерову и его работе на дизель-электростанции хлебозавода в блокадном Ленинграде.

Выпускникам ЛКИ середины 1960–1980-х годов довелось работать со старшим поколением, прошедшим войну. Проектированием тепловых торпед занимались в отделе 68, которым руководил талантливый организатор и знающий инженер Глеб Иванович Портнов. В Каспийске он активно участвовал в испытаниях и доводке ДОТ (двигатель Озерова торпедный) под руководством Леонида Николаевича Озерова, учеником которого он себя считал.

В названный период в отделе плодот-

ворно трудились люди, прошедшие войну. Это были прекрасные специалисты высочайшего человеческого достоинства и чести. В их среде не было принято рассказывать о войне. Сейчас, спустя годы, мы можем проследить их боевой путь только на основе коротких биографических сведений, приведённых в уникальном издании Концерна – «Книга памяти и славы. Бессмертный батальон» [1]. Ниже приводится их поимённый список с указанием военной и гражданской специальностей.

Альшев Николай Никитич	Минёр, командир торпедного катера	Слесарь
Балов Александр Михайлович	Мастер авиавооружения	Слесарь
Бобков Алексей Николаевич	Моторист	Слесарь
Богданов Николай Иванович	Командир танка	Техник
Брыкин Петр Васильевич	Старший авиамеханик по вооружению	Слесарь
Ветров Михаил Викторович	Моторист, прожекторист	Компрессорщик
Данилов Михаил Сергеевич	Командир орудия	Руководитель группы
Екимов Евгений Павлович	Стрелок, торпедист	Заместитель главного конструктора
Жулейко Илья Михайлович	Подводник, командир отделения торпедистов	Слесарь
Кафтырев Анатолий Георгиевич	Командир пулемётно-артиллерийской роты	Начальник сектора, к.т.н.
Князев Михаил Иванович	Штурман, комендант аэродрома	Компрессорщик
Кондратенко Леонид Тихонович		Начальник лаборатории
Кузнецов Александр Иванович	Командир противотанковой истребительной батареи	Ведущий инженер
Кулигин Василий Иванович	Снайпер	Слесарь
Марченко Семён Иванович	Оружейный мастер	Слесарь

Мухачёв Борис Александрович	Артиллерист, командир взвода	Ведущий инженер-конструктор
Павлов Борис Николаевич	Командир взвода	Слесарь
Сандберг Константин Иоганович	Стрелок	Слесарь КИПиА
Саульский Владимир Михайлович	Минёр, инженер-полковник	Заместитель главного конструктора
Тарасов Евгений Фёдорович	Младший метеоролог	Слесарь КИПиА
Хейфец Абрам Шлемович	Краснофлотец	Начальник сектора, к.т.н.

В результате их труда были приняты на вооружение торпеды 53-58 (со специальным боевым зарядом), 65-73, 65-76, «Колибри» в нескольких модификациях; проводились исследования различных топлив и двигателей, создавалась и модернизировалась лабораторно-стендовая база.

Автору, продолжительное время работавшему под руководством Л. Н. Озерова, удалось собрать и обобщить информацию о его деятельности в блокадном Ленинграде из его устных рассказов, воспоминаний,



Леонид Николаевич Озеров

личного архива и официальных документов. О роли Л. Н. Озерова в создании торпедных поршневых двигателей и подробности его биографии изложены в книге «Гидроприбор» и его люди за 60 лет» [2]. Здесь приводятся уточнённые и дополнительные материалы о периоде его военной биографии и заключительном этапе жизни.

В конце 1930-х годов Л. Н. Озеров – выдающийся конструктор, теоретик и исследователь торпедных поршневых двигателей – стал руководить дипломным проектированием в Военмехе. Именно в это время у него появился интерес к торпедным двигателям. В 1937 году он заинтересовался бескрейшшипными двигателями и понял перспективность их использования именно в торпедах. Они обладали минимальным поперечным габаритом, могли обеспечить более высокий уровень мощности. Работая с 1938 году в Научно-исследовательском дизельном институте (НИДИ), он занимался в группе Г. С. Игумнова исследованиями бескрейшшипного двигателя «Стерлинг SD-425» с противоположно движущимися поршнями (ПДП) производства США (рисунок 1). Имея к тому времени опыт работы на заводе «Двигатель», Л. Н. Озеров спроектировал в 1939 году торпедный двигатель (ДОТ) оригинальной схемы, который принял к реализации. За проявленную инициативу приказом замнаркома ВМФ Г. И. Левченко ему была объявлена благодарность.

