



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

ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ 1 (55) 2021



ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

1 (55)
2021



Издается с 2003 г.

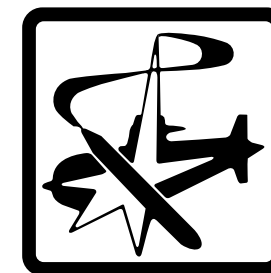
Санкт-Петербург – 2021 г.



ПОДВОДНОЕ МОРСКОЕ ОРУЖИЕ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

**1 (55)
2021**



Издается с 2003 г.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА – ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

МИХАЙЛОВ В.А. – д.т.н., профессор, 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, начальник центра организационно-методического и научно-технического сопровождения

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

АЛИЕВ Ш.Г. – академик, д.т.н., профессор, генеральный конструктор САПР АО «Завод «Дагдизель»

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

ВИШИНСКИЙ Б.С. – начальник отдела

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

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

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

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

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

КАТКОВ В.А. – начальник отдела

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

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

КРИНСКИЙ А.Ю. – начальник отдела – главный конструктор

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

КУЗЬМИН А.С. – к.т.н., с.н.с., главный специалист

МАРТЫНОВ В.Л. – д.т.н., главный специалист

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

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

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

НИСНЕВИЧ М.З. – к.т.н., главный конструктор поднаправления

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

ПОЛЕНИН В.И. – д-р воен. наук, проф., заслуж. деят. науки РФ, проф. ВМА им. Н.Г. Кузнецова

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

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

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

РЕПИН А.А. – канд. воен. наук, главный научный сотрудник

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

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

СУХОПАРОВ П.Д. – заместитель генерального директора по ВЭД

РЕДАКЦИЯ

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

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ДИЗАЙН, ГРАФИКА И ВЁРСТКА

ЖЕЛНОВАЧ Л.Л. – начальник лаборатории цифровой обработки информации

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 высылается.

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 подрисуночного 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

Патрушев В.В., Сухопаров П.Д., Филимонов А.К., Розенвассер Е.Н., Шершиёв А.В., Сударчиков В.А. Интегрированное концептуальное проектирование морского подводного оружия	6
Соколов С.В., Атаманов В.Н., Нуретдинов А.Г. Производственные мощности Концерна и задача диверсификации производства	13
Патрушев В.В., Филимонов А.К., Шаповалова А.Е., Сударчиков В.А. Историю храним: особняк Кёнигов на территории ГНЦ РФ «Гидроприбор»	18

МИННОЕ И ПРОТИВОМИННОЕ ОРУЖИЕ

Быстров Б.В., Плясов А.Н. История развития контактных тралов российского флота	28
--	----

ТОРПЕДНОЕ ОРУЖИЕ И СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Гихонов Г.Б. Аналитический обзор универсальных торпед основных зарубежных государств	33
--	----

КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

Изотов А.И. Вопросы разработки электросхем изделий	45
Мартынов В.Л., Дмитриев М.В., Царанкина М.Д. Лазерные технологии в инфотелекоммуникациях	52
Леонов Д.В., Томов А.А. Обоснование влияния частоты вращения вала ротора электродвигателя на массогабаритные показатели силовых установок	55

ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

Дмитриченко В.П. Формирование научной школы разработки гидроакустических антенн в ГНЦ «Гидроприбор»	59
Голованова М.В. Повышение качества прогнозов при цифровом моделировании коррозионного износа образцов морского подводного оружия	73
Шаповалова А.Е. Опыт дистанционного обучения: достоинства и недостатки	77

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ (ВОЙСК) В МИРНОЕ И ВОЕННОЕ ВРЕМЯ

Пучнин В.В., Попов А.Н. Опыт становления командиров дизельных подводных лодок в советском ВМФ как целесообразное направление современной подготовки командиров неатомных подводных кораблей	85
---	----

ЭКОНОМИКА И ФИНАНСЫ

Некпелов Ю.А. Диверсификация производства – неотъемлемая составляющая развития предприятия ОПК	90
--	----

ИСТОРИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ И ДАТЫ

Репин А.А., Сударчиков В.А. Северный морской путь – национальная транспортная коммуникация России	99
Канищев В.И., Жуков Ю.И. 70 лет кафедре САУ и БВТ ФМП СПбГМТУ	116
Тимофеева И.В. Юбилей В.Г. Костромитинова	120

АННОТАЦИИ	122
-----------------	-----

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



3 февраля 2021 года исполнилось 55 лет генеральному директору Государственного научного центра РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» Владимиру Викторовичу Патрушеву.

Окончив Ленинградский кораблестроительный институт, Владимир Викторович прошел путь от инженера-конструктора Северного проектно-конструкторского бюро до генерального директора ГНЦ «Гидроприбор».

Сегодня под непосредственным руководством Владимира Викторовича Патрушева Концерн уверенно выходит на мировой уровень, занимая ведущее место в области создания морского подводного оружия и подводно-технических средств специального назначения.

Объединение в 2019 году с заводом «Двигатель» обеспечило уверенное развитие основных направлений деятельности Концерна от научных исследований и разработок до создания опытных образцов и серийного производства различных изделий военного и гражданского назначения.

В Концерне успешно функционирует научная школа, обеспечивающая консолидированный вклад учёных в создание морского подводного оружия, увеличивается число молодых учёных, проходящих обучение в аспирантуре. Разработана и принята Долгосрочная программа развития интегрированной структуры АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» до 2025 года.

Поздравляем Вас, уважаемый Владимир Владимирович, с юбилеем! Желаем Вам крепкого здоровья, стратегических успехов и настойчивости в решении каждодневных задач!

Коллектив ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

*В.В. ПАТРУШЕВ, П.Д. СУХОПАРОВ, д.т.н. А.К. ФИЛИМОНОВ,
д.т.н. Е.Н. РОЗЕНВАССЕР, к.т.н. А.В. ШЕРШНЁВ,
канд. воен. наук В.А. СУДАРЧИКОВ*

ИНТЕГРИРОВАННОЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОРСКОГО ПОДВОДНОГО ОРУЖИЯ

В статье рассмотрена структура системно-параметрического формирования облика перспективного морского подводного оружия. Определены показатели эффективности МПО.

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное внедрение инноваций в военные технологии принципиально меняет характер противоборства на море. В подводном и подлёдном противодействиях формируется новая фаза подводного робототехнического противостояния.

Основными средствами бесконтактного подводного робототехнического противостояния становятся: высокоточное морское подводное оружие (МПО), подводные робототехнические комплексы (ПРК), необитаемые подводные аппараты (НПА), а также стационарные и мобильные системы освещения подводной обстановки.

Для эффективного освоения Мирового океана, включая защиту создаваемой в Арктике дорогостоящей морской инфраструктуры, обеспечения боевой устойчивости подо льдом стратегических ядерных сил РФ и с учётом назревающей подлёдной борьбы за Северный морской путь необходимо оперативное создание нового поколения подводных робототехнических средств (ПРС), адаптированных к условиям применения в Арктике. Одновременно с этим при проектировании перспективных ПРС необходимо задавать параметры тактико-технических характеристик (ТТХ) отечественных ПРС с определённым опережением времени действующих технологий и предусматривать возможность дальнейшей модернизации ПРС, что позволит более длительное время поддерживать их эффективность [1, 2].

Создание перспективных ПРС неразрывно связано с необходимостью решения

многочисленных научных вопросов, ответы на которые могут дать только достижения фундаментальных научных исследований [3, 4].

В действующих российских стандартах управления фазами жизненного цикла технических проектов, выполняемых производственными или проектными организациями наукоёмких оборонных отраслей, внимание уделяется главным образом типовым стандартным стадиям проектирования; ключевые вопросы фундаментальных научных исследований на начальных стадиях проектирования затрагиваются незначительно [5]. Стадия замысла, включая разработку требований заказчика и концепции системы, в реальных затратах не превышает 20% общих затрат на создание изделия. В то же время значимость научных исследований, выполняемых на начальных стадиях разработки, достигает 95%. В этой связи наличие научного задела имеет решающее значение для успеха проекта [3].

В связи с постоянным увеличением стоимости и сроков создания новых образцов вооружения отечественного производства без проведения системных фундаментальных научных исследований увеличиваются и неблагоприятные последствия научно-технологических рисков на завершающих производственно-технологических этапах проектирования.

Для опережающего решения производственно-технологических проблем на начальных стадиях проектирования предлагается проводить этап интегрированного концептуального технологического

исследования. На этапе концептуального проектирования принимаются ключевые решения по формированию научного задела: формулируется инновационная идея решения проблемы и новая технологическая концепция, работоспособность которой подтверждается на моделях; выполняются фундаментальные исследования базовых технологий и проводится обоснование облика изделия.

Вопросы концептуального проектирования дополняют и конкретизируют общие направления создания научно-технического задела [3, 4, 5]. В настоящее время создаются новые разновидности систем автоматизированного проектирования, ориентированные на концептуальное проектирование, – САИ-системы (для поиска инновационных решений с помощью компьютера). Наиболее перспективными методами концептуального проектирования являются методы теории изобретательских задач, базирующиеся на общих закономерностях развития систем [3]. Под концептуальной технологической схемой исследования понимается структурное описание способа достижения поставленной цели.

Целью данной статьи является обоснование методологии формирования струк-

туры имитационной модели для создания эффективного облика перспективного морского подводного оружия.

Облик перспективного МПО формируется на основе научного задела проекта и в соответствии с инновационной методикой оценки уровней готовности технологий (УГТ) [3].

Максимальный эффект достоверности облика перспективного МПО достигается за счёт применения интегрированного подхода, объединяющего в одном проектно-процессе выработку взаимосвязанных решений в системе

**«НК (ПЛ) – МПО
и ССО НК (ПЛ) – среда, взаимодействие
объектов – НК (ПЛ) цели – МПО и ССО
НК (ПЛ) цели»**,

где НК – надводный корабль;

ПЛ – подводная лодка;

ССО – средства самообороны.

Алгоритм интегрированного концептуального проектирования перспективного МПО представлен на рисунке 1, где также представлена вертикальная онлайн-линейка мелкомасштабных макетных образцов условного облика перспективных изделий разного диаметра. Макетные образцы могут представлять собой как самостоятель-

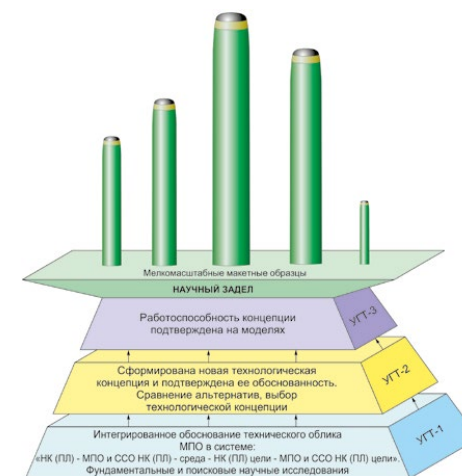


Рисунок 1 – Алгоритм интегрированного концептуального проектирования перспективного МПО

ные изделия, так и изделия-носители образцов меньшего диаметра, универсальные ПРК, а также НПА.

Разработка перспективного МПО требует научного обоснования его облика. Для обеспечения такого обоснования необходимо правильно оценивать эффективность применения различных конструкций образцов изделий в возможных в будущем тактических ситуациях [3, 6, 7].

Методология последовательности выполнения исследования и используемые методы излагаются далее.

1. ОБЩИЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ОБЛИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ МОРСКОГО ПОДВОДНОГО ОРУЖИЯ

Разработка перспективного МПО является одной из начальных задач оптимального синтеза систем оружия и вооружения. Синтез сложного объекта можно разделить на два этапа: системно-агрегативный и структурно-параметрический синтез [8].

Системно-агрегативный синтез в задачах формирования облика проектируемой военной техники должен обеспечить:

- изучение условий применения синтезируемого объекта;
- обоснование показателей качества и эффективности его применения, а также критериев их оценивания;
- исследование предметной области (прототипов);
- построение агрегативных моделей синтезируемых объектов с учётом взаимодействия с окружающей их средой;
- определение структур баз исходных данных моделирования.

Под системно-агрегативной моделью понимается иерархическая структура модели взаимодействия синтезируемого объекта с другими объектами в возможных тактических ситуациях с учётом свойств окружающей среды. В системно-агрегативной модели определяется объектовый состав каждого из моделируемых агрегатов и элементов, иерархия их отношений и струк-

тура их информационного взаимодействия (структура информационных потоков, связывающих между собой агрегаты разных уровней иерархии и модели-элементы).

