



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РФ  
КОНЦЕРН «МОРСКОЕ ПОДВОДНОЕ ОРУЖИЕ»  
**ГИДРОПРИБОР**  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

1 (61) 2022



# ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

1 (61)  
2022



Издается с 2003 г.

ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

Санкт-Петербург - 2022 г.



# ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

1 (61)  
2022



Издается с 2003 г.

Санкт-Петербург - 2022 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

**БИТКОВ Г.А.** – начальник отделения

**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

**ДМИТРИЧЕНКО В.П.** – к.т.н., с.н.с., начальник отделения

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

**КАТКОВ В.А.** – начальник отдела

**КОПТЕВ Б.А.** – к.т.н., начальник отделения

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

**КРИНСКИЙ А.Ю.** – начальник отдела

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

**КУЗНЕЦОВ Д.И.** – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой 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

**МАТВИЕНКО С.А.** – заместитель генерального директора

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

**НИКИТИН А.А.** – заместитель генерального директора

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

**ПОЛЕНИН В.И.** – д-р воен. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры ВУНЦ ВМФ «ВМА»

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

**ПУЧНИН В.В.** – д-р воен. наук, профессор, профессор кафедры ВУНЦ ВМФ «ВМА»

**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

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

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

**ХАЛЕЕВ А.А.** – начальник отделения

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

### 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. Корректурa авторам не высылаётся.

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.

## СОДЕРЖАНИЕ

### НОВОСТИ

Обращение генерального директора Корпорации «Тактическое ракетное вооружение» .....	6
20 лет Корпорации «Тактическое ракетное вооружение» .....	8
Выставочная деятельность Концерна в 2021 году .....	9

### ТОРПЕДНОЕ ОРУЖИЕ И СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

<b>Кабанец Е. В.</b> Роль систем регистрации в проектировании систем управления движением торпед .....	12
--	----

### МОРСКИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

<b>Пыреев А. О., Тарасов Ю. А.</b> Применение технологий численного моделирования при проектировании систем отделения самовыходом .....	29
<b>Попов П. А.</b> Использование телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов для исследования дна прибрежных акваторий Мирового океана для прикладных и научно-исследовательских задач .....	38

### КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

<b>Мартынов В. Л., Божук Н. М., Глебов Н. Б., Кречетова Э. В., Солодовниченко М. Б., Румянцев Г. Е., Шиманская М. С.</b> Требования, предъявляемые к телевизионным коммуникациям с лазерной подсветкой при создании интегрированных поисковых систем подводных аппаратов .....	42
--	----

### ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

<b>Дмитриченко В. П.</b> Виброустойчивость гидроакустических антенн морских быстроходных аппаратов .....	52
<b>Власова А. С., Дун В. А., Новикова Н. С., Проффен В. Г., Юдович В. М.</b> Разработка нового сверхлёгкого высокопрочного заливочного материала и технологии заполнения им гидродинамических элементов подводных аппаратов .....	65
<b>Некипелов Ю. А.</b> Перспективы совместной деятельности научных центров ВМФ и научно-производственных предприятий ОПК в системе инновационного развития .....	73
<b>Кудрявцева П. А., Шаповалова А. Е.</b> Организация общественного пространства и озеленение территории Концерна .....	78

## ИСТОРИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ И ДАТЫ

<b>Красильников Р. В.</b> К истории корпоративной символики «Гидроприбора» .....	86
<b>Репин А. А., Сударчиков В. А.</b> Вилькицкие – исследователи ледяных просторов Арктики .....	98
<b>Красильников Р. В.</b> К 80-летию начала Великой Отечественной войны .....	111
<b>Эйтингин Г. Л.</b> Вспоминая Радомира Павловича Тихомирова .....	123
<b>АННОТАЦИИ</b> .....	126
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....	129



**Уважаемые сотрудники,  
дорогие ветераны, коллеги, друзья!**

В январе 2022 года мы отмечаем двадцатилетие с момента образования Корпорации «Тактическое ракетное вооружение» – первой интегрированной структуры ОН в новейшей истории России. Отправной точкой стало подписание Указа Президента Российской Федерации № 84 от 24 января 2002 года. Головным предприятием холдинга было определено Федеральное государственное унитарное предприятие «Звезда-Стрела», расположенное в подмосковном Королёве. На этом этапе в Корпорацию были включены пять заводов и конструкторских бюро, которые участвовали в сложившейся производственной кооперации.

Корпоративное строительство продолжалось и в последующие

годы. Было выполнено несколько Указов Президента Российской Федерации. В холдинг влились предприятия, осуществляющие выпуск и финальную продукции, и комплектующих изделий. Мы поэтапно изучали финансово-экономическое состояние, компетенции, кадровый состав предприятий, чтобы наилучшим образом обеспечить интеграцию.

Была разработана стратегия и долгосрочная программа развития.

Круг задач, стоящих перед Корпорацией, постоянно расширялся. Первоначально усилия коллектива были сконцентрированы на разработке и производстве высокоточного авиационного вооружения. С включением новых предприятий Корпорация стала многопрофильной компанией, которой удалось не только сохранить и обобщить имеющийся опыт, но и развить его по целому ряду направлений. Сегодня четыре десятка

предприятий, входящих в Корпорацию, специализируются на разработке и производстве комплексов стратегического и тактического авиационного высокоточного оружия, унифицированных систем морского вооружения, ракетно-космической техники, радиоэлектронного оборудования, продукции на основе технологий двойного назначения. КТРВ является одним из ведущих исполнителей государственной целевой программы по освоению гиперзвуковых технологий.

Двадцать лет – небольшой по историческим меркам срок, но мы многого достигли за этот период. Коллективом создан целый ряд со-

временных образцов вооружения и военной техники. Завершены госиспытания и приняты на вооружение более двадцати новых систем. Сохраняя и преумножая накопленный опыт, Корпорация продолжает стабильно развиваться. В своём движении вперёд мы опираемся на славное прошлое, традиции, заложенные ветеранами и трудовыми династиями наших предприятия, на инициативу и энергию молодёжи.

От всего сердца поздравляю вас с юбилеем! Желаю крепкого здоровья, счастья, благополучия и новых трудовых успехов на благо нашей Родины.

**Генеральный директор Корпорации  
«Тактическое ракетное вооружение»**

**Б. В. Обносков**



24 января 2022 года АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» исполняется 20 лет.

В марте 2015 года Указом Президента России в состав Корпорации был включён ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор».

Номенклатура продукции Корпорации пополнилась образцами новых направлений: минное оружие, противоминное оружие, средства гидроакустического противодействия, средства мониторинга подводной обстановки и другие подводные технические средства специального назначения.

Генеральный директор Корпорации Борис Викторович Обносков уделяет внимание Концерну, его деятельности, расширению корпоративных связей с другими предприятиями Корпорации.

При поддержке Корпорации «Тактическое ракетное вооружение»

**Генеральный директор  
АО «Концерн «Морское подводное  
оружие – Гидроприбор»**

Концерн участвует в Военно-промышленной коллегии (ВПК) при Правительстве РФ и в Научно-техническом совете ВПК РФ, где обсуждаются перспективные предложения по развитию вооружений, а также решаются проблемные и системные вопросы обороноспособности страны. Совместно с Корпорацией Концерн активно занимается формированием и подачей предложений в Государственную программу вооружений.

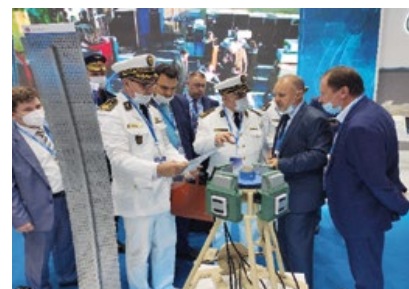
Активизировалась выставочная деятельность Концерна. С 2015 года он демонстрирует свою продукцию на объединённом стенде Корпорации. Являясь постоянным участником Международного военно-морского салона «МВМС», Концерн стал экспонироваться на Международном авиационно-космическом салоне «МАКС» и на Международном военно-техническом форуме «АРМИЯ», а также попробовал свои силы в международной выставке и научной конференции по гидроавиации «Гидроавиасалон».

Объединение двух крупных структур ВПК – Корпорации и Концерна создало предпосылки для более плодотворного сотрудничества как в разработке, создании и производстве морского подводного оружия, так и в реализации стратегии военно-технического сотрудничества с зарубежными странами.

Поздравляем Корпорацию «Тактическое ракетное вооружение» с юбилеем! Желаем процветания и успехов в деле укрепления обороноспособности нашей страны!

**В.В. Патрушев**

ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор», как крупнейшее объединение производителей морского подводного оружия и подводно-технических средств специального назначения, является постоянным участником профильных мероприятий: выставок, форумов, конференций.



MBMC-2021

С 23 по 27 июня 2021 года в петербургском «Экспоцентре» проходил X Международный военно-морской салон (МВМС-2021) – одна из ведущих мировых выставок в области кораблестроения и морского вооружения. Экспозиция Концерна на МВМС-2021 отражала практически все направления его деятельности: торпедное оружие, минное оружие, средства



гидроакустического противодействия, станции мониторинга подводной среды. В частности, были представлены:

- универсальная электрическая телеуправляемая самонаводящаяся торпеда ТЭ-2;
- полномасштабный проект самоходного прибора гидроакустического противодействия МГ74МЭ;
- морские донные мины МДМ-1 мод. 1, МДМ-2 мод. 1, МДМ-3 мод. 1;
- морская шельфовая мина МШМ;
- гидроакустическая станция «Маяк-2014».

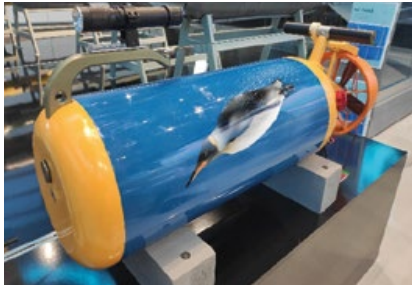
Участие в выставке открывает возможности взаимодействия с российскими и иностранными заказчиками продукции Концерна.

Седьмой Международный военно-технический форум «АРМИЯ-2021» прошёл в период с 22 по 28 августа 2021 года в конгрессно-выставочном центре «Патриот» в подмосковной Кубинке. В работе форума приняли участие 1489 предприятий и организаций, в том числе представляющих 12 зарубежных стран.

Экспозиция Концерна была представлена в демоцентре АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» и в павильоне ВПК.



MBMC-2021



Продукция Концерна на форуме «АРМИЯ-2021»

Экспонировались следующие изделия:

- полномасштабный макет универсальной электрической телеуправляемой самонаводящейся торпеды ТЭ-2-02;
- самоходный прибор гидроакустического противодействия МГ-74МЭ;
- морские донные мины МДМ-1 мод. 1, МДМ-2 мод. 1, МДМ-3 мод. 1;
- ВГУ с антенными модулями гидроакустической станции «Маяк-

2014»;

- изделия «Синица», «Бурак-М», «Удар-1», «Оплот», «Маныч», ПМР-2М2, МРПК-1, МТПК-2.

Впервые были представлены индивидуальный буксировщик пловца «Коралл» и автономный носитель гидрофизической аппаратуры переменной плавучести.

Продукцией Концерна интересовались не только российские, но и зарубежные специалисты, представляющие ОАЭ, Иран, Вьетнам. На форуме был заключён крупный контракт с КНР.



МВМС-2021



Издания Концерна на ММКЯ



С 24 по 27 сентября 2021 года ГНЦ РФ «Гидроприбор» принимал участие в XXXIV Московской международной книжной ярмарке на площадке ЦВК «Экспоцентр». На объединённом стенде Ассоциации государственных научных центров «НАУКА» были представлены следующие издания Концерна:

- Е. Г. Кабанец. На управляемость торпеды влияет всё (2021);
- И. Г. Лев, М. З. Нисневич. Модернизация программ расчёта придонного одинарного контактного трала (2020);
- Ш. Г. Алиев. Внутренние задачи гидродинамики торпедных систем (2020);
- 75 лет на службе флоту и Отечеству (2019);
- открытые выпуски научно-технического сборника «Подводное морское оружие» за 2021 год.

Кроме того, был представлен альбом «Гидроприбор» и Выборгская сторона вчера и сегодня» (2021) с видами Выборгской стороны, начиная со зданий «Гидроприбора», в дореволюционных открытках из собрания Н. П. Шмитта-Фогелевича и фотографиями 1987 и 2021 годов. Николай Павлович Шмитт-Фогелевич, известнейший филокартист и знаток

истории Санкт-Петербурга, с 1946 по 1989 годы работал инженером-конструктором на заводе «Двигатель». Уникальность издания заключается в том, что локации представлены не в формате «было – стало», а в ретроспективной динамике, позволяющей оценить изменения, произошедшие с ними за прошедшее столетие. Кроме того, фотографии сопровождаются кратким комментарием об истории, архитектуре и современном статусе изображённых на них сооружений.

В рамках выставки представители государственных научных центров имеют возможность посредством печатных изданий рассказать об истории, перспективах развития и достижениях современной науки.



Альбом «Гидроприбор» и Выборгская сторона вчера и сегодня»

## РОЛЬ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТОРПЕД

В статье рассматривается процесс развития и совершенствования аппаратных средств регистрации движения торпед, способы документирования и тиражирования этой информации и некоторые результаты анализа информации натурных испытаний. Статья приурочена к сорокалетию присуждения звания лауреата Государственной премии СССР Олегу Ивановичу Пархоменко, единственному разработчику систем регистрации на нашем предприятии, удостоенному этого высокого звания за весомый вклад в создание торпедного оружия.

Как слышится, так и пишется.  
*Любимое возражение О. И. Пархоменко критикам системы регистрации*

В ряде публикаций автор неоднократно отмечал важную роль, которую играли системы регистрации параметров движения торпед для анализа функционирования их систем управления. Особенно важно это было для выявления причин аномального функционирования систем управления, что при испытаниях опытных образцов торпед случалось не редко.

Вместе с тем за последние 30 лет не появилось ни одной публикации, в которой бы освещались роль и место систем регистрации в процессе проектирования торпед. Автор предпринимает попытку восполнить этот пробел в части регистрации параметров, характеризующих функционирование систем управления. В статье рассматриваются этапы совершенствования аппаратуры, предназначенной для документирования результатов натурных испытаний, методики обработки этих результатов в период с окончания Великой Отечественной войны до настоящего времени и предпосылки для перехода от одного этапа к другому. Этапы предлагается увязать с носителями информации:

**1-й этап:** носитель информации – бумажная лента;

**2-й этап:** носитель информации – кинолента;

**3-й этап:** носитель информации – светочувствительная бумага;

**4-й этап:** носитель информации – магнитофонная лента;

**5-й этап:** электронные носители.

Временные рамки этапов определяться не будут. Причина этого станет ясной из дальнейшего изложения.

Немного истории. В своё время в НИИ-400 был образован отдел управляющих и регистрирующих приборов (отдел 14) под руководством И. Т. Шестопалова. Прошло время, отдел расширился, получил номер 74, и возглавил этот отдел амбициозный руководитель Р. В. Исаков, который полагал направление разработки регистрирующих приборов недостаточным перспективным. Поэтому он добился преобразования отдела 74 в отдел управляющих приборов, а для разработки регистрирующих приборов в НИИ-400 был образован отдел 72. Прошло ещё некоторое время, и звания лауреатов Государственной премии СССР за разработку торпе-

ды УМГТ-1 были удостоены сотрудник отдела управляющих приборов И. А. Логинов и сотрудник отдела регистрирующих приборов О. И. Пархоменко. Умение управлять движением торпеды и умение регистрировать параметры движения способствовали успеху разработки этой уникальной торпеды.

### ПЕРВЫЙ ЭТАП

С момента создания советского ВМФ и до начала разработки первой самонаводящейся торпеды САЭТ-50 все отечественные торпеды были прямоидущими. Назначение системы управления сводилось к обеспечению прямолинейного движения по курсу и движения на заданной глубине с заданной точностью. Основным и единственным торпедным прибором, регистрирующим параметры движения, был автограф (АГК – автограф глубины и крена). В первоначальной конструкции в качестве датчиков информации применялись гидростатический диск для определения давления – показатель глубины и маятник – показатель угла крена. (Кстати, у космонавтов есть жаргонное название такого прибора – «показометр».) За долгие годы применения АГК было создано множество вариантов конструкции. С некоторыми из них можно ознакомиться в нашем Музее подводного морского оружия. Неизменным было одно: носителем информации была бумажная лента – «мелованная бумага». Эта лента наматывалась на катушки, которые вращались с помощью лентопротяжного механизма. Информация о глубине и крене документировалась в виде графиков с помощью пишущих игл, механически связанных с датчиками информации. Постепенно конструкция АГК совершенствовалась:

- появился второй маятник – показатель угла дифферента;
- появился второй гидростатический диск – показатель величины скоростного напора, автограф приобрёл функцию скоростометра;
- появился третий гидростатический диск для определения величин «больших» глубин при применении АГК в составе ПЗО противолодочных торпед;
- с появлением в торпедной электрической цепи реализованы функции регистрации срабатывания НВ и отсчёта времени – сигналы базового отметчика времени (БОВ).

Автор не ставил перед собой задачу описания процесса развития конструкции АГК. Предметом обсуждения является процедура документирования материалов натурных испытаний и их анализа.

У АГК было одно несомненное достоинство – мгновенная готовность к работе. Команда «Пли!», торпеда срабатывает в трубе ТА, откидывается курок, и начинается запись регистрируемых параметров.

Испытание состоялось, торпеда «на борту», герметичный корпус АГК вскрывался, и извлечённая катушка с лентой передавалась главному конструктору для анализа записей. Результатом анализа была оценка испытаний (в зависимости от назначения): зачётное или незачётное, результативное или нерезультативное. Но это только предварительно. Дело в том, что в силу специфики конструкции прибора нули записей каналов на бумажной ленте были разнесены. А записи надо было совместить, т. е. построить совмещённый график. Современным специалистам трудно себе представить, что это такое. Однако на протяжении более 25 лет такая работа выполнялась на



местах проведения испытаний. Это был исключительно женский труд: на листах миллиметровой бумаги формата А1 изображались записи всех параметров, зафиксированных АГК, в увеличенном масштабе и с привязкой по времени к общему нулю. А далее с этой миллиметровой бумаги делалось необходимое количество светокопий («синек»), которые подшивались к соответствующим отчётам или актам. Казалось бы, зачем совмещённый график? Случаи бывали разные: АГК зафиксировал срабатывание НВ, а в этот момент разность между глубиной хода ПЛ и глубиной хода торпеды больше радиуса реагирования НВ. Что это – «самосраб» или чья-то ошибка?

Анализируя записи АГК, можно было получить следующую информацию:

- о глубине хода торпеды с учётом поправки на изменение гидростатического давления в месте его забора;
- об угле дифферента на участках установившегося заглубления или всплытия,
- о среднеходовом крене на участках прямолинейного движения;
- о частоте автоколебаний в канале курса (в те времена системы управления по курсу были релейными, креновыравнивания не было, и информация о частоте автоколебаний могла быть полезной для уточнения математической модели канала курса системы управления).

Приемлемую точность определения параметров движения обеспечивала технология подготовки АГК: перед натурным испытанием производилась тарировка датчика глубины с помощью гидропресса и датчиков дифферента и крена с помощью специального стенда. Если между мо-

ментом подготовки АГК и моментом проведения испытания был достаточно большой временной интервал, а такое тоже случалось, то оценка точности определения параметров движения представляется проблематичной.

Надо было иметь высокую квалификацию, чтобы с использованием столь скудной информации выносить суждения о функционировании системы управления на всех участках траектории движения. Отметим, что скорость хода торпед и точность хода по направлению определялись в результате внешне траекторных измерений стрельбами по «мерной миле» на специально оборудованных полигонах, которых в нашем распоряжении давно уже нет. А в те времена пристреливалась каждая торпеда, и ещё до появления фундаментальных трудов по динамике торпед было известно, что наличие среднеходового крена приводит к отклонению торпеды от прицельной линии. На основании показаний маятника крена главный конструктор принимал решение, какой из гребных винтов (передний или задний) и на сколько подрезать, чтобы уменьшить крен. В те времена все торпеды были парогазовыми, с рамной ХЧ и соосными гребными винтами. А системы креновыравнивания не было.

Казалось бы, с появлением систем самонаведения противокорабельных и противолодочных торпед АГК должен был исчезнуть. Однако автограф входил в состав ПЗО практически всех противокорабельных и противолодочных торпед, разработанных в 50-е, 60-е и 70-е годы XX века. Только с началом разработки торпед, предназначенных для оснащения автоматизированных ПЛ третьего поколения, автограф не включался в состав ПЗО. Однако

в конце 1970-х годов АГК оказался востребованным в процессе натурных испытаний торпеды ДСТ, предназначенной для оснащения ПЛ третьего поколения. Эти испытания проводились на полигоне озера Иссык-Куль. Информация АГК использовалась для оценки приращения скорости при проверке функционирования системы снижения сопротивления движению торпеды, испытаниями которой руководил И. И. Соболев.

Таким образом, автограф следует считать самым массовым регистрирующим прибором в истории отечественного торпедного приборостроения. В заключение этого раздела отметим, что, помимо массового применения АГК, предпринимались попытки создания приборов, регистрирующих другие параметры, с записью на бумажную ленту. В частности, в маленьком музее отдела 065 предполагается выставить образец регистратора отклонения торпеды от начального угла рыскания. Датчиком угла рыскания был прибор курса с пневматическим запуском, запись велась на бумажной ленте с помощью пишущей иглы, механически связанной с наружным кольцом прибора курса. Лентопротяжный механизм приводился в движение механической передачей от вала торпедного движителя. Судя по амплитуде поворотов держателя иглы, прибор предназначался для регистрации сравнительно небольших отклонений торпеды от прямолинейного движения.

Ещё одним оригинальным прибором был СХТ – самописец хода тяг, предназначенный для записи их перемещения на бумажную ленту с помощью пишущих игл. Под тягами подразумевались механические связи между поршнями рулевых ма-

шинок и баллерами рулей. Уже тогда разработчики систем управления придавали большое значение контролю правильности выполнения управляющих функций, хотя перемещение тяги и поворот пера руля – это далеко не одно и то же.

Лебединой песней разработчиков регистраторов, в которых носителем информации была бумажная лента, был траектограф. Этот прибор разрабатывался в отделе регистрирующих приборов то ли в инициативном порядке, то ли с подачи Р. В. Исакова, который в то время был главным инженером ЦНИИ «Гидроприбор». Прибор предназначался для построения проекции траектории движения торпеды на горизонтальную плоскость и содержал в своём составе малогабаритный прибор курса и две следящие системы: одна для перемещения иглы в зависимости от разворотов торпеды, другая для вращения цилиндра с бумагой в зависимости от перемещения по линии стрельбы. Оригинальная конструкция прибора оказалась невостребованной.

С появлением первой отечественной самонаводящейся противокорабельной торпеды САЭТ-50 ситуация с регистрацией параметров движения торпеды не изменилась. В процессе самонаведения на НК торпеда должна была двигаться на постоянной глубине и по командам аппаратуры самонаведения выполнять развороты по курсу влево или вправо с конструктивным радиусом, а при отсутствии команд – прямолинейное движение. Информации о параметрах движения торпеды, регистрируемой АГК, было вполне достаточно для анализа функционирования системы управления: по показаниям маятника крена можно было определять характер движения по курсу – прямолинейное или циркуляционное. Ситуация с ин-

формационным обеспечением анализа процессов управления коренным образом изменилась с появлением противокорабельных торпед с аппаратурой самонаведения по кильватерному следу и противолодочных торпед с активно-пассивной аппаратурой самонаведения.

## ВТОРОЙ ЭТАП

Разработчики первой отечественной торпеды с системой самонаведения по кильватерному следу НК – торпеды 53-61 – предъявили разработчикам системы управления принципиально новое требование: по командам аппаратуры самонаведения (АСН) обеспечить выполнение циркуляционного движения на заданной глубине с заданными радиусами. Разработчики системы управления радиусами управлять не умели, но они могли обеспечить выполнение циркуляционного движения с заданной угловой скоростью  $\omega_y$ . Номинал заданной угловой скорости ( $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots$ ) и знак её задавались командами АСН. Требование предъявлено, аппаратура управления разработана, а как проверить выполнение заданного маневрирования в процессе натурного испытания? В этом случае АГК уже не помощник.

В качестве регистратора угловой скорости циркуляции торпеды был разработан малогабаритный осциллограф с записью информации на киноленту. Источником информации был датчик угловой скорости – двухстепенной гироскопический прибор ДУС. Одновременно с записью угловой скорости регистрировались и релейные сигналы, вырабатываемые АСН, при этом они регистрировались с временным сдвигом относительно записи аналогового сигнала ДУС. Отметим, что ДУС, применяемый

в составе системы регистрации, и ДУС, применяемый в составе приборов управления, имели достаточно большое время разгона – порядка 20-30 с. Разработчики торпеды к такому положению дел относились спокойно, поскольку АСН содержала в своём составе электронные лампы накаливания, для обеспечения нормального функционирования которых требовалось достаточно длительное время разогрева, а процесс самонаведения раньше, чем через 30 с, начаться не мог. Основным прибором, регистрирующим параметры движения торпеды по глубине и крену, оставался АГК.

Применение нового носителя информации изменило схему прохождения этой информации. Испытание состоялось, торпеда «на борту», из кассеты с осциллографом извлекалась кинолента, которая после проявки предъявлялась группе главного конструктора для анализа. Главными «анализаторами» были заместитель главного конструктора по системе самонаведения и заместитель главного конструктора по приборам управления. Величину угловой скорости с необходимой точностью нужно было определить по 35-миллиметровой киноленте с толщиной линии записи угловой скорости 0,5 мм и максимально возможной величиной угловой скорости 15 град/с. Для анализа использовался прибор «Микрофот» – фотоувеличитель, с помощью которого изображение, зафиксированное на киноленте, увеличивалось примерно в 7 раз и проецировалось на экран. Целью анализа было построение траектории торпеды в процессе самонаведения на НК. Для построения траектории необходимо было совместить информацию об угловых скоростях циркуляции торпеды, информацию об индикации кильватерного

следа, зарегистрированную другим осциллографом, и словесную информацию о маневрировании стреляющего корабля и корабля цели. Такая работа требовала привлечения специалистов достаточно высокой квалификации. Эта ситуация способствовала созданию группы анализа материалов натурных испытаний. Такая группа «нейтральных» специалистов была особенно нужна в случае конфликта интересов, когда испытание оказывалось нерезультативным или незачётным и разработчики ССН обвиняли разработчиков системы управления в плохом выполнении команд, а разработчики системы управления утверждали, что ими неправильно командовала АСН.

Сложность проведения анализа материалов натурных испытаний ещё более возросла, когда надо было анализировать результаты стрельбы самонаводящимися торпедами по ПЛ. Для анализа функционирования торпеды в процессе самонаведения нужно было совместить записи трёх осциллографов: первого – с записью информации о сигналах от цели, выработанной АСН; второго – с записью угловой скорости  $\omega_y$  и команд АСН в боковой плоскости; третьего – с записью угловой скорости  $\omega_z$  и команд АСН в продольной плоскости. На основании этой информации необходимо было построить три проекции траектории движения торпеды: на горизонтальную плоскость, на вертикальную плоскость с использованием информации о глубине и углах дифферента и крена, зарегистрированной по показаниям АГК, и на «картинную» плоскость, т. е. вид на ПЛ-цель с позиции наблюдателя, сидящего «верхом» на торпедке. При этом возникали сложности по привязке к единому нулю записей осциллографов и АГК. Не будем повторять мысль о

конflikте интересов. Особенно ярко он проявился в процессе натурных испытаний первой отечественной противолодочной торпеды с активно-пассивной системой самонаведения СЭТ-40. Сложность принятия решения была одним из побудительных мотивов для создания в НИИ-400 комплекса физико-математического моделирования, предназначенного для исследования совместного функционирования систем управления и самонаведения в условиях, приближенных к реальным. Инициатором и вдохновителем создания этого комплекса был Р. В. Исаков, тогда начальник отдела 74.

Документирование и размножение материалов натурных испытаний выполняла фотолаборатория НИИ-400. Вспоминается, какое впечатление на участников заседания НТС, посвящённого закрытию этапа технического проекта торпеды УСТ, произвёл плакат формата А1 с записью угловой скорости  $\omega_y$  в процессе самонаведения на НК. Тем не менее именно с разработкой торпеды УСТ было связано принятие решения о замене аппаратуры, записывающей информацию на киноленту, на другую аппаратуру, обеспечивающую запись большего объёма информации и большие удобства этой информации, хотя это не было окончательным отказом от малогабаритного осциллографа и киноленты. Отметим, что в составе ПЗО торпеды УСЭТ-80 модификации 2503.05, прототипом которой являлась торпеда УСТ, в качестве регистратора параметров движения использовался малогабаритный осциллограф, с помощью которого регистрировались глубина хода торпеды и угловая скорость  $\omega_y$ . Видимо, заказчика устраивал такой объём информации для оценки функционирования системы управления.

### ТРЕТИЙ ЭТАП

В процессе проектирования первых отечественных универсальных самонаводящихся торпед МГТ-3 и УСТ стало очевидным, что объём информации, регистрируемый на киноленту малогабаритными осциллографами, явно недостаточен для оценки функционирования систем управления столь функционально сложных торпед. Для оценки параметров управляемости была необходима информация не только об угловых скоростях, но и об углах рыскания, дифферента и крена, о перемещениях рулевых органов. Существовавшие в то время блоки приборов управления (БПУ) информацию о текущих параметрах ориентации в явном виде не формировали. А поскольку проектируемые торпеды комплектовались батареями одноразового действия, активируемые морской водой, разработчикам ЭСУ и разработчикам системы управления была необходима информация об оборотах валов электродвигателя.

Надо отдать должное специалистам отдела регистрирующих приборов: они в сжатые сроки разработали устройство, известное под названием МРР, – модуль расширенной регистрации. Информационная часть модуля определяла глубину хода торпеды, углы рыскания, дифферента и крена, угловые скорости  $\omega_x$ ,  $\omega_y$ ,  $\omega_z$ , перемещения штоков трёх РМ. В качестве записывающего устройства был применён авиационный осциллограф К12-22, регистрирующий 12 параметров. Запись производилась на светочувствительную бумагу и была привязана к единому нулю. Помимо информации, характеризующей управляемость торпеды, на этой же бумаге регистрировались обороты наружного и внутреннего валов.

Что немаловажно, запись оборотов валов велась непосредственно с первичных источников, т. е. регистрировался каждый оборот вала. Конструктивно МРР был размещён на плате диаметром 450 мм, что, естественно, не позволяло применить его в составе торпеды МГТ-3. Однако аналогия многих конструктивных решений позволяла перенести результаты анализа управляемости торпеды УСТ на показатели управляемости торпеды МГТ-3. По доброй традиции в ПЗО торпеды УСТ устанавливался АГК.

Испытание состоялось, торпеда «на борту», из кассеты с осциллографом извлекалась катушка светочувствительной бумаги, которая после обработки представлялась заместителю главного конструктора по управляемости и приборам управления для анализа. При необходимости тиражирования материалов это делалось простым фотографированием фрагментов записи.

Такое информационное богатство сослужило добрую службу разработчикам системы управления торпеды УСТ. В результате анализа материалов четырёх натурных испытаний – двух ходовых и двух неходовых – были установлены причины аномального поведения торпеды по крену при стрельбе из ТА ОС, которое могло привести к срыву сроков разработки. На месте проведения натурных испытаний были оперативно выработаны мероприятия, обеспечившие дальнейшее их проведение, и рекомендации по доработке конструкции торпеды. С использованием информации об оборотах валов электродвигателя, зарегистрированной К12-22, и информации о скорости, зарегистрированной АГК, впервые удалось оценить кривые действия соосных гребных винтов на участках неустановившегося движения

в турбинном и нагнетательном режимах, что было использовано при разработке математической модели ЭСУ в интересах исследования процессов управления.

Разработка МРР для торпеды УСТ не была сиюминутным решением. Этот модуль на протяжении ряда лет успешно применялся при отработке торпеды УСЭТ-80, прототипом которой была торпеда УСТ. Использование информации, зарегистрированной МРР, позволило успешно решить задачи обеспечения управляемости торпеды, укомплектованной устройством установки ввода (УУВ), на начальном участке движения после выхода из ТА ПЛ, при «предельном» маневрировании торпеды после отделения УУВ и при проверке совместного функционирования систем самонаведения и управления. Анализ результатов натурных испытаний в части управляемости торпеды УСЭТ-80, зарегистрированных с использованием МРР, послужил началом нового направления в проектировании систем управления – идентификации математической модели динамики торпеды. Первые маленькие открытия были связаны с уточнением математической модели канала крена.

Отметим, что до этого ни информация, зарегистрированная на бумажной ленте АГК, ни информация, зарегистрированная на киноленту малогабаритным осциллографом, не внесли заметного вклада в уточнение математической модели динамики торпеды.

При всех положительных качествах МРР у него были два недостатка, ограничивающие область его применения: значительные габариты и значительное время предпусковой подготовки. А для проектируемых малогабаритных торпед нужна была

аппаратура регистрации, превосходящая по своим возможностям малогабаритный осциллограф с записью на киноленту.

### ЧЕТВЁРТЫЙ ЭТАП

Параллельно с разработкой торпеды УСТ началась разработка двух малогабаритных торпед калибра 40 и 32,4 см, получивших впоследствии названия УМГТ-1 и МПТ-1 соответственно. ПМТ-1 создавалась как аналог американской торпеды Mk46. Для этих торпед нужна была аппаратура регистрации, разработанная с учётом специфики конструкции торпед и условий их применения.

Остановимся на аппаратуре регистрации торпеды УМГТ-1, которая разрабатывалась как авиационная торпеда, предназначенная для применения с самолётов и вертолётов, и как боевая часть ракетных противолодочных комплексов (РПК). Применение торпеды в составе РПК накладывало чрезвычайно жёсткие ограничения на габариты всех узлов и агрегатов торпеды, в том числе на габариты аппаратуры регистрации практической торпеды. Для её размещения была выделена часть отсека, который устанавливался в практическую торпеду вместо БЗО. Этот отсек, названный капсулой, должен был всплывать после прекращения хода торпеды, т. е. он должен был иметь положительную плавучесть. Создание такой капсулы – задача для торпедистов сверхсложная. По инициативе заместителя главного конструктора торпеды по системе регистрации О. И. Пархоменко, подержанной руководством ЦНИИ «Гидроприбор», было принято решение сделать ставку на систему «Мир», применявшуюся в авиационной и ракетной технике. В качестве записи-

вающих устройств использовались два малогабаритных магнитописца: «Мир-3» для записи высокочастотных сигналов и «Мир-5» для записи низкочастотных сигналов. С учётом ограничений по габаритам было принято решение отказаться от автономных датчиков регистрации кинематических параметров движения и всю необходимую информацию получать от торпедной аппаратуры. А такой информацией для «Мир-5» была информация от БПУ: о глубине, вырабатываемая датчиком давления; об углах дифферента и крена, вырабатываемая маятниковыми датчиками углов (МДУ); об угловых скоростях  $\omega_x$ ,  $\omega_y$ ,  $\omega_z$ , вырабатываемая ДУС; и, кроме того, информация о силовом напряжении, об оборотах вала двигателя, о сигналах переключения управлением муфт трёх каналов рулевого привода (РП) – всего 12 каналов по аналогии с записями на осциллографе К12-22. Это всё аналоговая информация в виде непрерывных или релейных сигналов разных уровней постоянного или переменного тока. Для приведения этой информации к виду, пригодному для подачи на вход магнитописца, была разработана согласующая аппаратура. Технические решения беспрецедентные, но другие тогда не проходили. Важным положительным качеством схемы действия торпеды УМГТ-1 было то, что задействование приборной батареи происходило в момент пуска ракеты. От этой батареи запитывались все электронные устройства торпеды, в том числе регистрирующая аппаратура, от момента пуска ракеты и до прекращения хода торпеды.

Испытание состоялось, торпеда прекратила ход, сработала пиротехника и разрежала торпеду на три части: носовая и кормовая оконечности торпеды пошли на дно,

а капсула всплыла. После извлечения из капсулы магнитописцев началась процедура документирования, которая выполнялась с использованием специальных стоек системы «Мир». Магнитописцы «Мир-3» и «Мир-5» – это периферия системы. Результатом документирования информации с магнитописца «Мир-5» была бумажная лента с записями параметров функционирования систем торпеды, которую при необходимости можно было размножить. Записи магнитописца «Мир-3», а это записи функционирования АСН, можно было подвергать дополнительному анализу. Такого в практике торпедостроения ещё не было. В результате такого анализа были разработаны мероприятия, направленные на повышение качества функционирования АСН.

Отметим, что система «Мир» обеспечивала не только запись параметров и их документирование. В процессе подготовки регистрирующей аппаратуры выполнялась автоматизированная калибровка каналов измерения, что, естественно, повышало точность определения регистрируемых параметров. Такая же калибровка выполнялась после натурального испытания, т. к. результаты записи параметров зависели от величины напряжения приборной батареи, а оно в процессе пуска изменялось.