Приобретая опыт работы со «Стерлингом», Леонид Николаевич понял, что меха-

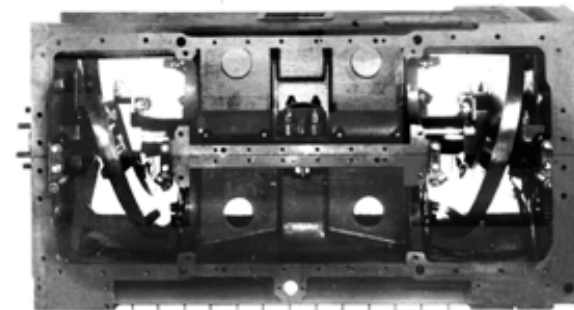


Рисунок 1 – Двигатель «Стерлинг SD-425».

Приводной механизм типа Митчелл с вращающимися наклонными шайбами

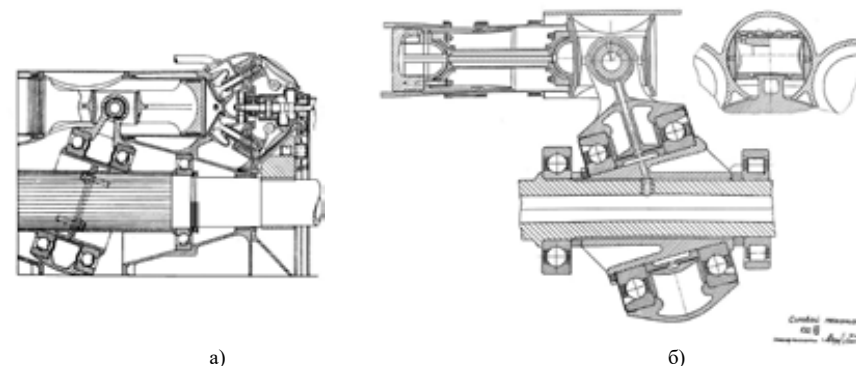


Рисунок 2 – Двигатель с механизмом типа Олмен:

- а) – приводной механизм оппозитного двигателя с качающейся шайбой;
б) – приводной механизм двигателя Озерова (авторский чертёж)

низм движения типа Митчелл не удовлетворяет новым требованиям, и применил в ДОТ механизм типа Олмен (рисунок 2а).

Этот механизм стал основой для торпедного двигателя ДОТ внешнего сгорания с ПДП. С целью уменьшения габарита двигателя и его массы Л. Н. Озеров находит смелое изобретательское решение: камеру сгорания размещает внутри вала (!), а в качестве газораспределительного механизма применяет вращающийся цилиндрический золотник с лопаточным уплотнением (рисунок 3г).

Так родилась схема силового механизма ДОТ, которая заняла своё место сре-

ди других аксиально-приводных механизмов (рисунок 3).

Характеристики двигателя, разработанного Л. Н. Озеровым, приведены в ниже:

Мощность	Ne , лс.....	1100
Рабочий объём	Vh , л.....	17,2
Обороты	n , об/мин.....	3200
Масса	M , кг.....	320
Удельная мощность	Ng , лс/кг.....	3,42

Двигатель Озерова был принят к реализации, но работу остановила война.

Блокадная зима 1941 – 1942 гг., жёсткие лимиты на электроэнергию и топливо поставили в тяжёлое положение производ-

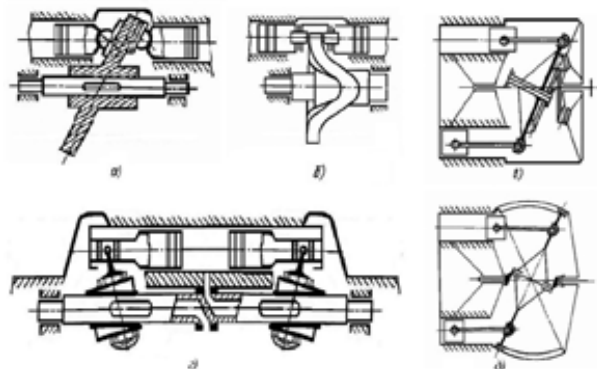


Рисунок 3 – Аксиально-приводные механизмы:

а) – тип Митчелла, с вращающейся шайбой; б) – тип Германа, с вращающейся пространственной торцевой кулачковой шайбой; в) – тип Максвелла, с качающейся шайбой, равномерно прецессирующей; г) тип Озерова, с качающейся шайбой с ползунами и ПДП; д) – тип Смолбона, с качающейся шайбой с дуговым движением.