Структурно-параметрический синтез в рассматриваемых задачах обеспечивает:

- построение системной функциональной модели синтезируемого объекта с учётом окружающей среды;
- проработку математических моделей агрегатов и элементов и создание имитационных параметрических моделей;
- корректировку структур баз исходных данных моделирования (ИДМ) и планирование эксперимента;
- проведение имитационного моделирования и анализ его результатов для оценки оптимальных структур и требуемых ТТХ синтезируемых объектов.

Под функциональной моделью понимается описание логико-временного процесса взаимодействия синтезируемого объекта с объектами тактической обстановки через окружающую среду с учётом функционирования всей иерархической структуры, описанной в системно-агрегативной модели.

Обобщённая структура процедуры системно-параметрического формирования облика военной техники может быть представлена на рисунке 2.

На современном уровне развития вычислительной техники и программных средств моделирования эффективным методом решения задач анализа систем, для которых проведение натурного эксперимента слишком дорогостояще или практически невозможно, является статистический анализ с использованием программных имитационных моделей, которые описываются на основе системного подхода.

Системность анализа качества технических решений подразумевает оценку по критерию конечного результата и рассмотрение интересующего звена во взаимодействии со всеми другими звеньями, влияющими на конечный результат.

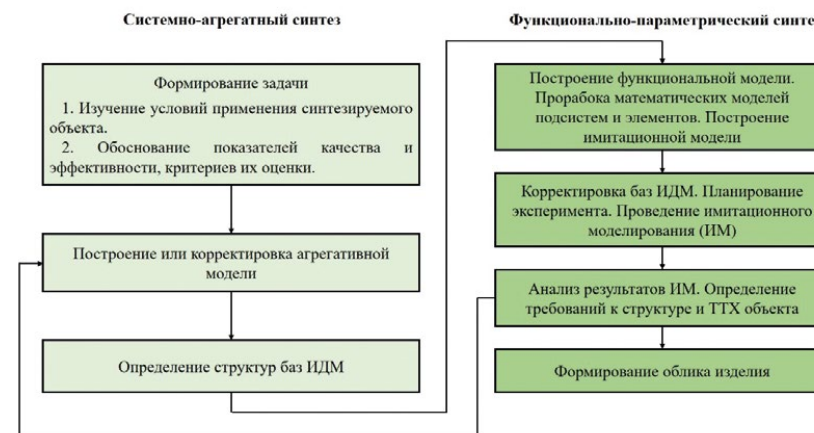


Рисунок 2 – Структура процедуры системно-параметрического формирования облика военной техники

2. СИСТЕМНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОРСКОГО ПОДВОДНОГО ОРУЖИЯ

Конечный результат применения МПО зависит, во-первых, от многообразия факторов, влияющих на него, включая результаты подготовки оружия и ввода целеуказаний, пуска МПО, параметров его движения к цели, результатов функционирования внутренних систем оружия; во-вторых, учёта необходимой степени детализации характеристик объектов, окружающей обстановки, меняющихся в результате функционирования их внутренних подсистем, различных свойств морской среды, влияющих на движение и подводное шумоизлучение объектов.

В соответствии с [9] показатели целенаправленного процесса должны оценивать такие свойства, как результативность, оперативность и ресурсоёмкость.

С точки зрения общего подхода к задачам системного анализа боевых систем [10] конечный результат может оцениваться по таким целевым функциям, как точностные и временные показатели эффективности решения поставленной задачи, оценивающие

результативность и оперативность процесса применения оружия, весогабаритные и экономические характеристики, которые оценивают ресурсоёмкость процесса. В целом эти показатели могут быть объединены в векторный показатель. В данной работе ограничимся рассмотрением показателей только первого вида.

При наличии внешних случайных возмущений точностные и временные показатели работы носят вероятностный характер. В задаче применения оружия под вероятностью решения поставленной задачи можно принимать вероятность поражения цели с учётом противодействия последней. Влияние на временной фактор в этих задачах сводится к требованию уменьшения времени доставки оружия, что должно привести к уменьшению возможности противодействия цели. Таким образом, при учёте взаимодействия цели в первом показателе второй показатель можно из рассмотрения исключить.

В обобщённом виде структурное описание алгоритма применения МПО с НК или ПЛ против ПЛ противника можно представить в качестве агрегативной модели (рисунок 3).

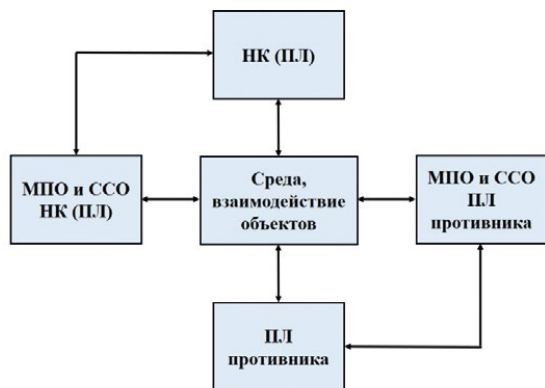


Рисунок 3 – Обобщённая структура агрегативной модели

В случае применения статистических методов для оценки целевой эффективности применения МПО с помощью модели, обобщённая структура которой приведена на рисунке 2, одна смоделированная реализация позволяет получить значение показателя достижения желаемого результата – поражения противника (ПП). Показатель ПП задаётся функцией индикатора поражения цели $I_{пор}(\omega, i)$, где i – номер реализации случайного процесса применения оружия, ω – набор (вектор) параметров исходных данных, однозначно определяющих рассматриваемую базовую тактическую ситуацию.

Значение показателя ПП в каждой i -ой реализации целенаправленного процесса применения оружия является случайным и определяется следующими факторами:

- вероятностным процессом обнаружения цели;
- ошибками измерения координат цели, по которым вырабатываются параметры движения цели, стрельбовые данные и определяется момент стрельбы;
- погрешностями функционирования систем оружия и вооружения, ошибками рассеивания оружия, вероятностным описанием поведения цели.

Следует отметить, что распределений случайных факторов в i -ых реализациях яв-

ляются параметрами вектора ω .

Статистический показатель целевой эффективности применения оружия – поражения цели – $P(\omega)$ определяется зависимостью:

$$\frac{\sum_{i=1}^n I_{пор}(\omega, i)}{n},$$

где n – объём статистической выборки в процессе моделирования.

3. СТРУКТУРА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Приведённая на рисунке 2 обобщённая структура имитационной модели процесса применения МПО описывает сложную военно-техническую систему и, соответственно, она может быть детализирована с расчленением на иерархию подсистем и элементов. Уровень этой иерархии определяется задачами анализа целевой эффективности описываемого процесса. Подсистемы, описывающие синтезируемые объекты МПО, должны обеспечивать адекватное моделирование и возможности оценки исследуемых ТТХ. Уровень детализации внешних подсистем по отношению к исследуемым объектам определяется возможностью формирования адекватных моделей воздействия на исследуемые модели.

Более детализированная структура имитационной модели процесса применения МПО показана на рисунке 4. Представленная имитационная модель имеет иерархическую структуру. На верхнем нулевом («0») уровне описывается взаимодействие объектов тактической обста-

новки: стреляющего корабля – ПЛ, МПО, ПЛ-цели (ПЛЦ) и ССО ПЛЦ. Взаимодействие объектов производится через модель среды. Внутренняя структура перечисленных выше объектов представлена на следующем уровне «1».

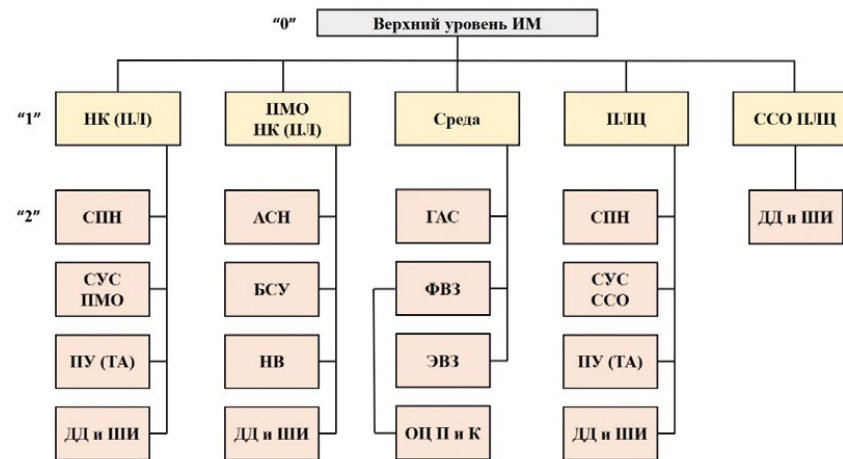


Рисунок 4 – Структура имитационной модели в задачах определения облика перспективных образцов морского подводного оружия

На уровне ниже – уровне «2» – находятся модели функционирования подсистем моделируемых объектов:

1) подсистем стреляющего НК (ПЛ): системы подводного наблюдения (СПН), системы управления стрельбой (СУС), пусковых установок и торпедных аппаратов (ПУ и ТА), обеспечивающих подготовку к стрельбе и её проведение;

2) подсистем МПО: аппаратуры самонаведения (АСН), бортовой системы управления (БСУ), неконтактного взрывателя (НВ), двигательной установки (ДУ) и рулевых механизмов (РМ);

3) подсистем ПЛЦ и её ССО в составе, необходимым для адекватной оценки эффективности применения оружия в реальной обстановке.

Для получения обоснованных оценок исследуемых показателей модели функционирования подсистем в моделях функ-

ционирования объектов обстановки могут содержать модели функционирования подсистем нижнего уровня, а те, в свою очередь, модели функционирования своих подсистем и т. д. Уровень вложенности в иерархических структурах моделей, их взаимодействие, содержание и состав определяется поставленной задачей исследования и разумной детализацией представления описываемых процессов. Выше указан один из возможных ориентировочных составов систем моделируемых объектов.

К основным подсистемам модели относятся:

- гидроакустическая среда (ГАС), модель которой имитирует распространение гидроакустических сигналов с учётом текущей гидрологии и сложившейся помехосигнальной ситуации, включая учёт собственных шумов объектов, гидрологических разрезов, суперпозиций сигналов и т. д.;

– среда физических взаимодействий (ФВЗ), в модели которой производится анализ наличия и результатов непосредственных физических контактов между объектами: столкновений, кинематических процессов, контактов операторов с органами управления приборов и т. д.;

– среда электромагнитных взаимодействий (ЭВЗ), в модели которой имитируется распространение радиоволн, электрических сигналов, а также производится оценка взаимного влияния сигналов друг на друга и другие модели в случае необходимости имитации этих физических процессов.

Взаимодействие моделей объектов тактической обстановки с моделью среды осуществляется через модели динамики движения (ДД) и шумоизлучения объектов (ШИ).

Конечный результат проведения стрельбы определяется в модуле оценки показателей и критериев (ОЦ ПИК).

ЛИТЕРАТУРА

1. Батьковский, А.М., Леонов, А.В., Пронин, А.Ю. Метод оценки готовности высокотехнологической продукции к промышленному изготовлению / А.М. Батьковский, А.В. Леонов, А.Ю. Пронин // Статистика и математические методы в экономике. – 2018. – Т. 15, № 1.
2. Леонов, А.В., Пронин, А.Ю. Методология управления созданием высокотехнологичной продукции на этапах формирования научно-технического задела / А.В. Леонов, А.Ю. Пронин // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14, вып. 2. – С. 200-220.
3. Патрушев, В.В., Сухопаров, П.Д., Филимонов, А.К. Вертикальная интеграция триады «наука – образование – производство» как фактор опережающего создания инновационного научно-технического задела / В.В. Патрушев, П.Д. Сухопаров, А.К. Филимонов [и др.] // Точно в цель. – 2020. – № 4 (24).
4. Буренок, В.М., Ивлев, А.А., Корчак, Ю.В. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация / В.М. Буренок, А.А. Ивлев, Ю.В. Корчак. – Тверь: Купол, 2009. – 624 с.
5. Володин, С.В. Управление фазами жизненного цикла проектов в наукоёмкой отрасли / С.В. Володин // Вестник ВГУ. Серия экономика и управления. – 2013. – № 2.
6. Кузьмицкий, М.А., Новаков, В.А. Становление и развитие методов исследования эффективности в ЦНИИ «Гидроприбор» / М.А. Кузьмицкий, В.А. Новаков // ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет. Т. II. – СПб.: СПб И РАН «Нестор-История», 2005. – С. 191-198.
7. Коровина, Г.М., Кузьмицкий, М.А., Луцкий, А.Н., Новаков, В.А. Формирование методики оценки эффективности МПО в ГНЦ «Гидроприбор» / Г.М. Коровина, М.А. Кузьмицкий, А.Н. Луцкий, В.А. Новаков // Подводное морское оружие. – 2020. – Вып. 2(50). – С. 72-81.
8. Гуд, Г.Х., Макол, Р.Э. Системотехника: Введение в проектирование больших систем / Г.Х. Гуд, Р.Э. Макол. – М.: Сов. Радио, 1962. – 383 с.
9. Петухов, Г.Б. основы теории эффективности целенаправленных процессов. Ч. 1 / Г.Б. Петухов. – М.: МО СССР, 1989. – 635 с.
10. Борисенко, К.П., Шершнёв, А.В. применение имитационных моделей для системного анализа качества управления судном в условиях активного судоходства / К.П. Борисенко, А.В. Шершнёв // Совершенствование проектирования и постройки судов. – 2001. – Вып. 31.