Проведение испытаний торпед в процессе пусков в составе РПК или сбрасываний с самолётов или вертолётов с получением информации в режиме «чёрного» ящика для торпедистов было в новинку, т. к. практическая торпеда стала одноразовой. Аналогичная ситуация у ракетчиков была всегда: все ракеты и при боевых, и при практических пусках были одноразовыми. В ходе отработки практических ракет выполнялись телеметрические пуски, в процессе

которых по телеметрическому каналу в реальном времени на земле регистрировались параметры, необходимые для оценки функционирования систем ракеты в полёте. При пусках РПК с БЧ, в качестве которой применялась торпеда УМГТ-1, телеметрической информации не было. Единственным источником информации о параметрах движения ракеты была информация, зарегистрированная магнитописцем «Мир-5». А дальше извечная история: когда всё хорошо, у всех всё хорошо. А когда плохо, надо искать виноватого.

Очередной пуск, разделение торпеды и ракеты произошло, торпеда привохла, ход торпеды не прослушивался, было зафиксировано срабатывание пиротехники при отстреле капсулы. К счастью, капсула всплыла. Заключение ракетчиков: «Отказ торпеды». Торпедисты берут тайм-аут, сравнивают записи угловых скоростей и маятниковых датчиков углов на данном пуске и на предыдущих пусках. Сравнение результатов анализа приводит к выводу: причина отказа – аномальное функционирование системы разделения торпеды и ракеты. Главным конструктором РПК «Водопад» и «Ветер» был выдающийся организатор, учёный и инженер Л. В. Люльев. Для него истина была дороже пресловутой чести мундира. В итоге ракетчики нашли слабое место в системе разделения, ракету доработали, и отказов по системе разделения больше не было. Спасибо О. И. Пархоменко за качественную регистрацию параметров движения торпеды, спасибо В. В. Томанову за виртуозный анализ процесса разделения торпеды и ракеты, спасибо Р. В. Исакову, который поверил своим специалистам и отстаивал их точку зрения. А показания достаточно грубого маятникового датчика угла

дифферента в определённых условиях могут интерпретироваться как показание акселерометра продольных ускорений. При анализе процесса разделения торпеды и ракеты это очень ценная информация.

Результат значительно меньшего масштаба: на основании записей угловых скоростей и команд на переключение муфт РП, «рулевых команд» было показано, что боевая торпеда, в отличие от практической, не обладает свойством собственной устойчивости по угловой скорости. А таким объектом управлять очень сложно. В одной из последующих разработок этот недостаток торпеды был устранён.

Следует отметить, что О. И. Пархоменко не только внедрил в практику принципиально новую систему регистрации и обеспечил её эксплуатацию. Он принимал активное участие в цеховых проверках систем изделий для выяснения предполагаемых причин их аномального функционирования, а такое случалось. Так что звание лауреата Государственной премии СССР за разработку торпеды УМГТ-1 О. И. Пархоменко был удостоен более чем заслуженно.

Как отмечалось выше, система «Мир» была ориентирована на применение для анализа материалов натуральных испытаний малогабаритных торпед УМГТ-1 и МПТ-1. Остановимся на одном эпизоде применения системы «Мир» при анализе натуральных испытаний торпеды МПТ-1. Состав регистрируемых параметров функционирования тепловой торпеды МПТ-1 аналогичен составу регистрируемых параметров функционирования электрической торпеды УМГТ-1 с той разницей, что вместо МДУ были применены более современные датчики линейных ускорений ДЛУ-ММ и вместо силового напряжения регистрировалось давление в ка-

мере сгорания. Вся регистрирующая аппаратура размещалась в кассете измерительно-регистрирующих приборов – КИРП. Ещё одно отличие в схеме действия: в торпеде не было стартового источника электроэнергии. После приведения срабатывал датчик воды, активировалась одно-разовая приборная батарея, энергия которой использовался для запуска ЭСУ. После достижения наружным валом определённого уровня оборотов в торпеде появлялось напряжение от генератора, которым запитывались все потребители. Эта схема действия была заимствована от американской торпеды Mk46 и, по имеющейся у нас информации, у американцев функционировала нормально.

Пока стрельбы выполнялись практическими торпедами из ТА ОС, у нас тоже было всё нормально. Настала пора сбрасываний торпеды с самолёта. Первый сброс – торпеда заглубилась до ограничения низа и отключилась. Второй сброс – та же картина. Тщательный анализ записей «Мир-5» показал, что задействование аппаратуры управления – БПУ и РП – происходит не «по-американски». В результате последующих цеховых проверок были обнаружены причины отклонения в функционировании системы управления от желаемого и приняты соответствующие меры.

Отметим, что руководство НПО «Уран» уделяло большое внимание вопросам организационного и информационно-технического обеспечения проведения анализа результатов натурных испытаний с использованием системы «Мир». В частности, на двух основных полигонах, на которых проводились натурные испытания торпед, а это посёлок Орджоникидзе на берегу Чёрного моря и станция Пристань на берегу озера Иссык-Куль, были организова-

ны специализированные отделы. В этих отделах работали как сотрудники НПО «Уран», так и местные специалисты. Оба эти отдела имели в своём распоряжении станции «Мир» и всю необходимую инфраструктуру для обеспечения их функционирования.

Система «Мир» была настолько удачной, что она нашла применение в системах регистрации серийных торпед калибра и 53 см, и 65 см. Специалистами отдела регистрирующих приборов был разработан ряд кассет регистрирующих приборов – КРП и кассет измерительно-регистрирующих приборов – КИРП. В частности, для одной из самых массовых универсальных торпед – торпеды 2503.10 была разработан КИРП, с помощью которой регистрировалась глубина хода торпеды, две угловые скорости  $\omega_x$  и  $\omega_z$  и перемещения штоков трёх РМ.

Это, безусловно, было шагом вперёд по сравнению со скромным объёмом регистрируемых параметров на первых серийных практических торпедах 2503.05. Кроме перечисленных выше параметров, регистрировался весь массив информационного обмена между бортовой цифровой вычислительной машиной (БЦВМ), названной цифровым автоматом (ЦА), и АСН, и информация о функционировании ЭСУ. В процессе эксплуатации торпеды 2503.10 никаких открытий в части управляемости сделано не было, что вполне объяснимо: поведенческие характеристики прототипа этой торпеды – торпеды 2503.05 были ранее изучены в достаточно полном объёме.

Маленькое открытие было сделано в процессе натурных испытаний торпеды ДСТ. Анализ записей магнитописца «Мир-5» угловой скорости  $\omega_y$  и перемещений штоков рулей по каналу канала курса привёл к парадок-

сальному результату: при перекладке рулей на правый борт угловое ускорение имело знак, противоположный расчётному, и то же при перекладке рулей на левый борт. Парадоксальное поведение торпеды объяснилось проявлением эффекта изгибных колебаний корпуса: оказалось, что торпеда не является твёрдым телом, а это было основным положением при выводе фундаментальных уравнений динамики торпеды, на основе которых велось проектирование системы управления.

При всех достоинствах у перечисленных выше КРП и КИРП был один недостаток: необходимость предварительного разгона гироскопических датчиков углов и угловых скоростей. Это обстоятельство усложняло проведение практических стрельб из ТА ПЛ и ТА НК.

Ещё один недостаток системы регистрации с записью на магнитную ленту проявился, когда возникла необходимость документирования значительно возросших объёмов информации о функционировании аппаратуры управления. Источником информации о параметрах движения одной из торпед и о функционировании её аппаратуры управления был БПУ АБ-121, построенный по принципу бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС). Этот БПУ предназначался для применения в составе торпеды калибра 32,4 см, разрабатывавшейся по теме «Пилон». Объём информации, вырабатываемый БПУ, которая представляла интерес для разработчиков системы управления, был весьма обширен: глубина хода торпеды, углы рыскания, дифферента крена, угловые скорости  $\omega_x$ ,  $\omega_y$ ,  $\omega_z$ , линейные ускорения  $a_x$ ,  $a_y$ ,  $a_z$ , управляющие функции каналов глубины, курса, крена. Кроме

того, регистрировалась информация о результатах промежуточных вычислений, выполняемых БПУ, и информация, необходимая для построения траектории движения торпеды. Вся эта информация была представлена в цифровом виде и регистрировалась с помощью КИРП. Накопителем информации был магнитописец «Мир-5».

Достоинством такого построения регистрации было то, что запись параметров осуществлялась с выходов управляющего прибора, у которого время готовности составляло 1 с. Поэтому запись параметров производилась практически с момента подачи питания на БПУ. А принципиальным недостатком записи параметров с выходов управляющего прибора было отсутствие возможности внешнего контроля функционирования БПУ.

При испытании опытных образцов этой торпеды впервые проявилось противоречие между желанием зарегистрировать большие массивы информации и частотой обновления этой информации. Для главного конструктора торпеды построение траектории по записям системы регистрации, а это макропроцесс, было вполне достаточным. А для разработчиков системы управления ситуация, когда регистрация угловых скоростей производится с частотой 7 Гц, а частота обновления управляющего сигнала могла составлять 10 Гц и более, представлялась неприемлемой. Кроме того, разработчики системы регистрации могли предоставить разработчикам системы управления только цифровые массивы. А такое положение дел не способствовало оперативному и качественному анализу материалов натурных испытаний, поскольку программно-аппарат-

ных средств, ускоряющих процесс анализа таких массивов информации, у нас тогда не существовало.

Классическая ситуация: испытание состоялось, изделие «на борту». Его привозят в цех, извлекают кассету регистрирующих приборов и передают её специалистам отдела регистрирующих приборов. Специалисты извлекают магнитописец, расшифровывают запись и представляют результаты регистрации в виде цифрового массива. Этот массив, перенесённый на дискету, передаётся разработчикам системы управления для анализа. А программно-аппаратных средств для проведения анализа у нас тогда не было, и анализ цифровых массивов выполнялся вручную. В явном виде имеет место противоречие между источником цифровой информации, аналоговым накопителем информации и инфраструктурой для обработки информации.

Особенно ярко это противоречие проявилось в процессе проектирования одного функционально сложного изделия с увеличенным по сравнению с торпедами временем хода, когда надо было регистрировать параметры функционирования и системы управления с БПУ АБ-121 и параметры функционирования электронно-акустической аппаратуры. В состав КИРП входили два магнитописца «Мир-5». Совмещение и анализ цифровых массивов, содержащих информацию о функционировании двух систем изделия в течение часа, – задача сложная и очень трудоёмкая. Необходимо было искать новые технические решения.

#### ПЯТЫЙ ЭТАП

Такое техническое решение было найдено, но найдено не совсем логично. Как отмечалось выше, инфор-

мация о функционировании системы управления, которую формировал БПУ АБ-121, была представлена в цифровом виде. Однако в те времена, когда этот БПУ входил в состав изделий, регистратора с необходимыми характеристиками для регистрации больших объёмов цифровой информации нужного качества не существовало. Попытки создать такой регистратор предпринимались торпедистами ещё в конце XX века. Однако отсутствие элементной базы, пригодной по своим техническим и эксплуатационным характеристикам для обеспечения функционирования регистратора в торпедных условиях, не позволило решить поставленную задачу. Задача была решена в начале XXI века, когда появилась элементная база с необходимыми характеристиками. По стечению обстоятельств цифровой регистратор был применён для регистрации параметров движения изделий, в аппаратуру управления которых входили БПУ Б26 и ЦА. Эту аппаратуру весьма условно можно было назвать цифро-аналоговой. ЦА получал от носителя стрельбовую информацию в виде цифровых кодов и задавал параметры движения БПУ также в виде кодов. БПУ формировал управляющие функции в виде аналоговых сигналов, поступающих на вход усилителей мощности рулевого привода. Массив стрельбовой информации на борту торпеды не документировался.

Представляется, что поводом для разработки принципиально новой системы регистрации стало решение о поставке иностранному заказчику универсальных самонаводящихся телеуправляемых торпед калибра 53 см. У торпедистов был только накопитель информации на магнитной ленте, а поставлять за рубежом в составе практической торпеды такой ре-

гистратор, видимо, представлялось нежелательным. К тому времени специализированных отделов, занимавшихся разработкой регистрирующих приборов и систем управления (72 и 74 отделов), уже не было. Разработка всего, что можно было включить в состав информационно-управляющей системы торпеды, а это системы самонаведения, управления, телеуправления, подрыва заряда и регистрации, была сосредоточена в одном отделе – отделе 065, в котором, к счастью, сохранился коллектив энтузиастов – системотехников и схемотехников. В результате их работы была создана принципиально новая система регистрации. Эта система включала в себя:

- регистратор бортовой (РБ), который устанавливается в торпеду;
- наземную станцию обработки бортовой информации (СОБИ), которая работает совместно с РБ и выполняет функции контроля регистрируемых РБ параметров, градуировки датчика глубины, считывания информации РБ и сохранения её в виде файла;
- программу для персонального компьютера, предназначенную для визуализации и документирования результатов, зарегистрированных РБ.

В исходном варианте РБ регистрировал только аналоговые сигналы:

- в части системы управления – глубину, угловые скорости и перемещения штоков РМ;
- в части системы самонаведения – весь объём информации по обмену между АСН и ЦА;
- ещё ряд сигналов, характеризующих функционирование систем торпеды.

Этот перечень информации пол-

ностью соответствовал перечню, регистрируемому серийной КИРП с записью на магнитописец «Мир-5» в составе изделия 2503.10. Различие состояло в порядке прохождения информации, т. к. накопителем информации стала микроэлектроника. К чести разработчиков РБ следует отметить, что время готовности РБ было меньше, чем время готовности БПУ. Таким образом, применение РБ не накладывало ограничений на время предпусковой готовности торпеды.

Следуя принятому ранее порядку изложения, продолжаем: испытание состоялось, торпеда «на борту». Проверяется состояние изоляции электрических цепей торпеды. В случае удовлетворительного их состояния информация считывается без расстыковки торпеды и извлечения РБ. Носитель информации – флеш-накопитель, информация представлена в виде бинарного файла. Эта информация загружается в СОБИ, и на выходе формируется модуль регистрации аналоговых сигналов (МРАС). Экспресс-анализ содержания информации МРАС позволяет на месте проведения испытания определить порядок дальнейшего прохождения торпеды. Далее модуль, перенесённый на флеш-карту, предоставляется заинтересованным специалистам и может быть загружен в компьютер. При наличии в компьютере специальной программы расшифровки регистрации РБ пользователь может визуализировать результаты натурального испытания с использованием монитора, обрабатывать их по своему усмотрению и документировать с использованием принтера. Таких возможностей для анализа результатов натуральных испытаний разработчики торпедных систем ранее не имели. Более подробную информацию

об обработке результатов натурных испытаний можно получить, ознакомившись с соответствующими руководствами по эксплуатации (РЭ) в архиве технической документации.

Описанная схема прохождения информации о результатах натурных испытаний торпед была внедрена на нашем предприятии, успешно эксплуатировалась и была передана иностранным заказчикам торпед. Отметим, что с использованием этой системы регистрации в процессе натурных испытаний экспортных торпед никаких открытий в части системы управления, ни больших, ни маленьких, сделано не было. Объяснение этому простое: прототипом торпед, передаваемых заказчику, была торпеда УСЭТ-80, поведенческие характеристики которой были изучены достаточно полно, о чём уже было сказано выше. Открытия начались с внедрением в торпеды новой техники – БПУ собственной разработки, построенного по принципу БИНС.

БПУ Б107 представлял собой цифро-аналоговый прибор, однако, в отличие от БПУ Б26, аналоговыми были только датчики первичной информации о кинематических параметрах движения. Вся обработка первичной информации выполнялась в цифровой форме. В РБ предполагалось передавать следующую информацию о функционировании системы управления, вырабатываемую Б107:

- глубину заданную и текущую;
- углы рыскания и дифферента заданные и текущие, угол крена;
- угловые скорости;
- показания акселерометров;
- заданные перемещения штоков РМ, т. е. управляющие функции.

Такого информационного богатства у разработчиков систем управления ещё не было. В частности, появилась возможность в явном виде регистрировать статические ошиб-

ки системы управления. Но всё это надо было документировать. Надо отдать должное разработчикам новой системы регистрации – они проектировали её «на вырост». Помимо модуля регистрации аналоговых сигналов, был создан модуль регистрации цифровых сигналов, названный МРДС. Соответственно была расширена программа просмотра результатов регистрации, поскольку МРДС регистрировал информацию в интересах анализа функционирования системы самонаведения и информационный обмен БПУ Б107 по каналам магистрального последовательного интерфейса (МПИ) с внешними абонентами, в частности, документировался информационный обмен с носителем. Разработчики системы самонаведения предъявили разработчикам системы управления новые требования: выполнять заданные углы рыскания и дифферента и выдавать квитанции о выполнении этих углов. Всё это должно было документироваться системой регистрации.

Основным разработчиком аппаратной части системы регистрации был Л. С. Цветков, который вошёл в историю торпедного приборостроения как один из основных разработчиков первой отечественной торпедной БЦВМ – ЦА. Разработка РБ и СОБИ была его лебединой песней перед уходом на заслуженный отдых. Программное обеспечение разработано и продолжает совершенствоваться ведущим инженером-программистом Г. В. Никогосьянц. Огромное им спасибо от разработчиков систем управления.

У обсуждаемой системы регистрации есть один недостаток: низкая частота обновления информации. Если для регистрации информации о глубине хода торпеды частота обновления 8 Гц представляется достаточной, для регистрации информации об

углах рыскания, дифферента и крена вполне допустимой, то для регистрации угловых скоростей и заданных перемещений штоков РМ такая частота представляется неприемлемой. Есть изделия, у которых частота обновления заданных сигналов в управляющих функциях составляет 10 Гц. В этом случае, чтобы не потерять информацию, выборка должна идти с частотой 20 Гц, а для восстановления информации с частотой ещё на полпорядка выше. Но это недостаток не только РБ, но и источника информации – БПУ. Частота обновления информации зависит от объёма передаваемой информации, от времени накопления этой информации и от объёма памяти накопителя. С появлением более совершенных накопителей информации частота обновления будет повышаться, что мы и видим в перспективных разработках. А в современных условиях информация, необходимая разработчикам систем управления для уточнения математической модели динамики торпеды, документируется с помощью МРАС, которым регистрируется информация об угловых скоростях и перемещениях штоков РМ с достаточно высокой частотой обновления этой информации.

Открытия, о которых упоминалось выше, касались не динамики торпед, а специфики работы БПУ, построенного по принципу БИНС, в торпедных условиях. В частности, для повышения точностных характеристик системы управления производится комплексирование информации, вырабатываемой БИНС, и информации от внешних по отношению к БИНС источников. Программно-аппаратное обеспечение комплексирования на первых порах разработчиками систем управления в достаточной мере освоено не было. В ходе анализа результатов процессов управления с

использованием предоставленных системой регистрации возможностей были обнаружены погрешности в выполнении вертикализации измерительной системы БПУ на ходу – программы «довывастики» и ряд других.

В заключение рассмотрения состояния системы регистрации на пятом этапе её развития отметим следующее. Одно из направлений развития информационно-управляющих систем торпед идёт под девизом: «Каждому процессу – свой процессор». И дальше: «Каждому процессору – свой регистратор». Развитие микропроцессорной техники позволяет реализовать такую разветвлённую систему. Это открывает новые горизонты для совершенствования анализа результатов торпедных стрельб в части управляемости торпед.

## ВЫВОДЫ

Обобщённая оценка систем регистрации с субъективной позиции автора представлена в таблице 1, в которой:

- в столбце «Время готовности регистрирующей аппаратуры» для этапов 2, 3 и 4 приведено время, определяемое временем разгона датчиков информации – гироскопических приборов;
- в столбце «Достаточность информации по номенклатуре» оценивается объём информации, необходимой для анализа управляемости торпеды;
- в столбце «Достаточность информации по качеству» оценивается полнота информации, необходимой для уточнения математической модели системы управления;
- различие в способах тиражирования по пп. 4 и 5 состоит в том, что для анализа информации, записанной на магнитную ленту по п. 4, не было разработано

Этап	Время готовности регистрирующей аппаратуры	Форма представления информации	Достаточность информации по номенклатуре	Достаточность информации по качеству	Способ тиражирования информации
1	Мгновенная	Бумажная лента	Не достаточна	Не достаточна	Светокопирование
2	20...30 с	Киолента	Не достаточна	Не достаточна	Фотографирование
3	20...30 с	Светочувствительная бумага	Достаточна	Достаточна	Фотографирование
4	30...50 с	Магнитфонная лента	Достаточна	Не достаточна	Цифровой массив
5	1 с	Цифровая	Достаточна	Не достаточна	Цифровой массив

соответствующих процедур визуализации и обработки, а для анализа информации по п. 5 создано необходимое программное обеспечение.

**Подведём итоги:**

1. По показателю «Время готовности» ничего лучше, чем автограф, пока не создано.

2. По показателю «Достаточность информации по номенклатуре» желаемое состояние достигнуто.
3. По показателю «Достаточность информации по качеству» пока ничего нового не создано. Есть над чем работать

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Средства измерений параметров изделий специальностей 30 и 40 для натуральных испытаний. Технические характеристики и габаритные чертежи: справочное пособие. – Л.: НПО «Уран», 1981.
2. Руководство по расшифровке записей регистратора бортового 2556.000.010 РЭ 9. Инв. № 14321.
3. Кабанец Е. В. На управляемость торпеды влияет всё. – СПб.: ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор», 2021. – 75 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОТДЕЛЕНИЯ САМОВЫХОДОМ**

В статье изложены основные положения методики расчёта отделения полезной нагрузки (объектов различного назначения с собственным движительным комплексом) от подводного носителя методом самовыхода с использованием современных методов численной гидродинамики (CFD-технологий). Описывается метод отделения самовыходом, его достоинства и недостатки. Приводятся результаты исследования сходимости по сетке конечно-объёмной модели по критерию «точность-время», а также результаты сопоставления расчёта с экспериментом.

**ВВЕДЕНИЕ**

Мировой океан является самой неисследованной частью нашей планеты. Бурное развитие роботостроения, в том числе и развитие необитаемых подводных аппаратов (НПА), позволяет ожидать серьёзных научных открытий в части освоения Мирового океана. Перед инженерами мирового сообщества возникают сложные вопросы проектирования НПА, решение которых обеспечит научные открытия.

Неотъемлемой задачей, решаемой при проектировании НПА, является обеспечение доставки их к месту выполнения работ. Одним из способов решения данной задачи является создание носителей – тяжёлых подводных аппаратов, которые несут на своём борту группу НПА. По прибытии к месту проведения работ группа НПА отделяется от носителя.

НПА могут размещаться в замкнутых объёмах носителя, при этом перед проектировщиками ставится сложная инженерная задача безаварийного отделения.

Моделирование процессов отделения – важный этап проектирования, позволяющий минимизировать

конструктивные ошибки до начала экспериментальной отработки систем. Экспериментальную отработку систем невозможно провести для всего диапазона эксплуатационных условий, и только математическое моделирование позволяет провести более глубокий анализ работы систем. При этом моделирование процесса отделения является сложной инженерной задачей, актуальной не только для предприятий-разработчиков НПА, но и для науки в целом.

Современный уровень развития технологий численного моделирования механики жидкости и газа (CFD – Computational Fluid Dynamics) позволяет пересмотреть подходы к моделированию работы подводной техники. Внедрение технологий CFD идёт по принципу от частного к общему, то есть трёхмерные расчётные модели становятся более подробными с точки зрения описываемых конструкций, при этом происходит одновременное моделирование нескольких физических процессов, например внешнего обтекания подводных объектов совместно с работой движительного комплекса.



Моделированию процессов отделения НПА от носителя с использованием современных CFD-технологий посвящён ряд научных работ [1], что подтверждает научный интерес к рассматриваемой проблеме.

В данной статье описана методика, разработанная в АО «ЦКБ МТ «Рубин», позволяющая провести моделирование отделения подводного аппарата от носителя, размещённого в проницаемом контейнере, за счёт собственного движительного комплекса методом самовыхода с использованием российского программного комплекса (ПК) FlowVision, который успешно применяется для решения гидродинамических задач [2].

Особенностью данной методики является проведение валидации результатов моделирования работы движительного комплекса по экспериментальным работам.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Метод самовыхода является традиционным способом отделения объектов от носителя, поскольку он не требует размещения дополнительных устройств, обеспечивающих отделение. Этот метод до сих пор актуален благодаря тому, что он является наиболее бесшумным. Тем не менее данный метод отделения обладает рядом ограничений, сильно затрудняющих его реализацию:

- необходимость наличия собственного движителя у отделяемого объекта;
- зависимость длины пусковой установки от мощности движителя: на момент схода с направляющих отделяемый объект должен обладать достаточной для управления скоростью движения;

- возможность существенного отличия работы движительного комплекса в условиях пусковой установки. При этом должна быть обеспечена достаточная проницаемость пусковой установки для сохранения работоспособности движительного комплекса.

Описанные выше ограничения не позволили до настоящего времени создать единую расчётную методику, обеспечивающую определение параметров отделения (зависимости скорости и ускорения от времени) при реализации метода самовыхода. В литературе описано лишь общее требование проектирования пусковых установок круглого сечения: внутренний диаметр пусковой установки должен в 1,4 раза превышать внешний диаметр отделяемого объекта для обеспечения беспрепятственного перетекания воды в заднюю часть пусковой установки для замещения освобождаемого объёма и минимизации поршневой силы [3]. Всё это приводит к тому, что проектировщики морской техники отказываются от самовыхода, поскольку уже на этапах технического проекта необходимо теоретически подтверждать обеспечение допустимых параметров (скорость, ускорение) отделения объектов от носителя.

При проектировании подводной техники важными факторами являются обеспечение запаса плавучести, сохранения внешних обводов, соответствующих теоретическому чертежу, по которому определяются гидродинамические параметры носителя и, соответственно, его предельные скорости, манёвренность и т. д., а также обеспечение прочности. Поэтому формирование облика пусковых установок является сложнейшей задачей, и при отсутствии

типовых норм проектирования исполнение конкретной пусковой установки может быть самым разнообразным, как, например:

- непроницаемые оболочки различного поперечного сечения с закрытым задним торцом;
- непроницаемые оболочки различного поперечного сечения с открытым задним торцом;
- перфорированные оболочки различного поперечного сечения.

В данной статье рассмотрен вариант пусковой установки, представляющий собой перфорированную оболочку прямоугольного сечения. Пусковая установка приведена на рисунке 1. В пусковой установке размещается отделяемый объект,

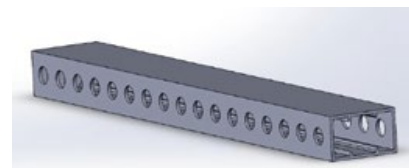


Рисунок 1 – Пусковая установка

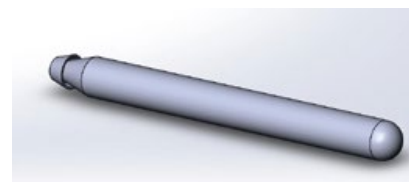


Рисунок 2 – Отделяемый объект

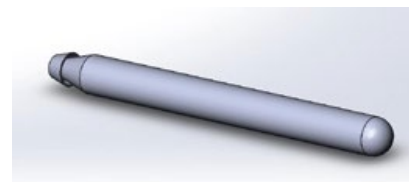


Рисунок 3 – Отделяемый объект в пусковой установке

приведённый на рисунке 2. На рисунке 3 представлено размещение отделяемого объекта в пусковой установке.

Для моделирования процесса отделения изделия из пусковой установки была разработана конечно-объёмная модель в пакете программ FlowVision. Особенностью постановки задачи является прямое моделирование вращения ротора движителя с заданным числом оборотов. Такой подход позволяет исключить искусственное разделение гидродинамической силы, действующей на отделяемый объект, на составляющие (тягу, сопротивление, поршневую силу), а также влияние кормовой части отделяемого объекта на тягу движителя. На самом деле разделение гидродинамической силы на составляющие искусственно, а некорректная стыковка результатов расчёта составляющих сил и невнимание к взаимовлиянию составляющих сил друг на друга может привести к искажению решения суммарной задачи. Выявление же таких ошибок, как правило, происходит на стадии испытаний, что существенно увеличивает время и сроки создания техники.

Общий вид конечно-объёмной модели приведён на рисунке 4.

Для определения гидродинамических сил и моментов, возникающих при обтекании тел, в поставленной

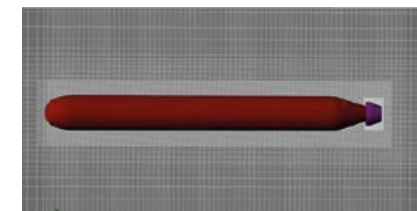


Рисунок 4 – Общий вид конечно-объёмной модели

задаче решается система уравнений Навье-Стокса, включающая в себя уравнение неразрывности и уравнение импульсов. Ниже приведён вид системы уравнений Навье-Стокса, решаемый в программном комплексе FlowVision:

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho V) = 0, \\ \frac{\partial \rho V}{\partial t} + \nabla(\rho V \otimes V) = \\ = -\nabla P + \nabla \cdot \hat{\tau}_{eff} + \\ + DV - \hat{D}V + F + F_{el} + F_{user}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность среды,  $t$  – время,  $\Delta$  – оператор Набла,  $V$  – скорость среды (вектор),  $P$  – давление,  $\hat{\tau}_{eff}$  – тензор вязких напряжений,  $D$  – коэффициент изотропного сопротивления,  $\hat{D}$  – матрица анизотропного сопротивления,  $F$  – сила тяжести,  $F_{el}$  – сила, действующая со стороны электростатического поля на единичный объем среды,  $F_{user}$  – дополнительная объёмная сила.

Для конечно-объёмной модели задаются следующие граничные условия:

- скорость потока, соответствующая скорости носителя на входе в расчётную область;
- нулевое давление – на выходе и внешних границах расчётной области.

Используется модель турбулентности k-ε «Стандартная».

Взаимодействие между ротором двигателя и отделяемым объектом организовано следующим образом:

- для ротора задаётся закон частоты вращения от времени (для имитации выхода на режим);
- интегральная гидродинамическая сила, получаемая на поверхности ротора, передаётся в качестве внешней силы, воздействующей на отделяемый объект, на каждом

расчётном шаге;

- под действием переданной силы происходит расчёт параметров движения объекта;
- полученная скорость объекта на каждом шаге передаётся ротору двигателя, тем самым ротор находится в связке с отделяемым объектом.

Сложность решения задач гидродинамики с применением современных технологий численного моделирования механики жидкости и газа заключается в необходимости валидации результатов, то есть сопоставлении результатов расчётов с данными экспериментальных работ. Валидация процесса самовыхода крайне затруднительна, поскольку требует создания специальных стендов и измерительной аппаратуры. При этом на момент разработки модели были получены экспериментальные данные по замерам тягового усилия отделяемого объекта при различных оборотах ротора. Поэтому для валидации разработанной модели был предложен следующий алгоритм:

1. Разработанная модель упрощается в части исключения носителя и пусковой установки.
2. Проводится серия расчётов для условий экспериментальных замеров с целью получения тяговых характеристик при различных поступях. При этом просчитываются варианты с различной начальной сеткой и степенью адаптации.
3. Определяется отклонение полученных значений тяги расчётным способом и экспериментальных.
4. На основании полученных отклонений между расчётными характеристиками и экспериментальными определяется требуемая расчётная сетка и погрешность расчёта параметров самовыхода.

Тяга двигателя определяется по следующей формуле:

$$T = F_{сумм} - F, \quad (2)$$

где  $T$  – тяга,  $F_{сумм}$  – суммарная гидродинамическая сила, определяемая как интегральная характеристика по всей поверхности отделяемого объекта,  $F$  – гидродинамическая сила (сила сопротивления), полученная при неработающем двигателе.

Для определения силы тяги требуется определение гидродинамического сопротивления при неработающем двигателе. В экспериментах скорость буксировки объекта составляла 6,0 м/с. Экспериментальное значение гидродинамического сопротивления составило 116 Н.

Для данных условий были проведены расчёты гидродинамического сопротивления с использованием программного комплекса FlowVision. Расчёты были проведены для четырёх типов начальных сеток со степенью адаптации до 3 уровня. Результаты расчёта гидродинамического сопротивления приведены в таблице 1. Расчёты проводились с использованием технологии параллельных вычислений, было задействовано 96 вычислительных ядер.

Как видно из таблицы 1, расчёт-

ное значение гидродинамического сопротивления при минимальном значении характерного размера пристеночной ячейки меньше экспериментального на 2,5%. Это можно объяснить как погрешностью проведения эксперимента (замера силы сопротивления, скорости потока), так и отличием реального макетного образца от идеализированного расчётного.

Следует отметить, что применение технологий численного моделирования механики жидкости и газа требует существенных затрат на проведение вычислений, а с учётом необходимости решения задачи для ряда внешних граничных условий суммарное время решения инженерной задачи может превышать имеющиеся временные ресурсы. Поэтому для проведения дальнейших исследований была взята за основу сетка с начальным размером ячейки 0,02 м, при этом точность расчёта по сравнению с экспериментом составит 7,8%, что приемлемо для инженерных задач.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТОВ

Были проведены расчёты, соответствующие швартовному режиму, при котором отсутствует движение объекта, а ротор двигателя враща-

Таблица 1 – Результаты расчёта

№	Размер начальной сетки, м	Уровень адаптации	Характерный размер пристеночной ячейки, м	Количество элементов, млн	Сила сопротивления, Н	Сопротивление формы, Н	Сопротивление трения, Н
1	0,040	3	0,00500	0,8	138	50	88
2	0,020	3	0,00250	2,6	125	37	88
3	0,010	3	0,00125	8,7	114	27	87
4	0,008	3	0,00100	13,3	113	25	88

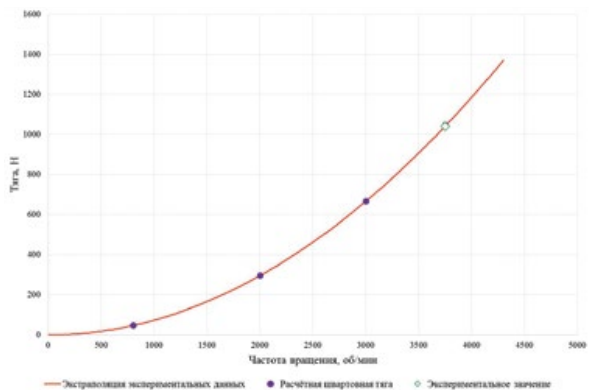


Рисунок 5 – Швартовная тяга

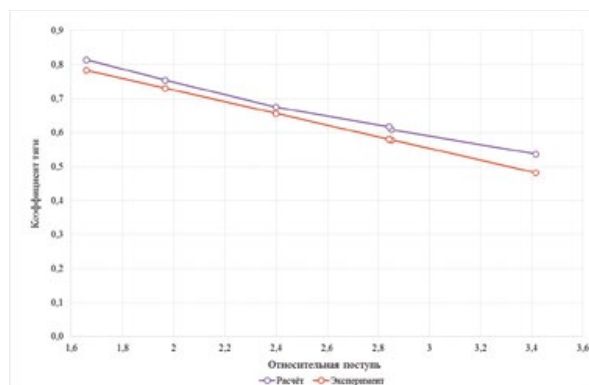


Рисунок 6 – Зависимость расчетного и экспериментального значения коэффициента тяги от относительной поступи

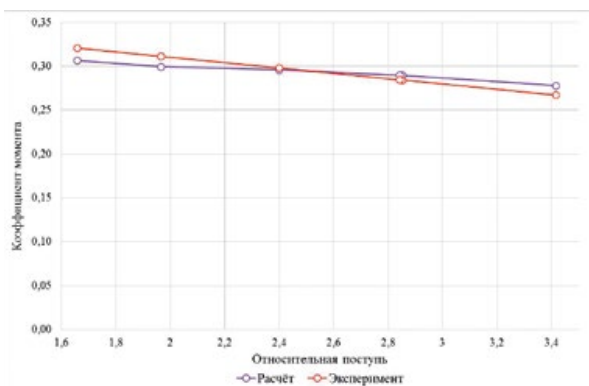


Рисунок 7 – Зависимость расчетного и экспериментального значения коэффициента момента от относительной поступи

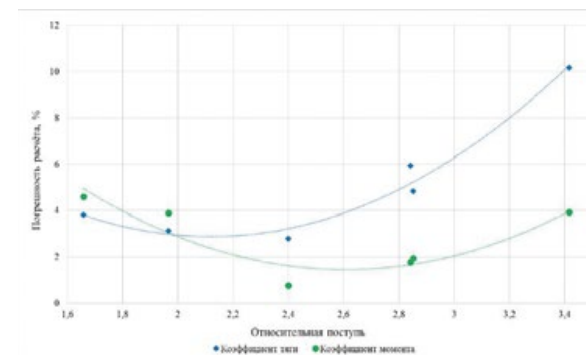


Рисунок 8 – Погрешность расчета коэффициентов тяги и момента

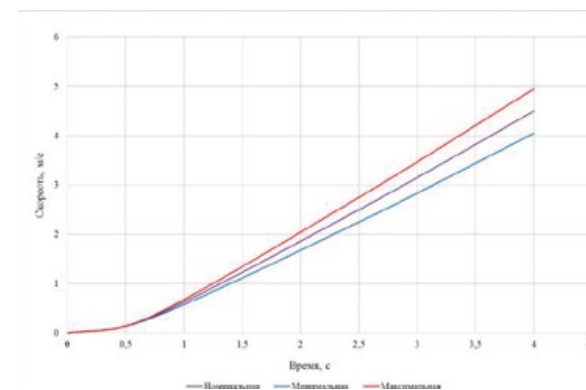


Рисунок 9 – Зависимость скорости движения и предельные значения

ется на максимальных оборотах. На рисунке 5 приведены результаты расчета тяги двигателя и момента на валу, а также экспериментальные значения.