ственную деятельность большинства предприятий Ленинграда, в том числе предприятий, снабжающих город хлебом.

В лаборатории Г. С. Игумнова в НИДИ срочно были развёрнуты работы в по созданию дизельных электрических блок-станций для снабжения хлебозаводов. При этом использовались имевшиеся в институте дизели и генераторы различных конструкций – двигатели фирм «Майбах» с коленчатым валом на подшипниках качения, «Стерлинг» – с бескрейшпипным механизмом и другие.

В воспоминаниях Л. Н. Озерова этот период описан так: «В 1942 и 1943 гг. я был откомандирован из института для выполнения работ по заданию горкома ВКП(б). В городе все хлебозаводы работали на электрических машинах. После того как немцы разбомбили одну из электростанций, за несколько дней, которые пошли на её восстановление, подача хлеба в определённые районы была прекращена, резко возросла смертность, и было принято решение обеспечить каждый из заводов собственной электростанцией, работающей от двигателей внутреннего сгорания. Был собран ряд таких двигателей, и я начал их устанавливать на хлебозаводах и обеспечивать их

работу. Среди этих двигателей был бескрейшпипный дизель «Стерлинг», с которым, кроме меня, никто не умел работать».

Двигатель был установлен на хлебозаводе (ныне «Арнаут») на пр. Чернышевского, а жил Леонид Николаевич в доме Бассейного товарищества на углу ул. Некрасова и Греческого пр. Для блокадника путь не близкий! Кстати, в этом же доме жил Пётр Владимирович Бехтерев – главный конструктор Остехбюро (расстрелян в 1938 году, реабилитирован в 1956 году).

Навыки механика, полученные в юности, и инженерная эрудиция позволили Л. Н. Озерову поддерживать работоспособность этого весьма капризного двигателя в сложных условиях блокадного города. Леонид Николаевич рассказывал, что, когда не было зерна, с пола хлебозавода соскребали втопанные его остатки и мололи...

Этому двигателю (рисунок 1) и лично Леониду Николаевичу Озерову обязаны своей жизнью десятки тысяч ленинградцев.

В 1943 году Л. Н. Озеров приказом наркома тяжёлого машиностроения был переведён на завод «Русский дизель», где занимал должность главного механика, главного технолога и начальника производства. В мае 1945 года по заданию началь-

ника тыла Красной армии он был командирован в звании подполковника в 32 армию 1-го Украинского фронта в качестве заместителя уполномоченного Государственного комитета обороны по заводу «Вумаг» (г. Гёрлиц, Саксония) для организации демонтажа и отправки оборудования в СССР в качестве репарации.

С 1946 года Л. Н. Озеров был переведён в НИИ-400, и до конца дней его деятельность была связана с торпедной тематикой. Он работал ведущим конструктором по энергосиловой установке торпеды 53-51, главным конструктором различных тем, начальником отделов и лабораторий.

В 1968 году Леонид Николаевич, находясь на пенсии, был приглашён Г. И. Портновым для ознакомления с диковинным торпедным двигателем иностранного образца. «О! Шайба Германа!» – воскликнул Озеров, и начался новый период его жизни. Он пришёл работать в 68 отдел, провёл расчётный анализ этого двигателя, создал математическую модель рабочего процесса. Последующие стендовые испы-

тания подтвердили очень близкое совпадение расчёта и эксперимента. Будучи очень деятельным и целеустремлённым человеком, он начал разработку собственного двигателя с механизмом Германа по схеме с ПДП. Как он проектировал, как он чертил! Будучи прекрасным методистом, он разработал систему стендов для поэлементной отработки двигателя. Потом началось изготовление, в процессе которого он проявил себя знающим опытным технологом. Когда начались стендовые испытания, он дал нам урок глубокого и тонкого анализа экспериментальных данных и состояния материальной части. Это была настоящая школа.

Макет двигателя, разработанного Л. Н. Озеровым, сегодня является одним из экспонатов Музея морского подводного оружия (рисунок 4).

В заключение хочется сказать, что по прошествии многих лет пришло глубокое понимание: ветераны, работавшие бок о бок с нами, передали нам не только профессиональные знания и опыт – они дали нам урок истинного патриотизма.



Рисунок 4 – Макет двигателя Озерова в Музее морского подводного оружия

ЛИТЕРАТУРА

1. Книга памяти и славы. Бессмертный батальон. – СПб.: Издательство «Премиум Пресс», 2020. – 336 с.
2. Кринский А. Ю. Л. Н. Озеров – выдающийся конструктор, теоретик и исследователь торпедных поршневых двигателей. // ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет. Т. II. СПб.: СПбИИ РАН, «Нестор – история», 2005. – С. 157–168.