ВЫВОДЫ

ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» ориентирован на создание инновационного научного задела в обеспечении долгосрочной программы развития Концерна до 2025 года. Приоритетным направлением создания научного задела является интегрированное концептуальное проектирование, формирующее эффективный облик перспективного МПО.

Основными итогами настоящей статьи являются следующие:

1. Предложена структура системно-параметрического формирования облика перспективного морского подводного оружия.
2. Определены основные системные показатели эффективности применения морского подводного оружия.
3. Рекомендована структура имитационной модели для системных исследований эффективного облика перспективного морского подводного оружия.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МОЩНОСТИ ГНЦ «ГИДРОПРИБОР» И ЗАДАЧА ДИВЕРСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

В статье приведены краткие исторические сведения о заводе «Г.А. Лесснер» – № 181 – «Двигатель» и представлен обзор производственных возможностей Концерна в свете задачи диверсификации производства, обозначенной президентом России и поставленной Корпорацией «ТРВ».

ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское оружие – Гидроприбор» является уникальным комплексным исследовательским и проектно-конструкторским центром. Предприятие разрабатывает и выпускает различные виды подводного оружия, вооружения, морских подводных аппаратов и приборов, а также подводно-технических средств специального и гражданского назначения.

В сентябре 2019 года завершилось объединение АО «Концерн – Гидроприбор» и АО «Завод «Двигатель», которое позволило консолидировать научный и производственный потенциал организаций в области создания новых образцов техники.

Концерн входит в интегрированную структуру АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение».

История производственного комплекса Концерна берет своё начало с создания в 1853 году завода «Г.А. Лесснер». На заводе выпускались паровые машины, водотурбинные котлы, прессы для изготовления пороха. К концу XIX века завод стал крупнейшим оружейным предприятием России. В 1883 году на лесснеровском заводе была выпущена первая самодвижущая мина Уайтхеда. В 1900-е годы завод произвёл более ста автомобилей тринадцати моделей.

В довоенное время завод (в то время он был номерным – № 181) был единственным предприятием, выпускающим минно-торпедное оружие для ВМФ. В годы Великой Отечественной войны на заводе было налажено производство пистолетов-пулемётов системы В.А. Дегтярёва, деталей к противотанковым авиабомбам и снарядам «Катюш», минно-трального вооружения и торпед. В конце 1950-х годов завод «Двига-

тель» участвовал в создании первого атомного ледокола «Ленин».

На протяжении всей своей деятельности завод, как производственный комплекс Концерна, выполняет ответственные заказы в интересах ВМФ в части производства минного, противоминного, торпедного вооружения, самоходных и буксируемых подводных телеуправляемых аппаратов.

В рамках курса по диверсификации предприятий ОПК, обозначенного президентом России В.В. Путиным, Концерн осуществляет разработку, изготовление и испытание высокотехнологичной продукции различного назначения.

Производственный комплекс Концерна имеет в своём составе необходимый комплект высокопроизводительного оборудования для изготовления серийных и опытных изделий. Это позволяет организовать следующие виды производства:

- заготовительное производство, в том числе гидроабразивная резка, лазерная резка, трубогибное производство;
- металлургическое производство, в том числе каркасно-штамповочное, сварочное, термическое производство;
- механообрабатывающее производство (все виды механообработки, включая фрезерную, токарную, зубообработку, электроэрозсионную обработку);
- механическая сборка;
- производство радиоэлектронной аппаратуры (РЭА);
- инструментальное производство;
- сопутствующее производство (гальваническое, лакокрасочное производство, изготовление изделий из пластмасс и резин).



Рисунок 1 – Токарно-обрабатывающий центр



Рисунок 2 – Электроэрозионное оборудование

В Концерне выполняются все виды газозлектро- и аргодуговой сварки ручным способом и с использованием стенов для автоматической сварки. Производство оснащено современным сварочным оборудованием типа Tetrix 551, позволяющим сваривать изделия из конструкционных, нержавеющих и цветных металлов в среде за-

щитных газов. Освоена уникальная микроплазменная сварка баллонов, находящихся под давлением $p = 200 \text{ кгс/см}^2$.

Предприятие оснащено современным термическим оборудованием, в том числе с системой программного управления с фиксацией фактических значений режимов обработки в режиме реального времени.



Рисунок 3 – Сварочное оборудование



Рисунок 4 – Токарный станок

Фрезерное оборудование обеспечивает высокую производительность (до 250 м/мин) и точность (до 8 качества точности) механической обработки наружных и внутренних поверхностей сложного профиля, в том числе из высоколегированных закаленных сталей с высокой твердостью, при мелкосерийном типе производства.

Новейшее токарное оборудование различных спецификаций позволяет эффективно производить обработку, создавать сложные модули обрабатываемых элементарных поверхностей, объединять в одну операцию механическую обработку большого количества поверхностей, что позволяет сократить время технологической

подготовки производства и сократить цикл изготовления деталей.

Зубообрабатывающее производство оснащено оборудованием фирмы GLEASON-PFAUTER – зубофрезерным станком мод. GP 300, зубодолбежным станком с числовым программным управлением (ЧПУ) мод. GP 300S, профишлифовальным станком с ЧПУ мод. P 400 G с функцией контроля результатов на координатно-измерительной машине фирмы CarlZeiss IMT GmbH мод. DuraMax RT 5/5/5.

Концерн выполняет полный цикл работ по изготовлению РЭА:

- изготовление моточных узлов (трансформаторы, дроссели, катушки) на оборудовании для открытой и кольцевой намоток, вакуумная пропитка моточных узлов влагозащитными лаками и заливка эпоксидными компаундами;
- электромонтаж узлов и блоков РАД

методами объёмного монтажа и на печатных платах с применением автоматизированных устройств проверки правильности распайки цепей;

– регулировка и проверка функционирования узлов и блоков РЭА с использованием специальной контрольно-регулирующей аппаратуры и проверочных стендов, в том числе осуществляющих проверку программными средствами с компьютерным управлением и фиксацией контролируемых параметров.

Гальваническое производство Концерна обладает широкими возможностями по нанесению защитных гальванических и лакокрасочных покрытий:

- анодное окислирование в серной, хромовой кислоте;
- наполнение в хромпике;
- цинкование в щелочном растворе, цианистом электролите;



Рисунок 5 – Зубофрезерный станок

- химическое пассивирование цинкового и кадмиевого покрытий;
- электрохимическое полирование деталей из нержавеющей стали;
- химическое фосфатирование стальных деталей;
- кадмирование деталей в цианистом электролите;
- меднение сернокислосое;
- никелирование, в том числе химическое;
- хромирование однослойное и многослойное;



Рисунок 6 – Детали двойного назначения

Научная база ГНЦ позволяет проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Кадровый состав производственного комплекса – рабочие, инженерно-технические работники, входящие в состав специального конструкторского бюро, отдела главного технолога, отдела испытаний, отдела главного метролога, центральной заводской лаборатории, – позволяют решать задачи по освоению изготовления высокотехнологичной продукции.

Концерн обладает обширным опытом изготовления деталей для экспериментального производства. Учитывая поставленную Корпорацией «ТРВ» задачу довести

– серебрение и прочее.

Для изготовления специальной оснастки, режущего и мерительного инструмента имеются координатно-расточные станки, координатно- и резьбошлифовальные станки и другое оборудование.

ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» обеспечивает полный цикл производства узлов и деталей и осуществляет контроль качества продукции на всех этапах производства. Система качества соответствует требованиям ISO 9001.



объём продукции гражданского назначения до 30%, Концерн с 2018 г. активно сотрудничает с рядом предприятий автомобильной, авиационной и аэрокосмической отраслей и успешно осваивает изготовление опытных образцов деталей. В отзывах и благодарственных письмах организации-заказчики отмечают высокое качество выполненных работ, что позволяет рассчитывать на размещение крупных заказов.

Таким образом, производственные мощности Концерна, современное оборудование, кадровый потенциал и накопленный опыт способствуют освоению новых видов продукции и выполнению задачи диверсификации производства.

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

ИСТОРИЮ ХРАНИМ: ОСОБНЯК КЁНИГОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГНЦ РФ «ГИДРОПРИБОР»

Статья посвящена восстановлению выявленного объекта культурного наследия – особняка сахарозаводчиков Кёнигов (конец XIX – начало XX вв.), расположенного на территории ГНЦ РФ «Гидроприбор», приводятся редкие исторические фотографии интерьеров особняка, часть из которых публикуется впервые.

На территории ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор» расположен старинный особняк, принадлежавший владельцу располагавшегося на этом месте Сахарного завода Л.Е. Кёнигу (рисунок 1). Здание является выявленным объектом культурного наследия [1].

Особняк был построен в 1880-1881 гг. по проекту архитектора Н.В. Трусова, перестраивался в 1885, 1890 гг. (архитектор В.В. Вильденбрандт) и в 1910-1911 гг. (архитекторы Ф.Ф. Миритц и И.И. Герасимов) [2, 3]. Построенный на территории завода, особняк совмещал жилую и администра-

тивную функции: здесь жила семья Кёнигов и размещалась контора завода (рисунок 2). С западной стороны к особняку примыкал собственный сад, просуществовавший до 1970-х гг. Парадные помещения были оформлены разными видами мрамора, бронзой, керамикой, ценными породами дерева. В описании завода, составленном в 1913 г. Н.М. Орловым, сказано, что «помещение Главной конторы производило чрезвычайно приятное впечатление отсутствием казённости и скорее имело вид богатого делового салона, чем обычного присутственного места» [4].



Рисунок 1 – Особняк Кёнигов (ноябрь 2020 г.)



Рисунок 2 – Особняк в 1913 г. [4]



Рисунок 3 – Особняк в 1947 г. (архивная фотография)

В 1918 г. Сахарный завод был закрыт. С 1927 по 1938 гг. особняк принадлежал санаторию «Страховик», а в 1938 г. был передан заводу «Двигатель». Здесь разместились общественные организации: партком, библиотека, заводская амбулатория [5].

Во время войны особняк получил незначительные повреждения с южной стороны: упавшая бомба повредила систему отопления, водопровод и электросеть, пострадала также внутренняя отделка. В 1948-1949 гг. здание было восстановлено в прежнем виде (рисунок 3). Были отреставрированы картины на парадной лестнице, внутренняя отделка из ценных пород дерева, листовая скульптура, лепнина. В 1975 г. были проведены строительные работы по наружной отделке и окраске здания (рисунок 4) [6].

В последующие годы некоторые помещения особняка стали захламываться и приходиться в запустение, оказались утрачены великолепные бронзовые люстры, фасады медленно ветшали. Сегодня ситуация стала меняться. Наряду со строительством новых производственных корпусов прово-



Рисунок 4 – Особняк в 1987 г.
(архивная фотография)

дится масштабная реставрация особняка: ему возвращён изначальный цвет, восстановлены фасады, элементы декора, разобрана поздняя пристройка, искажавшая облик здания (рисунки 5-6).



Рисунок 5 – Особняк и строящийся комплекс испытательных стендов и научных лабораторий (на заднем плане)

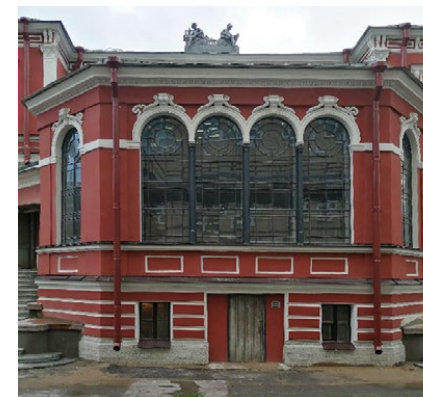


Рисунок 6 – Особняк в 2015 и в 2020 гг.