Как видно из рисунка 5, имеет место хорошее совпадение экспериментальных и расчетных значений швартовной тяги. Численное экспериментальное значение швартовной тяги на оборотах ротора двигателя 3750 об/мин составляет 1040 Н, расчетное – 1047 Н. Экспериментальное

значение момента на валу составляет 45,1 Н·м, расчетное – 37,5 Н·м.

Далее была проведена серия расчетов с имитацией самоходных испытаний, при которых производилась буксировка объекта со скоростью 6,0 м/с, частота вращения ротора двигателя варьировалась в диапазоне от 844 об/мин до 1738 об/мин.

Результаты расчетов тяговых характеристик, полученных при валидации модели по самоходным испытаниям, приведены на рисунках 6, 7,

на которых представлено сопоставление экспериментального и расчётного значения коэффициентов тяги и момента в зависимости от относительной поступи.

Зависимость погрешности расчёта от относительной поступи, полученная при валидации модели, приведена на рисунке 8. Данная погрешность может быть использована при проведении расчёта самовыхода. На основе расчётных зависимостей скорости от времени будут построены предельные зависимости с учётом полученной при валидации погрешности.

Как видно из рисунка 8, максимальная погрешность валидационного расчёта составила 10% по коэффициенту тяги при относительной поступи, равной 3,4. При этом было определено значение возможных относительных поступей, реализуемых при самовыходе.

Максимальная поступь составит не более 2,5. Таким образом, при расчёте самовыхода погрешность составит не более 5%.

Полученное значение погрешно-

сти расчёта тяговых характеристик используется для определения предельных расчётных значений скорости отделения объекта от носителя. На рисунке 9 приведены номинальная расчётная зависимость скорости движения объекта от времени и предельные значения.

### ВЫВОДЫ

В ходе проведения работ была получена рабочая методика расчёта отделения НПА от носителей методом самовыхода при размещении НПА в проницаемой пусковой установке. Результатом расчёта являются предельные значения скорости движения объекта при отделении, полученные с использованием погрешностей валидационного расчёта. Скорости отделения НПА очень важны с точки зрения:

- проверки безаварийности отделения;
- расхождения НПА с носителем;
- управляемости НПА после отделения;

- прочности конструкции НПА. Решение задачи отделения НПА от носителя на ранних этапах проектирования носителя позволило:
- подтвердить принципиальную возможность применения самовыхода для отделения НПА от носителя;
- предложить ряд конструктивных доработок пусковой установки, позволяющих улучшить параметры отделения НПА. В том числе ведутся работы по изучению влияния различных конструктивных решений пусковой установки на параметры отделения;
- определить воздействие на носитель при отделении и учесть его влияние при проектировании системы управления носителем;
- подтвердить ряд требований технического задания на носитель для условий эксплуатации, которые не могут быть проверены в

условиях экспериментальной отработки.

С учётом положительных результатов, полученных после внедрения данной методики расчёта отделения НПА в процесс проектирования, она может быть использована при проектировании пусковых установок любого конструктивного исполнения, методом отделения из которых является самовыход.

Изучение влияния конфигурации пускового устройства на параметры отделения изделия представляет собой отдельную исследовательскую работу. Сейчас в рамках данных работ проводится исследование ряда предложенных конструктивных реализаций пускового устройства (рисунков 10). Целью проводимых работ является оптимизация конструкции с точки зрения снижения влияния пускового устройства на параметры отделения.

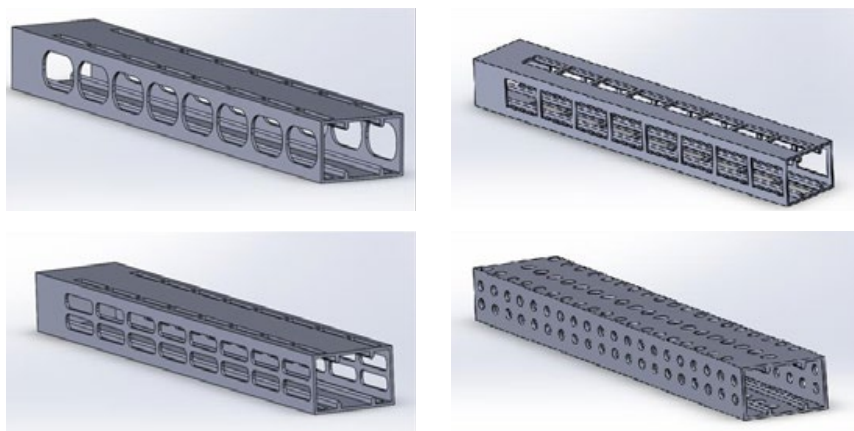


Рисунок 10 – Конструктивные реализации пускового устройства

### ЛИТЕРАТУРА

1. Zhang X., Wang S., Yu D. 2D Axisymmetric CFD Simulation of Underwater Torpedo Launch Tube Flow // IEEE –2009.
2. Король Ю.М., Рудько О.Н. Технология моделирования работы судовых винто-рулевых комплексов в среде FlowVision. – Текст : электронный – URL: [https://zflouvision.ni/images/2016/fv\\_es10\\_nukual.pdf](https://zflouvision.ni/images/2016/fv_es10_nukual.pdf) (дата обращения: 01.05.2019).
3. Борисенко К.П., Ефимов О.И., Красильников Е.П. Торпедные аппараты подводных лодок: учеб. пособие. –СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2002. – 75 с.
4. Аксёнов А.А., Дядькин А.А., Харченко С.А. Исследование эффективности распараллеливания расчёта движения подвижных тел и свободных поверхностей во FlowVision на компьютере с распределённой памятью // Вычислительные методы и программирование. – 2009. – Т.10, № 1.
5. F. Pécot., T. Taillefet., CFD simulation of a torpedo swim-out launching // UDT – 2019.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДНА ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ МИРОВОГО ОКЕАНА ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ

В статье рассматриваются вопросы технического обеспечения исследования дна прибрежных акваторий Мирового океана. Для детального обследования дна и донных объектов предложено применять малогабаритные телеуправляемые необитаемые подводные аппараты авторской конструкции.

В соответствии с Морской доктриной РФ морские научные исследования направлены прежде всего на изучение континентального шельфа, исключительной экономической зоны, территориального моря и внутренних морских вод Российской Федерации [1].

Эффективным способом выполнения исследовательских задач по этим направлениям является применение подводных аппаратов различного назначения, в том числе телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов с различной полезной научно-исследовательской нагрузкой (ТНПА) [2].

Одной из основных проблем в изучении морского дна является получение полноценной информации о его состоянии. Для этого применяется специальное оборудование – различные виды систем технического зрения (СТЗ), устанавливаемые на подводные аппараты, и специальные технологии:

- однолучевые эхолоты, позволяющие установить общий характер рельефа дна;
- многолучевые эхолоты, способные проводить площадное обследование и картографирование дна с высокой детальностью;
- высокоточное подводное акустическое 3D-сканирование [3];

- гидролокаторы бокового обзора и гидролокаторы секторного обзора [4];
- видеоаппаратура.

Отдельной задачей является детальная съёмка подводных объектов, позволяющая рассмотреть мельчайшие особенности рельефа, трубопроводов, затонувших объектов как снаружи, так и внутри. Для выполнения таких задач представляется эффективно применять малогабаритные ТНПА, которые обладают следующими достоинствами:

- компактность за счёт малых массогабаритных характеристик аппарата, что позволяет исследовать области, недоступные для водолазов и крупных подводных аппаратов, и осуществлять спуск и подъём аппарата без применения специальных спуско-подъёмных устройств;
- высокая манёвренность, обусловленная возможностями движительно-рулевого комплекса аппарата;
- управляемость, обусловленная как возможностями движительно-рулевого комплекса, так и системой управления и программным обеспечением аппарата и его береговой системы управления;
- возможность управления оператором с берега (или носителя);

- простота и надёжность конструкции;
- возможность оперативной установки сменного оборудования (различных видов СТЗ, дополнительных осветительных приборов, манипулятора-схвата и его частей) [4].

Рассмотрим малогабаритный ТНПА, разработанный автором в рамках выпускной квалификационной работы [5].

Внешний вид данного ТНПА представлен на рисунке 1.

Важной особенностью малогабаритного ТНПА является применение системы видеокамер и различные варианты комбинаций их расположения (ориентация) на корпусе аппарата для обеспечения наиболее полного обзора окружающей обстановки и детальной съёмки заданных или обнаруженных объектов.

Для повышения эффективности обзора окружающей обстановки предложена система видеокамер, состоящая из основной видеокамеры (общего обзора) и дополнительных (рабочих) с определённой ориентацией. Главная обзорная камера (является основной) располагается в передней части ТНПА (рисунок 2), при этом освещение объекта (подсветка) обеспечивается светодиодами.

Вторая камера (нижняя широкоугольная) – для изучения объектов,

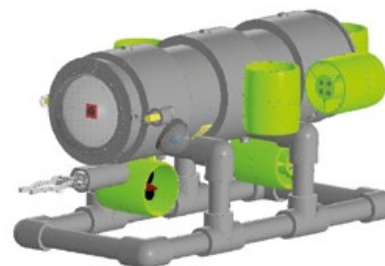


Рисунок 1 – Малогабаритный ТНПА

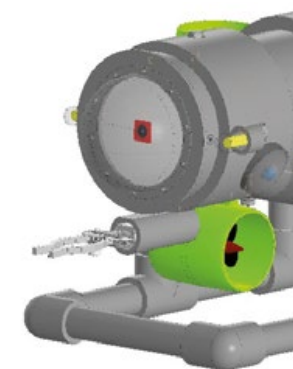


Рисунок 2 – Передняя обзорная камера аппарата

находящихся под подводным аппаратом, и получения широкого изображения дна и донных объектов (рисунок 3).

Освещение обеспечивается светодиодами прожекторами.

Дополнительные боковые камеры обеспечивают захват изображения с бортов аппарата с возможностью широкоугольной съёмки (рисунок 4).

Для получения детальной съёмки малогабаритный подводный аппарат должен проникать в различные внутренние пространства, например такие, как расщелины (трещины) на дне исследуемых акваторий, внутренние помещения затопленных кораблей и других объектов. Для этого аппарат должен обладать высокой манёвренностью (подвижностью), то есть в аппарате должна быть реализована схема расположения движительно-рулевого комплекса (ДРК), позволяющего под любыми углами проникать во внутренние подводные пространства.

В этих целях предлагается схема расположения ДРК, представленная на рисунке 5.

Данная схема ДРК имеет семь основных движителей

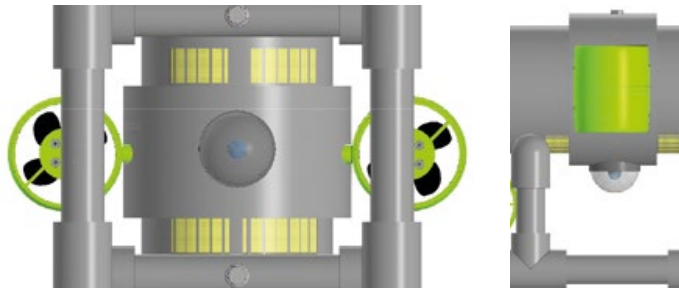


Рисунок 3 – Нижняя камера аппарата (вид снизу и вид сбоку)

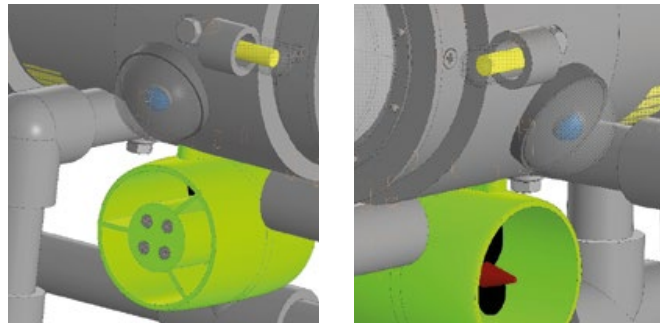


Рисунок 4 – Боковые камеры аппарата (правая и левая)

и обеспечивает перемещение аппарата в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Благодаря возможности разворота аппарата вокруг собственной оси как на месте, так и в движении,

а также в других плоскостях (крен и дифферент) данный малогабаритный ТНПА может маневрировать во внутренних помещениях затонувших судов и проникать в подводные расщелины. Малогабаритный ТНПА

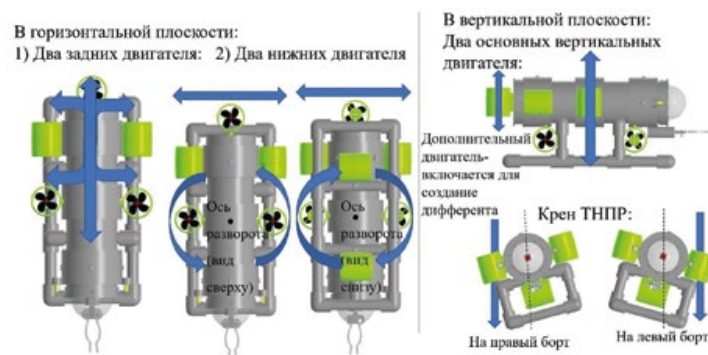


Рисунок 5 – Схема расположения ДРК аппарата

также может передвигаться вдоль линии трубопровода для его обследования и маневрировать вокруг линии трубопровода для получения наиболее достоверного и полного изображения в интересах оценки состояния трубопровода.

Таким образом, можно добиться полноценной детальной съёмки посредством выбора нужной ориентации камер подводного аппарата и схемы размещения ДРК аппарата.

## ВЫВОДЫ

Исследование дна прибрежных акваторий Мирового океана в соответствии с Морской доктриной носит исключительно важный характер для обеспечения экономического развития страны ввиду наличия различных твёрдых полезных ископаемых и углеводородного сырья в его недрах, а также размещения элементов подводной нефтегазовой инфраструктуры.

Поэтому одной из основных задач является получение полноценной информации о состоянии придонного пространства, дна и на-

ходящихся на нём объектов. Эта задача должна решаться комплексно на основе применения различных средств исследования Мирового океана, в том числе телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов с различной полезной научно-исследовательской нагрузкой. Это обеспечивает безопасное и эффективное обследование дна и донных объектов с получением всей необходимой информации. При этом для получения более детальной информации о состоянии рельефа дна и донных объектах необходимо применение малогабаритных телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, способных максимально приближаться к исследуемым подводным объектам и при необходимости проникать в их внутренние элементы и пространства дна.

Дальнейшие разработки в области подводной робототехники позволят получить новые более многофункциональные образцы подводных аппаратов и тем самым обеспечить исследование самых труднодоступных районов и объектов дна Мирового океана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Морская доктрина Российской Федерации. Утв. Президентом РФ 17 июня 2015 г. № Пр-1210.
2. Материалы 3-й Всероссийской научно-технической конференции «Технические проблемы освоения Мирового океана». 22-25 мая 2009 г. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 466 с.
3. АО «ВолгоградНИИгипрозем» [сайт]. – URL: [www.giprozem-v.ru](http://www.giprozem-v.ru) (дата обращения: 24.09.2020)
4. Подводные технологии и средства освоения мирового океана / Под ред. Н. Спасского. – М.: Оружие и технологии, 2011. – 780 с.
5. Разработка телеуправляемого необитаемого подводного робота: Выпускная квалификационная работа / П. А. Попов. – СПб.: БГТУ «Военмех», 2020. – 68 с.

д.т.н. В. Л. МАРТЫНОВ, к.т.н. Н. М. БОЖУК,  
канд. воен. н. Н. Б. ГЛЕБОВ, Э. В. КРЕЧЕТОВА,  
к.т.н. М. Б. СОЛОДОВНИЧЕНКО,  
к.т.н. Г. Е. РУМЯНЦЕВ, М. С. ШИМАНСКАЯ

## ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕЛЕВИЗИОННЫМ КОММУНИКАЦИЯМ С ЛАЗЕРНОЙ ПОДСВЕТКОЙ ПРИ СОЗДАНИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

В статье приводятся требования по созданию интегрированных поисковых систем с учётом практических экспериментов и опыта конструирования подводных аппаратов, способных на базе лазерных технологий реализовать оптимальную систему подводного поиска.

### ВВЕДЕНИЕ

Большая часть поверхности Земли покрыта водой и пока практически недоступна для масштабной хозяйственной деятельности. Необходимость разведки и добычи природных ресурсов на морских акваториях, умение обеспечить защиту и безопасность их эксплуатации выдвигают в качестве приоритетов ускоренное развитие глубоководной техники. Пока еще оснащённость ею даже наиболее развитых мировых держав не даёт основания считать любую из них лидером в данной области, намного опередившей остальных. Скорее, именно в России за последнее пятилетие произошел мощный рывок в постройке и принятии в эксплуатацию ряда таких глубоководных средств, как «Русь», «Консул», необитаемый подводный аппарат «Клаверин» [1].

Состав радиоэлектронного технического оснащения, размещаемого на борту подводных аппаратов (ПА), ограничен. Наиболее востребованными каналами являются гидроакустический, включающий гидролокатор бокового обзора (ГБО), и телевизионный в составе телекамер и светильников наружного освещения (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Телекамеры и светильники наружного освещения, размещённые на глубоководном аппарате «Русь»

Такая ограниченность поисковых ресурсов робототехники приводит к неэффективному её использованию. Причина заключается в том, что процесс опознавания подводной цели, обнаруженной на дальностях 50 м и более средствами ГБО, заканчивается только после её визуального

просмотра телевизионным комплексом. Максимальная дальность видимости в воде телевизионными средствами зависит от её прозрачности и не превышает 0,75Z<sub>6</sub>, где Z<sub>6</sub> – прозрачность воды по диску Секки [2]. Статистически в абсолютных единицах эта величина составляет 12-15 м. Несοизмеримость дальностей действия телевизионного и гидроакустического каналов добывания информации вынужденно приводит к изменению курса ПА для сближения с целью вплотную. Такой алгоритм поиска занимает много времени, а интенсивное маневрирование в придонном режиме плавания является предпосылкой навигационной аварии. Для продолжения поисковых мероприятий ПА требуется дополнительное маневрирование для занятия прежнего места, что ведёт к накопленным ошибкам счисления, возможному пропуску малоразмерных объектов и вероятному срыву поставленной задачи.

Соответственно, для выполнения ПА любой вновь поставленной поисковой задачи требуется их техническое переоснащение с одновременной модернизацией радиоэлектронных телевизионных систем подводного видения.

### ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННОГО ПОДВОДНОГО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

До настоящего времени отсутствует научно обоснованная тактика применения поисковых систем ПА, базирующаяся на обоснованном выборе радиоэлектронных средств для ведения подводного поиска с

максимальной его эффективностью, не реализована интеграция всех информационных каналов ПА на основе обмена между ними информацией об объектах, обнаруженных в различных физических полях, не разработаны новые способы информационного обмена в водной среде. Решение проблемы комплексирования поисковых каналов и обмена между ними информацией об обнаруженных объектах может в значительной степени увеличить поисковый потенциал ПА, в то время как создание интегрированной поисковой системы (ИПС), выполняющей задачу обнаружения и опознавания объектов без изменения курса, способствует увеличению его поисковой производительности. Разработка ИПС позволит создать подводную робототехнику повышенной эффективности, отличительная особенность которой – высокая поисковая производительность, многократно превосходящая существующие аналоги.

Исследование факторов, влияющих на дальность подводного видения, является одной из составляющих увеличения поисковой производительности глубоководных аппаратов. Одним из основных факторов является подсветка объектов наблюдения на их рабочих глубинах. Повысить её эффективность можно путём замены традиционных светильников прожекторного типа на лазерные осветители. Применение отсеки помехи обратного рассеяния электронно-оптическими затворами обеспечит существенное уменьшение помехи обратного рассеяния, являющейся основным препятствием увеличения дальности видения под водой системами технического зрения. Комплексное использование средств гидроакустики, телевидения и лазерной подсветки обеспечит создание ИПС, в которой телевизионный

и лазерный каналы функционируют как единое целое, то есть как лазерная система подводного видения.

Новые технологии открывают широкие перспективы для внедрения комплексного подхода в организации подводного поиска, на базе которого важной составной частью ИПС является лазерный информационный канал. Его внедрение обеспечит увеличение точности подводного видения целей, обнаруженных на траверзах ПА ГБО. Практика показывает, что научно-методологическими направлениями увеличения эффективности подводного поиска являются:

- увеличение зоны обзора подводного пространства за счёт добытия достоверной информации о целях на траверзах ПА;
- исследование тактических характеристик системы технического зрения для визуального осмотра объектов поиска по данным ГБО;
- исследование возможности использования лазерных осветителей для увеличения дальности подводного видения;
- реализация обмена информацией между ГБО и лазерным информативным каналом о координатах цели, обнаруженной на траверзах ПА, для оптического наведения на неё камерной установки лазерной системы подводного видения;
- оперативное опознавание целей, обнаруженных ГБО, за счёт получения их трёхмерных моделей благодаря лазерному информативному каналу без изменения курса ПА;
- исследование и внедрение беспроводного оптического канала подводной связи;
- создание адаптивной интегрированной поисковой системы. Визуальный осмотр объектов, попадающих в зону обзора ГБО,

обеспечит их опознавание и идентификацию в реальном масштабе времени, что позволит снизить время обзора заданного района поиска (рисунок 2) [1].

Так как в режиме придонного плавания подводного аппарата расстояния до грунта могут достигать десятков метров, целесообразно провести расчёты возможности визуального наблюдения объектов бортовой системой технического зрения, в которой источником подсветки могут выступать лазерные осветители.

Ранее в глубоководной технике такие системы не применялись. Причиной этому было как отсутствие концепции комплексного использования поисковых систем для увеличения эффективности подводного поиска, так и сложность технической реализации согласованного взаимодействия радиоэлектронного вооружения ПА, функционирующего в разных физических полях.

Необходимость комплексного подхода к обеспечению эффективного подводного поиска подтверждается результатами диссертационных исследований по созданию, модернизации и результатам эксплуатации требуемого радиоэлектронного вооружения. Для этого в работе проанализированы такие составляющие процесса добытия достоверной информации, как:

- тактика поисковых действий ПА;
- тактико-технические характеристики телевизионного и гидроакустического информативных каналов ПА и влияющие на них факторы;
- пути совершенствования разрабатываемых поисковых средств.

Проведённые исследования показали, что несмотря на значительные финансовые средства, направляемые на создание и модернизацию

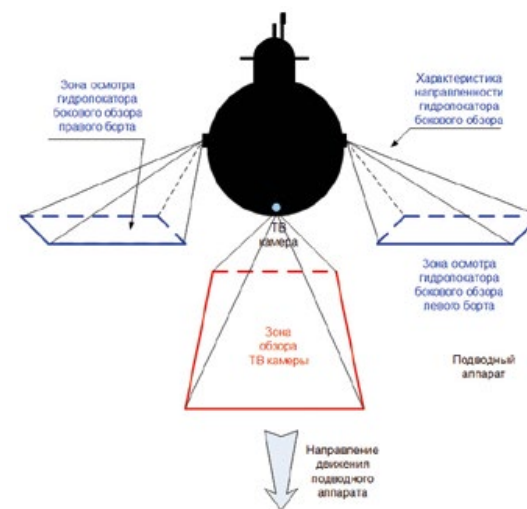


Рисунок 2 – Интеграция возможностей бортовых радиоэлектронных систем обнаружения подводных робототехнических комплексов

гидроакустических и телевизионных систем, до настоящего времени не определены пути радикального повышения поисковой производительности оснащаемых ими глубоководных аппаратов. Локальные меры по улучшению тактико-технических характеристик каждого отдельно взятого информационного канала не обеспечивают оперативности в опознавании обнаруженных гидролокатором бокового обзора объектов без изменения курса ПА.

Это вызвано отсутствием стратегии в разработке необходимого состава научно обоснованных информативных каналов, согласованно функционирующих в составе единой системы, и их тактико-технических характеристик. Определение такого состава каналов и объединение его поисковых возможностей означает формирование ИПС, осуществляющей поиск в разных физических полях.

ИПС обеспечивает эффективное обнаружение и оперативное опозна-

вание цели, находящейся в зоне обзора ее информативных каналов, на прямом курсе ПА. Для этого в системе обязателен обмен информацией между ее каналами. Он представляет собой выдачу гидролокатором бокового обзора данных в новый (лазерный) информативный канал о трёх пространственных координатах цели, выбранной оператором (дальности, курсового угла, угла места), оптическое наведение камерной установки лазерного канала в выбранное место с последующим его визуальным отображением на телевизионных устройствах ГА. Обновление координат осуществляется с дискретностью, определяемой заказчиком.

Телевизионный канал, составной частью которого является лазерная система подводного видения (ЛСПВ), обеспечивает комплексность функционирования ИПС. Основное назначение ЛСПВ – получение качественной трёхмерной модели объекта в процессе обзора дальней области пространства на траверзах ПА.



Многообразии задач, решаемых изображающими системами, порождает различие в требованиях, предъявляемых к качеству изображения, которое они формируют. Но в любом случае качество изображающей системы считается тем выше, чем меньше отличается изображение от объекта по распределению световой интенсивности [1].

Любой двумерный объект характеризуется распределением яркости  $B(x, y)$ , а изображение этого объекта – распределением освещённости в плоскости анализа  $E(x_2, y_2)$ .

Функционирование ЛСПВ, как изображающей системы, описывается математическим оператором  $P$ , который показывает, как нужно воздействовать на функцию яркости  $B(x_1, y_1)$ , чтобы на выходе системы получить функцию освещённости  $E(x_2, y_2)$ . Такое воздействие изображающей системы описывается с помощью передаточных функций. Это значит, что передаточные функции характеризуют вклад каждой из составных частей многозвенной ЛСПВ в формирование визуального изображения, что обеспечивает оценку качества её работы в целом. Сказанное означает, что эти функции должны быть достаточно универсальны, чтобы характеризовать не только звенья (то есть составные части), входящие в состав ЛСПВ, но и оценивать степень влияния на качество изображения внешних факторов (оптических характеристик канала распространения, движение ГА и так далее).

Другим важным требованием, предъявляемым к передаточным функциям составных частей (звеньев) ЛСПВ, служит их пригодность для оценки качества и всех других информативных каналов, входящих составной частью в ИПС. Необходимо, чтобы передаточные функции

всех этих каналов были согласованы друг с другом при оценке самой ИПС и наиболее просто позволяли оценивать качество её работы.

Таким образом, передаточные функции являются универсальным средством оценки работоспособности ИПС в целом и её информативных каналов.

Необходимой предпосылкой использования передаточных функций является линейность ЛСПВ. Пусть  $P\{...\}$  – линейный оператор, преобразующий функцию  $f(x)$  в другую функцию  $g(\xi)$ :

$$P\{f(x)\}=g(\xi), \quad (1)$$

где  $f(x)$  – воздействие, то есть яркость лазерного излучения,  $g(\xi)$  – отклик, то есть освещённость лазерным излучением фотодетектора.

Обозначим функциями  $g_1(\xi)$  и  $g_2(\xi)$  реакции (отклики) одного из звеньев ЛСПВ (фотодетектора) на соответствующие входные воздействия  $f_1(x)$  и  $f_2(x)$ . Для линейной системы реакция на сумму входных воздействий равна сумме реакций на отдельные входные воздействия, то есть:

$$P\{a_1 \cdot f_1(x) + a_2 \cdot f_2(x)\} = a_1 g_1(\xi) + a_2 g_2(\xi), \quad (2)$$

где  $a_1$  и  $a_2$  – произвольные (в общем случае комплексные) постоянные.

Применительно к изображающей системе с искусственной подсветкой это означает, что освещённость изображения (на мониторе), получаемая из суммарного воздействия нескольких яркостных элементов объекта, равна сумме освещённостей, которые создаются каждым точечным световым источником в отдельности. Для линейной ЛСПВ её отклик на произвольный входной сигнал выражается через отклик на определенные элементарные входные воздействия, на которые следует разложить вход-

ной сигнал. Такое разложение получаем, используя фильтрующее свойство  $\delta$ -функции, которое позволяет представить входной сигнал  $B(x_0, y_0)$ , характеризующий двумерное распределение яркости в плоскости объекта, в виде [2]:

$$B(x_0, y_0) = \iint_{-\infty}^{+\infty} B(\xi, \eta) \cdot \delta(x_0 - \xi) \cdot \delta(y_0 - \eta) \cdot d\xi \cdot d\eta, \quad (3)$$

где  $\xi, \eta$  – предметная плоскость, то есть плоскость, в которой находится объект.

Смысл выражения (3) состоит в том, что любую функцию, в том числе и функцию яркости, можно представить как бесконечную сумму взвешенных и смещённых  $\delta$ -функций. С оптико-физической точки зрения формулу (3) рассматривают [1] как непрерывную двумерную сумму точечных источников:

$$\delta(x_0 - \xi) \cdot \delta(y_0 - \eta)$$

с амплитудой  $B(\xi, \eta)$ , локализованных в фиксированных точках  $(x_0, y_0)$  плоскости объекта  $(\xi, \eta)$ . Реакцию входного звена (фотодетектора) ЛСПВ на входной сигнал  $B(x_0, y_0)$ , то есть распределение освещённости в плоскости изображения  $(x_U, y_U)$  получим, подставив выражение (3) в выражение (1):

$$E(x_U, y_U) = P \left\{ \iint_{-\infty}^{+\infty} B(\xi, \eta) \cdot \delta(x_0 - \xi) \cdot \delta(y_0 - \eta) \cdot d\xi \cdot d\eta \right\} \quad (4)$$

с учётом свойства линейности выражение (4) можно записать в виде:

$$E(x_U, y_U) = \iint_{-\infty}^{+\infty} B(\xi, \eta) \cdot P\{\delta(x_0 - \xi) \cdot \delta(y_0 - \eta)\} \cdot d\xi \cdot d\eta, \quad (5)$$

где  $P$  – линейный оператор, преобразующий функцию воздействия в функцию отклика.

Обозначим реакцию (отклик) ЛСПВ на входной типовой  $\delta$ -сигнал, то есть на воздействие точечного источника излучения, в виде:

$$P\{\delta(x_0 - \xi, y_0 - \eta)\} = H(x_U, y_U; x_0, y_0) \quad (6)$$

Функция  $H(x_U, y_U; x_0, y_0)$  характеризует дифракционно-абберационное изображение точечного источника света, локализованного в точке  $(x_0, y_0)$  предметной плоскости  $\xi, \eta$  и является функцией рассеяния (ФР). Если изображающая система (ЛСПВ) имеет линейное увеличение  $\beta$ , то её ФР обозначается:

$$H_\beta(x_U, y_U; x_0, y_0)$$

Функция рассеяния показывает, как системой подводного видения яркость точки в плоскости объекта преобразуется в освещённость точки в плоскости изображения.

Целесообразно переменные интегрирования обозначать через  $x_0, y_0$ , то есть [2]:

$$E(x_U, y_U) = \iint_{-\infty}^{+\infty} B(x_0, y_0) \cdot H(x_U, y_U; x_0, y_0) \cdot dx_0 \cdot dy_0 \quad (7)$$

Выражение (7) является интегралом суперпозиции, так как выходной сигнал (освещённость)  $E(x_U, y_U)$  представляется в виде бесконечной суммы функций рассеяния, характеризующих реакцию приёмного звена ЛСПВ на воздействия точечных источников, которые расположены в точках  $(x_0, y_0)$  предметной плоскости  $\xi, \eta$ .

Как видно, распределение освещённости в плоскости изображения выражается при разложении одномерного распределения яркости

объекта на взвешенные  $\delta$ -функции, с последующей заменой каждой из них взвешенной функцией рассеяния и их суммированием [3].

Практический интерес представляют пространственно-инвариантные изображающие системы, у которых изображение точечного источника света при перемещении его в предметной плоскости изменяет только свое пространственное положение, но не форму, то есть:

$$H(x_u, y_u; x_0, y_0) = H(x_u - x_0; y_u - y_0) \quad (8)$$

Для пространственно-инвариантной изображающей системы интеграл суперпозиции (7) преобразуется в интеграл свёртки:

$$E(x_n, y_n) = \iint_{-\infty}^{+\infty} B(x_0, y_0) \cdot H(x_n - x_0; y_n - y_0) \cdot dx_0 \cdot dy_0 \quad (9)$$

Выражение (9) в символической форме записывается следующим образом:

$$E(v_x, v_y) = B(v_0, v_0) \cdot H(v_x, v_y) \quad (10)$$

Если выполнить преобразование Фурье обеих частей равенства (10) и применить теорему свёртки, то получится выражение, связывающее спектры выходного (излучаемого)  $\tilde{B}(v_x, v_y)$  и входного (принимаемого)  $\tilde{E}(v_x, v_y)$  сигналов:

$$\tilde{E}(v_x, v_y) = \tilde{B}(v_x, v_y) \cdot \tilde{H}(v_x, v_y), \quad (11)$$

где  $v_x, v_y$  – пространственные частоты.

Таким образом, произошёл переход от операции интегрирования в выражении (9) к операции умножения в выражении (11).

Пространственная частота – это один из самых последних оптических терминов [4]. Если временная частота  $f$  определяется как функция, обратная времени, то есть

$$f = \frac{1}{t}$$

$$v = \frac{1}{x}$$

Для временной частоты мы используем единицу измерения Гц = 1/с. Для пространственных частот необходимо использовать такую единицу, как обратный метр, то есть 1/м. Специальных единиц измерения для пространственных частот пока не придумано. Подобно тому как любой периодический сигнал может быть представлен совокупностью гармоник, амплитуды которых определяются в виде суммы составляющих амплитуд, световые пучки можно представить совокупностью плоских волн.

Преобразование Фурье позволило получить Фурье-образ  $\tilde{H}(v_x, v_y)$  функции рассеяния  $H(x_u, y_u)$ . Фурье-образ нормированной функции рассеяния при излучении света в водной среде является оптической передаточной функцией (ОПФ) изображающей системы [2]:

$$\tilde{H}(v_x, v_y) = \iint_{-\infty}^{+\infty} H(x_n, y_n) \cdot \exp \left[ -i \cdot \frac{2\pi(v_x \cdot x_n + v_y \cdot y_n)}{\lambda} \right] \cdot dx_n \cdot dy_n \quad (12)$$

Символически выражение (12) представляются следующей формой записи:

$$\text{ОПФ} = F[\Phi],$$

где  $F$  – обозначение Фурье-преобразования.

В общем случае ОПФ представляет собой комплекснозначную функцию [2]:

$$\tilde{H}(v_x, v_y) = T(v_x, v_y) \cdot \exp [i\Phi(v_x, v_y)], \quad (13)$$

где

$$T(v_x, v_y) = |\tilde{H}(v_x, v_y)| \quad (14)$$

$$\Phi(v_x, v_y) = \arg [\tilde{H}(v_x, v_y)] \quad (15)$$

Модуль ОПФ  $T(v_x, v_y)$  является модуляционной передаточной функцией (МПФ) или функцией передачи модуляции (ФПМ) [2].

Аргумент ОПФ  $\Phi(v_x, v_y)$  называется фазочастотной характеристикой (ФЧХ) или функцией передачи фазы [5].

Приведённые рассуждения и формулы упрощают расчёт изображающих систем путём перехода к анализу оптических передаточных функций.

Модуль ОПФ показывает, как изменяется амплитуда любой частотной составляющей спектра оптического сигнала при его прохождении от плоскости объекта к плоскости изображения. Аргумент ОПФ характеризует изменение фазы любой частотной составляющей спектра.

ОПФ играет ключевую роль при расчёте, проектировании и оптимизации оптических систем. Важно, что электронный тракт и монитор изображающей системы также описываются МПФ и ФЧХ, так что комбинация модуляционных передаточных функций различных звеньев выбранной подсистемы ИПС образует единую МПФ этой подсистемы, которая показывает, насколько качественно, без искажений подсистема воспроизводит изображение объекта. Наивысшая пространственная частота  $v_{max}$  воспроизводимая изображающей системой без искажений, называется максимальной частотой пропускания, или частотой среза  $v_{cp}$ .

Изображающая система с лазерной подсветкой (ЛСПВ) обнаруживает и регистрирует сигналы, спектры которых содержат пространственные частоты, превышающие частоту среза  $v_{cp}$ , но она не воспроизводит их без искажений. Например, штриховая мира (тест) с высокой пространственной частотой изобразится в виде пятна низкого контраста.

С позиций разработчика, модуляционная передаточная функция лазерной системы подводного видения должна быть «высокой» в области тех пространственных частот, которые представляют наибольший интерес в соответствии со спецификой назначения и применения этой системы.

По определению МПФ – это отношение глубин модуляции выходного и входного сигналов синусоидальной формы, нормированное к единице на нулевой пространственной частоте [2]. Глубина модуляции изменяется с изменением линейного увеличения оптической системы ( $\beta$ ), а МПФ при этом остается постоянной [7].

Линейное увеличение оптической системы  $\beta$  – это отношение линейного размера изображения в направлении, перпендикулярном оптической оси, к соответствующему размеру предмета в направлении, перпендикулярном оптической оси:

$$\beta = \frac{y'}{y},$$

где  $y'$  – линейный размер изображения в направлении, перпендикулярном оптической оси,  $y$  – линейный размер объекта в направлении, перпендикулярном оптической оси.