АННОТАЦИИ

УДК 658.27

Ключевые слова: производственные мощности, промышленное оборудование, зубообработка.

Соколов С. В., Комузов А. В., Агаманов В. Н. Зубообрабатывающее производство Концерна // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 7-10.

Рассматриваются вопросы организации зубообработки на производственном комплексе «Завод «Двигатель».

УДК 623.97

Ключевые слова: системы управления движением торпед, аппаратура управления, проектирование, математическое моделирование, натурный эксперимент.

Кабанец Е. В. На управляемость торпеды влияет всё // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 11-15.

Публикуем фрагменты готовящейся к печати одноимённой монографии автора.

УДК 551.46:066

Ключевые слова: буксируемые подводные аппараты, гибкая связь, фотоаппаратура, видеоаппаратура, гидролокаторы, информационные системы, подводное зрение.

Костин М. Ю. Буксируемые подводные аппараты как носители информационных систем // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 16-22.

В статье рассматриваются буксируемые подводные аппараты как носители информационных систем для решения прикладных задач. Обозначаются сферы применения буксируемых подводных аппаратов, анализируются их преимущества, обосновывается целесообразность их развития. Отдельное внимание уделено применяемым информационным системам подводного зрения.

УДК 623.97

Ключевые слова: военная техника, морские робототехнические комплексы, финансирование программ разработки, военно-морские силы США.

Кабанов А. И., Красильников Р. В. Современное состояние и планируемое развитие морских робототехнических комплексов ВМС США // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 23-33.

В статье рассматривается развитие морских робототехнических комплексов военного назначения, разрабатываемых в США.

УДК 623-1/-8

Ключевые слова: литий-ионные аккумуляторы, высокоэнергетические литий-ионные аккумуляторные батареи, производственная база.

Патрушев В. В., Кудрявцев Н. А., Черепанов В. Б. Перспективы разработки и создания Концерном высокоэнергетических литий-ионных аккумуляторных батарей // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 34-41.

В статье представлен анализ отечественных литий-ионных аккумуляторов. Проанализирован опыт работы и производственная база АО «Уралэлемент». Описываются принятые Концерном организационные решения, которые позволяют рассчитывать на существенный рост заказов по разработке и производству высокоэнергетических литий-ионных аккумуляторных батарей.

УДК 534-143:534.6.08

Ключевые слова: гидроакустика, гидроакустические измерения, метрологические возможности, отраслевые стандарты.

Дмитриченко В. П., Кривицкая Э. А. Развитие гидроакустических измерений в ГНЦ «Гидроприбор» // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 42-58.

В статье кратко рассмотрена история освоения практики гидроакустических (г/а) измерений в институте с момента его образования. Приведены разработанные на уровне отраслевых стандартов методики выбора условий измерений и их выполнения в бассейнах и открытых водоёмах. Представлены обеспечиваемые точности измерений различных параметров и характеристик разрабатываемых институтом г/а средств, имеющиеся измерительные бассейны и их метрологические возможности, используемые гидрофоны. Кратко изложен опыт проведения испытаний г/а средств при воздействии гидростатического давления и определения характеристик г/а средств с протяжённой дальней зоной в натуральных условиях.

УДК 623.9

Ключевые слова: гидроакустические стержневые преобразователи, статический и динамический анализ, пьезокерамические и полимерные материалы.

Стырикович И. И. Комплексный анализ колебательных систем стержневых пьезокерамических преобразователей гидроакустических антенн // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 59-69.

В статье освещается проблема комплексного анализа сложно построенных элементов гидроакустических антенных систем. Проводится статический и динамический анализ колебательных систем стержневых пьезокерамических преобразователей различных модификаций. Анализируется их напряжённо-деформированное состояние. Рассматриваются перспективы использования пьезокерамических и полимерных материалов.

УДК 159.9

Ключевые слова: психологическая помощь, психотравмирующие факторы, переживание травмы, военно-социальная работа, дети военнослужащих.

Зверев С. Э. Подходы к решению проблемы психологической помощи детям военнослужащих (по материалам зарубежных исследований) // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 70-75.

В статье анализируется зарубежный опыт оказания психологической помощи детям военнослужащих-участников боевых действий. Отдельное внимание уделено программам социально-психологической помощи в случае утраты. Проводятся параллели с опытом переживания потерь в годы Великой Отечественной войны.