Историческая и художественная ценность особняка Кёнигов заключается в том, что он «является одним из немногих сохранившихся образцов особняков заводовладельцев, сочетающих в себе жилые и служебные функции» [3]. При этом, помимо внешнего облика (с частичными утратами, такими как парапет фасада в виде тумб, декорированных вазами и металлической ажурной решёткой, два балкона и скульптуры в нишах западного фасада), практически полностью сохранилась и богатая отделка интерьеров, автором которой является архитектор И.С. Китнер: лепные потолки, паркетные полы, мраморные лестницы и камин, панели и двери ценных пород дерева, бронзовые детали отделки, мраморные подоконники, оконная фурнитура, металлические радиаторные решётки. Всё это можно увидеть на фотографиях, представленных ниже (рисунки 7-13).

Довоенные виды интерьеров (рисунки 7-8) известны нам по открыткам 1930-х гг. из собрания Н.П. Шмитта-Фогелевича (1925-2004) – выдающегося филокартиста, чья коллекция открыток, посвящённая Петербургу – Петрограду –



Рисунок 7 – Парадная мраморная лестница. Лестничная решётка из бронзы, стены из розового мрамора. Бронзовая люстра. На стене картина С.М. Зейденберга, рама из бронзы [8]

Ленинграду, насчитывала более 100 000 единиц. Это подчас уникальные фотодокументы, запечатлевшие исчезнувшие здания и другие объекты, получить представление о которых мы можем только по сохранившимся открыткам. Так, например, именно по открытке с изображением парадной лестницы (рисунок 7) был выполнен рисунок-чертёж для восстановления люстры, разбившейся во время бомбёжки [7]. Интересно то, что Н.П. Шмитт-Фогелевич, известнейший коллекционер, собрание которого сейчас хранится в фонде «Открытки» ГМЗ «Петергоф» и участвует в многочисленных тематических выставках по всей России, по материалам коллекции которого издано множество книг, памяти которого посвящаются культурные мероприятия и научные конференции, с 1946 по 1989 гг. работал инженером-конструктором на заводе «Двигатель».

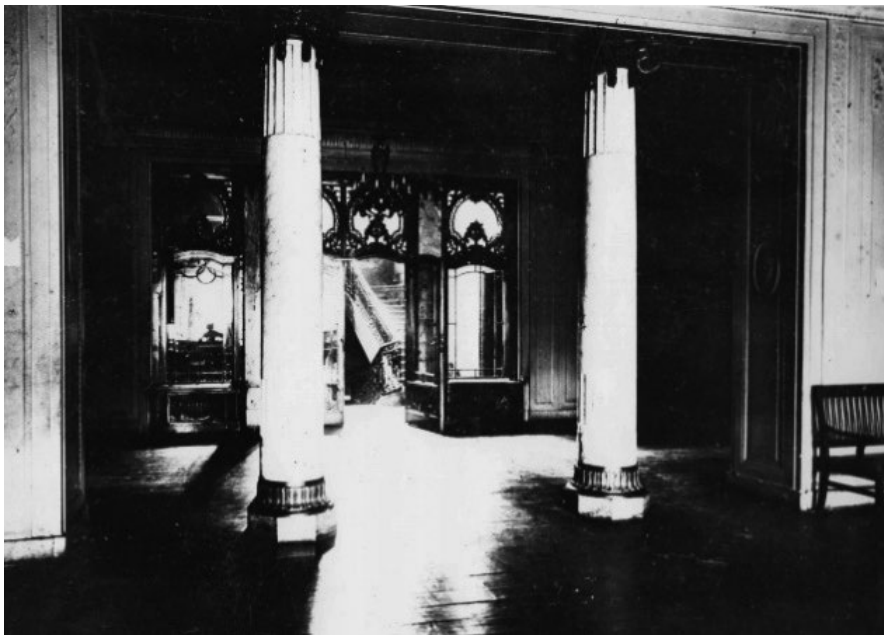


Рисунок 8 – Вид из Большого зала на парадную лестницу. Колонны мраморные, отделка дверей, фрамуг и капители бронзовые [8]

Послевоенные фотографии интерьеров (рисунки 9-13), сделанные в 1949 году после восстановления особняка, публикуются впервые.

Сегодня в особняке располагается профком, художественная библиотека, медсанчасть, спортивный тренажёрный зал, музей завода «Двигатель»; в его залах проводятся научные конференции, совещания, тематические вечера, встречи ветеранов. В целом особняк поддерживается в удовлетворительном состоянии, однако его интерьеры нуждаются в реставрации. Кроме того, некоторые помещения, как, например, зимний сад и бывший парткабинет, заброшены и захлаплены. Между тем это не утилитарные помещения, а настоящие произведения искусства, интерьеры которых имеют художественно-историческую ценность.

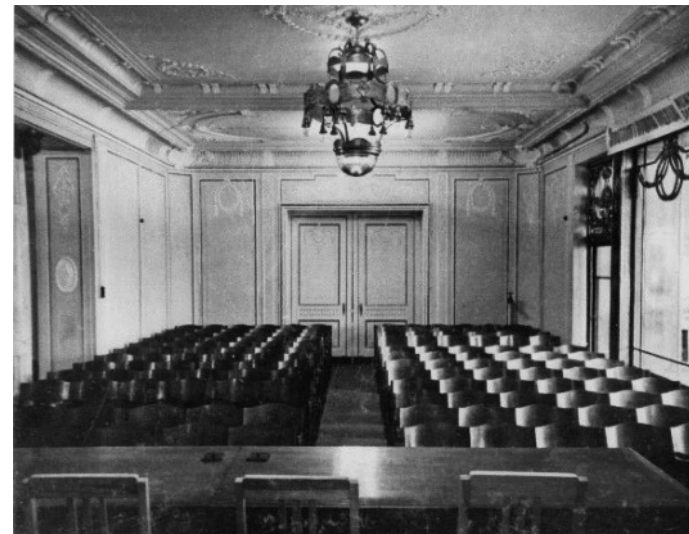


Рисунок 9 – Большой зал. Потолки и стены лепные. Бронзовая люстра (архивная фотография)



Рисунок 10 – Танцевальный (Зеркальный) зал. Панели, двери и зеркальная рама-трельяж орехового дерева. Стены под шёлк, потолок лепной, люстры хрустальные. Камин белого мрамора с резным цветочным орнаментом (архивная фотография)

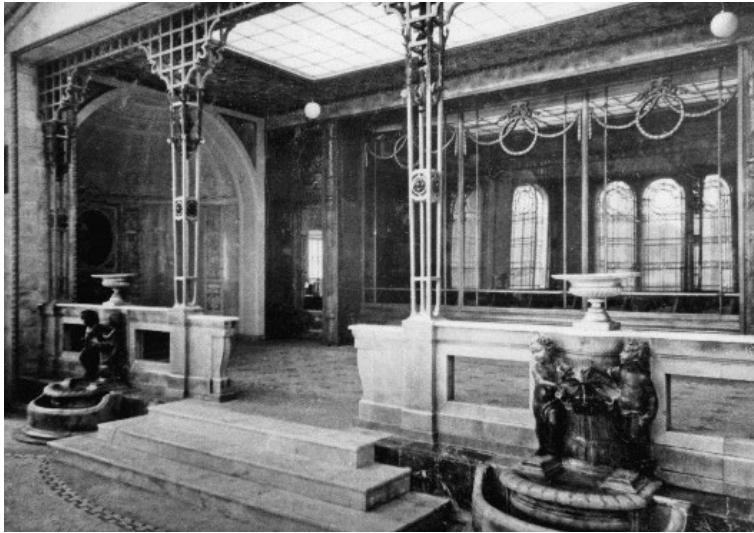


Рисунок 11 – Зимний сад.

Потолок, стены, ниши с зеркалами и каминами майоликовые, пол наборной мраморной мозаики.
Мраморная лестница, бронзовые амур-фонтаны
(архивная фотография)



Рисунок 12 – Мавританский холл.

Камин с инкрустацией цветным мрамором, двери с инкрустацией ценными породами дерева, потолок мастичной лепки с полихромной росписью и позолотой. Купол светового фонаря набран витражным стеклом (архивная фотография)

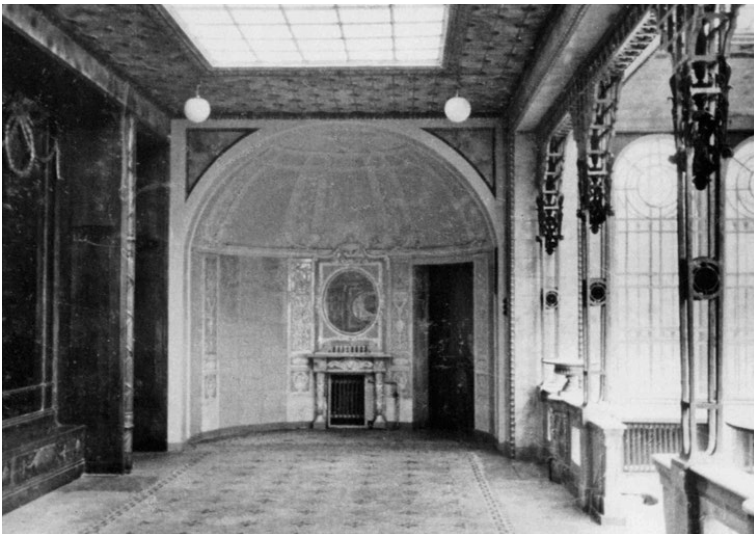


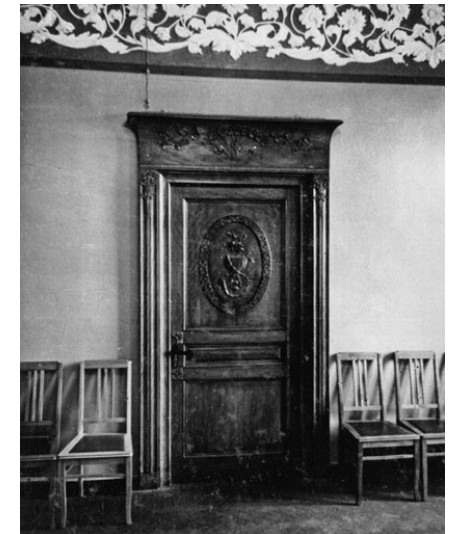
Рисунок 11 – Зимний сад.

Потолок, стены, ниши с зеркалами и каминами майоликовые, пол наборной мраморной мозаики.
Мраморная лестница, бронзовые амур-фонтаны
(архивная фотография)



Рисунок 13 – Кабинет профкома завода.

Камин белого мрамора с барельефом, фриз лепной с цветочным орнаментом, резная дверь грушевого дерева (архивные фотографии)



К сожалению, многие объекты культурного наследия, относящиеся к промышленным предприятиям, сегодня разрушаются и уничтожаются. Так, например, на заводе «Самсон» на Лиговском проспекте вместе с утилитарными постройками были снесены и представляющие ценность здания [9]. Ради строительства очередного жилого комплекса сносят депо Выборгского парка Общества конно-железных дорог конца XIX века в Нейшлотском переулке [10]. Уничтожаются Александровские ворота – бывшие ворота Охтинского порохового завода, возведённые в 1806 г., ныне отданные в аренду ОАО «НИИ «Химволокно» [11]. Разрушается принадлежавший ранее заводу «Русский дизель» особняк Нобелей постройки 1870-1886 гг. (Пироговская наб., дом 19), в котором жила семья Нобелей и располагалась заводская контора.

В то же время «Гидроприбор» сохраняет и восстанавливает памятники, находящиеся на его территории. Сохранилась труба Сахарного завода, построенная в 1849-1851 гг. Включены в перечень выявленных объектов культурного наследия сохранившиеся Конюшенный (1869 г.) и Экипажный (до 1913 г.) корпуса особняка

и конторы завода Кёнигов, которые образуют сплошной фасад в «кирпичном стиле», выходящий в Евпаторийский переулок (рисунки 14). Согласно заключению комиссии Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП), эти корпуса являются редким сохранившимся примером служебных строений данного типа, их градостроительная ценность заключается в том, что они формируют часть фронтальной застройки Евпаторийского переулка, просматриваются с основных видовых точек [12]. Планируется реставрация фасадов обоих корпусов. Продолжается реставрация особняка Кёнигов.

В дальнейшем реставрация затронет не только фасады, но и уникальные интерьеры особняка Кёнигов, что расширит возможности использования его помещений. Так, отреставрированный зимний сад будет задействован как пространство для выставок, тематических встреч, юбилейных мероприятий.

В перспективе особняк мог бы стать достоянием как работников «Гидроприбора», так и всех петербуржцев. Интересующихся историей и культурой



Рисунок 14 – Труба Сахарного завода, Конюшенный и Экипажный корпуса

Петербурга жителей давно привлекают памятники, спрятанные на закрытых территориях. Здесь, на территории «Гидроприбора», исторические здания тесно соседствуют с новейшими постройками, подчёркивая неразрывную связь прошлого и настоящего. Эта связь может быть отражена и в общем экскурсионном маршруте по особняку, включая музей завода, и музей морского подводного оружия.