Для понимания смысла  $T(v)$  и аргумента  $\Phi(v)$  комплексной ОПФ рассмотрим объект с косинусоидальным распределением коэффициента отражения относительно его среднего значения  $\bar{\rho}$ :

$$\rho(x) = \bar{\rho} + \Delta\rho \cdot \cos(2\pi v_x x) \quad (16)$$

Определим, как изображается отдельная частотная составляющая изображающей системы с известной функцией рассеяния. Согласно выражению (16) распределение коэффициента отражения в изображении такого объекта имеет вид [2]:

$$\rho'(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} H(\xi) \cdot \rho T(x - \xi) \cdot d\xi =$$

$$= \bar{\rho} + \Delta\rho \cdot T(v_x) \cdot \cos[2\pi v_x - \Phi(v_x)] \quad (17)$$

Из выражения (17) следует, что изображение отличается от объекта двумя особенностями.

Во-первых, глубина модуляции, равная отношению амплитуды переменной составляющей к среднему значению, то есть к постоянной составляющей, оказывается в изображении меньше, чем в объекте:

$$T = \frac{m'}{m}, \quad (18)$$

где  $m = \frac{\Delta\rho}{\bar{\rho}}$

– глубина модуляции объекта,

$$m' = \frac{\Delta\rho \cdot T(v)}{\bar{\rho}} = \frac{\Delta\rho'}{\bar{\rho}}$$

– глубина модуляции в изображении объекта.

Таким образом, значение модуля  $T(v_x)$  ОПФ для каждой пространственной частоты равно отношению глубины модуляции в изображении гармонического сигнала к глубине модуляции входного гармонического сигнала и называется коэффициентом передачи модуляции [6]. Совокупность коэффициентов передачи модуляции (КПМ) для различных пространственных частот составляет модуляционную передаточную функцию, причем каждый КПМ является ординатой МПФ на соответствующей частоте. Вид МПФ, а также значения КПМ для трёх входных и трех выходных сигналов различной пространственной частоты  $v_1, v_2, v_3$  представлены соответственно на рисунках 3 и 4 [7].

Во-вторых, происходит сдвиг косинусоиды на  $\Phi(v_x)$  в угловой мере.

Любая изображающая оптико-электронная система, которая входит составной частью в ИПС,

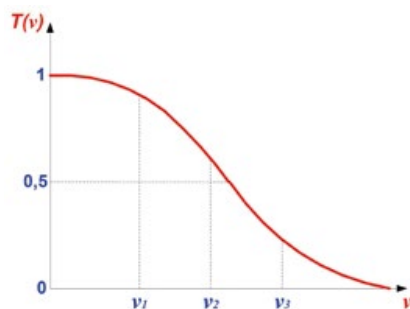


Рисунок 3 – Модуляционная передаточная функция

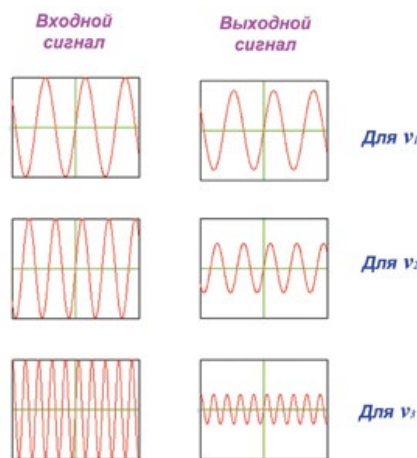


Рисунок 4 – Входные и выходные сигналы, определяющие коэффициенты передачи модуляции для пространственных частот  $v_1, v_2, v_3$

является многоступенчатой и содержит несколько звеньев (оптика, электронный тракт, монитор, канал распространения и т. д.). Для такой системы подводного сканирования результирующая, то есть системная, ФР определяется как свёртка ФР отдельных звеньев:

$$H_{\text{сист}}(x, y) = H_1 \cdot H_2 \cdot H_3 \cdot H_n, \quad (19)$$

где  $H_n$  – ФР n-ого звена системы подводного видения.

Используя преобразование Фурье и теорему о свёртке для некоррелированных, то есть статистически независимых МПФ, осуществим переход к облику ФР, то есть к ОПФ, что позволяет упростить расчет системы подводного видения:

$$T_{\text{сист}}(v_x, v_y) = \prod_{i=1}^n T_i(v_x, v_y) \quad (20)$$

Таким образом, преобразование Фурье превращает сложную операцию свёртки в простое умножение модулей ОПФ, которыми являются модуляционные передаточные функции отдельных звеньев изображающей системы. Тем самым обеспечивается эффективный способ вычислений.

Переход к МПФ обеспечит удобство расчёта ЛСПВ для определения возможности предельной дальности видения при ее работе под водой.

## ВЫВОДЫ

1. Обоснована реализация телевизионного канала с лазерной подсветкой в составе интегрированных поисковых систем подводных аппаратов.
2. Исследовано и реализовано представление оптической передаточной функции телевизионного канала как Фурье-образа функции рассеяния точки, упрощающее расчёт изображающих систем.
3. Проанализирован и предложен способ расчёта лазерных систем подводного видения с помощью модуля оптической передаточной функции – модуляционной передаточной функции, обеспечивающий его простоту.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грязин, Г. Н. Системы прикладного телевидения. – СПб.: Политехника, 2000. – 159 с.
2. Соколов, О. А. Видимость под водой. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 221 с.
3. Мартынов, В. Л. О влиянии разрешающей способности на контраст изображения // Вопросы оборонной техники. – 2007. – Сер. 16, Вып. 9–10.
4. Мартынов, В. Л. Расчёт дальности видения подводных телевизионных систем // Вопросы оборонной техники. – 2007. – Сер. 16, Вып. 11–12.
5. Толл, Дж. Подводные лодки и подводные аппараты. – М.: ЭКСМО, 2004.
6. Пашин, В. М. Судостроение – основа морской деятельности // Арсенал. – 2010. – № 4 (22).
7. Инзарцев, А. В., Павин, А. М., Лебедко, О. А., Панин, М. А. Распознавание и обследование малоразмерных подводных объектов с помощью автономных необитаемых подводных аппаратов // Подводные исследования и робототехника. – 2016. – № 2(22). – С. 36–43.
8. Felipe R. Petraglia, Roberto Campos, José Gabriel R. C. Gomes, Mariane R. Petraglia. Pipeline tracking and event classification for an automatic inspection vision system // Circuits and Systems (ISCAS) 2017 IEEE International Symposium on, pp. 1–4.

## ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ АНТЕНН ПОДВОДНЫХ БЫСТРОХОДНЫХ АППАРАТОВ

В статье рассмотрена актуальная проблема обеспечения работоспособности гидроакустических средств, устанавливаемых на быстроходных морских носителях. В условиях воздействия повышенной вибрации в выходном сигнале гидроакустических антенн возникают вибропомехи, которые могут ограничивать дальность действия аппаратуры, а в ряде случаев нарушают её работоспособность. Рассмотрено воздействие вибрации, проведён анализ возникновения вибропомех и выработаны пути обеспечения необходимой виброустойчивости гидроакустических антенн.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений развития современной морской и особенно подводной техники является роботизация. Если ещё 30–40 лет назад к числу подводных роботов с некоторой натяжкой можно было бы отнести некоторые образцы торпед и необитаемых подводных аппаратов (НПА), то начиная с 1980-х годов благодаря бурному развитию электроники и автоматики на основе микропроцессорной техники сфера морских робототехнических комплексов и НПА стала существенно расширяться [1]. В подавляющем большинстве современных морских робототехнических комплексов и НПА используются различные гидроакустические (г/а) средства для решения задач подводной навигации, связи, освещения подводной обстановки, поиска подводных объектов и т. д. Возрастающие скорости движения и энергонасыщенность аппаратов приводят к увеличению виброактивности носителя, а также к необходимости обеспечения работоспособности гидроакустических средств на таких носителях в условиях воздействия повышенной вибрации, определяющей образование вибрационной помехи на выходе антенн этих средств, как

одной из составляющих суммарной ходовой помехи.

Следует отметить, что шум и вибрация представляют собой разные физические явления и воздействуют на гидроакустические антенны по-разному. Внешний шум носителя, распространяясь от источника к антенне по окружающей аппаратной среде, воздействует на её рабочую поверхность наряду с полезными сигналами. Причём шум может распространяться вдоль корпуса носителя и, дифрагируя на нем, восприниматься боковым полем характеристик направленности антенны. Этот шум, отражаясь от водной поверхности или дна акватории, также может восприниматься рабочей поверхностью антенны. Вибрация же корпуса и конструктивных элементов подводного аппарата, возникающая при работе его механизмов и агрегатов, а также при обтекании корпуса водой при больших скоростях движения, передаётся по конструктивным связям аппарата к антенне и вызывает колебания всех её узлов, включая чувствительные элементы – пьезопреобразователи, которые совершенно одинаково преобразуют в электрический сигнал как сигналы и

шум, воспринимаемые антенной из водной среды, так и вибрационные колебания, формируя из них вибрационную помеху. Способность г/а антенн обеспечивать нормальное функционирование аппаратуры при воздействии вибрации определяется их виброустойчивостью. В данной статье рассматриваются вопросы обеспечения работоспособности г/а антенн при воздействии вибрации.

Вибрация в различных частотных диапазонах воздействует на г/а антенны по-разному, поэтому следует различать воздействие низкочастотной вибрации (до 500 Гц) с относительно большими амплитудами смещений и высокочастотную вибрацию, или так называемый «структурный шум», – колебания корпусных элементов в диапазоне рабочих частот г/а средств, характеризующихся малыми смещениями. В силу различного характера воздействия низкочастотной вибрации и «структурного шума» на антенны г/а средств анализ результатов этого воздействия целесообразно произвести отдельно, а перед этим полезно рассмотреть характер вибраций, воздействующих на антенны на быстроходных подводных аппаратах при их движении в воде.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРАЦИЙ БЫСТРОХОДНЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Вибрация подводных аппаратов обусловлена работой их движительных комплексов со вспомогательными агрегатами и механизмами, а также обтеканием корпуса набегающим потоком при движении аппарата в воде. Основными источниками вибрации самоходных подводных аппаратов являются:

- механические воздействия со

стороны движительно-двигательной группы, вызванные неуравновешенностью вращающихся узлов, наличием люфтов и зазоров в механизмах;

- пульсации в воде от вращающихся гребных винтов или струи водомёта;
- кавитационные или турбулентные явления на корпусе аппарата, создающие при больших скоростях хода его интенсивное возбуждение;
- перекладки рулевых органов аппарата, приводящие к появлению возбуждения ударного характера при резких изменениях направления движения.

В низкочастотном диапазоне возмущающие силы от работы механизмов и винтов имеют, как правило, дискретный характер. Наибольшие уровни низкочастотной вибрации проявляются на частотах вращения двигателя и движителя аппарата, лежащих в основном в диапазоне 100–500 Гц и зависящих от скорости движения. На аппаратах с электрической энергосилой установкой и винтовыми движителями даже при скоростях хода до 40 узлов максимальные уровни вибрации в этом диапазоне частот не превышают 0,5 г. При использовании средств снижения шума они могут быть снижены до 0,2 г во всей низкочастотной части спектра. В частотном диапазоне от 600 Гц до 6 кГц уровень вибраций также не превышает 0,2 г, а при использовании средств снижения шума – 0,05 г. На аппаратах с водомётным движителем среднеквадратичное значение вибрации было зафиксировано до 0,8 г на одной частоте в этом частотном диапазоне, изменяющейся в небольших пределах при изменении скорости движения. На аппаратах с тепловой и парогазовой энергетиче-

скими установками уровень низкочастотной вибрации также не превышает 0,5 г, но в диапазоне частот выше 600 Гц возрастает с 0,1 г до 3,0 г (!) при увеличении скорости движения с 30 до 50 узлов. Аналогично изменяется и внешняя шумность аппаратов в этом частотном диапазоне.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в низкочастотном диапазоне (до 500 Гц) на подводных самоходных аппаратах преобладают дискретные составляющие вибрации, зависящие от типа аппарата и скорости его движения. Максимальные значения вибрации на этих частотах не превышают 1 г. Дискретные составляющие вибрации по крайней мере на 10...12 дБ превышают их уровень в остальном диапазоне частот, где её значения не превышают, как правило, 0,2 г.

Основным источником вибрации выше 10 кГц («структурного шума») на глубинах более 50 м является турбулентное обтекание корпуса аппарата. Составляющие вибрации в этом частотном диапазоне по всем трём осям аппарата одинаковы, и поле этих вибраций можно считать диффузным. Спектральная плотность колебательного ускорения на частоте 10 кГц составляет  $\sim 0,3 \cdot 10^{-4}$  г/√Гц при скорости движения 25 узлов и увеличивается пропорционально третьей степени её возрастания. Спектр вибрации в этом диапазоне частот сплошной со спадом в сторону высоких частот  $\sim (10...12)$  дБ/октаву. Высокочастотная вибрация в значительной степени возрастает при переходе в кавитационный режим движения, при котором спектральная плотность виброускорения увеличивается почти на два порядка (до  $0,6 \cdot 10^{-2}$  г/√Гц).

### ВЛИЯНИЕ ВИБРОПОМЕХ НА РАБОТУ Г/А СИСТЕМ Воздействие высокочастотной вибрации («структурного шума»)

Напряжение вибропомех  $U_B$  в рабочей полосе частот антенны  $\Delta f$  определяется её виброчувствительностью  $\gamma_B$  и действующей величиной колебательного ускорения вибрации  $\xi_B^{\ddot{}}$ :

$$U_B = \gamma_B \xi_B^{\ddot{}} \sqrt{\Delta f} = \gamma_B \xi_B^{\ddot{}} \quad (1)$$

где  $\xi_f^{\ddot{}}$  – спектральная плотность колебательного ускорения вибрации на рабочей частоте антенны.

Структурная помеха представляет собой акустический эквивалент электрического напряжения на выходе антенны, возникающего в результате воздействия на неё «структурного шума» (вибрации) корпуса НПА. Высокочастотная вибрация, попадая на пьезопреобразователи антенны и возбуждая их, увеличивают уровни помех работе г/а аппаратуры и является тем самым одной из составляющих ходовой помехи. Определяется структурная помеха  $P_{стр}$  отношением напряжения вибропомех к чувствительности антенны по звуковому полю  $\gamma_{зв}$ . Критерием отсутствия определяющего влияния структурной помехи на работу г/а системы можно считать её уровень, не превышающий 50% от величины суммарной ходовой помехи  $P_{хп}$ :

$$P_{стр} = \frac{U_B}{\gamma_{зв}} = \frac{\xi_f^{\ddot{}} \sqrt{\Delta f}}{\gamma_{зв}} \leq 0,5 P_{хп}, \quad (2)$$

где  $\gamma_{зв} = \frac{\gamma_B}{\gamma_{ант}}$  – виброустойчивость антенны в рабочей полосе частот, или высокочастотная виброустойчивость (ВЧ ВУ) [2, 3]. Этот показатель

позволяет сравнивать различные конструкции антенн по их виброзащищённости, но её величина зависит от места измерения колебательного ускорения вибрации. Поскольку в высокочастотной области, как было указано выше, поле вибрации на корпусе НПА можно считать диффузным, то для сравнения различных антенн по виброзащищённости значение действующей вибрации целесообразно определять на корпусе НПА вблизи места крепления антенны.

Экспериментальными исследованиями было установлено, что основным путём проникновения высокочастотной вибрации на чувствительные элементы г/а антенны – пьезопреобразователи – является её прохождение через корпусные конструктивные узлы антенны, а также элементы крепления пьезопреобразователей. В соответствии с этим повышение ВЧ ВУ антенны возможно двумя способами: снижением высокочастотной вибрации на путях её передачи от корпуса НПА к пьезопреобразователям антенны, т. е. её виброизоляцией, и повышением виброустойчивости используемых в антенне пьезопреобразователей.

Для виброизоляции пьезопреобразователей и антенн зачастую используются прокладки из резин, прессматериала, бумаги или пробкорезиновой композиции. Однако эффективность такой виброизоляции невелика и она снижается с увеличением глубины хода НПА, а на глубинах более 200...300 м такая виброизоляция уже неэффективна. Кроме того, при использовании таких прокладок в элементах крепления пьезопреобразователей их параметры существенно изменяются с глубиной

(импеданс, а также чувствительность в излучении и приёме изменяются на 30...50% и более). В качестве виброизоляторов г/а антенн возможно использование запрессованных в резину металлических корпусов, но они эффективны только до глубин 300...400 м. Для более глубоководных НПА целесообразно использовать конструкции жёстких виброизоляторов в сочетании с виброзадерживающими массами и виброгасящими покрытиями, тем более что их эффективность в высокочастотной области может составлять 20...30 дБ и более [4]. Кроме того, жёсткое крепление пьезопреобразователей в конструкции антенны обеспечивает стабильность её параметров во всем рабочем диапазоне глубин НПА.

Наиболее эффективным способом повышения ВЧ ВУ антенн является повышение виброустойчивости её пьезопреобразователей. Исходя из критерия ВЧ ВУ антенн (2) при воздействии корпусной вибрации НПА со спектральной плотностью колебательного ускорения до  $5 \cdot 10^{-4}$  г/√Гц, можно показать, что ВЧ ВУ пьезопреобразователей антенны должна быть не менее 0,5 г/Па. Пути обеспечения такой виброустойчивости будут рассмотрены ниже.

### Образование вибропомех при воздействии низкочастотной вибрации

Воздействие низкочастотной вибрации на г/а антенны приводит к двум видам вибропомех. Во-первых, это появление сигнала на частоте вибрации, поскольку в низкочастотном диапазоне пьезопреобразователи являются виброприёмниками (акселе-

рометрами) и их выходной сигнал на частоте вибрации пропорционален её колебательному ускорению, причём величина этого сигнала может достигать нескольких сотен милливольт. Поэтому во избежание перегрузки предусилителей входных каскадов приёмного тракта г/а аппаратуры целесообразно предусматривать фильтрацию низкочастотных сигналов. В противном случае такая перегрузка предусилителей может привести к потере чувствительности в рабочей полосе частот или появлению помех нелинейного происхождения.

Другой разновидностью воздействия низкочастотной вибрации является появление импульсных вибропомех, вызванных соударениями при вибрации нежёстко закреплённых или соприкасающихся деталей и узлов антенны, колеблющихся при вибрации с разными амплитудами. Эти помехи представляют собой последовательность импульсов с частотой следования, соответствующей основной или удвоенной частоте вибрации, и частотой заполнения импульсов, совпадающей с резонансной частотой пьезопреобразователей. Такие помехи приводят к загромождению аппаратуры, появлению ложных срабатываний или полной потере её работоспособности. Появление импульсных вибропомех – процесс нелинейный, поэтому использовать для оценки низкочастотной виброустойчивости (НЧ ВУ) коэффициент  $B_{ант}$ , представленный выражением (2), нельзя.

На практике НЧ ВУ принято характеризовать параметрами воздействующей вибрации (амплитудой и частотой), при которых величина вибропомех на выходе антенны ещё не превышает допустимую норму.

Наименьшая НЧ ВУ, как правило, проявляется на частотах конструктивных резонансов антенн, на которых наблюдаются колебания её элементов и узлов с разными амплитудами и создаются условия для возникновения их соударений.

Вопросы НЧ ВУ достаточно изучены применительно к радиоэлектронной аппаратуре. Так, в работах [5, 6, 7] сформулирован общий подход к обеспечению виброустойчивости аппаратуры и рассмотрена характеристика виброшума основных радиоэлектронных элементов – микросхем, реле, конденсаторов, разъёмов и т. п. Однако следует иметь в виду, что они в основном сводятся к расчёту резонансных частот колебаний радиоэлементов, т. к. сама по себе радиоэлектронная аппаратура в основном не чувствительна к вибрации.

Совершенно другие требования выдвигает задача обеспечения виброустойчивости г/а преобразователей и антенн, являющихся в принципе приёмниками механических колебаний как акустических, так и вибрационных. Разница вибрационного воздействия по сравнению с акустическим состоит только в путях и способах возбуждения: акустический сигнал воспринимается из воды рабочими поверхностями пьезопреобразователей, а вибрация проникает на них в основном через элементы крепления преобразователей в конструкции антенны. Необходимо также отметить практическое отсутствие публикаций по обеспечению низкочастотной виброустойчивости пьезопреобразователей и г/а антенн, в связи с чем предлагаемое рассмотрение этих вопросов представляется полезным.

## МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ АНАЛИЗА ВИБРОПОМЕХ НА ВЫХОДЕ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ АНТЕНН

Вибропомехи на выходе г/а антенн возникают при воздействии вибрации на их чувствительные приёмные элементы – пьезопреобразователи, поскольку, как отмечалось выше, они практически одинаково преобразовывают в электрический сигнал как акустические воздействия из водной среды, так и вибрацию, проникающую на них по конструктивным связям и элементам крепления. Анализ вибропомех в выходном сигнале пьезопреобразователей может быть произведён с использованием их эквивалентных схем, учитывающих вибрационное возбуждение через элементы крепления. Построение таких эквивалентных схем определяется типом используемых пьезопреобразователей с введением в эти схемы эквивалентов элементов крепления на основе совместного решения уравнений их вибрационных колебаний с уравнениями пьезоэффекта. Возбуждение пьезопреобразователей вибрацией задаётся в эквивалентных схемах источником колебательной скорости вибрации [8]. Возможность использования при этом хорошо отработанных методов теории электрических цепей позволяет в значительной мере упростить и сделать более наглядным решение задачи исследования вибросигналов преобразователей г/а антенн.

Пример эквивалентной схемы для конструкции стержневого составного пьезопреобразователя при воздействии вибрации через его элемент крепления, совмещённый с узлом армирования, представлен на рисунке 1, где использованы следующие

обозначения:

$\xi$  – колебательная скорость вибрации;

$Z_{нагр}$  – акустическое сопротивление нагрузки;

$Z'$  – сопротивление эквивалентной схемы инерционного характера;

$Z''$  – сопротивление эквивалентной схемы упругого характера;

$Z_{нр(т)}$  – удельные акустические сопротивления рабочей (р) и тыльной (т) накладок;

$l$  – длина соответствующих конструктивных элементов пьезопреобразователя;

$Z_k$  – удельное акустическое сопротивление пьезопакета и его составных частей;

$Z_{ар}$  – удельное сопротивление элементов армирования;

$Z_{эл}$  – сопротивление электрической нагрузки;

$C_{эл}$  – электрическая ёмкость преобразователя;

$n_{эз}$  – коэффициент электромеханической трансформации;

$R_n$  – эквивалентное сопротивление потерь.

Для анализа распределения уровня вибропомех по пьезоэлементам преобразователя эта эквивалентная схема может быть детализована до пьезоэлементов. Такая схема представлена на рисунке 2 с использованием следующих дополнительных обозначений:

$C_{пэ}$  – электрическая ёмкость пьезоэлемента;

$Z_{пэ}$  – удельные акустические сопротивления пьезоэлементов;

$F_{зв}$  – сила звукового давления на рабочую накладку.

Подобный анализ может быть проведён и методом конечных элементов с использованием пакета программного обеспечения Ansys.

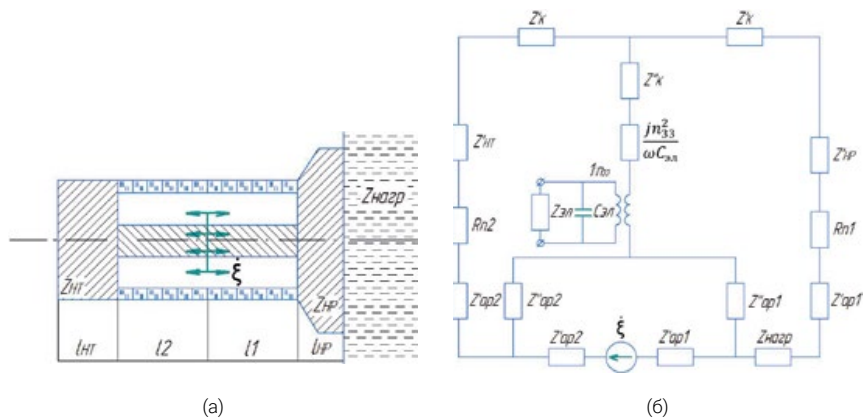


Рисунок 1 – Конструктивная (а) и эквивалентная (б) схемы составного стержневого пьезопреобразователя при воздействии вибрации через элемент армирования

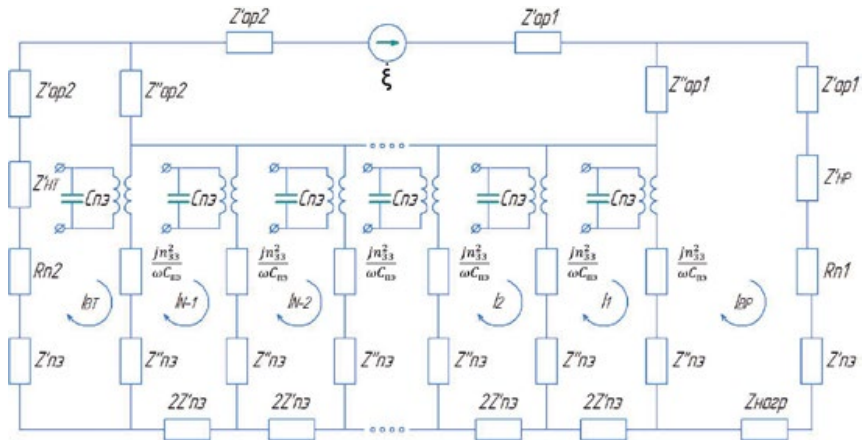


Рисунок 2 – Эквивалентная схема пьезопреобразователя, детализированная до пьезоэлементов, при воздействии вибрации через элемент армирования

### АНАЛИЗ ВИБРОСИГНАЛОВ В СОСТАВНОМ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ ЕГО «СТРУКТУРНЫМ ШУМОМ»

Для стержневого составного пьезопреобразователя при воздействии на него акустического поля со сто-

роны водной среды (через рабочие наклейки) характерна симметричная форма колебаний с разностью фаз сигналов на выходе пьезоэлементов по всей длине пьезоупаковки в пределах  $\pm 10^\circ$ . Типовое распределение амплитуды сигналов по пьезоэлементам применительно к преобразователю из 12 пьезокерамических колец

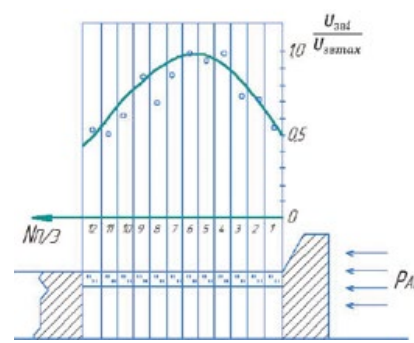


Рисунок 3 – Относительное распределение напряжений на выходе пьезоэлементов составного стержневого пьезопреобразователя  $U_{элi}$  при возбуждении акустическим полем

показана на рисунке 3. Точками на рисунке показано экспериментально измеренное распределение этих сигналов.

С использованием эквивалентной схемы этого же преобразователя (рисунок 1) при воздействии высокочастотной вибрации («структурного шума») получены выражения для определения вибропомехи на выходе всего преобразователя:

$$U_B = \frac{n_{33}}{\omega C_{эл}} \cdot \frac{Z''_{ap2} \cdot Z_{нар} + Z''_{ap2} \cdot Z'_{np} - Z''_{ap1} \cdot Z'_{нт}}{Z_{кт} \cdot Z_{кр} - (Z'_k)^2} \xi_B \quad (3)$$

Видно, что суммарное вибронапряжение  $U_B$  зависит от соотношения произведений эквивалентных сопротивлений  $Z''_{ap2} \cdot Z'_{np}$  и  $Z''_{ap1} \cdot Z'_{нт}$ , характеризующих расположение места закрепления преобразователя в элементе армирования. Для характеристики закрепления такого преобразователя введём коэффициент симметрии крепления:

$$K_c = \frac{Z''_{ap1} \cdot Z'_{нт}}{Z''_{ap2} \cdot Z'_{np}} \quad (4)$$

При полной симметрии закрепления ( $K_c = 1$ ) вибронапряжение на преобразователе будет минимальным и будет определяться только степенью акустической нагруженности преобразователя со стороны рабочей наклейки.

Анализ эквивалентной схемы такого же пьезопреобразователя, детализированной до пьезоэлементов, позволил определить распределение вибронапряжений на выходе каждого пьезоэлемента:

$$U_{Bi} = \frac{2n_{33}}{\omega C_{эл}} \cdot \frac{\sin K_k l_{пз}}{\sin K_k N l_{пз}} \begin{bmatrix} I_{вр} \cos K_k \left( N - \frac{2i-1}{2} \right) l_{пз} \\ -I_{нт} \cos K_k \frac{2i-1}{2} l_{пз} \end{bmatrix} \quad (5)$$

где  $i$  – номер пьезоэлемента, считая от рабочей наклейки;

$N$  – общее число пьезоэлементов;  
 $K_k$  – волновое число пьезоэлемента.

$$I_{вт} = \frac{Z''_{ap2} \cdot Z_{кр} + Z'_{ap1} \cdot Z'_k}{Z_{кт} \cdot Z_{кр} - (Z'_k)^2} \xi_B \quad (6)$$

$$I_{вр} = \frac{Z''_{ap1} \cdot Z_{кт} + Z'_{ap2} \cdot Z'_k}{Z_{кт} \cdot Z_{кр} - (Z'_k)^2} \xi_B \quad (7)$$

В результате были получены распределения вибронапряжений по пьезоэлементам преобразователя. В качестве примера на рисунке 4 представлены распределения амплитуд и фаз этих вибронапряжений на двух частотах вблизи антирезонанса преобразователя. Видно, что воздействие вибрации со стороны армирующего стержня, являющегося одновременно элементом крепления преобразователя, приводит к возникновению асимметричных колебаний, при которых

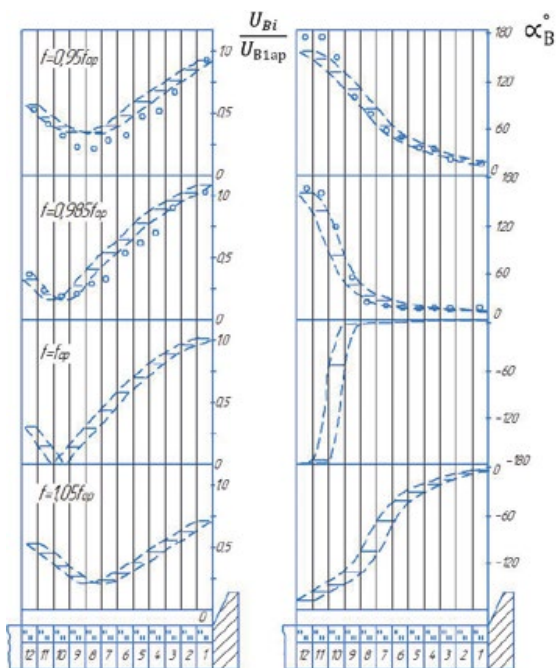


Рисунок 4 – Распределение амплитуд ( $U_{Bi}$ ) и фаз ( $\alpha_B^\circ$ ) вибропомех по пьезоэлементам составного стержневого пьезопреобразователя при воздействии вибрации через элемент крепления на частотах вблизи антирезонанса ( $U_{B1ap}$  – вибропомеха на 1-ом пьезоэлементе на частоте антирезонанса)

на конечных элементах пьезопакета возникают противофазные вибронапряжения относительно узлового сечения. Точками на этих же эпюрах нанесены экспериментальные распределения амплитуд и фаз вибронпряжений.

Распределение вибросигналов по пьезоэлементам в рабочей полосе частот рассмотренной конструкции составного стержневого преобразователя зависит от симметрии расположения места крепления в элементе армирования, частоты вибрации и условий акустической нагрузки его накладок. Для обеспечения преобладания противофазных вибрационных колебаний односторонне нагруженного преобразователя, в отличие от син-

фазных колебаний, характерных при его акустическом возбуждении, необходимо, чтобы длина его пьезопакета была не менее четверти длины волны, а крепление преобразователя было осуществлено в узловом сечении элемента армирования с обеспечением коэффициента симметрии крепления  $K_c$ , близким к единице.

Разные формы колебаний преобразователей при воздействии акустических сигналов со стороны рабочих накладок и вибрации со стороны элемента крепления указывают на возможность компенсации вибросигналов, снижения его виброчувствительности и повышения тем самым его виброустойчивости по отношению к высокочастотной вибрации в рабочей полосе частот.

### СНИЖЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВИБРАЦИИ В РАБОЧЕЙ ПОЛОСЕ ЧАСТОТ

Проведенный анализ распределенных вибропомех по пьезоэлементам стержневого преобразователя позволил определить пути повышения его виброустойчивости в рабочей полосе частот. Это рассмотрение показало, что и для односторонне нагруженного резонансного преобразователя можно добиться обеспечения условий, при которых на концах пьезопакета будет наблюдаться возбуждение вибропомех, близких к противофазным, что позволит обеспечить их компенсацию и снижение виброчувствительности преобразователя.

Исследования различных конструкций стержневых армированных пьезопреобразователей, широко используемых в гидролокаторах НПА, позволили установить, что наименьшей чувствительностью к высокочастотной вибрации, проникающей на преобразователя по конструктивным узлам крепления, обладает преобразователь с креплением в элементе

армирования. Причём величина его виброчувствительности, определяемая коэффициентом  $K_c$  (4), зависит от расположения этого крепления.

Зависимость виброчувствительности стержневого пьезопреобразователя с креплением в элементе армирования от коэффициента симметрии крепления  $K_c$  приведена на рисунке 5.

Необходимо отметить, что коэффициент симметрии крепления таких пьезопреобразователей характеризуется как асимметрией частей элементов армирования за счёт разницы их гибкостей  $Z_{ap1}$  и  $Z_{ap2}$ , так и различием эквивалентных масс накладок  $Z'_{нт}$  и  $Z''_{нт}$ . Причём определяющее влияние на изменение коэффициента  $K_c$  для рассмотренной конструкции пьезопреобразователя оказывает асимметрия, вызванная разницей в эквивалентных гибкостях элементов армирования со стороны рабочей и тыльной накладок. Сравнение рассчитанных и экспериментально определённых значений виброчувствительности пьезопреобразователей при разных значениях коэффициента  $K_c$ , а также определяющих его

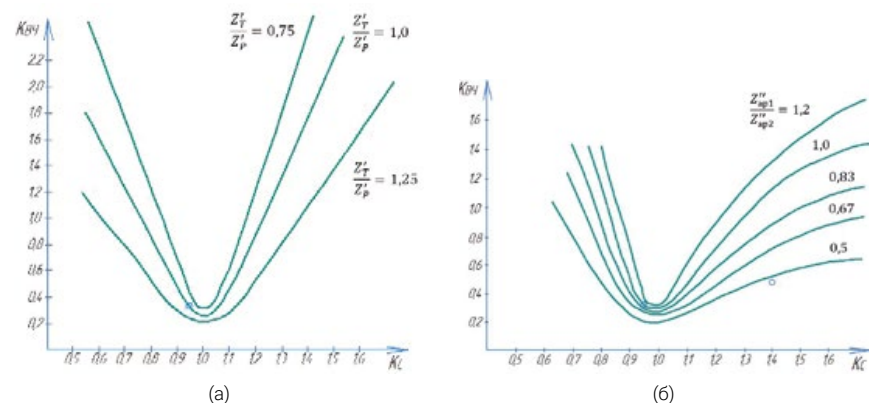


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента  $K_{kv}$ , определяющего виброчувствительность стержневого пьезопреобразователя, от симметрии его крепления в элементе армирования при различных соотношениях масс рабочей и тыльной накладок (а) и гибкостей соответствующих частей элемента армирования (б)



соотношений  $(Z'_{нт})/(Z'_{нр})$  и  $(Z''_{ап1})/(Z''_{ап2})$  приведены в таблице 1.

Убедительное подтверждение снижения ВЧ ВУ за счёт симметрирования даёт анализ первых трёх модификаций крепления преобразователя, приведённых в таблице. Они получены на одном и том же преобразователе за счёт изменения соотношения гибкостей элементов армирования, что было осуществлено последовательной расточкой

стержня армирования со стороны рабочей накладки. Эти эксперименты подтвердили возможность снижения виброчувствительности и, соответственно, повышения виброустойчивости пьезопреобразователя к «структурному шуму» на величину около 12 дБ за счёт симметрирования его крепления в элементе армирования. При этом было получено значение виброустойчивости  $\sim 0,035$  г/Па.

Таблица 1 – Виброчувствительность стержневого пьезопреобразователя при различных значениях коэффициента симметрии его крепления в элементе армирования

№ п/п	$K_c = \frac{Z''_{ап1} \cdot Z'_{нт}}{Z''_{ап2} \cdot Z'_{нр}}$	$\frac{Z''_{ап1}}{Z''_{ап2}}$	$\frac{Z'_{нт}}{Z'_{нр}}$	$\gamma_B \left[ \frac{МВ}{г} \right]$	
				расчёт	эксперимент
1	2,2	0,84	2,85	73	60 ÷ 70
2	1,7	0,6	2,85	42	40 ÷ 45
3	~ 1,4	~ 0,48	2,85	21	23 ÷ 26
4	~ 0,95	~ 0,95	~ 1	11,5	12 ÷ 18

Повышение виброустойчивости такого пьезопреобразователя до величины  $\sim 0,5$  г/Па может быть обеспечено введением в цепь одного из приёмных пьезоэлементов дополнительной RC-цепи, обеспечивающей более полную компенсацию виброшумов от высокочастотной вибрации, проникающей на преобразователь по элементам его крепления [9]. Эффективность такой компенсации на отдельных частотах достигает 16...18 дБ и около 10 дБ во всей рабочей полосе преобразователя при потере его чувствительности по акустическому полю до 40 %. Ограничения дальнейшего повышения виброустойчивости связаны с проникновением высокочастотной вибрации через соседние пьезопреобразователи и обтекатель рабочей поверхности антенны.

### ВИБРОШУМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ВИБРАЦИИ

Как было указано выше, при воздействии низкочастотной вибрации на г/а антенны могут возникать соударения различных её конструктивных элементов, колеблющихся с разной колебательной скоростью, приводящие к появлению в выходном сигнале антенны импульсных виброшумов. Соударения отличаются широким спектральным составом и значительными силами взаимодействия. При соударениях в числе прочих возбуждаются и составляющие в рабочей полосе частот пьезопреобразователей антенны, которые и проявляются в виде импульсных виброшумов.

Реакция пьезопреобразователей на виброударное возбуждение может быть проанализирована с использованием его эквивалентной схемы, составленной с учётом воздействия вибрации через элементы крепления (рисунок 1). Колебательная скорость вибрации  $(\dot{\xi}_B)$  при воздействии удара длительностью  $t$  и силой  $F_{уд}$  через элемент армирования (и крепления) может быть задана функцией:

$$\dot{\xi}_B = \begin{cases} \frac{\pi}{\tau} \cdot \frac{C_{ап} F_{уд}}{2} \cos \frac{\pi}{\tau} t, & 0 \leq t \leq \tau, \\ 0, & t \geq \tau \end{cases} \quad (8)$$

где  $C_{ап}$  – эквивалентная гибкость элемента армирования.

Реакция пьезопреобразователя на такое воздействие представляет собой в течение удара совокупность функции, характеризующий удар, и собственных колебаний преобразователя на резонансной частоте, а после окончания удара – затухающие резонансные колебания преобразователя.

Расчёт амплитуды импульсных вибропомех при соударениях даже малых металлических деталей массой  $\sim 10$  г при колебательном ускорении 2 г показал, что при этом возникают импульсные вибропомехи амплитудой до 500 мкВ. В случае воздействия «нежёстких» соударений (например, обрезиненных деталей с массой  $\sim 0,5$  кг) амплитуда вибропомех составляет  $\sim 30$  мкВ. Длительность импульсных вибропомех будет определяться длительностью соударения и послезвучанием преобразователя на резонансной частоте. При воздействии жёстких соударений с длительностью 0,1...0,3 мс длительность отклика пьезопреобразователя не будет превышать 1...2 мс. Длительность вибропомех от «нежёстких» соударений будет в основном опре-

деляться длительностью этих соударений и может быть более 3 мс.

Стержневые пьезопреобразователи имеют наибольшую чувствительность к соударениям по их накладкам, которая более чем в 10 раз больше чувствительности к соударениям, отклики от которых проникают на преобразователь по элементам его крепления в конструкции антенны.

Экспериментальная проверка параметров импульсных низкочастотных виброшумов полностью подтвердила правильность полученных расчётных значений их амплитуды и длительности, а также повышенную чувствительность более чем на 20 дБ чувствительности стержневых составных преобразователей к соударениям по их накладкам по сравнению с чувствительностью к виброударным воздействиям, проникающим на преобразователь по конструктивным связям.

Наименьшей виброустойчивостью г/а антенны обладают на частотах конструктивных резонансов преобразователей, на которых они колеблются друг относительно друга с разными амплитудами. Продольные конструктивные резонансы стержневых пьезопреобразователей найдутся, как правило, на частотах более 300 Гц. Наиболее опасны для потери виброустойчивости г/а антенны поперечные конструктивные резонансы установки пьезопреобразователей, находящихся в диапазоне частот от 80 до 250 Гц.

Проведённое исследование низкочастотных виброшумов позволило сформулировать рекомендации по проектированию г/а антенн, обеспечивающие их виброустойчивость при вибрациях до 2 г во всем низкочастотном диапазоне, включая конструктивные резонансы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение виброустойчивости гидроакустических антенн применительно к их использованию на быстроходных морских аппаратах с повышенной вибрацией является одним из условий создания работоспособной и надёжной аппаратуры. Важнейшим требованием при этом должно быть если не полное отсутствие вибропомех, то, по крайней мере, не превышение ими 50% от допустимого уровня ходовой помехи с тем, чтобы виброшумы не оказывали практического влияния на дальность действия гидроакустических средств. Детальное исследование этой проблемы привело к необходимости двустороннего рассмотрения воздействия вибрации на функционирование гидроакустических антенн. С одной стороны, это воздействие высокочастотной вибрации («структурного шума»), распространяющейся по конструктивным узлам НПА и воспринимаемой пьезопреобразователями антенны через их элементы крепления. Эти виброшумы являют-

ся одной из составляющих ходовой помехи, и при их большом уровне они могут снижать дальность действия гидроакустической системы. С другой стороны – воздействие низкочастотной вибрации, которая при определённых условиях может вызывать появление вибропомех от соударений плотно установленных и недостаточно жёстко закреплённых конструктивных элементов антенны, а также близко расположенных к ней узлов. Такие вибропомехи могут приводить к ложным срабатываниям аппаратуры или полностью нарушать её функционирование.

Детальный анализ вибропомех с использованием аппарата эквивалентных схем пьезопреобразователей при воздействии вибрации позволил выработать и внедрить в новые разработки мероприятия по повышению виброустойчивости гидроакустических антенн как по отношению к высокочастотной вибрации в рабочей полосе частот, так и при воздействии низкочастотной вибрации на скоростях движения подводных аппаратов до 60 узлов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Роботизация и военное дело будущего / М. С. Баранов, С. Бендет, С. А. Денисенцев и [др.]. – М.: АСТ–Центр, 2021.
2. Аронов, Б. С. О виброустойчивости электроакустических преобразователей // Вопросы спецрадиоэлектроники. – Сер. XVII, Гидроакустика. – 1964. – Вып. II.
3. Белов, Б. П., Гессен, В. Р., Дмитриченко, В. П., Шавель, Ю. Б. Показатели защищённости гидроакустических антенн от ходовой помехи // Подводное морское оружие. – 2011. – № 16.
4. Дмитриченко, В. П. Конструктивное построение гидроакустических антенн МПО на основе стержневых пьезопреобразователей // Подводное морское оружие. – 2016. – № 30.
5. Карпушин, В. Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре. – М.: Советское радио, 1971.
6. Защита от вибрации и ударов // Вибрации в технике: справочник. Т. 6. – М.: Машиностроение, 1981.
7. Карпушин, В. Б. Виброшумы радиоаппаратуры. – М.: Советское радио, 1977.
8. Дмитриченко, В. П. Использование эквивалентных схем для расчёта виброчувствительности стержневых пьезопреобразователей и возможность компенсации вибропомех электрической нагрузкой // Сборник докладов V НТК НТО им. акад. А. Н. Крылова: Труды ЦНИИ «Гидроприбор». – 1978.
9. Дмитриченко, В. П., Стырикович, И. И. Гидроакустическое приёмно-излучающее устройство: Авторское свидетельство СССР № 172557 от 29.06.1981.

УДК 629.584

А. С. ВЛАСОВА, к.т.н. В. А. ДУН,  
Н. С. НОВИКОВА, В. Г. ПРОФФЕН,  
к.х.н. Д. В. РУЗАНОВ, к.х.н. В. М. ЮДОВИЧ

## РАЗРАБОТКА НОВОГО СВЕРХЛЁГКОГО ВЫСОКОПРОЧНОГО ЗАЛИВОЧНОГО МАТЕРИАЛА И ТЕХНОЛОГИИ ЗАПОЛНЕНИЯ ИМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ

В статье описана разработка состава нового легковесного заполнителя – сферопластика ЛВЗ-550 и внедрения технологического процесса его заливки в полости сложной формы гидродинамических элементов, включая ряд экспериментальных работ для изучения ключевых физико-химических и механических характеристик разрабатываемого материала.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ведутся активные исследования придонных суперглубоководных (до 12 000 метров) районов Мирового океана [1]. В зависимости от задач и рабочих глубин для выполнения таких работ применяются обитаемые или необитаемые, буксируемые или автономные подводные аппараты (ПА), а виды работ можно условно разбить на следующие группы [2]:

- поиск и разведка промысловых объектов;
- геологические и геофизические исследования;
- биологические исследования;
- гидрофизические исследования;
- прочие работы.

При работах на глубинах свыше 2000 метров возникают существенные затруднения, связанные со сложностью обеспечения несущей способности герметичных водоизмещающих корпусов и запаса плавучести ПА в целом.

Глубже 200 метров из-за изменения плотности воды и обжатия корпусно-механической части ПА возникают дополнительные сложности в обеспечении необходимого уровня плавучести [3]. Поэтому для

компенсации переутяжеления корпусов и обеспечения нулевой плавучести применяются блоки плавучести, устанавливаемые вне прочных корпусов ПА.

Эксплуатируются такие блоки плавучести на большой глубине, где они испытывают всестороннюю гидростатическую нагрузку. Соответственно, к материалу для их изготовления предъявляются особые требования: отсутствие водопоглощения, гидростатическая прочность, низкий удельный вес. Такой материал должен обладать технологичностью, в частности иметь низкую вязкость в состоянии переработки и поддаваться традиционным способам механической обработки после отверждения.

Буксируемые ПА эксплуатируются на небольших глубинах (до 400 метров), но на скоростях, существенно превышающих скорости движения автономных ПА, – больше 7 м/с [4]. Эксплуатация ПА на таких скоростях приводит к возникновению существенных нагрузок на гидродинамические элементы от набегающего потока. Поэтому часто возникают задачи обеспечения внутреннего

подкрепления конструкций из тонкого листового металла – элементов оперения, стабилизаторов, рулей. Для этого внутренних полости заполняются специальным материалом, имеющим низкий уровень водопоглощения, высокую механическую прочность, жёсткость и технологичность.

В настоящее время в обоих случаях применяются синтактические пены (сферопластики) – материалы, состоящие из полимерного связующего и легковесного наполнителя (рисунок 1) [5, 6]. В роли полимерного связующего чаще всего используются эпоксидные системы с функциональными присадками, а в качестве легковесного наполнителя – полые стеклянные микросферы.

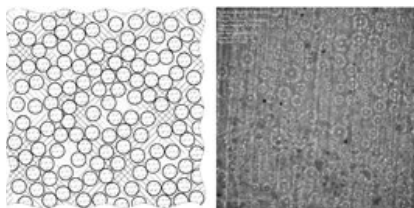


Рисунок 1 – Схематическое изображение (слева) и оптическая фотография сферопластика (справа)

Современные марки сферопластика обладают удельным весом  $650 \pm 50 \text{ кг/м}^3$  и способны выдерживать гидростатическое давление до  $600 \text{ кгс/см}^2$  с водопоглощением ниже 5 масс.%. Однако заполнение такими сферопластиками внутренних полостей деталей сложной конфигурации невыполнимо из-за низкой текучести состава в состоянии переработки. Такие сферопластики перерабатывают заливкой в формы простой геометрии с получением готовых блоков плавучести. Допускается проводить их дополнительную механическую обработку.

В настоящей работе изложены результаты выполнения работы по

созданию технологичного (низковязкого, текучего), высокопрочного сверхлёгкого сферопластика для выполнения заливок внутренних полостей конструкций оперения серийных изделий.

Работа выполнялась специалистами АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» совместно с представителем ООО «Прометей – Энергия» Матвеевым Г. В. на оборудовании АО «Концерн «МПО – Гидроприбор».

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОТРАБОТКА СОСТАВА СФЕРОПЛАСТИКА

Для решения поставленных задач в первую очередь была разработана рецептура сферопластика. В качестве исходных были использованы реагенты исключительно российского производства:

- смола эпоксидная ЭД-20 (ГОСТ 10587-93);
- олигомер Аргоф-3 (ТУ 2221-003-59729972-2006);
- разбавитель Л-1 (ТУ 2225-468-04872688-2005);
- олигоэфирэпоксид Лапроксид-703 (ТУ 2226-029-10488057-98);
- олигоэфирэпоксид Лапроксид-702 (ТУ 2226-335-10488057-2008);
- олигомер-отвердитель УП-0633М (ТУ 2494-505-04872688-2010);
- ускоритель Алкофен МА (ТУ 2494-523-04872688-2016);
- отвердитель Бензам АБА (ТУ 2245-415-04872688-2018);
- микросферы марки МС-ВП-А9 гр. 2 или гр. 3 (ТУ 6-48-91-92);
- порообразователь.

В статье применяются следующие термины:

1. Заливочная композиция ЛВЗ-550 – композиция, состоящая из эпоксидного связующего, полых стеклянных микросфер и порообразователя – сферопластик в состоянии переработки.
2. Легковесный наполнитель ЛВЗ-550 (сферопластик ЛВЗ-550) – результат отверждения заливочной композиции ЛВЗ-550.
3. Эпоксидное связующее – смесь смолы ЭД-20, модификатора, загустителя и отвердителя Бензам АБА.
4. Модификатор – специально разработанный низкомолекулярный олигомер, предназначенный для снижения технологической вязкости заливочной композиции.
5. Загуститель – специально разработанный состав для быстрого предварительного повышения вязкости заливочной композиции.

В процессе работы отработывали составы как заливочной композиции (варьированием соотношения компонентов: эпоксидной смолы, модификатора, загустителя, отвердителя и порообразователя), так и составов модификатора и загустителя.

При отработке рецептуры заливочной композиции учитывалось сле-

дующее: максимальная температура отверждения не должна была превышать  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  [5], вязкость композиции должна была быть достаточной для истечения через отверстия диаметром не более 10 мм, «жизнеспособность» – не менее 60 минут после приготовления эпоксидной основы. Внимание при отработке состава уделялось наличию «фильтрации» полых стеклянных микросфер в легковесном наполнителе по высоте заливаемых форм. Образцы легковесного наполнителя, в которых наблюдалась неоднородность распределения наполнителя по высоте (фильтрация) и несвязность композиции, отбраковывались. Контроль проводился визуально, примеры дефектов приведены на рисунке 2. Все расслоения и дефекты в образцах, показанных на рисунке 2, образовались за время отверждения композиции (~24 часа).

В процессе отработки составов проводились исследования прочностных характеристик (ГОСТ 4651-2014), величины водопоглощения при действии внешнего гидростатического давления и плотности композиции (ГОСТ 15139-69).

На этапе отработки рецептуры было изготовлено около 20 составов



Рисунок 2 – Фотографии отбракованных образцов из сферопластика

с различным соотношением компонентов. Проведено измерение их плотности гидростатическим взвешиванием, предела прочности при одноосном сжатии на электромеханической разрывной машине Walter&Bai LFM-50 и определение водопоглощения под действием внешнего гидростатического давления.

Для каждого состава было изготовлено не менее 5 образцов, представляющих собой цилиндры диаметром  $D = 20 \pm 1$  мм и высотой  $L \geq 1.5 \cdot D$ . Из расчётов были исключены заведомо недостоверные данные. Фотографии некоторых изготовленных образцов приведены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Фотографии некоторых изготовленных образцов сферопластика

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАЛИВКИ

Следующим этапом работы стала отработка технологии заполнения разработанным сферопластиком полостей конструкций различной конфигурации. Технология заливки отработывалась на следующих гидродинамических элементах (рисунок 4): пластина, элерон, стабилизатор, крыло.

В силу высокой вязкости разработанной заливочной композиции («сырого» сферопластика) и высокой реакционной способности (малым временем жизни) заливка проводилась при повышенной температуре с использованием дополнительного оборудования – пневматического шприца, который представляет собой ёмкость с возможностью подачи избыточного воздушного давления в её внутренний объём через верхнюю крышку. В днище этой ёмкости был смонтирован штуцер для подсоединения шланга.

Из рисунка 4 видно, что внутренние полости деталей имеют щелевую форму и внутренние перегородки (стрингеры, рёбра жёсткости).

На рисунке 5 приведена фотография специально изготовленного массогабаритного макета детали с размещёнными во внутреннем объёме имитациями стрингеров для моделирования сложных для заливки участков конструкции и залитого заливочной композицией.

В макете для наглядности одна из стенок была изготовлена из полиметакрилата (рисунок 5а). После отверждения заливочной композиции макет был разрезан на образцы для проведения визуального контроля качества заливки щелевых зазоров (рисунок 5б).

Композиция существенно увеличивается в объёме в процессе отверждения за счёт образования газовых микропор (рисунок 5а). Поэтому наружные поверхности, а также поверхности, на которых находится сферопластика не предусмотре-

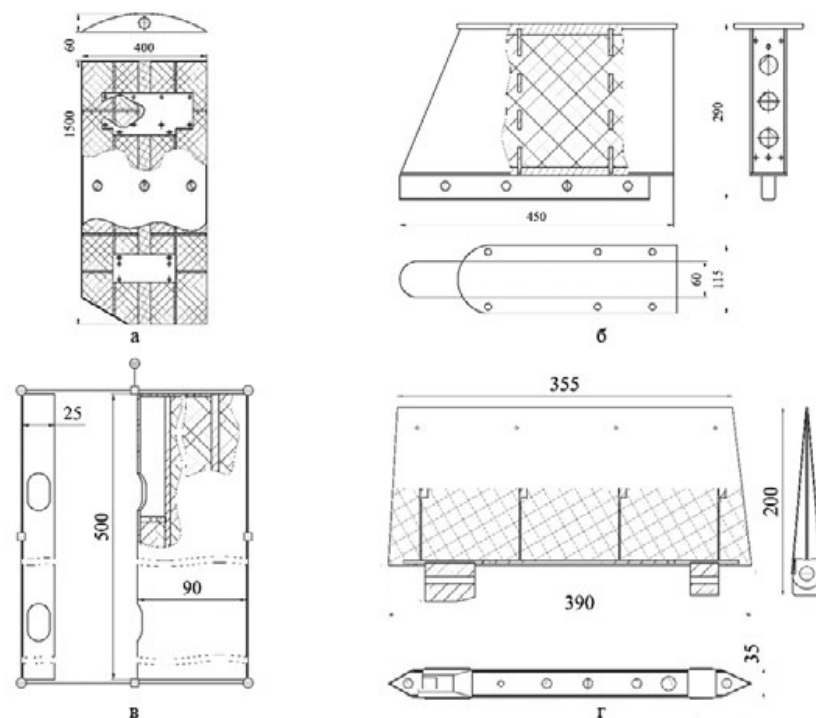


Рисунок 4 – Эскизы конструкций, заполненных легковесным наполнителем ЛВ3-550



Рисунок 5 – Фотография массогабаритного макета детали (а) и образцов из неё после отверждения заливочной композиции (б)

но конструктивно, предварительно покрывались слоем антиадгезива – смазкой ЦИАТИМ-221 или аналогом.

На рисунке 6 приведены фотографии щелевых зазоров и застойных зон, заполненных легковесным заполнителем.

Как видно из рисунка 6, застойные зоны в результате заливки и отверждения заливочной композиции заполнены легковесным материалом полностью и без пустот. Состав композиции подобран таким

образом, что температурный режим отверждения относительно гибок. Однако оптимальным является двухступенчатый режим с выдержкой на каждой ступени и лимитированной скоростью повышения температуры. При этом первая температурная ступень может быть откорректирована по длительности и температуре для каждой конструкции в довольно широком диапазоне, что позволяет проводить процесс заливки за несколько смен.

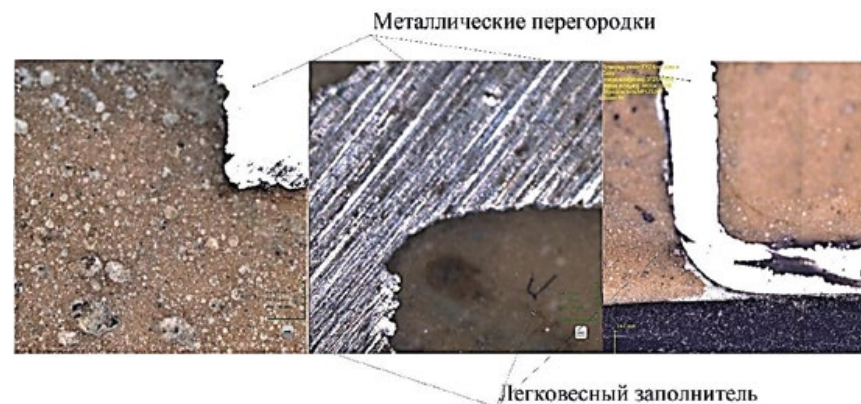


Рисунок 6 – Фотографии застойных зон с легковесным заполнителем (увеличение x 106)

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблицах 1 и 2 приведены характеристики серийных марок сферопластика и сферопластика марки ЛВЗ-550 соответственно.

Как видно при сравнении данных, приведенных в таблицах 1 и 2, разработанный сферопластик не уступает по своим характеристикам аналогам и, кроме того, обладает достаточной технологической текучестью (низкой вязкостью), чтобы перерабатываться заливкой в полости сложной формы.

Данные по гидростатической прочности легковесного заполни-

теля ЛВЗ-550 отсутствуют, однако опыт работы организаций отрасли в части изготовления деталей из сферопластиков и исследования эксплуатационных свойств таких деталей позволил установить эмпирическую зависимость гидростатической прочности сферопластиков от прочности при сжатии, которая выражается формулой (1):

$$P_{гидр} = 1,27 \cdot P_{сж} \quad (1)$$

где  $P_{гидр}$  – гидростатическая прочность, кгс/см<sup>2</sup>,  $P_{сж}$  – прочность при сжатии, кгс/см<sup>2</sup>.

Таблица 1 – Виброчувствительность стержневого пьезопреобразователя при различных значениях коэффициента симметрии его крепления в элементе армирования

Марка сферопластика	Температура отверждения, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Гидростатическая прочность, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Гидростатическое водопоглощение (при давлении, МПа)
ВПЗ-21 (заливочный)	130	640-650	74-84 (755-857)	–	–
ВПЗ-21 (пастообразный)	130	610-630	67-76 (683-775)	–	–
ЭДС-500ТЕ	–	490-530	30 (306)	37 (377)	0,002-0,006 (3,75)
ЭДС-650ТЕ	–	620-650	70 (714)	90 (918)	0,002 (72)
IsofloatDR-11	–	680-700	≥100 (1020)	–	–
ОЦФ-1	–	700	102-110 (1040-1122)	–	–
Huntsman Erocast 1656-A/B	120	800	55 (561)	–	–
Huntsman Erocast 1661	180	600	60 (612)	–	–

Таблица 2 – Характеристики сферопластика ЛВЗ-500

Плотность легковесного заполнителя, кг/м <sup>3</sup>	Прочности при сжатии, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Водопоглощение при гидростатическом давлении, масс. %	
		30 кг/см <sup>2</sup>	60 кг/см <sup>2</sup>
660	68,2 ± 1,0 (696 ± 10)	0,11	0,12
570	45,8 ± 1,2 (467 ± 12)	0,67	0,75
560	44,1 ± 1,1 (450 ± 11)	0,9	1,04
550	40,2 ± 2,1 (410 ± 21)	0,56	0,68
510	35,7 ± 1,5 (364 ± 15)	1,03	1,04
500	34,4 ± 1,9 (351 ± 19)	1,71	1,90

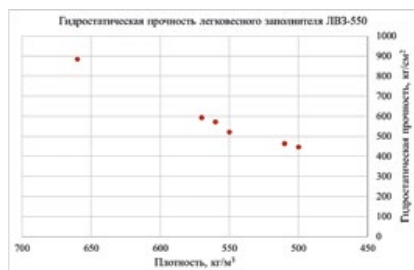


Рисунок 7 – График зависимости расчётной гидростатической прочности от плотности легковесного заполнителя ЛВЗ-550

Используя данную формулу, можно оценить максимальную гидростатическую прочность легковесных заполнителей в зависимости от плотности, что представлено на рисунке 7.

Типовая зависимость напряжения в цилиндрических образцах разработанного сферопластика от деформации при одноосном сжатии приведена на рисунке 8.

### ВЫВОДЫ

1. Разработана рецептура легковесного заполнителя (сферопластика

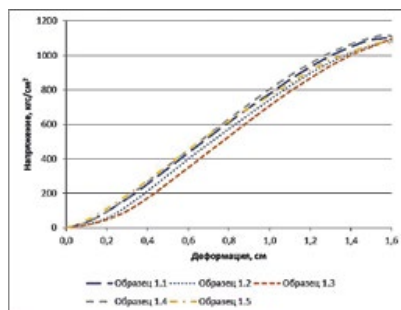


Рисунок 8 – Типовая зависимость напряжения при одноосном сжатии от деформации образцов

ЛВЗ-550) с возможностью изготовления материала с характеристиками в широком диапазоне по плотности и гидростатической прочности.

2. Отработана технология заполнения внутренних объёмов сложной формы (щелевые с перегородками) новым легковесным наполнителем.
3. Изготовлено необходимое технологическое оборудование.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ЦКБ «Рубин» [сайт]. – URL: [http://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/kompleks\\_vitjaz\\_d](http://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/kompleks_vitjaz_d).
2. Бахарев С. А., Карасев В. В., Карасев А. В. Использование автономных необитаемых подводных аппаратов в процессе изучения Мирового океана. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-avtonomnyh-neobitaemyh-podvodnyh-apparatov-v-protse-izucheniya-mirovogo-okeana-2>
3. Разуменко Ю. В., Иванов Б. Г., Шевяков М. Н. Проблемы проектирования и управления глубоководными объектами при изменении глубины и стабилизации без хода // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2017. – № 4 (382). – С. 75–82.
4. Лазарев Е. С. Пути совершенствования океанографических необитаемых подводных аппаратов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3. – С. 172–180.
5. Лебедев В. Л., Косильников В. Ю., Серый П. В., Трошкин С. Н., Логунова А. А., Лысенко А. П. Моделирование режимов полимеризации крупногабаритных блоков из сферопластика // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2019. № 4(390). – С. 67–84.
6. Коваленко А. В., Сидельников Н. К., Соколов И. И., Тундайкин К. О. Сферопластик с регулируемой вязкостью для заполнения участков сотовых конструкций // Труды ВИАМ. – 2019. – № 11 (83). – С. 37–43.
7. ООО «Синтез-проект» [сайт]. – URL: <https://syntez-project.ru/deep-water-vehicles.html>.
8. НПО «Аквасинт» [сайт]. – URL: [http://aquasint.ru/sph\\_pr.html](http://aquasint.ru/sph_pr.html).

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ ВМФ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК В СИСТЕМЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

В статье рассматриваются вопросы создания единой базы научных знаний Военно-морского флота РФ и научно-производственных предприятий оборонно-промышленного комплекса

За последнее десятилетие в научных центрах ВМФ РФ и на научно-производственных предприятиях оборонно-промышленного комплекса были выполнены сотни научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, запатентовано множество изобретений, исследовано и решено в виде кандидатских и докторских диссертаций значительное количество научных проблем, результаты которых способны внести значительный вклад в повышение обороноспособности нашей страны. Одновременно на разных предприятиях разрабатывались проекты новых образцов вооружения и военной техники (ВВТ), порой одинаковые по своему предназначению и часто конкурирующие между собой. Параллельно появлялись новые научные достижения в данной области, являвшиеся результатом собственных исследований каждого предприятия.

Однако не все конечные результаты исследований, выполненные в виде отчётов по НИОКР или защиты диссертаций, продолжают использоваться в дальнейших научных разработках. Как правило, они отдаются на хранение в библиотеку выполнившего данное исследование учреждения и в дальнейшем не используются.

Кроме того, ввиду отсутствия взаимодействия по научной работе между научными центрами ВМФ и научно-производственными предприятиями оборонно-промыш-

ленного комплекса (НПП ОПК) при работе над НИОКР внутри одного учреждения не учитываются результаты исследований, выполненные в этом же учреждении ранее, а также результаты аналогичных исследований других учреждений.

Весь процесс научно-исследовательской работы по созданию новых образцов ВВТ можно представить в виде схемы (рисунок 1).

Анализ схемы научной работы показывает, что при получении нового тактико-технического задания процесс исследований начинается заново, без возможности использования результатов предшествующих изысканий по данной тематике.

На первый план выходит проблема отсутствия своеобразной «базы данных» научных разработок, которая могла бы содержать результаты научной деятельности всех НПП ОПК и научных центров ВМФ по конкретным научным направлениям. Кроме того, в ней могли бы найти применение и результаты деятельности иностранных научно-исследовательских компаний, а также данные Роспатента.

Создание современной базы инновационных разработок (БИР) позволило бы существенно повысить эффективность научно-исследовательской деятельности. Это позволит:

- сократить сроки научных разработок путём получения готовых инновационных решений из БИР

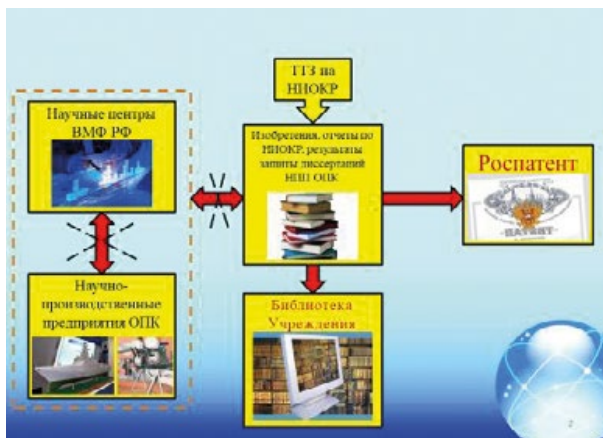


Рисунок 1 – Схема научной работы

- по конкретному направлению работы;
- осуществлять своевременную модернизацию образцов ВВТ, находящихся в серийном производстве;
- оперативно реагировать на изменения в концептуальных основах развития и применения ВВТ;
- достойно выдерживать конкуренцию за счёт применения высокотехнологичных решений;
- сократить затраты и оптимизировать расходы на научно-исследовательский процесс.

Для разрешения вышеуказанной проблемы целесообразно внедрять новое направление деятельности предприятия – систему инновационного развития.

Увеличение роли инноваций в современных условиях предопределяет активизацию инновационной деятельности предприятий на основе повышения эффективности производства, осуществления перспективных научно-исследовательских разработок и реализации инновационных программ.

Инновационная деятельность –

это сфера разработки и практического освоения технических, технологических и организационно-экономических нововведений, которая не только включает инновационные процессы, но и меняет подход к организации информационных, консалтинговых и других видов услуг [1].

Инновационную деятельность можно рассматривать как процесс, направленный на воплощение результатов научных исследований и иных научно-технических достижений в новый или усовершенствованный продукт или технологический процесс.

Иными словами, инновационная деятельность предприятия [2] – это система мероприятий по разработке, внедрению, освоению и производству инноваций.

Структурно инновационная деятельность может состоять из следующих видов деятельности:

- научно-исследовательские, прикладные и экспериментальные работы, необходимые для создания инноваций;
- работы, связанные с созданием опытных и серийных образцов ВВТ и технологий;

- работы, связанные с подготовкой производства и проведением промышленных испытаний образцов ВВТ;
- работы, связанные с сертификацией и стандартизацией инновационных продуктов.

Результативность инновационного развития предприятия обуславливается взаимосвязью основных факторов:

- научного потенциала, новых идей, открытий и разработок;
- структуры и потребностей производства;
- ресурсной базы инновационного развития;
- наличия эффективной системы управления, адекватной требованиям времени;
- совершенствования организации взаимодействия управлений, отделов, подразделений и непосредственно персонала.

Управление инновационным развитием [3] научно-производственного предприятия заключается в создании организационной структуры взаимодействия между научными коллективами внутри всего ОПК, научными коллективами и конкретны-

ми сотрудниками внутри отдельного предприятия, так как четкое распределение функций коллективов и конкретных исполнителей позволит повысить эффективность и результативность инновационного развития всего научно-производственного предприятия.

Исходя из вышеизложенного, процесс функционирования системы инновационного развития (СИР) на предприятии можно представить в виде схемы (рисунок 2).

Используя графо-вербальную модель разработки нового образца ВВТ, можно показать процесс функционирования СИР НПП ОПК.

В общем виде инновационный процесс состоит в получении изобретения, новых технологий, новых образцов ВВТ, решений производственного, финансового, административного или иного характера и других результатов интеллектуальной деятельности.

На начальном этапе проводятся фундаментальные теоретические исследования и прикладные изыскания в соответствии с ТТЗ (темой исследований), результатом которых являются новые научные знания. Здесь же



Рисунок 2 – Функционирование системы инновационного развития

выявляются реальные возможности их внедрения и реализации. Во время исследований происходит периодическое обращение в БИР для поиска и возможной реализации имеемых инноваций, а также для передачи новых научных результатов и расположения их по конкретным научным направлениям.

Затем, при проведении ОКР, происходит воплощение новых научных результатов в оригинальных образцах ВВТ или их отдельных элементах и технологии производства, что подтверждает возможность их практического применения.

Далее следует длительный этап серийного производства и эксплуатации образца ВВТ, во время которого не прекращаются усовершенствование отдельных элементов нового образца и (или) технологии его изготовления.

Одним из элементов СИР является база инновационных разработок, представляющая собой электронную

базу данных. В эту базу заносятся все новые научные знания, полученные в ходе проведённых исследований по различным направлениям работы предприятия. В БИР также заносятся результаты НИОКР, защит диссертаций и других научных исследований, проведённых в научных центрах РФ и ВМФ, в НПП ОПК смежной направленности и изобретения по данным Роспатента. Для этого между вышеуказанными учреждениями организуется взаимодействие и взаимный обмен научной информацией.

Для управления процессом внедрения инноваций, создания и пополнения БИР, организации взаимодействия между научными коллективами и проведения отдельных мероприятий конкурентной разведки целесообразно создать орган управления инновационными процессами. Основные функции этого органа управления можно представить в виде схемы (рисунок 3). При высоком уровне организации взаимодействия

с внешними научными коллективами и внутри НПП существенно облегчается доступ к информации и происходит пополнение БИР актуальными данными по инновационным разработкам.

Таким образом, система инновационного развития подразумевает увязывание деятельности её различных подструктур и звеньев в единый процесс [4], направленный на достижение стратегических целей предприятия.

Для этого необходимо решение следующих основных задач:

- разработка конкретных проектов и программ на основе Концепции строительства ВМФ;
- формирование ориентированной на инновации организационной структуры и методов её коррекции (в случае необходимости);
- обеспечение кооперации в процессе реализации инновационных

программ и проектов со смежными научными коллективами;

- проектирование производственных процессов под конкретный образец ВВТ;
- разработка планов продвижения и реализации инновационной продукции;
- подбор и обучение персонала для реализации инновационных программ;
- формирование и развитие системы распределения функций;
- проведение отдельных мероприятий конкурентной разведки;
- разработка системы поддержки и стимулирования творческой и инновационной инициативы.

Как сказал академик Е. Н. Каблов, «нам нельзя догонять. Нужно сделать резкий рывок и, воспользовавшись собственными наработками и достижениями западных и восточных коллег, выйти на новый уровень».

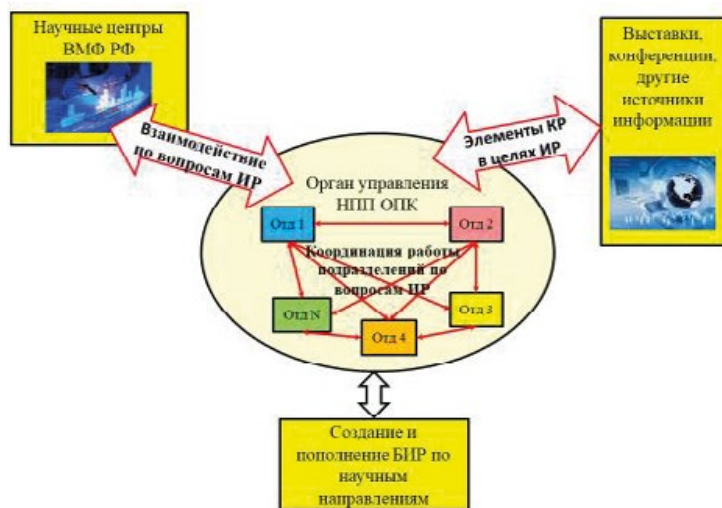


Рисунок 3 – Основные функции органа управления ИР

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков Д. А., Иващенко А. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы – М.: ЛЕНАНД, 2006.
2. Тычинский А. В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритмы, опыт. – Таганрог: ТРТУ, 2006.
3. Трифилова А. А. Управление инновационным развитием предприятия. – М.: Финансы и статистика, 2003.
4. Гольдштейн Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент: тенденции, технологии, практика: монография. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002.



## ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА И ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ КОНЦЕРНА

В статье рассматриваются вопросы создания рекреационных зон на территории Концерна и общего озеленения его территории.

Мы ежедневно приходим на работу и в течение рабочего дня не раз проходим по территории Концерна. Если обратить внимание на то, как выглядит эта территория, мы увидим обветшавшие корпуса, стройку, нагромождение разнообразного бесхозного мусора... Конечно, встречается у нас и немного зелёных насаждений – около центральной проходной, особняка Кёнигов, мемориала (рисунок 1). Но даже те несколько клумб, на которые летом высаживают цветы, явно требуют обновления. Можно толь-

ко представить, какое впечатление остаётся у посетителей Концерна.