УДК 355.681.3

Ключевые слова: перевод, электронные ресурсы, методы обучения, научная работа.

Хитова Т. А. Использование электронных переводчиков при работе с иностранными источниками в научной деятельности // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 76-79.

Статья посвящена поиску новых методов обучения работе с иностранными источниками и адаптации современных методов обучения к условиям профессиональной деятельности преподавателей и научных сотрудников.

УДК 6-05

Ключевые слова: юбилей, трудовая деятельность, научная деятельность.

Григорьев В. Н., Бурлаченко Т. Н. 75 лет в строю разработчиков позиционного морского подводного оружия // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 80-82.

К 75-летию трудовой деятельности Р. С. Жизмора

УДК 72.025.3:614.2

Ключевые слова: история, культурное наследие, реставрация, архивные фотодокументы, организация здравоохранения.

Патрушев В. В., Филимонов А. К., Шаповалова А. Е., Сударчиков В. А. Медицинская история особняка Кёнигов // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 83-96.

Статья посвящена медицинским страницам в истории особняка Кёнигов, расположенного на территории ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор».

УДК 910.4:93/94

Ключевые слова: Северный морской путь, история русского Севера, освоение Арктики, открытия, арктические экспедиции, развитие Арктической зоны, роль российских исследователей.

Репин А.А., Сударчиков В.А. Исследователь русского Севера А. В. Колчак // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 97-112.

В статье раскрывается личность А. В. Колчака как полярного исследователя, внёсшего существенный вклад в освоение русской Арктики.

УДК 6-05

Ключевые слова: трудовая деятельность, научная деятельность, память.

Некипелов Ю. А. Работа длиною в жизнь // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 113-116.

Памяти Глеба Борисовича Тихонова.

УДК 62-11:6-05

Ключевые слова: ветераны, память, трудовая деятельность, дизельные двигатели.

Кринский А. Ю. Памяти сотрудников торпедного отдела – участников войны // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 4(58). С. 117-121.

Статья посвящена участникам войны, работавшим в отделе 68, а также выдающемуся конструктору Л. Н. Озерову и его работе на дизель-электростанции хлебозавода в блокадном Ленинграде.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атаманов В. Н. – канд. экон. наук, заместитель руководителя производственного комплекса «Завод «Двигатель»

Бурлаченко Т. Н. – начальник бюро АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Григорьев В. Н. – заместитель начальника отделения – заместитель главного конструктора направления АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Дмитриченко В. П. – к.т.н., с.н.с., начальник отделения – главный конструктор АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

Зверев С. Э. – канд. пед. наук, доцент, доцент Военной академии связи им. С.М. Будённого

Кабанец Е. В. – д.т.н., главный научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Кабанов А. И. – к.т.н., заместитель генерального директора предприятия – руководитель направления АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Комузов А. В. – заместитель руководителя производственного комплекса «Завод «Двигатель»

Костин М. Ю. – инженер 2 категории АО «Концерн «МПО – Гидроприбор», магистрант СПбГМТУ

Красильников Р. В. – к.т.н., доцент, главный научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Кривицкая Э. А. – инженер 1 категории АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Кринский А. Ю. – начальник отдела – главный конструктор АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Кудрявцев Н. А. – д.т.н., ведущий инженер АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Некипелов Ю. А. – канд. воен. н., главный научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Патрушев В. В. – генеральный директор АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Репин А. А. – канд. воен. н., главный научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Соколов С. В. – заместитель генерального директора предприятия по производству – руководитель производственного комплекса «Завод «Двигатель»

Стырикович И. И. – к.т.н., начальник сектора инженер 1 категории АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Сударчиков В. А. – канд. воен. н., начальник центра АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Хитова Т. А. – канд. пед. наук, преподаватель ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»

Черепанов В. Б. – к.х.н., генеральный директор АО «Уралэлемент»

Филимонов А. К. – д.т.н., профессор, заместитель генерального директора АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» по науке

Шаповалова А. Е. – канд. филол. наук, ведущий научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Научно-технический сборник
«Подводное морское оружие»**

Вып. 4 (58) 2021



Подписано в печать 11.06.2021 г.
В сборнике 15 статей
Формат 70x108/16. Бумага офсетная. Печ. л. 7,1
Тираж 250 экз.

Подготовлен и отпечатан
в ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»
194044, Санкт-Петербург, Б. Сампсониевский пр., 24
телефон: (812) 542-01-47, факс: (812) 542-96-59, e-mail: info@gidropribor.ru