Усилия, которые «Гидроприбор» прикладывает для сохранения и восстановления

исторических объектов, вписывают сохранившиеся памятники в культурный ландшафт города, формируя положительный имидж предприятия. «Гидроприбор» – это не только ведущее предприятие оборонно-промышленного комплекса, Государственный научный центр РФ, крупнейший налогоплательщик, социально ориентированная организация, но и предприятие, которое сохраняет культурно-историческое наследие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ КГИОП «Об утверждении списка вновь выявленных объектов, представляющих историческую, научную, художественную или иную культурную ценность» от 20.02.2001 № 15.
2. Розанова, М.С. Особняк Л.Е. Кёнига на Выборгской стороне в Санкт-Петербурге. Новые сведения и аспекты изучения / М.С. Розанова // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ. Материалы международной научно-практической конференции: Сб. ст. – М., 2017. – С. 365-367.
3. Акт по результатам государственной историко-культурной экспертизы проектной документации на проведение работ по сохранению выявленного объекта культурного наследия «Особняк и контора завода Кёнигов со служебным флигелем» // Официальный сайт КГИОП: [сайт]. – URL: <http://kgiop.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2016/02/05/6849.pdf> (дата обращения 23.11.2020 г.).
4. Орлов, Н.М. С.-Петербургский Сахаро-рафинадный завод Л.Е. Кёниг – наследники / Н.М. Орлов. – СПб.: Типогр. Кене и Ко, 1913. – 194 с.
5. Пимченков, С.Я. История завода «Старый Леснер» – «Двигатель» / С.Я. Пимченков. – СПб.: ДЕ-АН+АДИА-М, 1996. – 118 с.
6. Пимченков, С.Я. Люди и судьбы: По страницам истории объединения / С.Я. Пимченков. – Л., 1989. – 129 с.
7. Шмитт-Фогелевич, Н.П. Записки коллекционера / Н.П. Шмитт-Фогелевич // Невский архив: Историко-краеведческий сборник. – М.-СПб.: Atheneum: Феникс, 1993. – С. 130-141.
8. НПО «Уран». Страницы истории: Сахарный завод Кёнига: альбом по материалам книги Н.М. Орлова «С.-Петербургский Сахаро-рафинадный завод» и коллекции открыток Н.П. Шмитта-Фогелевича. – Л.: НПО «Уран», 1987.
9. В. Кузьмицкий. Когда завод не сахар // Санкт-Петербургские ведомости. – 23.08.2016. – № 154 (5571).
10. Дореволюционное трамвайное депо сносят в Нейшлотском переулке // Петербургский журнал о событиях, жизни и городе: [сайт]. – URL: <https://peterburg2.ru/news/dorevolucionnoe-tramvaynoe-depo-snosyat-v-neyshlotskom-pereulke-80789.html> (дата обращения 26.11.2020 г.).
11. Арендатор Александровских ворот оштрафован за самовольное начало их разборки // Официальный сайт КГИОП: [сайт]. – URL: <http://kgiop.gov.spb.ru/press-centr/news/58060/> (дата обращения 26.11.2020 г.).
12. Экипажный и Конюшенный корпуса сахарного завода Кёнигов стали выявленными объектами культурного наследия // Официальный сайт КГИОП: [сайт]. – URL: <https://kgiop.gov.spb.ru/press-centr/news/20905/> (дата обращения 26.11.2020 г.).

*д-р воен. наук Б.В. БЫСТРОВ,
канд. воен. наук А.Н. ПЛЯСОВ*

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНТАКТНЫХ ТРАЛОВ РОССИЙСКОГО ФЛОТА

В статье представлен ретроспективный анализ развития противоминных средств для борьбы с якорными минами, который приводит к выводу о том, что контактные тралы являются основным средством борьбы с якорными минами, а также единственным образцом, способным выплывать проводку кораблей за тралами.

Развитие минного оружия вызвало необходимость создания средств борьбы с минами.

В русско-турецкой войне 1877-1878 гг. для траления мин впервые был применён трос с подвешенными грузами, предназначенными для разрушения минрепов мин, а также приспособления для некоторых вооружённых пароходов в виде фор-тралов для поиска и отвода мин. Вместе с тем в последующем возникла и укрепилась идея создания воздействующего на минреп мины контактного трала.

Основной конструкцией трала, определённой предшествующим опытом борьбы с якорными минами, была конструкция парного трала – троса, буксируемого двумя шлюпками. Именно эта конструкция и легла в основу первых разработок российских контактных тралов.

В 1881 г. командиру миноноски «Сирена» лейтенанту М.Н. Беклемишеву поручили разработку первого российского контактного трала, который должен был обеспечивать затравливание мин при возможно широкой протраленной полосе, обладать достаточной прочностью, не быть слишком тяжёлым, чтобы обеспечить управляемость корабля при тралении, скользить по грунту, не цепляясь за препятствия (камни, затопленные деревья и т.п.).

В ходе опытов с различными конструкциями трала были признаны целесообразными два варианта: тяжёлый трал – для миноносцев и буксиров, облегчённый трал – для паровых и гребных катеров. Тяжёлый трал изготовлялся из 79,4-мм пенькового троса с длиной тралчасти в 183 м, что обеспечивало ширину тральной полосы

60-70 м. Облегчённый трал изготавливался из 57,1-мм пенькового троса с длиной тралчасти в 137 м, что обеспечивало ширину полосы траления 30 м.

На тралчасти в обоих вариантах трала надевались чугунные грузы особой конструкции, представлявшие собой цилиндр с просверлённым осевым отверстием (для пропуска в него троса тралчасти), которое обеспечивало проворачивание груза вокруг троса при зацеплении трала за препятствие на дне, что способствовало прохождению трала через препятствие без зацепа за него. Однако совсем избавиться от зацепов при тралении этим тралом не удалось.

Скорость хода при тралении в обоих вариантах тралов не превышала 3 узлов. Попавшие в трал (затраленные) мины буксировались на мелководье, где всплывшие на поверхность корпуса мин уничтожались или разоружались.

В 1882 г. тралы Беклемишева были усовершенствованы: на тралящей части через 8 м друг от друга были размещены самозапирающиеся гаки (захваты для минрепов мин). Попадая в такой гак, минреп уже не мог скользить по тралящей части, и в случае попадания в трал нескольких мин они не собирались в средней части трала, что предотвращало взрыв мин от возможных ударов их друг о друга и повреждение буксирующих судов.

В том же 1882 г. на Чёрном море был предложен способ разминирования с использованием ракет с пироксилиновым зарядом, взрываемым на глубине. Такая ракета действовала как контрмина. Воспламенение заряда ракеты обеспечивалось обыкновенным запалом с гремучей ртутью,

ударник которого срабатывал под действием гидростатического давления. При этом упругость пружины ударника рассчитывалась сообразно глубине, на которой требовалось взорвать заряд. Были проведены соответствующие опыты, при этом ракеты были двух калибров с зарядом в 8 и 18 кг и с дальностью полёта соответственно 730 и 1280 м. Для пуска ракет употреблялся станок, состоявший из наклонного жёлоба, размещённого на баке корабля или на носу катера. Однако отсутствие способа точного вывода ракеты в нужное место взрыва лишило это предложение перспективы.

Рассматривались и другие способы борьбы с минами. Так, при рассмотрении схемы минного заграждения из якорных мин сразу же возникает идея устройства для «стрижки» минрепов мин, т. е. ножниц. В 1883 г. эта идея была представлена в виде технического решения поручиком Емельяновым. Он предложил закрепить на шесте от шестовой мины ножницы особой конструкции. Шест укреплялся в носовой части катера так, чтобы его конец с ножницами выдвигался вперед и опускался на глубину 5 м. Конструкция ножниц предусматривала установку между лезвиями специального замыкателя, обеспечивающего подачу питания на электрический звонок на катере. Попадая в ножницы, минреп нажимал на замыкатель, раздавался звонок, машинист катера давал задний ход, а обслуживающая ножницы команда стягивала лезвия ножниц специальными таями. При этом минреп перерезался так, что нижняя его часть оставалась с якорем (свободно тонула), а верхняя зажималась ножницами, что позволяло отбуксировать корпус мины в нужное место для уничтожения.

В дальнейшем эти ножницы были приспособлены для буксировки в двух вариантах:

- а) в вертикальном положении – для перерезания минного кабеля гальванических мин;
- б) в горизонтальном положении – для перерезания минрепа якорных мин.

Все эти приспособления на практике оказались громоздкими, сложными в обу-

живании и к тому же малоэффективными.

Кроме того, продолжались попытки найти приемлемую реализацию идеи индивидуальной противоминной защиты корабля, в интересах которой генерал Д.С. Заботкин в 1883 г. предложил минный протектор. Он представлял собой конструкцию из металлических труб в носовой части корабля, с помощью которой якорные мины отводились от носа корабля в сторону с последующим перерезанием минрепа мины специальными ножницами. При этом корабль с указанным устройством мог идти со скоростью не более 2-3 узлов, что было явно недостаточным и предопределило отказ от него. Однако идея такого устройства не потеряла актуальности и с появлением технической возможности реализации была в дальнейшем востребована при создании фор-тралов.

С другой стороны, проведённые в 1887 г., а затем в 1898 г. учения показали непригодность имевшихся контактных тралов для эффективного траления мин.

В этой ситуации эффективным средством борьбы с минами представлялись контрмины, опыты с которыми, начатые в России в 1887 г., продолжались с перерывами до 1903 г.

В ходе этих опытов были достаточно хорошо отработаны способы применения контрмин. Так, техника постановки системы, состоявшей из 10 контрмин, была настолько хорошо продумана, что на практике означенной системой контрминирования была снабжена 2-я Тихоокеанская эскадра, направленная в 1904 г. на Дальний Восток.

Что касается контактных тралов, то в результате предшествующих работ к 1898 г. на вооружении российского флота находилось уже три варианта буксирующих тралов: лёгкий, тяжёлый и трал для миноносцев.

Тралящая часть лёгкого трала, предназначенного для буксировки мелких шлюпок, изготавливалась из 19-мм стального троса длиной 73 м с присоединёнными четырьмя лёгкими грузами. Тралящая часть тяжёлого трала, предназначенного для больших шлюпок и катеров,

изготавливалась из стального троса длиной 183 м с присоединёнными двумя грузами весом по 4,5 кг. Тралящая часть троса для миноносцев (особо тяжёлый трал) состояла из двух смычек стального троса длиной по 137 м каждая.

Расстояние между кораблями при буксировании троса составляло 90-110 м, скорость хода – 4-5 узлов. Хотя миноносцы могли буксировать трал и с большей скоростью, к этому не прибегали, поскольку на больших скоростях трал всплывал под действием гидродинамических сил набегающего потока и проходил над минами.

Неудовлетворённость эффективностью имеющихся тралов требовала новых технических решений, поэтому еще в 1895 г. Морской технический комитет объявил конкурс на лучший проект нового троса. При этом было представлено 11 проектов, эффективность конструкций которых не была проверена из-за отсутствия финансовых средств на проведение их испытаний.

Вместе с тем, независимо от этого конкурса, в 1898 году удачную конструкцию парного троса предложил лейтенант К.Ф. Шульц (выпускник Минного офицерского класса 1890 г.). Особенностью конструкции его троса было то, что он не был связан с дном и таким образом был избавлен от такого недостатка, как зацепы за различные препятствия на дне. Трал мог буксироваться паровыми катерами на скорости 2-3 узла, создавая ширину тральной полосы 60 м. Испытанный в том же году, этот трал был принят на вооружение.

Конструкция троса, предложенная К.Ф. Шульцем, оказалась настолько удачной, что трал оставался на вооружении отечественного флота несколько десятков лет, заслуженно нося имя своего изобретателя.

После ряда усовершенствований трал Шульца находился на вооружении советского флота до конца Великой Отечественной войны. По надёжности и удобству эксплуатации этот трал был в числе лучших образцов контактных тралов.

В 1911 году на вооружение были приняты тралы новых образцов, что позволи-

ло повысить скорость и глубину траления. Изобретение в России подсекающих тралов, режущих минреп, позволило сократить время траления. Подобные тралы, принятые впоследствии на вооружение всеми флотами мира, широко использовались в период двух мировых войн и в послевоенном тралении.