Несомненно, на внешний вид территории сильно влияет масштабная стройка. А ведь раньше – ещё каких-нибудь лет десять назад – зелени было больше. Наверное, многие вспомнят зелёные насаждения на месте нового склада и замечательный зелёный уголок с цветником и скамейками на месте строящегося бассейна. К сожалению, предприятие расширяется за счёт этих зелёных зон (рисунок 2).



Рисунок 1 – Зелёные насаждения на территории Концерна. 2021 год



Рисунок 2 – Газон на территории (фотография 1986 года) [1].  
Сейчас на этом месте построен склад

Ветераны нашего предприятия с удовольствием вспоминают то время, когда на месте центрального корпуса с проходной находился восстановленный после войны сад.

Как известно, Концерн располагается на территории бывшего сахарного завода, фрагменты застройки которого, в частности особняк сахарозаводчика, сохранились до наших дней. Сад при особняке владельца завода был зафиксирован на картах

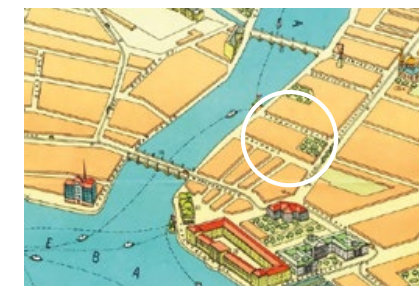


Рисунок 3 – Сад на территории сахарного завода на картах 1868 и 1913 годов

ещё в 1825 году [2]. Он хорошо виден на картах 1868 и 1913 годов [3, 4] (рисунок 3).

К 1828 году в саду были возведены деревянные оранжереи вдоль Гарднеровского (ныне Евпаторийского) переулка, а в 1856 году на территории сада была построена остеклённая оранжерея [2], просуществовавшая по крайней мере до 1913 года [5]. В саду были проложены дорожки и устроен небольшой пруд [6] (рисунок 4).

В годы Первой мировой войны сад был предоставлен в распоряжение раненых, лечившихся в лазарете, организованном на средства владельца завода Ю. Л. Кёнига в его собственном особняке.

После революции и закрытия завода сад некоторое время учитывался как объект коммунального хозяйства в составе парков и садов Выборгского района, о чём свидетельствуют справочники «Весь Ленинград» за 1926–1930 годы [7].

С 1927 по 1938 годы особняк бывшего сахарозаводчика занимал ночной санаторий [8], и в саду отдыхали его пациенты. На снимке, обнаруженном в Центральном государственном архиве кинофотофонодокументов, виден несколько запущенный сад с покосившимися скамейками и беседкой, установленной напротив пруда [9] (рисунок 5).



Рисунок 4 – Наружный вид лазарета  
Ю. Л. Кёниг. 1915 год



Рисунок 5 – Отдыхающие в саду.  
1930-е годы



Рисунок 8 – Детали лестниц.  
Ваза с цветами. 1947 год  
Фотография обработана в фоторедакторе



Рисунок 9 – Вид беседки.  
1947 год  
Фотография обработана в фоторедакторе

В пруду оборудовали фонтан. После передачи особняка заводу «Двигатель» в 1938 году сад использовался в рекреационных целях работниками завода.

Согласно материалам, хранящимся в архиве «Гидроприбора», в 1941 году заводской сад был приспособлен для укрытия людей от авианалётов, для чего на его территории было вырыто несколько траншей. 8 ноября 1941 года в сад упали три фугасные бомбы, которые разрушили канализационную и водопольную системы, и сад оказался затоплен. До конца войны он находился в заболоченном состоянии. Половина деревьев (с правой стороны сада) от длительного нахождения в стоячей воде и осколков бомб погибла (рисунок 6). После войны наряду с ремонтом раз-

рушенных цехов и производственных помещений занялись и восстановлением сада. План восстановления был утверждён приказом по заводу от 23 мая 1946 года. Осенью были начаты работы, и меньше чем за год были ликвидированы траншеи, очищена территория, отремонтированы повреждённые инженерные системы, выкорчёваны погибшие деревья и посажены новые деревья и кусты, засеяны газоны, устроены клумбы, организованы волейбольная и баскетбольная площадки, восстановлен фонтан, сооружена беседка, установлены скамейки и несколько скульптур (рисунок 7-8). Сад был радиофицирован.

1 июля 1947 года сад был вновь открыт как место отдыха, физкультурных игр и проведения культурно-массовых мероприятий.

Как сказано в отчёте о восстановлении сада, хранящемся в архиве предприятия, сад «ежедневно с большим желанием посещается работниками завода во время обеденного перерыва» [10] (рисунки 9–11).

К концу 1970-х годов сад стал приходить в запустение. Предприятие расширилось, ему требовались новые территории, и сад решено было застроить. К этому времени уже были построены корпуса 40а и 40 в, а в 1985 году в эксплуатацию был введён новый корпус – 40б, который сейчас является фасадом «Гидроприбора». Небольшой сквер перед центральной проходной – всё, что осталось от некогда обширного

сада владельца сахарного завода (рисунок 12). Предприятие лишилось собственного места отдыха.

Как было бы приятно летом выйти из душного помещения и, устроившись на лавочке в тени дерева, пообщаться с коллегами или просто посидеть на свежем воздухе! Некоторые сотрудники в обеденный перерыв выходят прогуляться в Выборгский сад, находящийся по соседству. Это помогает им переключиться, отвлечься от рабочих вопросов, а затем с новыми силами вернуться к работе. Жаль, что это доступно только во время обеда. Кажется несправедливым, что для курящих работников оборудованы специальные места, где в том числе можно посидеть и пообщаться, а для некурящих таких мест нет.



Рисунок 6 – Правая часть сада.  
1947 год  
Фотография обработана в фоторедакторе



Рисунок 7 – Левая часть сада.  
1947 год  
Фотография обработана в фоторедакторе



Рисунок 10 – Центральная часть сада.  
1947 год  
Фотография обработана в фоторедакторе



Рисунок 11 – Скульптура парашютистки.  
1947 год  
Фотография обработана в фоторедакторе



Рисунок 12 – Вид на центральную проходную. 2021 год

В этой связи интересно ознакомиться с опытом озеленения территории современного промышленного предприятия. АО «Северный пресс», входящее в концерн «Гранит – Электрон», – крупное предприятие радиоэлектронного приборостроения, находящееся в Санкт-Петербурге. Оно занимает квартал, очерченный улицами Таллинской, Рижской, Громова и Новочеркасским проспектом. Эта обширная территория занята производственными корпусами, складскими и административными зданиями, но при этом есть место и для рекреационных зон, включая спортивную площадку, и для зелёных насаждений, организованных на газонах вдоль корпусов, у мемориала, у проходной. Здесь высажены декоративные кустарники, цветы, организованы клумбы и подвесные вазоны, есть даже два небольших фонтана. Во многих местах предусмотрены скамейки.

В целом территория «Северного пресса» производит очень приятное впечатление своей ухоженностью, множеством цветов и радующей глаз зеленью (рисунок 13).

На территории нашего предприятия достаточно пространства, где можно было бы организовать высадку невысоких деревьев и кустарников, разбить клумбы и установить скамейки с тентами. Существующие деревья у мемориала и особняка Кёнигов можно было бы обыграть скамейками нестандартных форм, а в других местах использовать различного вида навесы. Стоит обратить внимание на приёмы вертикального озеленения: подвесные вазоны, фитомодули, вертикальные клумбы, шпалеры и перголы, украшенные вьющимися растениями [11]. Пусть небольшие, эти зоны значительно украсят внешний вид Концерна. Варианты организации мест отдыха представлены на рисунке 14.

Приведение в порядок территории Концерна с организацией новых посадок и зон отдыха не только благотворно скажется на сотрудниках, которые с удовольствием будут перемещаться между производственными корпусами, но и позволит произвести лучшее впечатление на посетителей Концерна [12]. Ведь, как говорится, встречают по одежке...

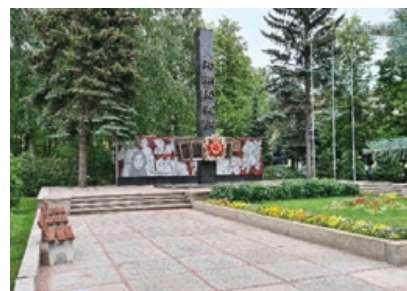


Рисунок 13 – Зелёные насаждения на территории АО «Северный пресс». 2021 год



Рисунок 14 – Варианты организации мест отдыха и зелёных зон

## ЛИТЕРАТУРА

1. Благоустройство и становление территории. Л.: НПО «Уран», 1986 г. – 28 с.
2. 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 04.10.2021).
3. План СПб. 1868 г. – Изображение (неподвижное; двухмерное): электронное // URL: [http://aroundspb.ru/karty/368/spb\\_1868.html](http://aroundspb.ru/karty/368/spb_1868.html) (дата обращения 04.10.2021).
4. План-панорама города СПб. 1913 г. – Изображение (неподвижное; двухмерное): электронное // URL: [http://aroundspb.ru/maps/spb1913\\_panorama/spb1913\\_panorama.php](http://aroundspb.ru/maps/spb1913_panorama/spb1913_panorama.php) (дата обращения 04.10.2021).
5. Орлов, Н. М. С.-Петербургский Сахаро-рафинадный завод Л.Е. Кёниг – наследники / Н. М. Орлов. – СПб.: Типогр. Кене и Ко, 1913. – 194 с.
6. Иллюстрированное приложение к газете «Новое время». – 26 сентября (9 октября) 1915 г. – № 14205.
7. Весь Ленинград: адресная и справочная книга г. Ленинграда. – Л.: Орготдел Леноблисполкома и Ленсовета, [1926–1930].
8. Патрушев В. В., Филимонов А. К., Шаповалова А. Е., Сударчиков В. А. Медицинская история особняка Кёнигов // Подводное морское оружие. – 2021. – Вып. 4(58). – С. 139–145.
9. Ночной диспансер соцстраха (бывший особняк Кёнига): [фотографии] / С. А. Магазинер. – Изображение (неподвижное; двухмерное): непосредственное // ЦГАКФД СПб. – Гр 12067.
10. Альбом фотоснимков сада завода № 181 МСП, восстановленного в 1947 году. – Л., 1947.
11. Вертикальное озеленение в саду и в ландшафтном дизайне. – Текст: электронный // URL: <http://1decor.org/design/klumby/vertikalnoe-ozelenenie-v-landshaftnom-dizajne.html> (дата обращения 15.07.2021)
12. Першинова, Л. Н. Особенности формирования общественных зон в промышленных комплексах / Л. Н. Першинова // Новые идеи нового века: Материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2019. – Т. 1. – С. 312–318.

## К ИСТОРИИ КОРПОРАТИВНОЙ СИМВОЛИКИ «ГИДРОПРИБОРА»

В статье рассматривается развитие корпоративной символики Концерна, её изменение в разные годы существования организации.

Становясь членом организации, каждый из нас постепенно усваивает её правила и нормы поведения, а также идеалы, которые в дальнейшем часто становятся ценностными и жизненными ориентирами личности. В конечном счёте на любого работника так или иначе влияет то, что специалисты называют корпоративной культурой.

Корпоративная культура является внутрифирменной социально-трудовой средой, непосредственно влияющей на поведение и отношения работников через систему ценностей, норм, символов [1]. Эффективная корпоративная культура создаёт благоприятный климат для осуществления трудовой деятельности на предприятии.

В рамках данной статьи нас интересует такое материальное проявление корпоративной культуры организации, как её символика.

Многие специалисты отмечают, что символам в успешных компаниях уделяется большое внимание, их можно обнаружить всюду, начиная от отделки офиса, униформы, баннера сайта, заканчивая названием компании – эта атрибутика принимается всеми членами организации как нечто ценное, к чему нужно относиться бережно и с должным уважением [1].

Все перечисленные составляющие символики вместе создают имидж организации, образ внутренний и внешний, предназначенный для всех, кто контактирует с ней, –

партнёров, конкурентов, государственных организаций и т. п. Имидж способствует формированию у работника организации чувств доверия, надёжности и гордости от сопричастности её делам.

Наиболее ярким примером символа организации является её логотип – лицо компании. Логотип должен быть простым для восприятия, оригинальным по дизайну и соответствующим стратегическим задачам компании. В идеале дизайн логотипа должен выражать основное направление деятельности организации [2].

Рассмотрим развитие символики «Гидроприбора» и постараемся выделить основные этапы её становления в контексте происходивших в стране исторических событий.

Для справки и дальнейшего разбивания на временные периоды существования организации приведем основные исторические вехи становления Концерна [3].

11 февраля 1944 г. на площадях завода № 231 и ЦКБ-36 организован Научно-исследовательский минно-торпедно-тральный институт № 400 (НИИ-400).

20 апреля 1948 г. организован филиал НИИ-400 в Ломоносове.

В марте 1951 г. на территории завода № 832 в Феодосии (бухта Двухкорная) создан филиал НИИ-400 в целях обеспечения проведения морских испытаний новых образцов минно-торпедного и трально-противолодочного оружия.

В 1966 г. НИИ-400 переименован в научно-исследовательский институт «Гидроприбор».

В июле 1969 г. НИИ «Гидроприбор» преобразован в Центральный научно-исследовательский институт «Гидроприбор» (ЦНИИ «Гидроприбор») с включением в его состав ЦКБ-145.

В 1972 г. создан филиал в г. Уральске, в 1974 г. – филиал «Касатка» (Гагры).

В октябре 1973 г. ЦНИИ «Гидроприбор» становится головной организацией Научно-производственного объединения «Уран», в которое также вошли завод «Двигатель» и филиалы института.

В 1991 году НПО «Уран» прекратило своё существование. Предприятия, входившие в его состав, стали самостоятельными государственными предприятиями.

В 1994 г. институту присвоен статус Государственного научного центра.

В июле 1998 г. государственное предприятие «ЦНИИ «Гидроприбор» преобразовано в государственное унитарное предприятие.

В декабре 2001 г. ГУП «ЦНИИ «Гидроприбор» преобразован в Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт «Гидроприбор» [4].

В феврале 2004 г. ФГУП «ЦНИИ «Гидроприбор» преобразован в ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор».

В 2017 г. ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» преобразовано в акционерное общество.

Сведений о символике НИИ-400 автору найти не удалось. Собственно, есть достаточно оснований предполагать, что её не существовало –

само «закрытое» наименование предприятия не располагало к каким-либо отличительным элементам.

Переименование НИИ-400, проведённое в 1966 году, не было отдельным явлением. По целому ряду министерств, включая Министерство судостроительной промышленности, в том году были приняты и реализованы решения о переходе к открытым наименованиям. Примеры переименований приведены в таблице 1.

В качестве иллюстрации высказанной гипотезы приведем фотографии официальных документов НИИ-400 и его филиалов – один из характерных источников информации о бланках предприятия и его символике (рисунки 1 и 2).

Как можно видеть, всё оформление бланков исключительно утилитарно – простой машинописный текст, не предполагающий никаких

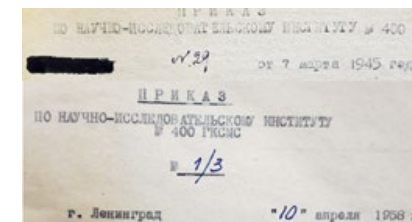


Рисунок 1 – Фотографии заголовков приказов по личному составу НИИ-400

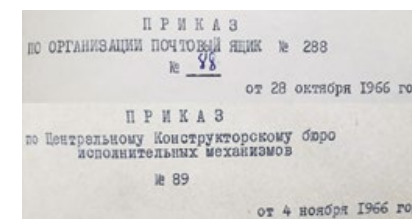


Рисунок 2 – Фотографии двух приказов переходного периода № 88 и № 89, иллюстрирующих смену названия организации, входившей в состав НИИ-400

Таблица 1 – Наименования отдельных ленинградских предприятий судостроительной промышленности до и после 1966 года [5]

«Закрытое» наименование	«Открытое» наименование, присвоенное в 1966 году
Завод № 5	Ленинградский Приморский завод (АО «Судостроительная фирма «Алмаз»)
Завод № 196	Ново-Адмиралтейский завод (АО «Адмиралтейские верфи»)
Завод № 346	Завод «Знамя Октября»
НИИ-3	Центральный научно-исследовательский институт «Морфизприбор» (АО «Концерн «Океанприбор»)
НИИ-49	Центральный научно-исследовательский институт приборов автоматики – ЦНИИПА (АО «Концерн «Гранит-Электрон»)
ОКБ-275	ЛКБ «Зарница» (АО «НПП «Радар ММС»)
СКБ-143	Союзное проектно-монтажное бюро машиностроения (СПМБМ) (АО «СПМБМ «Малахит»)
ЦКБ-15	Центральное конструкторское бюро «Айсберг»
ЦКБ-16	Центральное проектное бюро «Волна» (АО «СПМБМ «Малахит»)
ЦКБ-17	Невское ПКБ
ЦКБ-18	«Ленинградское проектно-монтажное бюро «Рубин» (АО «ЦКБМТ«Рубин»)
ЦКБ-50	Западное ПКБ (АО «ЦМКБ «Алмаз»)
ЦКБ-53	Северное проектно-конструкторское бюро (АО «Северное ПКБ»)
ЦНИИ-138	Центральный научно-исследовательский институт технологии судостроения (ЦНИИТС)

дополнительных элементов или символики.

Переход к открытым наименованиям предприятий положил начало процессу создания их корпоративного стиля, что автоматически начало выливаться в разные проявления материальной культуры, в том числе выпуск юбилейных знаков. На рисунке 3 показан маточник знака, заказанного НИИ «Гидроприбор» к 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции и хранящийся в фондах Государственного Эрмитажа.

На рисунке 4 показаны знак 1967 года и его аналог, выпущенный в 1969 году. К сожалению, автор символа неизвестен.

На обоих знаках выполнено изображение якоря. Не исключено, что влияние на выбор символа сыграло название Двухъякорной бухты – к сожалению, за давностью лет данную гипотезу невозможно проверить.

Выпуск второго значка в 1969 году тоже не был случайностью. В 1968 году проводилось празднование 100-летия минно-торпедной



Рисунок 3 – Маточник № 1 значка НИИ «Гидроприбор», датированный 01.08.1967. Изображение взято с сайта Госкаталога РФ [6]



Рисунок 4 – Значки, выпущенные по заказу предприятия в 1967 и 1969 годах

службы ВМФ. В ознаменование этого события в начале 1969 года предприятием был заказан и выпущен знак, показанный на рисунке 5б.

Судя по всему, «якорная» символика предприятия существовала ограниченное время, возможно, до образования НПО «Уран». Проследить её развитие далее не удалось. В начале 1980-х годов фиксируется следующее изменение символики, отражённое на значках, выпущенных к 40-летию предприятия (рисунок 6).

Приведённый на рисунке 6а значок представляет интерес из-за хорошо проработанного логотипа. Обращает на себя внимание символизм, заложенный в логотип: лопасти гребного винта расположены с внешней стороны окружности, внутри которой, как в прочном корпусе изделия, заключена радиоэлектронная аппаратура. С большой долей вероятности можно утверждать, что появление этого логотипа связано с работой группы промышленной



(а)



(б)

Рисунок 5 – Маточник значка к 100-летию торпедного оружия, датированный 15.01.1969 (а) и фотография значка (б) [6]

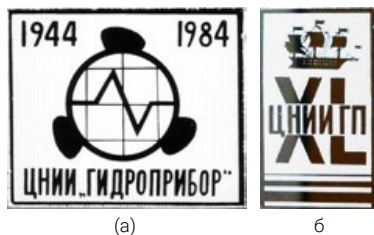


Рисунок 6 – Юбилейные значки к 40-летию ЦНИИ «Гидроприбор» [5]

эстетики и художественного оформления, активно функционировавшей в составе предприятия в 1980-х годах. Примеры логотипов, разработанных группой и опубликованных в изданиях 1986 и 1987 годов, приведены на рисунке 7.

На рисунке 7а показан логотип, размещённый на форзаце издания «НПО «Уран». Благоустройство и становление территории», 1986 год. Авторский коллектив: автор и художник Н. С. Суратов, редактор С. И. Какowychин, фотограф Н. В. Мельников. Логика логотипа по-

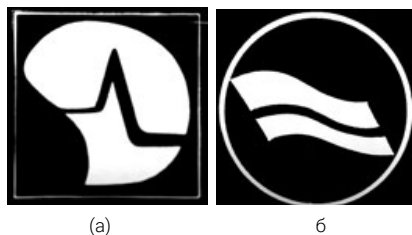


Рисунок 7 – Возможные логотипы предприятия, напечатанные в изданиях, подготовленных группой промышленной эстетики и художественного оформления

вторяет предыдущий символ: в контуре подводного аппарата расположена работающая радиоэлектронная аппаратура.

На рисунке 7б приведён логотип, опубликованный в издании «НПО «Уран». Страницы истории», 1987 год. Авторский коллектив: художник М. И. Гаврилов, редактор С. И. Какowychин, фотограф Н. В. Мельников. Возможно, изображение волны на этом знаке послужило прообразом тех волн, которые появились позднее на символе «Гидроприбора».

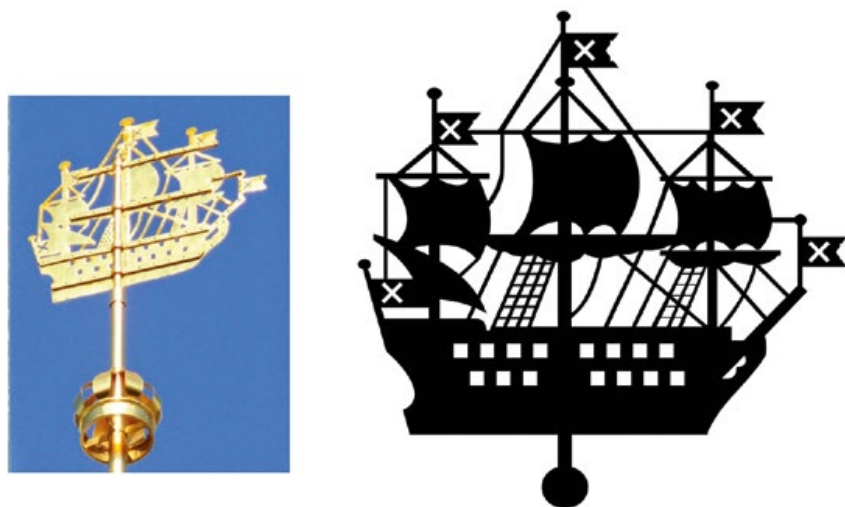


Рисунок 8 – Фото и прорисовка кораблика на шпилье Адмиралтейства [7]

Значок, приведённый на рисунке 6б, интересен тем, что в его верхней части размещено изображение кораблика со шпилья Адмиралтейства (рисунок 8).

Размещение кораблика в верхней части знака может свидетельствовать о том, что уже к 1984 году это изображение утвердилось

в качестве символа НПО «Уран», – с большой долей вероятности символом НПО «Уран» следует считать именно кораблик Адмиралтейства. Данная гипотеза подкрепляется его многочисленными изображениями на разной атрибутике, связанной с объединением (рисунки 9 и 10). На рисунке 9 приведены фотографии



(а)



(б)

Рисунок 9 – Символика, нанесённая на обложки книг С. Я. Пимченкова: а – обложка книги «Люди и судьбы» (1989 г.); б – обложка книги «Научно-производственное объединение «Уран» (1991 г.)



Рисунок 10 – Настольная медаль НПО «Уран»

обложек книг по истории предприятия, выпущенных объединением, а на рисунке 10 – настольная медаль, выпущенная предположительно в конце 1980-х годов. Правда, стоит отметить отсутствие чётко сформированного изображения кораблика.

Следующий этап развития символики предприятия связан с существенными изменениями в жизни общества и промышленности в целом, произошедшими в результате распада Советского Союза.

3 июля 1991 года был принят Закон СССР «О товарных знаках и знаках обслуживания». Однако в связи с распадом СССР этот нормативный акт в силу так и не вступил [8]. Основные нормы указанного документа нашли отражение в Законе РФ «О товарных знаках, знаках обслуживания и наименования мест происхождения товаров», опубликованном 23 сентября 1992 года.

Новые реалии рыночной экономики, несомненно, требовали наличия товарного знака для предприятия, что повлекло за собой объявление конкурса на его разработку. Исходя

из воспоминаний нескольких сотрудников предприятия, первое место на конкурсе занял знак, разработанный начальником отдела, главным конструктором Игорем Ивановичем Солевым (рисунок 11).

Очевидно, что знак представляет собой схематичное изображение процесса применения с подводного носителя противолодочного ракетного комплекса – одного из наиболее сложных образцов морского оружия, разработками торпедных частей которых предприятие может по праву гордиться.

Заявка на регистрацию разработанного товарного знака была подана 20 июля 1993 года под номером 93035943. Знак был зарегистрирован 16 июня 1995 года под номером 128081. Дата публикации зарегистрированного знака – 25 мая 1996 года.

Приведу перечисленные в заявке на товарный знак классы Международной классификации товаров и услуг и перечень товаров и/или услуг. Они ярко отражают попытки предприятия выжить в непростых условиях:

07 – сельскохозяйственные машины, сельскохозяйственные орудия, за исключением ручных, электрические кухонные машины, мешалки (машины), мясорубки (машины);

09 – сигнальные морские приборы, водолазная аппаратура, навигационные приборы и инструменты, сигнальные буйи, передатчики электронных сигналов, спасательные устройства и оборудование, сигнальные устройства, буйи для ориентирования, программное обеспечение (записанные программы), программы операционные для компьютеров, аппаратура электрическая для наблюдения и контроля, устройства для дистанционного управления, датчики;

12 – водные транспортные средства;

17 – пластмассы, частично обработанные, пластмассовые волокна, за исключением текстильных;

22 – прокладки для судов из волокнистых материалов;

29 – молочные продукты, мясные продукты, субпродукты, рыбные пищевые продукты, консервированные овощи, фрукты и грибы;

31 – свежие грибы, овощи, фрукты, живая рыба, птица домашняя живая, свежие ягоды;

35 – реклама, выпуск рекламных материалов, изучение рынка, агентства по импорту-экспорту, помощь в управлении делами (по разработке проектов, планов, составлению смет), организация выставок с коммерческой или рекламной целью;

37 – установка, техническое обслуживание и ремонт машин и механизмов, техническое обслуживание и ремонт электроприборов;

39 – организация круизов, путешествий и экскурсий;

41 – издание книг, публикация текстовых материалов (кроме рекламных), обучение, организация семинаров, конференций;

42 – исследования и разработка новых товаров, предоставление лицензий в области интеллектуальной собственности, подводные исследования, модернизация программного обеспечения, прокат средств программного обеспечения, разработка программного обеспечения, использование запатентованных изобретений, инженерные работы (экспертиза), инженерные конструкторские (чертежные) работы, исследования технические, консультации профессиональные, не связанные с деловыми операциями, исследования технические, консультации профессиональные, не связанные с деловыми

операциями, программирование, разведение животных, реализация товаров, бюро по редактированию материалов.

В связи с тем, что зарегистрированный товарный знак был опубликован только в 1996 году, очередной юбилей предприятия (1994 год, 50 лет), отмечен выпуском значков, имеющих обобщённую морскую стилистику. Например, на рисунке 12 приведен значок, на котором изображена меч-рыба. Впрочем, с учетом того, что такие рыбы достигают массы до 650 килограмм, длины до 4,5 метров, могут двигаться со скоростью примерно до 54 узлов и действительно используют свой «меч» для поражения врагов, они являются вполне логичным символом.

С момента официальной публикации товарный знак института прочно занял своё место в корпоративной символике, фигурируя на



Рисунок 11 – Товарный знак ЦНИИ «Гидроприбор», зарегистрированный 16.06.1995 г. [9]



Рисунок 12 – Значок, выпущенный к 50-летию предприятия [5]





Рисунок 13 – Значки, выпущенные к 55-летию предприятия



Рисунок 14 – Вариации знака Гидроприбора с использованием государственного триколора: а – наградная плакетка; б – значок к 60-летию предприятия

всей номенклатуре продукции, как и положено настоящему логотипу. Иногда в оформлении логотипа вносятся дополнительные элементы (рисунки 13–16), которые, однако, не меняют его форму и суть.

Несколько слов также необходимо добавить о стилистике надписи «Гидроприбор», используемой в логотипе предприятия (рисунок 17). Как оказалось, шрифт, которым выполнена надпись, – дизайнерский, «отрисованный» специально для логотипа. Его появление следует отнести к началу 2000-х годов, по крайней мере не позже 2006 года (рисунок 18). К сожалению, выяснить, кто является автором данного шрифта, за давностью лет не удалось.



Рисунок 15 – «Фрачный знак» с логотипом концерна, вписанным в треугольник



Рисунок 16 – Вариации знаков с символом Гидроприбора, оформленным в виде планеты с внешними кольцами

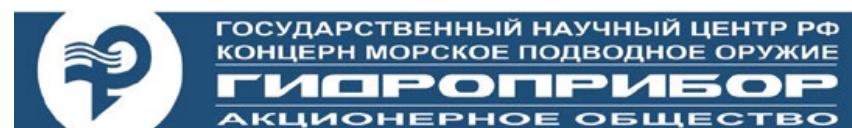


Рисунок 17 – Современный логотип предприятия и начертание его названия

В 2018 году в ходе обсуждения перспектив развития сборника «Подводное морское оружие» Р. В. Красильниковым совместно с В. А. Сударчиковым было принято решение разработать новый логотип названия журнала, выдержанный в корпоративном стиле. Над-

пись, реализованная автором статьи (рисунок 19), впервые появилась на обложке номера 4(41) за 2018 год.

В 2019 году предприятие праздновало свой 75-летний юбилей. Одной из задач, поставленных руководством предприятия в рамках подготовки к торжественным мероприятиям,



Рисунок 18 – Карманные календарики с корпоративной символикой за 2000-й (на заднем плане) и 2006-й годы. Надпись выполнена «корпоративным» шрифтом

# ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

Рисунок 19 – Название журнала, реализованное в корпоративном стиле

АБВГДЕЖЗ  
ИКЛМНОП  
РСТУФХЦЧ-  
ШЩЪЫЬЭЮЯ

Рисунок 20 – Разработанный шрифт, выдержанный в корпоративной стилистике

являлся выпуск юбилейного издания, посвящённого подразделениям института, их истории и современности. На основе ранее выполненной работы по «отрисовке» названия журнала автор разработал полноценный набор букв (рисунок 20), который был использован для дизайна страниц выпущенной в свет книги [3].

## ВЫВОДЫ

1. По результатам проведённого анализа доступной информации об этапах развития символики Гидроприбора можно выделить следующие периоды:

- НИИ-400 – «закрытое» наименование предприятия, не подразумевающее наличия отличительных символов;
- НИИ (ЦНИИ) «Гидроприбор» минимум до 1969 года – якорь;

- НПО «Уран» – кораблик Адмиралтейства;
  - ЦНИИ «Гидроприбор» в 1980-х гг. – поиск логотипа, работы группы промышленной эстетики и художественного оформления;
  - ЦНИИ «Гидроприбор» с 1993 – 1995 гг. – современный логотип.
2. Приведённая в статье информация, несомненно, является неполной, и возможно, в чём-то ошибочной из-за отсутствия надежных документальных источников.

Если статья вызовет интерес к изучению рассмотренной тематики и подтолкнёт к появлению воспоминаний, обнаружению документов или любых дополнительных материалов, уточняющих процесс становления корпоративной символики «Гидроприбора», автор будет считать свою миссию выполненной.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, Т. Б. Корпоративная культура и эффективность предприятия: Монография / Т. Б. Иванова, Е. А. Журавлёва. – М.: РУДН, 2011. – 152 с. – Текст: непосредственный.
2. Сысоева, Е. В. Построение эффективного профиля корпоративной культуры организации: монография / Е. В. Сысоева. – М.: РУСАИН, 2017. – 122 с. – Текст: непосредственный.
3. 75 лет на службе флоту и Отечеству. – СПб.: Издательство «Премиум Пресс», 2019. – 192 с., илл. – Текст: непосредственный.
4. ОАО «Концерн «МПО – Гидроприбор». 1936–2006. – Текст: электронный // Фонд Р-30 ЦГАНТД СПб. – URL: <https://spbarchives.ru/infres/-/archive/cgantd/R-30> (дата обращения: 12.06.2021).
5. Форум Фалеристика [сайт]. – URL: <https://forum.faleristika.info/> (дата обращения: 15.06.2021).
6. Государственный каталог Музейного фонда РФ [сайт]. – URL: <https://gostatalog.ru/> (дата обращения: 12.06.2021).
7. История кораблика на шпигеле. – Текст: электронный. – URL: <https://m-musy23.livejournal.com/798635.html> (дата обращения: 22.06.2021).
8. Аكوпова, Ж. История возникновения и правового регулирования товарных знаков / Ж. Аكوпова. – Текст : непосредственный // Право и управление. XXI век. – 2008. – № 4 (9)/2008. – С. 64–67.
9. Федеральный институт промышленной собственности [сайт]. – URL: <https://www.fips.ru/> (дата обращения: 23.06.2021).

## ВИЛЬКИЦКИЕ – ИССЛЕДОВАТЕЛИ ЛЕДЯНЫХ ПРОСТОРОВ АРКТИКИ

Статья посвящена участникам полярных экспедиций – русским исследователям Вилькицким.

На карте Арктики девять раз встречается фамилия Вилькицких: Андрея Ипполитовича и его сына Бориса Андреевича. Статья освещает биографию этих выдающихся людей и рассказывает, за какие заслуги они были удостоены такой чести.

Основатель династии гидрографов-первопроходцев Андрей Ипполитович Вилькицкий (рисунок 1) родился в 1858 г. в Борисовском уезде Минской губернии. Окончив гимназию, в конце 1875 г. он поступил юнкером на Балтийский флот. Через три года учёбы в специальном юнкерском классе Морского корпуса А. И. Вилькицкий был произведён в чин мичмана. Блестящие аттестации, которые он получил за годы учёбы и стажировки, способствовали тому, что вскоре он был зачислен в Морскую академию,



Рисунок 1 – ВИЛЬКИЦКИЙ  
Андрей Ипполитович

которую так же блестяще окончил в 1880 г. Вилькицкий отличался необычайным трудолюбием и тем, что тогда называли рвением к службе. И хотя он имел все права для зачисления в гидрографический департамент, понадобилось два года хлопот, чтобы осуществить эту мечту.

Сразу после зачисления в гидрографию Вилькицкого направили в Пулковскую астрономическую обсерваторию (рисунок 2) для прохождения специальной геодезической практики. Зимой он изучал высшую геодезию и астрономию, а летом (уже в чине лейтенанта) работал начальником гидрографической и промерной партии на Онежском озере. В работе он удачно применил на практике ряд новых теоретических положений при описании берегов, проведении магнитных и других геофизических наблюдений. Его успехи были замечены, и когда руководство Морской академии обратилось в Пулковскую обсерваторию с просьбой рекомендовать им специалиста для руководства занятиями по астрономии и геодезии, то получило ответ, что лучше Андрея Ипполитовича Вилькицкого они никого не видят. Так недавний слушатель академии стал преподавателем в своей альма-матер. Эта деятельность Вилькицкого продолжалась до 1908 г., когда обязанности начальника российской гидрографии не оставили времени для преподавания.

К середине 1880-х гг. относятся и первые научные труды Вилькицкого, касающиеся производства гидрографических работ, приборов и методов,



Рисунок 2 – Пулковская обсерватория. XIX век

а также геофизических исследований. Проведённые им определения силы тяжести в ряде пунктов европейской и азиатской части России привлекли внимание специалистов. Они были выполнены столь оригинально и тщательно, что в 1887 г. Российское географическое общество предложило молодому учёному провести ряд исследований на Новой Земле и в Архангельске. Морское же министерство дополнительно поручило ему выполнить гидрографические исследования на этом острове и уточнить географические координаты Архангельска, в то время единственного крупного порта на севере страны. Так Андрей Ипполитович впервые попал в Арктику.

Когда он доложил предварительные результаты своих исследований, географическое общество присудило Вилькицкому почётную награду – малую золотую медаль, а после обработки материалов в 1891 г. его удостоили высшей награды – золотой медали имени основателя общества Ф.П. Литке.

В 1894 г. Морское министерство по просьбе ряда ведомств России организовало специальную гидрографическую экспедицию для исследования возможностей торгового мореплавания в Арктике. Руководителем её назначили А. И. Вилькицкого, к тому времени подполковника. Три года экспедиция работала и выполнила такой объём работ, что современники вначале сочли это невозможным. Впервые было составлено подробное описание Енисейского залива, обнаружен глубоководный фарватер, который позволял морским судам подниматься вверх по реке на расстояние в 1000 километров, уточнён ряд карт, предложены практические рекомендации для плавания в этих районах.

В 1895 г. были организованы экспедиции по изучению Оби, Енисея и Карского моря, в которых Андрей Ипполитович принял участие. Интересный факт: помощником начальника экспедиции был Александр Сергеевич Боткин, врач по образованию. Это сын великого медика, Сергея

Петровича Боткина, и родной брат Евгения Сергеевича Боткина, который был расстрелян вместе с царской семьёй в доме Ипатьевых.

Отличительной особенностью исследований под руководством Андрея Ипполитовича было то, что он не замыкался на чисто гидрографических работах (описаниях берегов, промерах, астрономических определениях, проведении магнитных и гидрометеорологических наблюдений). Работая в неизученных районах, экспедиция собрала уникальный по тому времени ботанический, зоологический и геологический материал.

Участникам экспедиции удалось составить настолько подробные карты, что вскоре по Енисею прошёл караван из 12 судов, гружённых рельсами и другими деталями для строительства Сибирской железной дороги (обследование этих рек проводилось по просьбе Министерства путей сообщения). На одном из этих судов совершал переход через Карское море адмирал С. О. Макаров. Он писал, что коммерческие суда уже широко пользовались картами и наставлениями Вилькицкого и это привело к успешному завершению навигации.

Но основная заслуга А. И. Вилькицкого заключалась в том, что, кроме решения чисто прикладных задач, было положено начало систематическим научным многоцелевым исследованиям арктических морей. Он становится главным авторитетом в этой области. Однако отсутствие связей и покровителей долго мешало ему стать во главе российской гидрографии. В 1901 г. его назначили только исполняющим обязанности помощника начальника Главного гидрографического управления (ГГУ) по научной и технической части. Этот пост не мешал его экспедициям в Арктику,

одной из которых стала Гидрографическая экспедиция, начавшаяся в 1910 г.

Экспедиция, её подготовка, составление программы работ – всё это было делом А. И. Вилькицкого. Казалось бы, лучшего начальника ГГУ трудно было найти. Но отсутствие, как тогда говорили, «достоевского высокого начальства» привело к тому, что в 1907 г. его произвели в генерал-майоры и назначили лишь исполняющим обязанности начальника управления. И только через два года, после произведения в чин генерал-лейтенанта, Андрей Ипполитович Вилькицкий становится руководителем российской гидрографии, официально утверждённым в этой должности на четыре года.

Эти годы стали периодом расцвета гидрографии, широкого развития и международного признания. Он был не только её начальником, но общепризнанным авторитетом по всем проблемам. Именно под его руководством был разработан долгосрочный проект систематизированного описания отечественных морей, программы новых экспедиций. На строго научной основе стали создаваться новые морские карты. Наконец, по обоснованному предложению А. И. Вилькицкого был учреждён специальный корпус гидрографов, что в значительной степени повысило престиж этого важного для науки и практики дела. Русские гидрографы с успехом участвовали в международных выставках, конференциях, съездах и в работах по обеспечению безопасности мореплавания в глобальном масштабе. В 1912 г. Вилькицкий организовал при ГГУ международную конференцию по вопросам безопасности мореплавания. На ней он предложил создать международное гидрографическое бюро, что было

одобрено всеми участниками. Первая мировая война задержала создание этого органа, который начал работать только в 1923 г.

Великий труженик, Андрей Ипполитович работал практически без отпусков, что не могло не сказаться на его здоровье. В начале 1913 г. он серьёзно заболел, а 26 февраля 1913 г. скончался. За несколько дней до этого он был произведён в чин полного генерала флота [1]. А. И. Вилькицкий похоронен на Смоленском православном кладбище Санкт-Петербурга. Эпитафией к воспоминаниям о нём стали слова «Он беречь своих сил не умел».

Борис Андреевич Вилькицкий (рисунок 3) родился 22 марта (3 апреля) 1885 г. в городке Пулково под Санкт-Петербургом, где его отец, офицер гидрологической службы, в тот период проходил геодезическую практику при Пулковской астрономической обсерватории. Когда подошло время выбирать профессию, Борис Андреевич решил пойти по стопам отца – стать офицером российского военного флота [2].



Рисунок 3 – ВИЛЬКИЦКИЙ Борис Андреевич

После окончания Морского корпуса 18-летний мичман Вилькицкий получил назначение на броненосец «Цесаревич» и на нём ушёл на Дальний Восток в составе 1-й русской Тихоокеанской эскадры. Борис Андреевич принял активное участие в обороне Порт-Артура. Об этом свидетельствовали его боевые награды: орден Анны IV степени и Станислава III степени с мечами и бантом. В последние дни обороны мичман Вилькицкий возглавил роту матросов, которые в ожесточённой контратаке выбили японцев с их позиций. Сам он был тяжело ранен. За этот подвиг Вилькицкий был награждён редкой для его чина наградой – орденом Владимира IV степени с мечами и бантом (орденами с мечами и бантом награждали только за подвиги в бою).

После капитуляции Порт-Артура Вилькицкий некоторое время находился в плену, затем в числе раненых был отправлен в Россию. После окончания войны, оправившись от ран, он поступает в Морскую академию и в 1908 г. с отличием и занесением своего имени на мраморную доску заканчивает её гидрографическое отделение (рисунок 4) [1].

После тяжёлых поражений, которые потерпел русский флот от японцев, внимание военного руководства страны привлекла уже давно высказываемая энтузиастами идея освоения Северного морского пути. Ведь если бы русские эскадры следовали на Дальний Восток не кружным путём через три океана, а коротким – через Арктику, исход противостояния с неприятелем на море, а значит, и результат войны мог оказаться совсем иным [3]. Сразу после окончания войны по предложению А. П. Вилькицкого была создана специальная комиссия, основной рекомендацией которой стала постройка для прове-



Рисунок 4 – Преподаватели и выпускники гидрографического отдела Николаевской морской академии. 1908 год. Сидит третий слева в первом ряду А. И. Вилькицкий, стоит второй справа во втором ряду Б. А. Вилькицкий.

дения высокоширотных морских исследований специальных стальных экспедиционных судов. Эти рекомендации шли вразрез с установившейся традицией использовать для этих целей деревянные корабли, которые, как считалось, лучше приспособлены для полярных исследований, как правило, связанных с зимовками.

Невский судостроительный завод выиграл конкурс на лучший проект таких судов, и в апреле – мае 1909 г. два стальных ледокольных

парохода, «Таймыр» и «Вайгач», вошли в состав российского флота (рисунок 5). Они были оборудованы для проведения широкого комплекса научно-исследовательских и гидрографических работ. Установленная на них радиотелеграфная аппаратура позволяла держать устойчивую связь на расстоянии 150 миль, что для того уровня радиотехники было весьма приличным. Экипаж каждого корабля состоял из командира, четырёх офицеров со специальной гидрографической подготовкой, инженера-механика, врача и около 40 матросов и унтер-офицеров. По сложившейся в русском флоте традиции экипажи формировались исключительно из добровольцев.

К весне 1909 г. эти суда были построены. Они представляли собой пароходы ледокольного типа, хорошо приспособленные для плавания в тяжёлых ледовых условиях. При весьма приличных характеристиках запаса хода и прочности они могли свободно продвигаться во льду толщиной шестьдесят сантиметров и ломать лёд метровой толщины. Из Санкт-Петербурга «Таймыр» и «Вайгач» отправались на Дальний Восток обычным путём – через Суэцкий канал, затем – через Индийский океан.

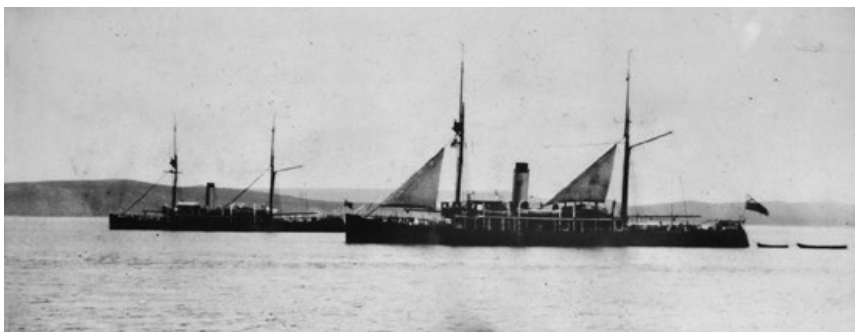


Рисунок 5 – Ледокольные пароходы «Таймыр» и «Вайгач»



Рисунок 6 – СЕРГЕЕВ Иван Семёнович

В июле 1910 года суда прибыли во Владивосток, и уже в августе того же года была сформирована Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана, начальником которой был назначен опытный военный гидрограф, русский мореплаватель Иван Семёнович Сергеев (рисунок 6).

Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана, продолжавшаяся с 1910 по 1915 годы, оказалась одной из самых успешных в истории изучения Арктики русскими путешественниками. Задача, которая была поставлена Гидрографической экспедиции, была грандиозной: предстояло освоить и описать Северный морской путь как альтернативу южным океанским трассам. О необходимости освоения Россией северного пути писал ещё Ломоносов, но в практическую плоскость вопрос перешёл только после поражения в Русско-японской войне.

Экспедиция выполнила детальную гидрографическую описание территории от Дежнёва до устья Лены, уточнила карты побережий Камчатки и Чукотки, во многих местах побере-

жья установила навигационные знаки, а также был сделан пробный выход в арктические воды.

В 1911 г. экспедиция произвела 2900 измерений глубин на протяжении 2500 миль, определила 11 астрономических пунктов, сделала ряд магнитных наблюдений и собрала большую коллекцию морских и береговых животных, которая была отправлена в зоологический музей Академии наук.

В течение 1912 г. «Таймыр» прошёл 10925 миль, «Вайгач» – 11121 миль. На одном лишь «Таймыре» взяли 6050 глубин, произвели описание побережья на протяжении 200 миль, определили двенадцать астрономических пунктов. Метеорологические наблюдения производились на ходу четыре раза, а на якорю – три раза в сутки; каждый час измерялась температура воды, а через каждые четыре часа – её удельный вес.

В результате работы экспедиции в 1912 г. морской путь был освоен на протяжении от Берингова пролива до устья Лены.

В апреле 1913 г. командиром «Таймыра» и помощником начальника экспедиции был назначен капитан 2-го ранга Борис Андреевич Вилькицкий (рисунок 7) [4].

Летом 1913 года приказом из Петербурга кораблям предписывалось пройти весь Северный морской путь, пробившись через льды в Архангельск. Командиром «Вайгача» в походе был назначен Пётр Алексеевич Новопашенный, а командиром «Таймыра» – Борис Андреевич Вилькицкий. Когда суда добрались до Камчатки, тяжело заболел начальник экспедиции Иван Семёнович Сергеев, и его отправили на берег [5]. Вилькицкий получил по радио приказ принять командование экспедицией на себя, оставаясь и командиром «Таймыра».



Рисунок 7 – Командир ледокола «Таймыр»  
Б. А. ВИЛЬКИЦКИЙ

К концу лета, выполнив большой объём различных гидрографических исследований, экспедиция вышла в воды севернее мыса Челюскина. На картах в этих местах была указана водная гладь, но 20 августа с кораблей увидели небольшую полосу земли. Новый остров нанесли на карту. Открытие заставило вспомнить о легендарной Земле Санникова, которую якобы видели зверопромышленник Яков Санников (в 1811 г.) и исследователь Арктики Эдуард Толль (в 1885 г.). По их сведениям, эта земля должна была быть восточнее. Вилькицкий же решил пройти ещё дальше на север и не ошибся. Утром 22 августа с кораблей увидели высокий скалистый берег, далеко уходящий вправо, и влево. Это был какой-то крупный остров, простирающийся далеко на север. На острове подняли российский флаг, и Вилькицкий зачитал приказ о присоединении открытой земли к России (рисунок 8).

Исследования показали, что это не остров, а громадный архипелаг из четырёх больших и множества малых



Рисунок 8 – Подъём российского флага  
на земле Императора Николая II. 1913 год

островов общей площадью 38 тыс. кв. километров.

Территория неизученного архипелага в Северном Ледовитом океане превосходила по размерам некоторые европейские страны – например, Бельгию и Нидерланды. Первоначально архипелаг хотели назвать именем «Тайвай», по первым слогам названий ледоколов. Однако открытие совпало с широко отмечаемым тогда 300-летием Дома Романовых, поэтому архипелаг был назван Землёй Императора Николая II, а один из его островов получил имя Цесаревича Алексея (рисунок 9). Сейчас этот архипелаг называется Северная Земля.

В этот год пройти Северным путём в Европу Вилькицкому не удалось, но открытие, сделанное его экспедицией, стало эпохальным: это было **последнее крупное географическое открытие на планете**. Об открытии нового архипелага писали газеты всего мира, Вилькицкому приходили телеграммы с поздравлениями от крупнейших географов и путешественников. Русское географическое общество вручило ему высшую награду – Константиновскую медаль. Для участников экспедиции учредили специальный нагрудный знак, офицеров представили к орденам, а Бориса Вилькицкого Николай II произвёл в придворный чин флигель-адъютанта.

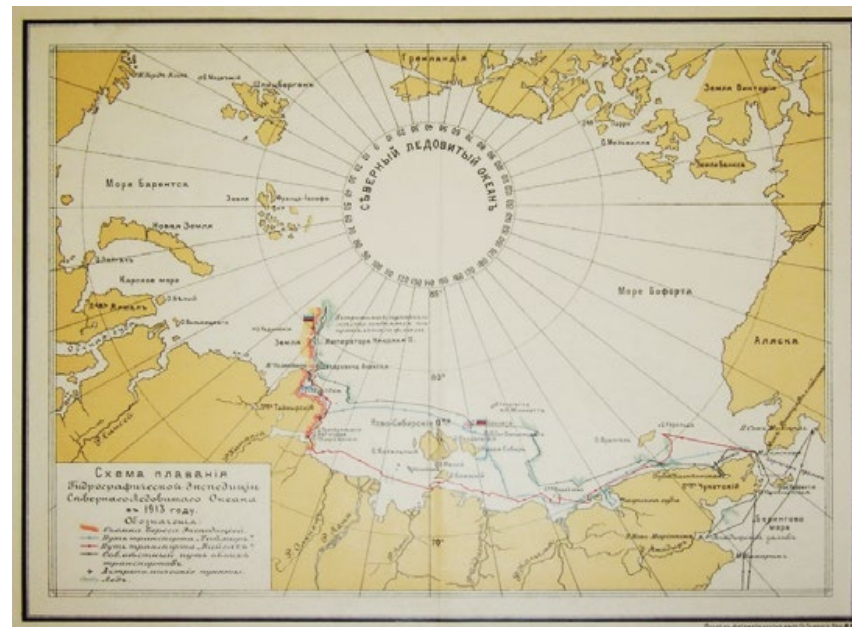


Рисунок 9 – Схема плавания Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана в 1913 году (показаны берега вновь открытых островов)

На следующий год экспедиция Вилькицкого вышла в плавание в июне (рисунок 10). Задача была прежняя – пройти Северным морским путём, но теперь её значимость многократно возрастала. Северный путь для России был единственным морским маршрутом, на который не могли проникнуть вражеские корабли и подводные лодки. За летнюю навигацию пройти всю намеченную трассу не удалось: в Карском море корабли попали в сплошные льды и встали на зимовку [2]. Путь смогли продолжить только в начале следующего лета. Плавание в тяжелейших зимних условиях, часто переходящее в дрейф во льдах, продолжалось 14 месяцев.

3 сентября 1915 года «Таймыр» и «Вайгач» прибыли в Архангельск, завершив свою миссию. Северный мор-

ской путь был пройден и тщательно описан, открыты новые острова, проведено множество сопутствующих исследований. Впервые в истории Северный морской путь был пройден с востока на запад, за что Борис



Рисунок 10 – Команда парохода «Таймыр».  
1914 год

Андреевич был назван «российским Колумбом».

В связи с военными действиями экспедиция была расформирована. Б. А. Вилькицкий, вскоре произведённый в капитаны 1-го ранга, попросил назначить его командиром доставившегося в Петрограде эскадренного миноносца «Летун» (рисунок 11). С июля 1916 г. Борис Андреевич участвовал в боевых действиях Балтийского флота. В 1917 г. Вилькицкий удостоился одной из высших военных наград Российской империи – Георгиевского оружия за участие в 1916 г. в постановке минного заграждения в тылу неприятеля у мыса Стейнорт в восточной части Балтики [6].

После Октября 1917 г. открытая Вилькицким Земля Императора Николая II из-за своего названия оказалась в идеологической опале. «В 1918 г. в Советской России была опубликована карта Северного Ледовитого океана, на которой открытый всего пять лет назад архипелаг не был указан вовсе. Когда в 1924 г. США попытались поднять в этом районе свой флаг, советское правительство в меморандуме, подписанном наркомом иностранных дел Чичериным, напомнило о своих правах на земли, открытые Вилькицким. Причём они были названы именно так, как это



Рисунок 11 – Эскадренный миноносец «Летун»



Рисунок 12 – Северная Земля

было нотифицировано царским правительством в 1916 г., то есть Землей Императора Николая II» [7].

В конце 1920-х годов архипелаг всё же появился на советских картах, но получил иные названия – сначала Северная Земля, потом Таймырский. И только после экспедиции Г. А. Ушакова и Н. Н. Урванцева в 1930-1932 гг. он окончательно приобрёл современное название – Северная Земля (рисунок 12). Островам его были даны названия: Октябрьской революции, Большевик, Комсомолец, Пионер, а остров Цесаревича Алексея был переименован в Малый Таймыр [7].

Деятельность гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана возобновилась в 1918 г. В связи с создавшимся летом тяжёлым продовольственным положением в северных районах Европейской части России возник проект о вывозе хлеба из Сибири морем. Одновременно было принято решение организовать гидрографическую экспедицию для продолжения научного исследования западной части Северного Ледовитого океана. В итоге было принято

решение о создании двух гидрографических экспедиций – Западносибирского и Восточносибирского районов Северного Ледовитого океана. Последняя должна была работать на участке от мыса Челюскин до мыса Дежнёва, но её личный состав не смог добраться до места работ из-за военных действий. В составе Гидрографической экспедиции Западносибирского района Северного Ледовитого океана должны были работать три отряда: Карского моря, Самоедского берега и Новой Земли и Обь-Енисейский. 15 апреля 1918 г. начальником экспедиции, подчинявшийся командующему флотилией Северного Ледовитого океана, был назначен Б. А. Вилькицкий.

Формирование экспедиции проходило одновременно в Петрограде и в Архангельске, ставшем основной базой.

Советское правительство оказало поддержку Б. А. Вилькицкому и П. А. Новопашенному (возглавившему несостоявшуюся экспедицию Восточносибирского района). Им были выданы открытые листы за подписью народного комиссара по морским делам, по которым они могли получить любое имущество и материалы, нужные для полярного плавания, а Совет народных комиссаров утвердил ассигнование в размере 1 миллиона рублей для нужд экспедиции Западносибирского района на первые два месяца её работы.

2 августа 1918 г. в Архангельске произошёл контрреволюционный переворот. Вилькицкий, который находился уже там, принял новую власть и продолжил заниматься подготовкой к экспедиции.

18 августа 1918 г. «Таймыр» и «Вайгач» вышли из Архангельска. Через неделю они достигли Южного



Рисунок 13 – «Вайгач» в северных морях

острова Новой Земли, где была произведена съёмка острова Междущарского, неверно нанесённого на карту (рисунок 13).

8 сентября «Вайгач» наскочил на подводный риф, не нанесённый на карту в районе мыса Ефремов Камень в Енисейском заливе. Безуспешные попытки снять судно продолжались до 25 сентября, но спасти «Вайгач» так и не удалось. «Таймыр» успел дойти до Дудинки, где выгрузил необходимое для постройки радиостанции. Радиостанция была построена и обеспечивала связь Сибири и Архангельска через Диксон и Югорский Шар. В январе 1920 г. она приняла известие из Москвы о падении власти Колчака в Красноярске.

В феврале 1920 г. белый фронт на Севере был прорван, и Вилькицкому, получившему ещё 16 октября 1919 г. контр-адмиральский чин, пришлось принимать активное участие в эвакуации Архангельска, будучи комендантом послыного судна «Ярославна» (рисунок 14). Первое время эмиграции Вилькицкий жил в Норвегии, в лагере для интернированных близ Тронхейма.

Через несколько дней после прибытия в Норвегию он получил теле-



Рисунок 14 – Контр-адмирал  
Б. А. ВИЛЬКИЦКИЙ

грамму от представителей советской власти из Архангельска с предложением вернуться для продолжения работ по исследованию арктических морей. В этот же период к Вилькицкому обратились с просьбой о сотрудничестве руководители коммерческой организации – Областного союза Сибирских кооперативных союзов «Закупсбыт», штаб-квартира которого находилась в Лондоне. Целью «Закупсбыта» было налаживание товарообмена с кооперативными организациями Сибири и использование для этой цели Северного морского пути. Вилькицкий, переехав в Лондон, дал сибирским кооператорам ряд письменных консультаций по этому вопросу. Завершив работу для «Закупсбыта», Вилькицкий остался в Англии, где «в ожидании лучших времён» принялся за изучение промышленного птицеводства, отойдя от политики и перейдя в частную жизнь», а затем переселился на юг Франции, где трудился простым рабочим.

В начале 1920-х гг., в период расцвета нэпа и появившейся в СССР относительной свободы торговли, советское правительство пыталось организовать товарообменные экспедиции в устьях сибирских рек. Поскольку организаторы экспедиций (кооперативные организации) испытывали острую нужду в опытных

моряхах-полярниках, в 1922 г. нарком внешней торговли Л. Б. Красин обратился к Вилькицкому с предложением участвовать в Карских экспедициях. Вилькицкий на адресованную ему телеграмму не ответил. Однако в следующем году, после общения с председателем Енисейского губернского Союза кооператоров П. М. Линициком, Борис Андреевич принял предложение правительства. Сам он писал об этом так: «...я решил, что моим патриотическим долгом является принятие их предложения стать во главе экспедиции, – идти в Сибирь и произвести личную разведку. А в случае подтверждения благоприятных данных переключиться на дальнейшую работу в России для изживания большевизма» [6].

В 1923 – 1924 гг. Вилькицкий возглавил 3-ю и 4-ю Карские экспедиции, в ходе которых были налажены экспортно-импортные перевозки между портами Западной Европы и районами Западной Сибири и положено начало ежегодной эксплуатации Карского морского пути. Однако вскоре Вилькицкий понял, что при тотальном контроле со стороны правительства Советской республики трудно вести плодотворную работу, надежд на скорое падение советской власти не предвидится, и в дальнейшем он отказался от сотрудничества с СССР. Вернувшись во Францию, Борис Андреевич занялся птицеводством, но через некоторое время ему представился случай вновь применить свои профессиональные знания, на сей раз на службе Бельгии – в Нижнем Конго.

Отправившись в Конго, Вилькицкий «из арктического адмирала стал тропическим» [6]. Для гидрографических исследований конголезских водных путей, прежде всего крупной реки Конго (Заир), имеющей множе-

ство притоков, бельгийское правительство активно привлекало русских моряков-эмигрантов.

В 1928-1931 гг. Б. А. Вилькицкий работал в Конго гидрографом, но из-за того, что он плохо переносил тропический климат, ему пришлось вскоре покинуть эту страну [6].

Вернувшись из Африки, Б. А. Вилькицкий работал в Брюсселе бухгалтером, статистиком, давал уроки русского языка. Существуют свидетельства о том, что во второй половине 1950-х гг. Вилькицкий рассматривал возможность возвращения в СССР, но этому состояться было не суждено.

Умер Борис Андреевич Вилькицкий в Русском доме для престарелых на окраине Брюсселя 6 марта 1961 г.

После распада СССР вопрос о перенесении праха Б. А. Вилькицкого неоднократно поднимался в российской прессе, тем более от его дальних родственников было известно, что он мечтал быть похороненным в родной земле. Несколько раз писал об этом писатель-маринист Черкашин. Он побывал в Брюсселе, с трудом нашёл могилу Вилькицкого и выяснил, что истекал срок аренды могильного участка. Родственников или знакомых, которые могли бы внести плату за аренду, уже не было. Возникло опасение, что могила Вилькицкого будет уничтожена. Черкашин обратился к властям: неужели Б. А. Вилькицкому, «прирастившему России целую землю, не хватит на Родине двух положенных каждому смертному могильных квадратных метров?». Его призыв был услышан. 20 ноября 1996 г. прах Б. А. Вилькицкого был торжественно перезахоронен на Смоленском кладбище Санкт-Петербурга (рисунок 15). Борис Андреевич Вилькицкий нашёл вечный покой рядом со



Рисунок 15 – Семейный участок Вилькицких на Смоленском православном кладбище в Санкт-Петербурге

своим отцом и младшим братом.

В 2002 г. на доме № 96 по набережной канала Грибоедова в Санкт-Петербурге, где жили Вилькицкие, установлена памятная доска (рисунок 16).

Сегодня фамилия Вилькицких девять раз встречается на карте Арктики. Семь раз этой чести удостоен Андрей Ипполитович Вилькицкий и два раза его сын – Борис Андреевич.



Рисунок 16 – Мемориальная доска на доме 96 по каналу Грибоедова, где с 1901 по 1913 гг. жили А. И. и Б. А. ВИЛЬКИЦКИЕ



Именем А. И. Вилькицкого назван залив в Баренцевом море, два мыса и ледник на острове Новая Земля, три острова (в Енисейском заливе, среди островов Де-Лонга и в архипелаге Норденшельда).

В 1997 г. именем Андрея Вилькицкого была названа малая планета Wilkicia.

В 2018 г. на Выборгском судостроительном заводе построено дизель-электрическое ледокольное судно обеспечения проекта Акег Агс 130А, которое названо «Андрей Вилькицкий» в честь выдающегося полярного исследователя (рисунок 17). Согласно морской традиции, крёстной матерью новейшего российского ледокола стала праправнучка Андрея Вилькицкого – Ирина Тихомирова, которая сейчас живёт в Санкт-Петербурге.



Рисунок 17 – Ледокол «Андрей Вилькицкий»

Имя Бориса Вилькицкого носит открытый им пролив, соединяющий море Лаптевых с Карским морем, а также остров в заливе Терезы Клавенес.

Кроме того, в память о нём и его отце Андрее Ипполитовиче в 2017 году получил своё название Вилькицкий бульвар на Васильевском острове в Санкт-Петербурге.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Куксин, И Гидрографы Вилькицкие / И. Куксин . – Текст: электронный // Портал журнальный зал. журнал Нева, номер 8, 2005. – URL: <https://magazines.gorky.media/neva/2005/8/gidrografy-vilkiczkie.html> (дата обращения: 05.10.2021)
2. Рогоза, В Как Борис Вилькицкий, подарив России целый архипелаг, завершил эпоху великих географических открытий? / В. Рогоза . – Текст: электронный // Ежедневный познавательный журнал «Школа жизни» . – URL: <https://www.shkolazhizni.ru/biographies/articles/25969/> (дата обращения: 14.10.2021)
3. Добровольский, А Триумф и трагедия русского Колумба / А. Добровольский . – Текст: электронный // Электронное периодическое издание «МК.ru» . – URL: <https://www.mk.ru/science/2015/10/25/triumf-i-tragediya-russkogo-kolumba.html> (дата обращения: 20.10.2021)
4. Последнее Великое географическое открытие XX века . – Текст: электронный // Ежемесячный журнал Русское слово . – URL: <https://russlovo.today/rubricator/istoricheskie-fakty/istoricheskie-sobytiya-sentyabrya-poslednee-velikoe-geograficheskoe-otkrytie-xx-veka> (дата обращения: 22.10.2021)
5. Сидорчик, А Забытая экспедиция. Как Россия обрела Северную Землю / А. Сидорчик . – Текст: электронный // Ежедневный «Аргументы и Факты» . – URL: [https://aif.ru/society/history/zabytaya-ekspediciya\\_kak\\_rossiya\\_obrela\\_severnuyu\\_zemlyu](https://aif.ru/society/history/zabytaya-ekspediciya_kak_rossiya_obrela_severnuyu_zemlyu) (дата обращения: 26.10.2021)
6. Кузнецов, Н.А. Борис Вилькицкий: судьба первооткрывателя / Н.А. Кузнецов . – Текст: электронный // Портал GoArctic . – URL: <https://goarctic.ru/work/boris-vilkitskiy-sudbapervootkryvatelja/> (дата обращения: 29.10.2021)
7. Последнее географическое открытие контр-адмирала Б.А. Вилькицкого, исследователя Арктики . – Текст: электронный // Издательство Русская Идея . – URL: <https://rusidea.org/25030614> (дата обращения: 08.11.2021)

## К 80-ЛЕТИЮ НАЧАЛА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Статья посвящена событиям Великой Отечественной войны как части Второй мировой. Рассматривается судьба сотрудников предприятия, призванных и ушедших добровольцами на военную службу.

В 2021 г. в архиве Концерна были найдены документы, содержащие сведения о сотрудниках предприятия (на тот момент – завода № 181), призванных в Красную армию и на флот в период с 1939 по 1944 гг. Они выложены в открытом доступе на сайте «Гидроприбора» [1].

В рамках данной статьи хочется рассказать о событиях в жизни страны и мира, которые привели к тому, что большое число сотрудников покинуло свои рабочие места, отправляясь на защиту Отечества. Многие из ушедших воевать больше никогда не вернулись обратно. В память о них и написана статья.

Вторая половина 1930-х гг. была крайне неспокойна в военном отношении – мир постепенно втягивался в орбиту новой военной эскалации [2]. В октябре 1933 г. Германия объявила о выходе из Лиги наций, а в марте 1935 г. Гитлер заявил о разрыве Версальского договора и о восстановлении всеобщей воинской повинности. В 1935 г. в результате плебисцита Германии был возвращён Саар, а в 1936 г. германская армия вошла в демилитаризованную Рейнскую область [3].

17 июля 1936 г. началась гражданская война в Испании, продлившаяся до 1939 г. В ходе этого конфликта произошло первое столкновение советских и германских солдат и офицеров, воевавших по разные стороны

баррикад. В том же 1936 г. была создана ось «Берлин – Рим» и заключён Антимоинтерновский пакт с Японией.

Начиная с 1936 г. руководство нацистской Германии, не прибегая к прямой военной конфронтации, под предлогом борьбы с коммунистической угрозой начало вводить силовую составляющую в свою внешнюю политику, постоянно вынуждая Великобританию и Францию идти на уступки. В марте 1938 г. Германия осуществила аншлюс Австрии, в сентябре 1938 – марте 1939 гг. Германия, Польша и Венгрия разделила Чехословакию. 23 марта 1939 г. Германия провела аншлюс Мемеля (Клайпеды) и Мемельского края [4].

По всем признакам был недалёк серьёзный континентальный вооружённый конфликт. Поэт, писатель, и в недалёком будущем военный корреспондент Константин Михайлович Симонов в 1938 г. очень точно выразил это ощущение надвигающейся войны в оказавшемся пророческим стихотворении «Однополчане» [5]:

Под Кенигсбергом на рассвете  
Мы будем ранены вдвоём,  
Отбудем месяц в лазарете,  
И выживем, и в бой пойдём.

Святая ярость наступления,  
Боев жестокая страда  
Завяжут наше поколение  
В железный узел, навсегда.

Не было спокойствия и на Дальнем Востоке. Серьёзную угрозу территориальной целостности СССР представляли планы Японии по захвату Приморья и Северного Сахалина и дальнейшему наступлению на Амурском и Забайкальском направлениях с одновременным вторжением в Монгольскую Народную Республику.

В 1932 г. японские войска завершили оккупацию Маньчжурии, на территории которой было создано марионеточное государство Маньчжоу-го. Вскоре после этого обстановка на линии границы осложнилась. Начиная с 1934 г. на границе происходили постоянные провокации. Наглядна следующая статистика [6]: с 1936 г. до июля 1938 г. японские и маньчжурские силы совершили 231 нарушение границы СССР, в 35 случаях они вылились в крупные боевые столкновения. 29 июля 1938 г. японские военнотружущие начали открытый вооружённый конфликт, закончившийся их разгромом и заключением перемирия 11 августа.

Но, несмотря на поражение в боях у озера Хасан, Япония не отказалась от своих захватнических планов. Их результатом стали более масштабные боевые действия на реке Халхин-Гол с 11 мая по 16 сентября 1939 г., также завершившиеся разгромом японских вооружённых сил.

Кроме угрозы со стороны Германии, которую удалось временно нейтрализовать путем подписания 23 августа 1939 г. Риббентропом и Молотовым в Москве договора о ненападении (известного поэтому как «пакт Молотова-Риббентропа»), тревогу вызывала обстановка на границе с Финляндией, которая располагалась в непосредственной близости от Ленинграда.

В 1938 – начале 1939 г. СССР неоднократно предлагал Финляндии расширить договор о ненападении или каким-то иным способом гарантировать невозможность использования её территории в качестве плацдарма для действий против СССР, но финское руководство постоянно отказывалось, одновременно стараясь добиться согласия СССР на демилитаризацию Аландских островов.

7–12 августа 1939 г. в Финляндии были проведены крупнейшие в истории страны военные манёвры на Карельском перешейке, на которых отрабатывалась операция по отражению наступления на «линию Маннергейма» и на которые были приглашены все военные атташе, кроме советского [7].

Внешнеполитическая обстановка требовала усиления армии и флота, усиления мер по защите пограничных рубежей и интересов государства. В целях подготовки проведения мобилизации нарком обороны К. Е. Ворошилов 20 мая 1939 г. направил в военные округа директиву № 2/1/50698, в которой предписывалось провести «большие учебные сборы», под которыми на самом деле понималась скрытая частичная мобилизация [8].

1 сентября 1939 г. войска Германии и Словакии напали на Польшу. Началась Вторая мировая война. 3 сентября Риббентроп направил германскому послу в СССР телеграмму, в которой предлагалось обсудить с Молотовым вопрос о вступлении войск СССР на польскую территорию и занятия её части, вошедшей в советскую сферу интересов, зафиксированных в секретном протоколе к заключённому договору о ненападении. Со стороны СССР на данное предложение был дан «вежливый отказ».

Однако было понятно, что в ближайшее время стратегию ожидания придется изменить.

В этих условиях был сделан первый шаг к проведению мобилизации: 3 сентября Политбюро ЦК ВКП(б) постановило задержать на месяц подлежащих увольнению со службы красноармейцев и младших командиров шести военных округов: Ленинградского, Московского, Калининского, Белорусского особого, Киевского особого, Харьковского, всего 310 632 человека.

6 сентября директиву наркома обороны о начале «больших учебных сборов» получили семь военных округов (к перечисленным округам добавился Орловский). На следующее утро началась рассылка повесток запасникам.

Интересно, что в ходе «больших учебных сборов» было запрещено призывать трудящихся с предприятий, принадлежавших наркоматам авиационной промышленности, вооружения и боеприпасов. Однако военкоматы и предприятия заранее не согласовали вопрос о бронировании рабочих и инженерно-технических сотрудников [8].

Практически одновременно с началом проведения «сборов», 1 сентября 1939 г., сессия Верховного Совета СССР приняла новый закон о всеобщей воинской обязанности. Теперь все мужчины – граждане СССР, без различия социального происхождения и положения, были обязаны проходить военную службу. Возрастная планка призыва была понижена до 19 лет. Возраст добровольного поступления на службу остался прежний – 18 лет, однако учащиеся средних школ приписывались к призывным

участкам с 17 лет. Все льготы по призыву отменялись.

К 17 сентября 1939 года Польша практически полностью была разгромлена – уже 6 сентября политическое и военное руководство бежало из столицы, а в ночь с 16 на 17 сентября – уже и из страны. Сама Варшава была окружена, Англия и Франция, объявившие войну Германии как союзники Польши, не сделали ничего для того, чтобы ей помочь. Англичане «ограничивались тем, что разбрасывали листовки, взывающие к нравственности немцев» [10], французы начали и практически сразу прекратили наступление на границе с Германией «ввиду быстрого развития событий в Польше» [11], а через неделю отвели войска.

17 сентября советские войска вступили на территорию Польши. Советское правительство объяснило этот шаг несостоятельностью польского правительства, распадом польского государства де-факто и необходимостью обеспечения безопасности украинцев, белорусов и евреев, проживающих в восточных областях Польши. К 5 октября все боевые действия были завершены.

В этих условиях был издан Указ Президиума Верховного Совета СССР от 22.09.1939 о мобилизации призванных на учебные сборы военнообязанных запаса по некоторым округам. В частности, в нём было отмечено следующее:

«1. Призванных на сборы военнообязанных запаса начальствующего и рядового состава в порядке специального распоряжения по Московскому, Калининскому, Ленинградскому, Белорусскому, Киевскому, Харьковскому и Орловскому округам ввиду

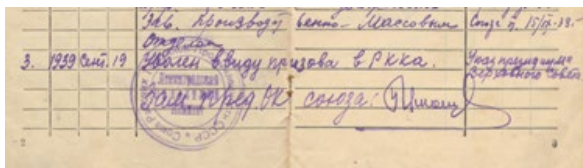


Рисунок 1 – Пример записи в трудовой книжке с датой призыва 19 сентября 1939 г.

особых внешних условий считать мобилизованными до особого распоряжения.

2. Обязать все бюджетные учреждения, государственные, кооперативные и хозяйственные предприятия и общественные организации произвести с призванными полный расчёт по месту работы – выплатить заработную плату за фактически проработанное время, двухнедельное выходное пособие и компенсацию за неиспользованный отпуск...».

Интересно, что за несколько дней до выхода данного указа уже производилось увольнение призванных со ссылкой на его положения. В качестве примера можно привести запись в трудовой книжке рабочего одного из предприятий Ленинградской области (рисунок 1).