Ретроспективный анализ развития средств индивидуальной противоминной защиты кораблей показал, что указанные средства начали создаваться только после 1924 года. На вооружение ВМФ СССР было принято три типа параванных охранителей, предназначенных для защиты кораблей от контактных якорных мин:

- параван Л-1 – для линейных кораблей;
- параван К-1 – для крейсеров и миноносцев;
- параван Т-1 – для транспортов и тихоходных кораблей.

Корабли, вооружённые параванными охранителями, снабжались специальными тральными лебедками, обеспечивающими постановку и выборку параванов. Однако по результатам применения паравана К-1 сложилось мнение о его непригодности для предотвращения подрыва кораблей на якорных контактных минах, так как значительно увеличивалась вероятность встречи корабля с миной. Применение параванных охранителей во время войны показало, что в ряде случаев затраленные мины не подсекались резаками охранителя, а застревали в них и взрывались вблизи корабля.

В дальнейшем разрабатывались цепные охранители для отвода мин от корабля, которые были сняты с вооружения в связи с созданием неконтактных якорных мин. На этом, по существу, закончился этап развития средств самообороны кораблей от контактных мин.

В 1942-1943 гг. на базе троса МПТ-1 были разработаны тралы МТ-1, МТ-2, МТ-3. После войны проводились работы по улучшению тактико-технических и эксплуатационных характеристик контактных тралов, при этом были разработаны парные придонные тралы ППТ-1, ППТ-2, контакт-

ный трал МТ-3у и другие. В дальнейшем был создан трал БКТ, а появление реактивно-всплывающих мин привело к необходимости разработки уголковых отражателей, которые навешивались на тралящие части контактных тралов типа ГКТ-2. Для рейдовых тральщиков в 1973-1979 гг. были разработаны легкие контактные тралы ГКТ-3 и РКТ-2 [1].

Известно, что развитие противоминного оружия и вооружения всегда осуществлялось с учетом развития зарубежного минного оружия.

Донные мины в зависимости от массы находящегося в них взрывчатого вещества ставятся на глубинах до 60 м против подводных лодок, поражение которых возможно при плавании ПЛ на расстоянии не более 50 м от грунта. Поэтому основная опасность для кораблей ВМФ в ближних и дальних морских зонах, а также на подходах к пунктам базирования исходит от якорных мин [4].

Несмотря на появление новых средств борьбы с морскими минами, создаваемых на базе последних достижений науки и техники, контактные тралы остаются важнейшим видом противоминного оружия.

К положительным свойствам контактных тралов следует отнести их универсальность по выполняемым задачам (разведывательный поиск, уничтожение якорных мин, проводка кораблей за тралами) при одновременной возможности применения их совместно с ГАС миноискания. Кроме того, они обладают достаточно высокой производительностью, сравнительно просты в эксплуатации и обеспечивают высокую вероятность вытравливания якорных мин, попавших в пределы зоны действия троса.

Отрицательным свойством контактных тралов является необходимость полной или частичной выборки многих образцов тралов для изменения их рабочего углубления, а также громоздкость конструкции, требующая специальных устройств для постановки (выборки) и хранения троса на корабле. Кроме того, контактные тралы буксируются за кормой, что вызывает необ-

ходимость принятия специальных мер по защите тральщика от подрыва на встречаемых минах.

В своем развитии контактные тралы в основном успевают за постоянно совершенствующимися минами и могут быть использованы в борьбе с наиболее совершенными якорными минными комплексами.

Эффективность контактного траления не зависит от гидрологических условий. С применением контактных тралов совместно с ГАС миноискания может ограниченно выполняться задача определения границ минных заграждений из якорных мин.

Важным является то, что только с помощью контактных тралов может выполняться задача непосредственного противоминного охранения кораблей способом проводки за тралами в интересах развёртывания сил из пунктов базирования.

Ретроспективный анализ применения контактных тралов способом проводки за тралами в мировых войнах показал:

- при выполнении тральных работ в сложном в навигационном и климатическом районе Белого моря в период Первой мировой войны в основном практиковалась проводка за тралами, что было связано со значительными приливо-отливными течениями, колебаниями уровня моря, частыми туманами и снежными зарядами, затрудняющими качественное навигационно-гидрографическое обеспечение противоминных действий;

- из-за нехватки тральщиков и невозможности организовать траление хотя бы на новых фарватерах ведущей формой противоминного обеспечения стала проводка кораблей за тралами, которая в Финском заливе практиковалась в течение всей Второй мировой войны [2].

Определённое место в борьбе с якорными минами может быть отведено телеуправляемым искателям-уничтожителям мин (СТИУМ). Однако они обладают низкой производительностью, с одной стороны, и невысокой боевой устойчивостью при взрыве подсекающей гидрорезакорной мины – с другой.

ВЫВОДЫ

1. Главным фактором мотивации развития противоминного оружия и средств противоминной защиты кораблей является прежде всего развитие зарубежного минного оружия. Известно, что развитие противоминного оружия в России (СССР) осуществлялось преимущественно эволюционным путём на основе опыта его применения в прошедших войнах и в период послевоенного траления с учётом развития минного оружия и тактики его применения. Под воздействием данных факторов изменялся облик противоминного оружия, а диалектика скачков в его развитии обуславливалась главным образом научно-техническим прогрессом.

2. Ретроспективный анализ развития противоминных средств для борьбы с якорными минами показывает, что указанные средства развивались по трем направлениям:

- создание так называемых контрмин со взрывными приспособлениями для уничтожения якорных мин взрывом;
- создание первых средств самообороны надводных кораблей от якорных мин – параванных охранителей, которые показали свою невысокую эффективность;
- создание и совершенствование контактных тралов, приведших к необходимости создания специального класса кораблей-тральщиков.

3. Из названных направлений в настоящее время сохранились только контактные тралы, с помощью которых корабли-тральщики способны выполнять траление мин, а также проводку кораблей за тралами. Кроме того, указанными контактными тралами, как показал опыт Второй мировой войны, могут быть вооружены рыболовные суда.

4. В последнее время в связи с развитием подводных аппаратов появилась возможность объектового уничтожения якорных мин с помощью СТИУМ, применяемых по данным корабельной ГАС миноискания.

К достоинствам указанного способа следует отнести более высокую боевую устойчивость тральщика от подрыва на якорной мине, обуславливающих при этом необходимость динамического позиционирования тральщика, ограниченного метеоусловиями и действующими течениями. К недостаткам данного способа борьбы с якорными минами относится низкая производительность и потенциальная возможность вывода из строя СТИУМ взрывом мины при подрезании минрепа.

5. Приведённые обстоятельства позволяют сделать заключение о безальтернативности применения контактных тралов, обладающих высокой производительностью уничтожения якорных мин, а также способных к выполнению задачи проводки кораблей за тралами при необходимости обеспечения безопасности от якорных противокорабельных мин.

6. Несмотря на развитие СТИУМ, контактные тралы являются основным средством борьбы с якорными минами, поиска и уничтожения мин, а также единственным образом, способным выполнять проводку кораблей за тралами.

Одним из направлений развития противоминного вооружения с учётом развития современных технологий является совершенствование возможностей контактных тралов по повышению глубины и скорости траления и обеспечение простоты их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Из истории создания морского подводного оружия. – СПб.: Наука, 2003.
2. Йолтуховский В.М. Контактные тралы отечественного флота. – СПб.: Гангут, 2000.
3. Дьяконов Ю.П. История развития противоминного оружия в России. Часть 1. – СПб., 2013.
4. Сидоренков В.В. Противоминный робототехнический комплекс с модулем контактного траления, созданный на базе АНПА // Подводное морское оружие. – 2017. – Вып. 4(25).

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТОРПЕД ОСНОВНЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ГОСУДАРСТВ

В статье представлен краткий аналитический обзор универсального торпедного оружия основных зарубежных государств.

ВВЕДЕНИЕ

Торпедное оружие (ТО) по-прежнему остаётся одним из эффективных средств поражения надводных и подводных целей, продолжает активно совершенствоваться и получает всё большее распространение в ВМС всех ведущих и развивающихся зарубежных стран. В рамках современных действующих и перспективных концепций ведения боевых действий на морских театрах военных действий неизменно учитывается значительная роль ТО. В связи с переориентацией ведения боевых действий на море с глубоководных океанских районов на прибрежные мелководные со сложными гидрологическими условиями, а также ввиду возрастающей угрозы со стороны современных малозаметных подводных лодок с неаэтомными энергоустановками (ЭУ) требования, предъявляемые к торпедному оружию, а также направления НИОКР, проводимых в этой области, в значительной степени изменились.

Основными разработчиками и производителями иностранного торпедного оружия в мире являются США, Великобритания, Франция, Германия, Италия и Швеция. В этих странах производится ТО для подводных лодок, надводных кораблей, самолётов и вертолётов морской авиации [1].

Универсальные тяжёлые торпеды являются основным противолодочным и противокорабельным оружием подводных лодок (ПЛ). Они также могут использоваться с надводных кораблей (НК) и береговых пусковых установок (таблица 1).

Известно, что концепции создания и боевого применения торпедного оружия в США и других странах НАТО начиная с 1960-х и до 1990-х годов различались, что

определялось решаемыми их подводными флотами задачами (зонами ответственности) и тактико-техническими характеристиками ПЛ-носителей и торпед. Тактика боевого применения строилась во всех без исключения флотах на использовании преимуществ над вероятным противником (атомных ПЛ (АПЛ) и НК ВМФ СССР) в дистанциях обнаружения.

При этом для АПЛ США, зоной ответственности которых были океанские глубины, а противником были АПЛ СССР, обеспечение собственной безопасности базировалось на возможности стрельбы с дистанций, превышающих эффективные дистанции стрельбы оружия вероятного противника и уклонения от торпед противника на максимальной скорости с всплытием в позиционное или надводное положение и использованием систем гидроакустического противодействия (СГПД).

Для дизельных ПЛ (ДПЛ) ВМС НАТО, не обладавших достаточно высокой скоростью подводного хода, основой безопасности была их малая акустическая заметность, малозаметность запуска (запуск самовыходом), скрытное сближение торпеды с целью на малой скорости с использованием пассивного режима работы ССН и телеуправления и атака на высокой скорости с переходом в активный режим работы ССН на конечном участке, не оставляя времени противнику на контратаку [2, 3].

Изменение геополитической обстановки в 1980-1990-е годы сделало основной задачей ВМС США борьбу с бесшумными малозаметными ДПЛ в прибрежных мелководных районах и с АПЛ (прежде всего с ракетными подводными крейсерами стра-

Таблица 1 – Основные ТТХ торпедного оружия ВМС основных зарубежных государств

Характеристики	Мк 48 мод. 5 AD-CAP	Мк 48 мод. 6 AD-CAP	«Спирфиш»	DM2A4 «Сихейк»	«Блэк Шарк»	TP 62 (TP 2000)	MU-90 «Импакт»	«Стингрей» мод. 1
Страна-разработчик	США	США	Великобритания	Германия	Италия, Франция	Швеция	Германия, Италия, Франция	Великобритания
Фирма-разработчик	«Рэйтон»	«Рэйтон»	БАэ	«Атлас электроник»	WASS; DCN International	SAAB	«Евротоп»	БАэ
Год принятия на вооружение	1990	2003	1999	2002	2005	2001	2001	2005
Калибр, мм	533	533	533	533	533	533	324	324
Длина, м	5,86	5,86	7	6,6 (4 АБ) 5,78 (3 АБ) 5,2 (2 АБ) 4,55 (1 АБ)	6,3	5,99	2,85	2,59
Масса, кг	1636	1678	1850	1670	1265	1450	304	267
Масса боевой части, кг	300	300	300	260	250	240	50	35
Тип ЭСУ	Тепловая	Тепловая	Тепловая	Электрическая	Электрическая	Тепловая	Электрическая	Электрическая
Скорость хода, уз.	55	55	60	50	50	Более 45	29-50	45
Дальность хода, км	46	46	25	13-50	8-27	Более 50	12-25	11
Максимальная глубина хода, м	914	914	900	610	До 1000	500	1000	750
Стоимость, млн. долларов	2,5	2,5	2,7	2,0	0,5	1,4	1,25	Около 1,0
Носители	ПЛАРБ типа «Огайо»; ПЛАРК типа «Огайо»; ПЛА типа «Лос-Анжелес»	ПЛАРБ типа «Огайо»; ПЛАРК типа «Огайо»; ПЛА типа «Лос-Анжелес»; «Сивулф» «Виргиния»	ПЛАРБ типа «Вэнгард»; ПЛА типа «Эстьют»; «Трафальгар»	ПЛА проекта 212А	ПЛА проекта 212А; ФР типа «Мистрале»	ПЛА типа «Готланд»; «Вастерготланд»	ВМС Франции: ЭМ типа «Форбин»; ВМС Германии: ФР типа «Заксен»; ВМС Италии: ЭМ типа «Горизонт»	ЭМ типа «Манчестер»; ФР типа «Дюк»; вертолеты «Линкс»

тегического назначения) под арктическими льдами, где дистанции обнаружения в ряде случаев значительно меньше, чем в открытом океане, и соизмеримы с дистанциями эффективной стрельбы торпедного оружия вероятного противника. В этих условиях решающее значение для ВМС США приобрела высокая шумность их универсальных

торпед Mk 48 (рисунок 1). При значительном удорожании современного морского подводного оружия и в условиях ограниченного финансирования программ создания новых образцов важнейшее значение приобретают НИОКР по модернизации и повышению боевого потенциала имеющегося арсенала оружия, приданию ему прин-



Рисунок 1 – Универсальная торпеда Mk 48

ципально новых возможностей.

Мировой опыт свидетельствует, что успех разработки новых изделий с улучшенными ТТХ во многом определяется высокой модернизационной способностью основных базовых образцов, определяемой модульным принципом проектирования и использованием открытой архитектуры бортовой электронной аппаратуры с большим запасом быстродействия и объема памяти.

Продуманный подход к унификации подводного оружия в целом, реализация принципа конструирования перспективных образцов путём непрерывной плановой модернизации (принцип непрерывного конвейера), базирующейся на системе сбора, накопления и анализа информации о результатах практического использования состоящих на вооружении образцов, а так-

же широкое внедрение передовых технологий из различных областей техники создают широкие возможности для повышения боевых качеств оружия при минимизации расходов на его разработку, испытания и серийное производство. В качестве примера: стоимость изготовления торпеды Mk 48 Мод.7 – 3,5 миллиона долларов, стоимость модернизации Mk 48 Мод.6 в Мод.7 – 500 тысяч долларов.

Обращает на себя внимание новый подход ВМС США в условиях возрастающей сложности, стоимости и сроков разработки к проведению ОКР по модернизации торпед – «метод спирали», позволяющий ускорить процессы внедрения усовершенствований, накопления необходимого боезапаса и освоения флотом. Суть «метода спирали» (эволюционного развития) заключается в том, что принятие на воору-

жение проходит поэтапно: на первом этапе, называемом модернизацией, принимается на вооружение и запускается в производство базовый образец (бортовая электронная аппаратура на новой элементной базе и программное обеспечение) с последующим усовершенствованием в течение шестилетнего цикла в процессе опытной эксплуатации путём обновления программного обеспечения раз в два года. При этом замена аппаратной части производится только тогда, когда становится невозможно её усовершенствовать, внедряя новое программное обеспечение. Этот шестилетний цикл привязан к шестилетнему циклу техобслуживания изделий и не применяется по отношению к боевому зарядному отделению (БЗО) и энергосиловой установке (ЭСУ) [3].

ОБЗОР ЭНЕРГОСИЛОВЫХ УСТАНОВОК ОСНОВНЫХ ИНОСТРАННЫХ ТОРПЕД

Одной из важнейших подсистем торпедного оружия, во многом определяющей его облик и основные тактико-технические характеристики, является ЭСУ. Как правило, при разработке в США новой торпеды в её двигатель, как наиболее консервативный узел, закладывается запас по мощности порядка 25%, позволяющий в случае необходимости увеличить скорость или глубину хода. Аналогичный подход демонстрирует и Великобритания.

Известно, что ВМС США при разработке торпед Mk 48 остановили свой выбор на тепловых поршневых двигателях внешнего сгорания незамкнутого цикла, которые позволили резко поднять транспортные характеристики торпед по сравнению с имевшимися на тот момент электрическими ЭСУ.

Поскольку главная задача заключалась в борьбе с высокоскоростными советскими АПЛ в глубинах Мирового океана, при выборе типа тепловой ЭСУ между турбинной и поршневой двигателями внешнего сгорания предпочтение было отдано последнему (хоть и более шумному) благода-

ря его большей экономичности на больших глубинах. Не стали ограничением и такие недостатки этой ЭСУ, как серьёзная зависимость дальности и скорости хода от глубины и наличие демаскирующего кильватерного следа. Тактика использования этой торпеды базировалась на превосходстве в дальности обнаружения гидроакустической станцией ПЛ и тактико-технических характеристиках торпед Mk 48, что обеспечивало стрельбу с дистанций, превышающих дистанции эффективной стрельбы торпедного оружия вероятного противника, проходные дистанции стрельбы на максимальной или средней скорости со снижением её до средней или минимальной при поиске цели с последующим увеличением до максимальной при захвате и самонаведении [4].

Уже тогда стало ясно, что при работе торпеды вблизи поверхности раздела сред высокая шумность отражается на работе систем самонаведения (СН), сокращая практически вдвое дальность её действия [5]. Особенно остро проблема шумности стала при переходе возможного театра военных действий из глубин Мирового океана в прибрежное мелководье и в подлёдные условия. Проведённый комплекс работ по уменьшению шумности торпеды Mk 48 Мод.6, 7 и доработки её для запуска самовыходом (Mk 48 Мод.6АТ и Мод.7АТ) не позволил полностью решить задачу бесшумливания, поставленную ВМС США ещё в 1986 году [6].

Высокая шумность даже на малой скорости остаётся ахиллесовой пятой этой торпеды [5]. По некоторым сведениям, для обеспечения «невидимости» торпеды Mk 48 должна была бы иметь скорость хода не более 8-10 узлов.

ВМС Великобритании и Швеции имеют на вооружении тяжёлые торпеды с тепловыми ЭСУ «Спирфиш» (рисунок 2) и TP-62 в первой из которых используется турбинный, а во второй – 7-цилиндровый поршневой двигатель внешнего сгорания полужамкнутого цикла, обеспечивающие максимальные скорости хода 62 и более 45



Рисунок 2 – Тяжёлая торпеда с тепловой ЭСУ «Спирфиш»

узлов соответственно [7, 8, 9, 10, 11].

Главным отличием этих торпед от Mk 48 является низкая шумность (по заявлению разработчиков, соизмеримая с шумностью электрических торпед на одинаковых низких скоростях) и отсутствие демаскирующего кильватерного следа благодаря использованию дополнительного окислителя – гидроксил-перхлорат аммония, обеспечивающего увеличение эффективности топлива на 40% за счёт полного сжигания [11] в первом случае и перекиси водорода и керосина во втором случае. Использование дополнительного окислителя в торпед «Спирфиш» повысило её транспортные характеристики (дальность и скорость хода) по сравнению с торпедой МК-48 примерно на 15% [7].

Следует отметить большую сложность конструкции и эксплуатации ЭСУ торпеды «Спирфиш», которая требует тщательного выполнения мер безопасности. В связи с этим при практических стрельбах торпеды «Спирфиш» не используется окислитель [9]. Согласно последним данным по торпед «Спирфиш Мод.1», которая

должна была поступить на вооружение в 2017 году, было принято решение отказаться от использования дополнительного окислителя с целью повышения безопасности и снижения стоимости. При этом двигатель торпеды остался без изменения [12].

В то же время ВМС Германии, Франции и Италии, основу подводного флота которых составляют ДПЛ, традиционно используют электрические энергосиловые установки, развитие которых позволило резко сократить отставание в транспортных характеристиках от торпеды Mk 48. Новейшие электрические торпеды ДМ2А4, F-21, «Блэк Шарк» (рисунки 3, 4, 5), оснащённые бесщёточными двигателями переменного тока с постоянными магнитами, уступают в максимальной скорости торпедой Mk 48 не более 3-5 узлов, могут управляться на минимальной скорости 18-24 узла (за счёт существенно меньшего переутяжеления), имеют плавное управление скоростью хода и большую дальность хода на малой скорости, независимость скорости и дальности от глубины хода и принципиально (в три и более раза по сравнению с Mk 48) меньшую



Рисунок 3 – Электрическая торпеда ДМ2А4



Рисунок 4 – Электрическая торпеда F-21



Рисунок 5 – Электрическая торпеда «Блэк Шарк»

шумность [10, 13, 14].

Плавное изменение скорости, в отличие от ступенчатого, также служит обеспечению меньшей акустической заметности в переходных режимах.

Это стало возможным благодаря оптимизации массогабаритных характеристик ЭСУ за счёт использования высокооборотного двигателя с редуктором (торпеда ДМ2А4) и относительно низковольтных (190-200 В) источников тока системы Ag-Zn (DM2A4) и низкооборотных (итальянская «Блэк Шарк» и французская F-21) бесщёточных двигателей переменного тока с высоковольтными (до 500 В) источниками тока системы Al-AgO («Блэк Шарк» и F-21).

Конструктивно эти двигатели сложнее двигателя постоянного тока за счёт электронной системы управления оборотами двигателя и оснащения системой охлаждения, а редуктор торпеды ДМ2А4 – и системой смазки.

Бесщёточные двигатели переменного тока обладают существенно более высоким КПД по сравнению с двигателями постоянного тока (0,95-0,96 против 0,85).

В качестве ещё одного преимущества электрических ЭСУ была названа возможность использования многоразовых батарей с целью удешевления практического использования торпед [8].

Проведённая сравнительная оценка стоимости практического выстрела (в пересчёте стоимости источника энергии на

количество выстрелов) изделия 2534, использующего однокомпонентное топливо ОТ-700 и 2503 с серебряно-цинковой и литиевой батареями, даёт следующие цифры: 1,8; 1,28; 0,34 млн. рублей соответственно. Применительно к серебряно-цинковой батарее стоимость выстрела рассчитана с учётом стоимости восстанавливаемого серебра.

Следует отметить, что торпеда ДМ2А4 оснащена достаточно совершенной и безопасной модульной серебряно-цинковой батареей с возимым электролитом, каждый из модулей которой имеет собственную систему охлаждения, а F-21 и «Блэк Шарк» – батареей системы Al-AgO с сухим электролитом, активируемым морской водой. Возможны варианты оснащения торпеды ДМ2А4 двумя, тремя и четырьмя батарейными модулями, но стандартным считается вариант с тремя модулями [15].

Известно, что источник питания системы Al-AgO представляет собой сложную сборку из блока электродов и электронно-механической системы обеспечения функционирования и имеет большое время взведения (не менее 10 секунд), в связи с чем торпеда стартует самовыходом на сборке из 4 тепловых батарей и имеет скорость хода на первом участке порядка 18-24 узлов в течение 40 секунд с последующим переходом на питание от основной батареи после прохода безопасной дистанции (~350-400 метров).

Торпеда требует постоянного контроля при нахождении в торпедном аппарате (ТА) на предмет отсутствия заливки водой. Фотографии лёгкой торпеды MU-90, оснащённой такой же батареей, показывают, что при хранении торпеды возможные места попадания влаги в батарейный отсек герметизируются резиновыми полотнами, фиксируемыми бандажными лентами, которые снимаются перед подвеской к носителю.

Известно, что для торпеды «Блэк Шарк улучшенная» (разработана для ВМС Италии на базе экспортной торпеды «Блэк Шарк») разработана и испытана в январе

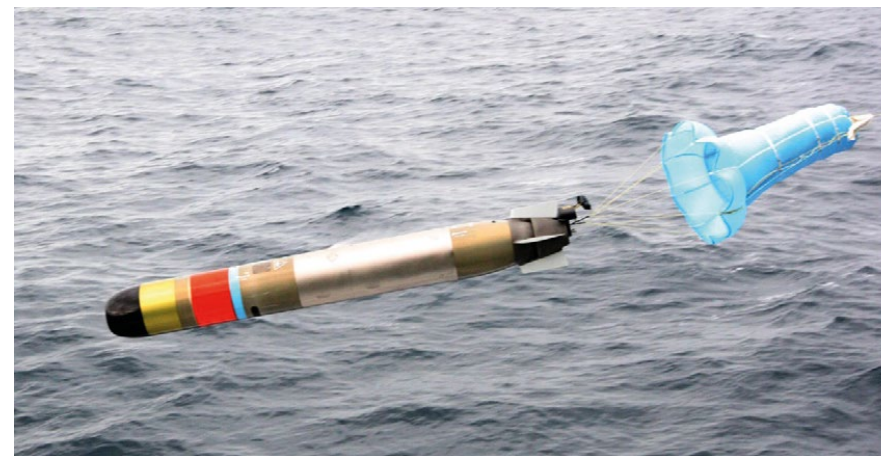


Рисунок 6 – Лёгкая торпеда MU-90

2014 года практическая литий-полимерная батарея, имеющая габариты серебряно-цинковой, но на 70% более мощная и на 100% более энергоёмкая. Утверждается, что скорость и дальность хода практической торпеды становятся сравнимы с характеристиками боевой при меньшей стоимости [10].