Завершение боевых действий в Польше почти совпало по времени с очередной попыткой договориться о мире с Финляндией, особенно в свете начавшегося активного перекраивания карты Европы. 12 октября в Москве начались советско-финские переговоры. Когда финская делегация отказалась от обсуждения вопроса о заключении договора о взаимопомощи, советская сторона предложила проект договора о совместной обороне Финского залива по типу планировавшегося финско-шведского соглашения об обороне Аландских островов. Но и это предложение было отклонено финнами без обсуждения. Тогда советская делегация предложила вариант переноса гра-

ницы от Ленинграда на Карельском перешейке с учетом обмена территории на вдвое большую по площади в Карелии. Финляндия должна была передать острова Гогланд (Суурсари), Сейскари, Лавансаари, Тютерсаари (малый и большой), Бьерке, а также часть Карельского перешейка от села Липпола до южной оконечности города Койвисто, равно как западную часть полуостровов Рыбачий и Средний (всего 2 761 кв. км). Взамен СССР должен был передать территорию в районе Ребола и Порос-озеро (5 529 кв. км).

12 октября в Финляндии была объявлена всеобщая мобилизация и эвакуация гражданского населения из крупных городов. Советские дипломаты докладывали в Москву о ведущихся финнами консультациях с Англией, которая рекомендовала «не идти ни на какие уступки, вплоть до вооружённой борьбы, не считаясь ни с какими жертвами», и о начавшихся военных приготовлениях в Финляндии [7]. Переговоры зашли в тупик. Финское руководство и большая часть политиков еще с окончания гражданской войны грезило проектом «Великой Финляндии», который отнюдь не предполагал никаких территориальных уступок СССР, а наоборот – предполагал отторжение большей части земли до Архангельска.

30 ноября 1939 г. началась Советско-финляндская война, также вошедшая в историю как Зимняя. Первоначальное успешное наступление Красной армии уперлось в укрепления

линии Маннергейма, которые с ходу взять не удалось. Лишь подтянув резервы, проведя тщательную разведку и подготовившись к решительному штурму, Красная армия взломала оборону финнов в районе современной станции Лейпясуо и устремилась к Выборгу. Финны оказывали ожесточённое сопротивление, но вынуждены были отступать. Решающим фактором стало форсирование частями Красной армии Выборгского залива

и создания плацдарма для движения на Хельсинки. 13 марта 1940 г. в 12 часов дня боевые действия прекратились. По результатам войны все официально объявленные территориальные претензии СССР к Финляндии были удовлетворены.

Интересно провести анализ результатов призыва нашего предприятия в этот период. Статистика по призванным приведена на рисунках 2 и 3.

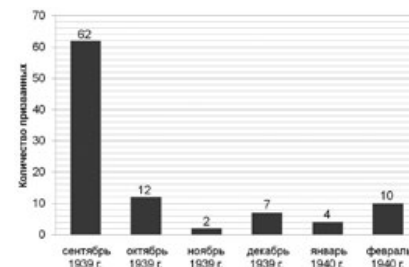


Рисунок 2 – Статистика призыва в РККА и РККФ с сентября 1939 г. по февраль 1940 г.

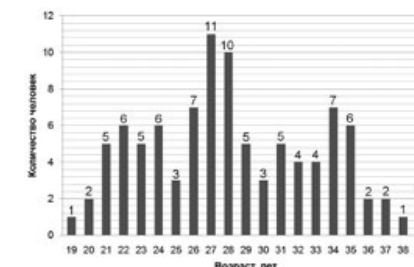


Рисунок 3 – Данные о возрасте сотрудников, призванных в РККА и РККФ с сентября 1939 г. по февраль 1940 г.

Как можно видеть, основное количество призванных пришлось на сентябрь 1939 г. Характерно, что подавляющее число сотрудников (59 человек) было призвано в первый день «сборов» – 7 сентября 1939 года.

Также интересно, что возрастной «пик» ушедших в армию приходится не на 19–20 лет, как можно было бы ожидать. Это может быть связано с тем, что в возрастном составе предприятия преобладали люди 27–30 лет, но данное предположение требует проверки.

В межвоенный период с марта 1940 г. по 22 июня 1941 г. с предприятия было призвано 25 человек, причём по большей части именно призывного возраста: семь 19-летних

и десять 20-летних (данные в некоторой степени условны и основаны только на годах рождения, без дат).

Вероломное – в нарушение Договора о ненападении, без объявления войны – вторжение на территорию СССР войск Германии и её европейских союзников обозначило качественный поворот в состоянии советского общества – от мира к войне [10]. Уже в первый день войны, 22 июня, вышел Указ Президиума Верховного Совета СССР о мобилизации (рисунок 4).

Первым днём мобилизации было объявлено 23 июня, и в этот же день в армию и на флот с предприятия ушло 64 человека. И вновь явно наблюдается тенденция к призыву одной



Рисунок 4 – Указ Президиума Верховного Совета СССР о мобилизации военнообязанных от 22 июня 1941 г.

из наиболее активных и мобильных частей общества – людей от 25 до 35 лет (рисунок 5).

В списках сотрудников, призванных в Красную армию и на флот, на основе анализа которых построена данная статья, находятся данные на 1233 человек. Выяснение судьбы каждого из них – важная задача, работа над которой идёт и обязательно будет доведена до конца. Учитывая объём информации, автор принял

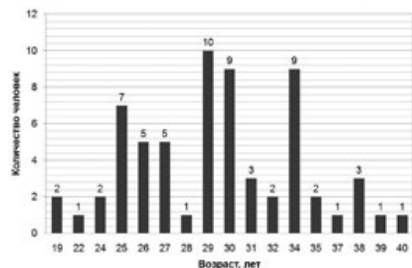


Рисунок 5 – Данные о возрасте сотрудников, ушедших в армию и на флот 23 июня 1941 г.

решение привести здесь сведения только о тех, кто ушёл воевать с врагом в первый же день мобилизации. Трагические и героические судьбы одновременно... Один день почти ментально изменил их, не оставив даже времени в полной мере осознать необратимость происходящего.

С 2006 г. Министерство обороны РФ проводит постоянную работу по формированию в общем доступе в сети Интернет архивных документов о Великой Отечественной войне, которые позволяют проследить судьбы воинов Красной армии и флота.

Первый ресурс, который был создан в рамках данных работ, – Обобщённый банк данных «Мемориал» (ОБД «Мемориал») [13]. Это электронная база, содержащая сведения о защитниках Отечества, погибших, умерших и пропавших без вести в период Великой Отечественной войны и послевоенный период.

Следующий сайт, который был представлен в общем доступе, – электронный банк документов «Подвиг народа в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» [14]. «Подвиг народа» – это информационный ресурс открытого доступа, наполняемый всеми имеющимися в военных архивах документами о ходе и итогах основных боевых операций, подвигах и наградах всех воинов Великой Отечественной.

Следующий ресурс, который был создан Министерством обороны по решению Российского оргкомитета «Победа», – портал «Память народа» [15]. В рамках проекта «Память народа» впервые оцифровано и выложено в Интернет 425 тысяч архивных документов фронтов, армий и других соединений Красной Армии.

Ещё один проект – «Дорога памяти» [16] – начал реализовываться Министерством обороны в 2019 году

в рамках утвержденного Президентом РФ перечня поручений по совершенствованию мер, направленных на увековечение памяти погибших при защите Отечества. Этот проект редактируется родными солдат и офицеров Великой Отечественной – каждый может выложить информацию о своём близком человеке, рассказать его историю войны.

С помощью указанных информационных ресурсов был проведён анализ информации о судьбе призывников 23 июня, содержащейся в архивных материалах. Краткая статистика сведена в гистограмму, представленную на рисунке 6. Из 64 человек погибла почти половина...

Отдельно нужно сказать о добровольцах, ушедших воевать вопреки возможности остаться в тылу. Только за 22 июня – 23 июня 1941 г. на сборные пункты военкоматов Ленинграда явились около 100 000 человек как подлежащих призыву по мобилизации, так и добровольцев [17]. С целью организации процесса формирования ополченческих частей, их вооружения, обеспечения, обучения 27 июня 1941 г. на совещании секретарей райкомов были одобрены подготовленные рекомендации на формирование Ленинградской армии народного ополчения (ЛАНО). В соответствии с этими рекомендациями было решено сформировать армию в количестве

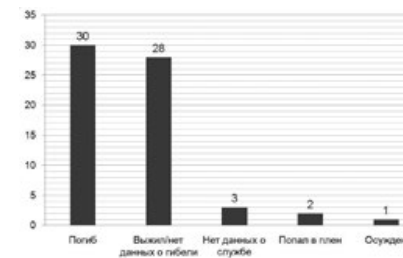


Рисунок 6 – Данные о судьбе сотрудников, ушедших в армию и на флот 23 июня 1941 г.

200 000 человек, формируя в каждом районе Ленинграда 10–12-тысячную стрелковую дивизию, а также ряд частей специального назначения.

Управление армии было сформировано 30 июня 1941 г. как управление армии добровольцев Ленинграда, а с 4 июля 1941 г. переименовано в управление Ленинградской армии народного ополчения.

Подвляющие более большинство тех, кто был призван с предприятия в июле 1941 г., – именно добровольцы ЛАНО. Общий график, иллюстрирующий объёмы проведённого в 1941 г. призыва, представлен на рисунке 7. Обращает на себя внимание, что за 8 дней июня было призвано больше человек, чем за весь июль. Данные за 1941–1944 гг. приведены на рисунке 8.

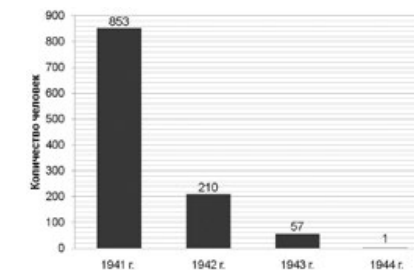


Рисунок 7 – Данные о количестве сотрудников предприятия, мобилизованных и добровольно ушедших в армию, на флот и в народное ополчение

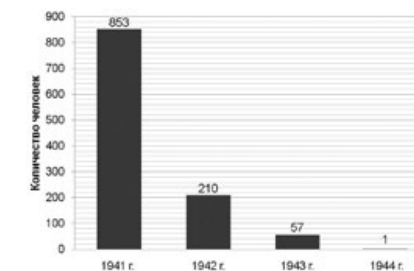


Рисунок 8 – Количество призванных за 1941–1944 гг.

Данные, приведённые в обобщённом виде на рисунке 6, – это просто статистика. Но за этими цифрами стоят истории жизни людей – сотрудников предприятия. В рамках статьи сложно привести даже десятую часть этого пласта информации, поэтому мы ограничимся только данными о судьбе трёх человек, призванных на службу 23 июня.

Китайчик Илья Моисеевич 1910 года рождения погиб одним из первых: он считается пропавшим без вести с августа 1941 г. К сожалению, нет даже данных о месте службы, только звание и должность. Выписка из приказа об исключении из списков от 30 июля 1947 г. (послевоенное уточнение информации о судьбах призванных военкоматами военнослужащих) приведена на рисунке 9. Обращает на себя внимание адрес жены, оставшейся в Ленинграде: Сахарный переулок, дом 3, – это заводское здание.

Следующий сотрудник прошёл почти всю войну, причём за все время ни разу не был ранен. Кудрявцев Пётр Иванович 1915 года рождения был призван Выборгским РВК Ленинграда и 24 июня 1941 г. вместе с командой военнослужащих № 4225 направлен в 112-й стрелковый полк 52-й стрелковой дивизии, занимавшей оборону на Кольском полуострове.

Запись в наградном листе Петра Ивановича свидетельствует

о том, что с июня 1941 г. по ноябрь 1944 г. он воевал на Карельском фронте (Мурманское направление).

Прямо с марша 112-й стрелковый полк вступил в бой с наступающими частями немцев. Ко 2 июля 1941 г. 52-я СД вышла на рубеж правого берега реки Западная Лица и до 17 октября 1941 г. вела бои, пока враг не был остановлен. Итогом боевых действий дивизии летом-осенью 1941 г. стал провал наступления немецких войск, имевших пятикратное превосходство в живой силе (причём в наступлении участвовали горные егеря, прошедшие победным маршем половину Европы, воевавшие в горах Греции и Норвегии), на Мурманск и его незамерзающий порт. Фронт стабилизировался до осени 1944 г.

26 декабря 1941 г. за боевые отличия, мужество и отвагу личного состава 52-я стрелковая дивизия была награждена почётным званием «гвардейская» и преобразована в 10-ю гвардейскую стрелковую дивизию. 112-й стрелковый полк стал 35-м гвардейским стрелковым полком.

За период обороны в «Долине Славы» на реке Западная Лица дивизия провела около 150 боев местного значения. С 7 октября 1944 г. она участвовала в Петсамо-Киркенесской наступательной операции, наступая в первом эшелоне на укрепления на горе Малый Кариквайвишь, к 08.10.1944 г. захватила плацдарм на

западном берегу реки Титовка. Затем вела бои за Луостари, к 14.10.1944 г. форсировала реку Печенгу, принимала участие в освобождении Печенги. После освобождения Печенги наступала на Киркенес.

Командир орудия истребительной-противотанковой артиллерийской батареи гвардии сержант Кудрявцев Пётр Иванович был награждён медалью «За отвагу» за то, что он «в период наступательных боев с 8 по 15.10.44 г. в районе населённого пункта Луостари и за город Петсамо, двигаясь непосредственно в боевых порядках стрелковых подразделений, огнём своего орудия умело поддерживал наступление подразделений и уничтожил один ручной и два станковых пулемёта противника с их прислужкой» (выписка из наградного листа).

После проведения операции дивизия была выведена в резерв и в январе 1945 г. переправилась на территорию современной Польши, где приняла участие в Восточно-Поме-

ранской наступательной операции. В ходе операции войска 2-го Белорусского фронта разгромили противника, обороняющего Данцигско-Гдыньский укрепленный район, овладели городами Данциг, Гдыня и вышли на этом направлении к побережью Балтийского моря.

15 марта 1945 г. П. И. Кудрявцев был награждён орденом Красной Звезды. На рисунке 10 приведён наградной лист.

Через два дня, 17 марта 1945 г., Пётр Иванович Кудрявцев был убит в бою на северной окраине населённого пункта Линзитц (современное название Ленжице), примерно в 10 километрах от центра города Гдыня...

Как было отмечено ранее, около половины из сотрудников, призванных 23 июня, пережили войну. Один из них – Полшков Николай Илларионович, родившийся 05.11.1919 г. В 1941 г. ему было присвоено звание воентехника 2-го ранга (вскоре изменено на техник-лейтенант). Он был уволен с военной

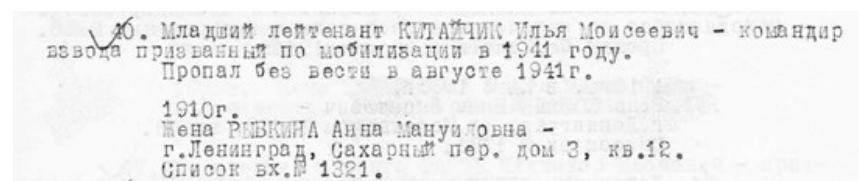


Рисунок 9 – Выписка из приказа главного управления кадров Вооружённых сил

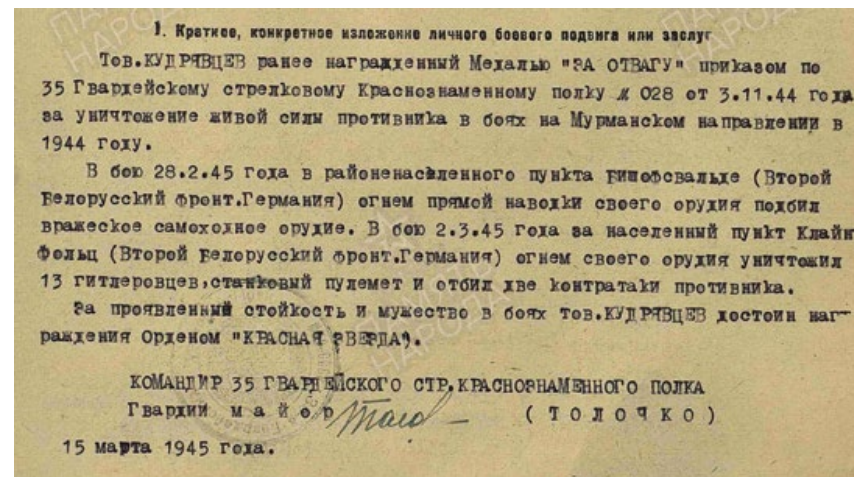


Рисунок 10 – Наградной лист П. И. Кудрявцева

службы 30.12.1970 г. в звании инженера-подполковника.

В составе 91-й танковой бригады Н. И. Полшков участвовал в боевых действиях Юго-Западного фронта, Сталинградского фронта, Донского фронта, Брянского фронта и 1-го Украинского фронта. Бригада, сформированная под Казанью в начале 1942 г., прошла с боями от Сталинграда до Берлина и закончила боевой путь в Праге 12 мая 1945 г.

За время военной службы Николай Илларионович был награждён орденом Красной Звезды, медалью «За отвагу», двумя медалями «За боевые заслуги», медалью «За оборону Сталинграда» и медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

Приведём две выписки из его наградных листов к медалям «За боевые заслуги» и «За отвагу».

«Ремонтная бригада под руководством т. Полшкова обеспечивала своевременный и высококачественный ремонт, работая днём и ночью без отдыха. Выезжал на передовые позиции ремонтировать машины. 26.9.42 г. выезжал в ферму № 4, 28.10 балка Грачевая, где под артиллерийско-миномётным огнём ремонтировал боевые машины и восстанавливал танки, что своевременно обеспечило танковый батальон к выходу в атаку. В районе Ореховский 22.11.42 г. восстановил 2 танка, где и был ранен. За время боевых действий ремонтная бригада т. Полшкова восстановила 20 танков».

«В период боевых действий бригады на Брянском фронте в р-не населённого пункта Философово (Козминский лес) в течение трёх дней 29, 30, 31 августа 1943 г. с экипажем летуч-



Рисунок 11 – Полшков Николай Илларионович

ки восстанавливал танки Т-34 под артиллерийским и миномётным огнём противника, невзирая на опасность для жизни, тов. Полшков быстро и с хорошим качеством восстановил 4 танка Т-34.

Тов. Полшков все знания энергично отдаёт на восстановление боевых машин, не считаясь с обстановкой и условиями и является лучшим и примерным ремонтником б/машин».

Фотография из послужной карточки Николая Илларионовича приведена на рисунке 11.

Июнь 1945 г. Николай Илларионович встретил в рядах слушателей инженерного автоброневоего и тракторного факультета Военной академии механизации и моторизации

РККА имени И. В. Сталина (впоследствии Военная академия бронетанковых войск). Если судить по спискам представленных к награждению медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», сформированных академией, Полшков Николай Илларионович участвовал в историческом Параде Победы на Красной площади 24 июня 1945 г.

Приведённые примеры самоотверженного служения Родине трёх сотрудников нашего предприятия – это часть общего вклада в Победу, о котором мы не должны забывать.

Закончить эту статью хотелось бы стихотворением ленинградского поэта Вадима Сергеевича Шефнера, посвященным 22 июня 1941 г. [16]. Вечная Память тем, кто защищал наш город и страну от захватчиков!

Не танцуйте сегодня, не пойте.  
В предвечерний задумчивый час  
Молчаливо у окон постоите,  
Вспомните погибших за нас.

Там, в толпе, среди любимых,  
влюблённых,  
Среди весёлых и крепких ребят,  
Чьи-то тени в пилотках зелёных  
На окраины молча спешат.

Им нельзя задержаться,  
остаться –  
Их берёт этот день навсегда,  
На путях сортировочных станций  
Им разлуку трубят поезда.

Окликать их и звать их –  
напрасно,  
Не промолвят ни слова в ответ,  
Но с улыбкою грустной и ясной  
Поглядите им пристально вслед.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Списки ушедших на фронт. – Текст : электронный. – 2021. – URL: <https://www.gidropribor.ru/ourhistory/2021-76-let-pobedy.html> (дата обращения: 15.10.2021).
2. Северьянов, М. Д. Скрытая мобилизация на территории Красноярского края 10–14 июля 1939 года / М. Д. Северьянов, А. В. Леопа, Е. Е. Гарин // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2019. – № 4. – С. 173–176.
3. События в Европе, предшествовавшие Второй Мировой войне. – Текст : электронный. – 2014. – URL: <https://tass.ru/info/1410032> (дата обращения: 05.10.2021).
4. Павлов, Н. В. Внешняя политика третьего рейха (1933 – 1945). – Текст : электронный. – 2012. – URL: <http://www.mgimo.ru/study/faculty/mo/keuroam/docs/210929> (дата обращения: 12.10.2021).
5. Симонов, К. М. Стихи и поэмы / К. М. Симонов. – М.: Государственное издательство художественной литературы, 1955. – 578 с. – Текст : непосредственный.
6. Виртуальная выставка «К 80-летию вооружённого конфликта в районе озера Хасан. Июль-август 1938 г.». – Текст : электронный. – 2018. – URL: <http://rgvarchive.ru/hasan> (дата обращения: 05.10.2021).
7. Мельтюхов, М. И. Упущенный шанс Сталина. Советский Союз и борьба за Европу: 1939–1941 / М. И. Мельтюхов. – М.: Вече, 2002. – 412 с. – Текст : непосредственный.
8. Пузырев, А. Ю. Большие учебные сборы 1939 года в Тамбовской области / А. Ю. Пузырев // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2009. – № 6. – С. 367–370.
9. Тягур, М. И. «Большие учебные сборы» в Ленинграде и Ленинградской области. Сентябрь – октябрь 1939 г. / М. И. Тягур // Вестник ТвГУ. Серия «История». – 2017. – № 2. – С. 123–135.
10. Черчилль, У. Вторая мировая война / У. Черчилль. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 212 с. – Текст : непосредственный.
11. Мерников, А. Г. Вторая мировая война 1939-1945. День за днём. Хроника событий / А. Г. Мерников. – Минск : Харвест, 2018. – 479 с. – Текст : непосредственный.
12. Аквилянов, Ю. Особенности мобилизационной работы военных комиссариатов в начальный период Великой Отечественной войны. – Текст : электронный. – 2021. – URL: <https://voenkom.fic.mil.ru/Stati/item/331730/> (дата обращения: 05.10.2021).
13. Обобщённый банк данных «Мемориал» [сайт]. – URL: <https://obd-memorial.ru/> (дата обращения: 25.10.2021).
14. Подвиг народа [сайт]. – URL: <http://podvignaroda.ru/> (дата обращения: 08.10.2021).
15. Память народа [сайт]. – URL: <https://pamyat-naroda.ru/> (дата обращения: 14.10.2021).
16. Дорога памяти [сайт]. – URL: <https://foto.pamyat-naroda.ru/> (дата обращения: 19.10.2021).
17. Ленинградская армия народного ополчения – Текст : электронный. – 2021. – URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 15.11.2021).
18. Шефнер, В. С. Стихи о Ленинграде / В. С. Шефнер. – Л.: Лениздат, 1967. – 48 с. – Текст: непосредственный.

## ВСПОМИНАЯ РАДОМИРА ПАВЛОВИЧА ТИХОМИРОВА

Статья посвящена трудовой деятельности к.т.н., с.н.с. Р. П. Тихомирова.



В 1960-е годы перед рядом предприятий была поставлена задача создания высокоскоростных судов и аппаратов. Для реализации этого направления в отделе 041 ЦНИИ «Гидроприбор» был создан сектор снижения гидродинамического сопротивления. Его возглавил к.т.н. К. К. Баранок. В сектор вошли молодые инженеры В. В. Скрипачев, О. В. Удалов, И. И. Соболев и другие. Для решения конструкторских задач была создана конструкторская бригада во главе с В. Н. Кузнецовым. Тогда же, в 1962 г., в отделе появился Радомир Павлович Тихомиров – высокообразованный инженер, прекрасный организатор работ, исследователь.

Работы шли по двум основным направлениям:

- отсос пограничного слоя (ПС), ламинаризация ПС;
- введение в ПС растворов высокомолекулярных полимеров.

Решением второй задачи занялся Р. П. Тихомиров, и здесь раскрылся его исключительный талант. Мыслил Радомир Павлович нестандартно, аргументированно, авторитетно.

Для исследования возможности снижения гидродинамического сопротивления путём введения полимерных растворов в ПС были спроектированы уникальные устройства для приготовления на борту и подачи в приповерхностный слой раствора полимеров требуемой концентрации. Владея в совершенстве английским языком, часто посещая библиотеку Академии наук, Радомир Павлович был в курсе основных технических проблем. Оттолкнувшись от опубликованной в 1965 г. зарубежной статьи на тему значительного снижения сопротивления при движении по трубам жидкостей – растворов высокомолекулярных соединений, Радомир Павлович решил распространить этот метод на торпеды. Всплывающий макет торпеды, разработанный Р. П. Тихомировым совместно с В. Н. Кузнецовым и Д. Г. Гилицером, был оснащён системой вытеснения полимера через носовую кольцевую щель, а также системой регистрации параметров движения. На этот макет было получено авторское свидетельство; положительная плавучесть составляла ~800 кг, скорость всплытия ~40÷45 узлов. В этих экспериментах было получено почти двукратное снижение гидродинамического со-

противления при вводе полимерных добавок в ПС модели. По инициативе и под председательством Р. П. Тихомирова в 1968 г. комиссией ЦНИИ «Гидроприбор» совместно с представителями АН СССР были опубликованы результаты натурных испытаний всплывающего макета калибра 533 мм с вводом полимерных добавок. Был отмечен положительный эффект ввода полимерных добавок при щелевой подаче. Этот и другие эксперименты подтвердили перспективность метода ввода полимеров для снижения гидродинамического сопротивления.

Научный результат был получен, НИР по этой перспективнейшей теме закончился. Предстоял поиск подходящих высокомолекулярных веществ. Позднее эффективные полимеры (растворы поликриламида или порошок полиэксиэтилена) были найдены в институте физической химии АН СССР. Требовалось серьёзное финансирование дальнейших работ, которое не удалось пробить.

С 1979 г. начались совместные с КБ «Новатор» работы по проектированию противолодочных комплексов (ПЛК) «Водопад» и «Ветер», в состав которых входила торпеда УМГТ-1, созданная в ЦНИИ «Гидроприбор» (главный конструктор В. А. Левин). Раздельные натурные испытания ракетной и торпедной частей прошли с положительным результатом; совместные работы, к сожалению, были отрицательными. Была создана межведомственная комиссия, на которой КБ «Новатор» и ЦНИИ «Гидроприбор» должны были представить свои доклады с анализом всех пусков. Докладчиком от ЦНИИ «Гидроприбор» был к.т.н. Р. П. Тихомиров, от КБ «Новатор» – д.т.н. Н. П. Дергунов.

Исходя из показаний приборов (датчиков угловых скоростей и дифферента), Тихомиров оценил расталкивающие силы и скорости разделения ракеты и торпеды и доказал, что они в несколько раз меньше требуемых. Поэтому Радомир Павлович считал необходимым проработать работу узла разделения в наземных условиях с имитацией реальных полётных аэродинамических нагрузок. Он оказался совершенно прав: в ходе стендовых работ на базе НИИ АУС (г. Феодосия) был обнаружен технологический просчёт исполнителей КБ «Новатор», были внесены необходимые доработки, продолжены и успешно завершены в 1981 г. государственные испытания по темам «Водопад» и «Ветер».

Таким образом, подключение Р. П. Тихомирова к решению проблемных вопросов дало положительный эффект.

Вскоре Р. П. Тихомиров становится заместителем главного конструктора В. А. Левина, принимает активное участие в совещаниях по выработке окончательного решения по направлению работ.

Директор НПО «Уран» Р. В. Исаков в этот период начал тяжело болеть. Радий Васильевич, долгие годы проработав с Р. П. Тихомировым, стал думать о назначении его на пост директора предприятия. Но, почитав личное дело Тихомирова, вызвал его на разговор: «Ты почему до сих пор не член КПСС? Даю два дня. Учи устав и программу, пиши заявление, даю рекомендацию». Так Р. П. Тихомиров ускоренными темпами стал коммунистом и был внесён в стратегический резерв Минсудпрома.

Однако после смерти Р. В. Исакова в 1983 г. генеральным директором

был назначен Г. П. Корсаков. Спустя некоторое время Р. П. Тихомиров был назначен начальником торпедного отделения. Радомир Павлович безуспешно пытался согласовать с высшим руководством и военной приёмкой план работ по этому направлению, уменьшить количество тем, провести частичную переориентацию...

Но в конце 1980-х гг. финансирование ЦНИИ «Гидроприбор» резко сократилось, зарплата сотрудникам

месяцами не выплачивалась, и в поисках выхода они начали увольняться. Р. П. Тихомиров ушёл с предприятия и организовал свою фирму. Один из его друзей с горечью вспоминает слова Радомира Павловича: «Я бросил бы всё, только бы вернуться в то творческое время, когда мы составлялись с американцами в решении научно-технических проблем. Сейчас мы отстаём, но Родина нас не зовёт».

Такова судьба этого талантливого инженера, учёного, Человека.



## АННОТАЦИИ

УДК 623.97

Ключевые слова: параметры движения, автограф, бумажная лента, электронный осциллограф, кинолента, светочувствительная бумага, магнитопи-сец, электронные носители информации, натурные испытания.

**Кабанец Е. В. Роль систем регистрации в проектировании систем управления движением торпед // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 12-37.**

В статье рассматривается процесс развития и совершенствования аппаратных средств регистрации движения торпед, способы документирования и тиражирования этой информации и некоторые результаты анализа информации натурных испытаний. Статья приурочена к сорокалетию присуждения звания лауреата Государственной премии СССР Олегу Ивановичу Пархоменко, единственному разработчику систем регистрации на нашем предприятии, удостоенному этого высокого звания за весомый вклад в создание торпедного оружия.

УДК 629.584

Ключевые слова: буксируемые подводные аппараты, проектирование систем самовыхода, численное моделирование, численная гидродинамика.

**Пыреев А. О., Тарасов Ю. А. Применение технологий численного моделирования при проектировании систем отделения самовыходом // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 29-37.**

В статье изложены основные положения методики расчёта отделения полезной нагрузки (объектов различного назначения с собственным движительным комплексом) от подводного носителя методом самовыхода с использованием современных методов численной гидродинамики (CFD-технологий). Описывается метод отделения самовыходом, его достоинства и недостатки. Приводятся результаты исследования сходимости по сетке конечно-объёмной модели по критерию «точность-время», а также результаты сопоставления расчёта с экспериментом.

УДК 551.46:066

Ключевые слова: рельеф дна, шельф, подводные объекты, малогабаритный телеуправляемый обитаемый подводный аппарат, ориентация видеокамер, движительно-рулевой комплекс.

**Попов П. А. Применение телеуправляемых обитаемых подводных аппаратов для исследования дна прибрежных акваторий Мирового океана для прикладных и научно-исследовательских задач // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 38-41.**

В статье рассматриваются вопросы технического обеспечения исследования дна прибрежных акваторий Мирового океана. Для детального обследования дна и донных объектов предложено использовать малогабаритные телеуправляемые обитаемые подводные аппараты авторской конструкции.

УДК 654.1

Ключевые слова: лазерные технологии, робототехнический комплекс, интегрированная поисковая система, гидролокатор бокового обзора, телевизионный канал, поиск подводных объектов.

**Мартынов В. Л., Божук Н. М., Глебов Н. Б., Кречетова Э. В., Солодовниченко М. Б., Румянцев Г. Е., Шиманская М. С. Требования, предъявляемые к телевизионным коммуникациям с лазерной подсветкой при создании интегрированных поисковых систем подводных аппаратов // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 42-51.**

В статье приводятся требования по созданию интегрированных поисковых систем с учётом практических экспериментов и опыта конструирования подводных аппаратов, способных на базе лазерных технологий реализовать оптимальную систему подводного поиска.

УДК 534.232

Ключевые слова: подводная навигация, быстроходные подводные аппараты, гидроакустические антенны, вибропомехи, виброустойчивость.

**Дмитриченко В. П. Виброустойчивость гидроакустических антенн морских быстроходных аппаратов // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 52-64.**

В статье рассмотрена актуальная проблема обеспечения работоспособности гидроакустических средств, устанавливаемых на быстроходных морских носителях. В условиях воздействия повышенной вибрации в выходном сигнале гидроакустических антенн возникают вибропомехи, которые могут ограничивать дальность действия аппаратуры, а в ряде случаев нарушают её работоспособность. Рассмотрено воздействие вибрации, проведён анализ возникновения вибропомех и выработаны пути обеспечения необходимой виброустойчивости гидроакустических антенн.

УДК 629.584

Ключевые слова: синтактная пена, сферопластик, микросфера, глубоководный аппарат, гидродинамический элемент, плавучесть.

**Власова А. С., Дун В. А., Новикова Н. С., Проффен В. Г., Юдович В. М. Разработка нового сверхлёгкого высокопрочного заливающего материала и технологии заполнения им гидродинамических элементов подводных аппаратов // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 65-72.**

В статье описана разработка состава нового легковесного заполнителя – сферопластика ЛВЗ-550 и внедрения технологического процесса его заливки в полости сложной формы гидродинамических элементов, включая ряд экспериментальных работ для изучения ключевых физико-химических и механических характеристик разрабатываемого материала.

УДК 001.83

Ключевые слова: база научных знаний, научная деятельность, результаты научной работы, инновационное развитие предприятия военно-промышленного комплекса.

**Некипелов Ю. А. Перспективы совместной деятельности научных центров ВМФ и научно-производственных предприятий ОПК в системе инновационного развития // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 73-77.**

В статье рассматриваются вопросы создания единой базы научных знаний Военно-морского флота РФ и научно-производственных предприятий оборонно-промышленного комплекса.

УДК 712.4

Ключевые слова: рекреационная зона, озеленение, общественное пространство, история территории.

**Кудрявцева П. А., Шаповалова А. Е. Организация общественного пространства и озеленение территории Концерна // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 78-85.**

В статье рассматриваются вопросы создания рекреационных зон на территории Концерна и общего озеленения его территории.

УДК 316.77:338.28

Ключевые слова: история, корпоративная символика, логотип, имидж предприятия.

**Красильников Р. В. К истории корпоративной символики «Гидроприбора» // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 86-97.**

В статье рассматривается развитие корпоративной символики Концерна, её изменение в разные годы существования организации.

УДК 910.4:93/94

Ключевые слова: полярные исследователи, Арктика, географические открытия, экспедиция, Северный морской путь.

**Репин А.А., Сударчиков В.А. Вилькицкий – исследователи ледяных просторов Арктики // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 98-110.**

Статья посвящена участникам полярных экспедиций – русским исследователям Вилькицким.

УДК 94

Ключевые слова: Вторая мировая война, Великая Отечественная война, мобилизация, Ленинград, призыв в армию и на флот, 1941 год, оборонная промышленность.

**Красильников Р. В. К 80-летию начала Великой Отечественной войны // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 111-122.**

Статья посвящена событиям Великой Отечественной войны как части Второй мировой. Рассматривается судьба сотрудников предприятия, призванных и ушедших добровольцами на военную службу.

УДК 6-05

Ключевые слова: трудовая деятельность, исследования, снижение гидродинамического сопротивления.

**Эйтингин Г. Л. Вспоминая Радомира Павловича Тихомирова // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(61). С. 123-125.**

Статья посвящена трудовой деятельности к.т.н., с.н.с. Р. П. Тихомирова.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Божук Н. М.** – к.т.н., заведующий кафедрой ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова

**Власова А. С.** – ведущий инженер-технолог АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Глебов Н. Б.** – канд. воен. н., доцент, профессор кафедры ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова

**Дмитриченко В. П.** – к.т.н., с.н.с., начальник отделения АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

**Дун В. А.** – к.т.н.

**Кабанец Е. В.** – д.т.н., главный научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Красильников Р. В.** – д.т.н., доцент, главный научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Кречетова Э. В.** – аспирант ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова

**Кудрявцева П. А.** – заместитель главного конструктора АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Мартынов В. Л.** – д.т.н., главный специалист АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Некипелов Ю. А.** – канд. воен. н., главный научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

**Новикова Н. С.** – инженер-технолог 1 категории АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

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

**Попов П. А.** – магистрант БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова

**Проффен В. Г.** – ведущий инженер-технолог АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Пыреев А. О.** – инженер 2 категории АО «ЦКБ МТ «Рубин»

**Репин А. А.** – канд. воен. н., главный научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

**Румянцев Г. Е.** – к.т.н., профессор кафедры ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова

**Солодовниченко М. Б.** – к.т.н., заведующий кафедрой ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова

**Сударчиков В. А.** – канд. воен. н., начальник центра АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

**Тарасов Ю. А.** – начальник группы АО «ЦКБ МТ «Рубин»

**Шаповалова А. Е.** – канд. филол. н., ведущий научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

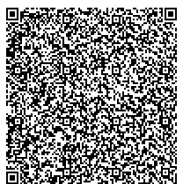
**Шиманская М. С.** – аспирант ГУМРФ им. адмирала С. О. Макарова

**Эйтингин Г. Л.** – председатель Совета ветеранов АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Юдович В. М.** – канд. хим. н., начальник сектора АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

**Научно-технический сборник  
«Подводное морское оружие»**

Вып. 1 (61) 2022



Подписано в печать 15.02.2022 г.  
В сборнике 12 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