Обращает на себя внимание, что в рекламном буклете о лёгкой итальянской торпедо «Флэш Блэк» заявляется, что эта торпеда будет использовать литиевую батарею в боевом и практическом вариантах. Это свидетельствует о том, что развитие литиевых источников тока идёт высокими темпами и это направление является перспективным.

Всё это заставляет ВМС США уделять серьёзное внимание использованию не только тепловой, но и электрической энергии. Известно, что ещё в 1992 году фирма Hughes Aircraft разработала батарею системы Al-AgO для тяжёлых торпед, превосходящую по ёмкости более чем в 2 раза серебряно-цинковые батареи [16].

В 2000 году исследовательская комиссия ВМС США при научно-техническом комитете по вопросам подводного оружия по заказу Национального совета по

НИР провела работу по оценке программ исследований и выработке рекомендаций по приоритетным направлениям исследований с целью создания перспективных образцов. Приоритетными были названы задачи увеличения дальности хода и снижения акустической заметности (видимости).

Помимо рекомендаций по бесшумливанию за счёт демпфирования двигателя и вала привода водомёта, использования глушителя (позднее реализованных в Mk 48 Мод.6) и использования в перспективе так называемой «умной кожи» (smart skin), были рекомендованы исследования по высокооборотному двигателю Стирлинга, использованию литиевых батарей и полупроводниковых элементов, а также комбинированной ЭСУ в составе работающих на общий вал малошумного электродвигателя, питающегося от топливных элементов и теплового двигателя, использующего те же топливо и окислитель [17].

В 2010 году сотрудники «Центра подводной войны ВМС» (NUWC) Майерс, Канциллиере и Ла Пойнт в статье, посвящённой перспективам развития торпедного оружия, заявили о том, что торпеда следующего поколения для обеспечения невидимости может оснащаться либо бесшумным



Рисунок 7 – Торпеда Mk-48Мод.7

электрическим двигателем, либо гибридом «двигатель-движитель» в одном корпусе. Данные о том, что ведутся исследования по гибридной ЭСУ и системе «двигатель-движитель», подтверждаются источниками [18, 19].

ВМС США усиленно работают над новой модификацией торпеды Mk 48 [20]. Новейшие сведения о программе модернизации торпеды Mk 48 Мод.7 (рисунок 7) свидетельствуют о том, что сегодня преимущество отдаётся увеличению дальности хода и «невидимости» даже за счёт снижения максимальной скорости менее чем до 50 узлов. При этом одним из наиболее вероятных вариантов является электрическая ЭСУ в составе батареи системы Al-AgO и низкооборотного двигателя переменного тока мощностью $5 \div 300$ кВт [21].

Согласно информации, содержащейся в [4] и требующей дальнейшего подтверждения, по программе Mk 48 «Lite» (облегчённая) разработана или разрабатывается модификация торпеды Mk 48 с электрической ЭСУ.

СИСТЕМЫ САМОНАВЕДЕНИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ТОРПЕД

Сведения о ССН зарубежных торпед имеют отрывочный, а зачастую рекламный характер и требуют критического осмыс-

ления. Так, например, такой параметр, как дальность действия ССН, настолько зависит от условий распространения звука, характеристик цели (шумности и эквивалентного радиуса) и тактической ситуации, что её величина без указания этих условий и характеристик непригодна для сравнения с другими ССН. Очевидно, что приводимые в зарубежных источниках величины максимальных дальностей действия ССН относятся, как правило, к поисковым скоростям хода, которые лежат в диапазоне от 24-29 (в пассивном режиме) до 40 узлов (в активном режиме), и благоприятным условиям окружающей среды (изотермия, глубокое море и так далее).

Тем не менее можно выделить характерные особенности в путях развития и в принципах построения систем самонаведения новейших зарубежных торпед, к которым относятся последние модификации американской торпеды Mk 48 Мод.6АТ и Мод.7, немецкая торпеда ДМ2А4, итальянская «Блэк Шарк» и французская F-21, а также «Спирфиш Мод.1» и шведская TP-62.

В отличие от узкополосных ССН предыдущего поколения с узкими зонами обзора и ограниченными возможностями обработки сигналов и вторичной обработки информации, все они работают в широком диапазоне частот – более октавы с применением многоэлементных (до 112 элементов в Mk 48 Мод.7) антенн, используют в активном режиме тональные, амплитудно- и частотно-модулированные посылки, частотно-временное кодирование, могут работать в пассивном, активном и комбинированном (параллельно в активном и пассивном) режиме с использованием нескольких частотных поддиапазонов (от 4 до 6) в пределах рабочей полосы частот.

В отличие от других, в торпед ДМ2А4 используется также режим «перехвата посылок». Алгоритм его использования не раскрывается. Возможно, он используется при залповом использовании торпед, когда одна торпеда подсвечивает цель, а вторая скрытно наводится по отражённым

от цели сигналам. Все они используют цифровое формирование многолучевых характеристик (более 4 лучей) направленности в приёме и излучении, выбор которых определяется тактической ситуацией и характеристиками окружающей среды.

Наличие многолучевой характеристики направленности позволяет не только повысить производительность поиска и скорость сближения (коллизонное наведение), но и обеспечить повышение помехозащищённости как от имитаторов, так и от подавителей, а также попадание в наиболее уязвимую точку цели и наведение на лежащую на грунте и приледнённую цель.

Все они способны работать в многоцелевой (от 7 до 10-12 целей) ситуации, используют цифровую обработку принимаемых сигналов и информации, получаемой за несколько акустических циклов, для определения пространственного положения, элементов движения и выделения цели на фоне естественных и искусственных помех с последующей классификацией в процессе сближения.

В системах самонаведения торпед Mk 48 Мод.6АТ и 7, F-21, «Блэк Шарк», «Спирфиш Мод.1» и TP-62 используются плоские антенные решётки с цифровым формированием множества лучей в излучении и приёме, обеспечивающие сектор обзора до $\pm 60^\circ \times \pm 35^\circ$, что исключает необходимость использования поисковой змейки.

В торпед ДМ2А4 используется конформная антенна с многолучевой характеристикой направленности, обеспечивающей сектор обзора в горизонтальной плоскости до $\pm 110^\circ \times \pm 24^\circ$ [22]. Ранее подобная антенна использовалась в итальянской торпед А-184 Мод.1, имевшей максимальную скорость хода менее 35 узлов. Однако итальянцы отказались от её использования в торпед А-184 Мод.3 и «Блэк Шарк» из-за того, что на скорости более 40 узлов резко возрастает ходовая помеха по боковым лучам, сужая сектор обзора.

Кроме дальности действия, более важное значение имеют помехоустойчи-

вость в сложных окружающих условиях и помехозащищённость ССН от имитаторов (ловушек), а также приборов прицельной или заградительной (широкополосной) помехи.

В Германии запатентован метод использования акустического неконтактного взрывателя при стрельбе по НК, буксирующему средству гидроакустического противодействия (ГПД) типа «Никсе», для фиксации прохода кильватерного следа (КС) НК после наведения на источник шума с разворотом в сторону буксирующего корабля и самонаведением на него.

По имеющейся информации, немецкая торпеда ДМ2А4, французская торпеда F-21 и итальянская «Блэк Шарк» оснащены трёхлучевой системой самонаведения по КС НК, используемой совместно с акустической ССН, однако в рекламном ролике по торпед F-21 показан только вариант её использования как индикатора прохода КС НК и атаки цели горизонтальным гидролокатором. Согласно рекламным материалам, во всех этих торпедах ССН по КС и их антенны размещены на цилиндрической части корпуса, что вызывает сомнение в работоспособности ССН на высокой скорости хода.

Направления исследований по созданию перспективных ССН определяются не только стремлением обеспечить скрытное сближение торпеды с целью с последующим нанесением неотразимого удара с малой дистанции, но и развитием средств ГПД и средств физического уничтожения – антиторпед.

К новейшим средствам противодействия, способным, по заявлению разработчиков, успешно бороться как с устаревшими, так и с новейшими торпедами, относится разработанный DCNS прибор ГПД «CANTO», одновременно работающий как подавитель и как имитатор. Залп из двух приборов «CANTO» обеспечивает создание и постоянное обновление в зоне 360° сотен ложных целей, что существенно превышает вычислительные способности



Рисунок 8 – Дрейфующий имитатор-уничтожитель «Torbuster»

ССН, способных работать в присутствии не более 10-12 целей [21].

К новейшему поколению приборов ГПД относится и израильский дрейфующий имитатор-уничтожитель «Torbuster», оснащённый зарядом взрывчатого вещества около 50 кг, обеспечивающим как минимум вывод из строя приёмно-излучающей антенны атакующей торпеды [23].

Известны следующие направления исследований:

1. Использование скрытной локации с использованием сложных (в том числе шумоподобных) сигналов малой амплитуды и большой длительности и/или сигналов специальной формы, обеспечивающих низкую вероятность перехвата и распознавания (Великобритания, США).

По некоторым данным, скрытная локация будет использована уже в новой модификации торпеды «Спирфиш», работы по которой планировалось завершить в 2017 году. Скрытная локация, видимо, в ближайшее время найдёт и в новейшей модификации торпеды Mk 48 Мод.7

2. Сверхширокополосность и сверхнаправленность – формирование множества узких характеристик направленности, обеспечивающих высокое угловое разрешение близко расположенных по углу источников сигналов (США).

3. Возможность получения и использования информации по гидроакустическому каналу от внешних источников целеуказания.

БЗО И ВЗРЫВАТЕЛИ

Все новейшие универсальные торпеды оснащены пожаро- и взрывобезопасными боевым зарядным отделением (БЗО), отвечающими требованиям стандартов STANAG 4439 и MURAT-2, и несут заряд взрывчатого вещества массой 200-300 кг, достаточного для поражения крупного корабля. Все они оснащены контактными и неконтактными взрывателями (НВ). При этом в торпед ДМ2А4, «Спирфиш» и Mk-48 применяются электромагнитные НВ (по некоторым данным, в Mk 48 Мод.5 применён цифровой НВ двухрежимный либо реагирующий на два поля корабля), а в торпедах TP-62, «Блэк Шарк» и F-21 – акустические НВ, обеспечивающие подрыв под немагнитной целью. НВ используются при стрельбе по НК, обеспечивая подрыв на оптимальном расстоянии под килем (6-8 м). При стрельбе по ПЛ используются контактные и неконтактные взрыватели с уменьшенной дистанцией срабатывания (порядка 2-3 метров). Торпеда «Спирфиш», в отличие от других, несёт комбинированный заряд: 60-килограммовый кумулятивный и 240-килограммовый фугасный. В первой модификации этой торпеды планируют использовать новое БЗО, отвечающее требованиям НАТО по безопасности, тип которого неизвестен.

В США ведутся исследования по созданию пожаро- и взрывобезопасного БЗО с уменьшенными массогабаритными характеристиками и увеличенным тротиловым эквивалентом [16], что может обеспечить выделение дополнительного объёма для повышения транспортных характеристик или снижения переутяжеления.

ПРИБОРЫ УПРАВЛЕНИЯ И СИСТЕМА ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

Все без исключения новейшие торпеды используют бесплатформенные инерциальные навигационные системы, работающие в земных координатах, что не только гарантирует необходимую точность и управляемость, но и позволяет решать

задачу обеспечения безопасности как стреляющего корабля, так и дружественных кораблей.

Сегодня все, даже устаревшие универсальные торпеды оснащены лодочными шланговыми катушками телеуправления, обеспечивающими снижение вероятности обрыва линии связи до 0,01 и возможность залпового использования. Для сравнения: вероятность обрыва буксируемой катушки торпеды Mk 48 Мод.1 составляла около 0,2. Скорость ПЛ в процессе телеуправления не должна была превышать 15 узлов. При практических стрельбах скорость стреляющей ПЛ была в диапазоне от 5 до 14,5 узлов, а большей частью порядка 8 узлов.

Внедрение шланговой катушки потребовало внесения изменений в конструкцию торпедного аппарата (ТА) и проведения ручной операции при зарядке и перезарядке ТА. Остаются и ограничения по скорости, поскольку набегавший поток прижимает шланг, так же как и буксируемую катушку, к корпусу ПЛ.

Внедрение волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) в систему телеуправления торпед ДМ2А4 и «Блэк Шарк» позволяет увеличить объём и скорость передачи информации, что при длине торпедной катушки 50 километров позволяет использовать торпеду как выносной гидролокатор,

использовать ПЛ как узел связи между торпедами залпа, а в перспективе вести обработку сигналов, принимаемых ССН торпеды, на борту ПЛ [24]. В торпед ДМ2А4 уже сегодня используется «истинный звуковой канал», обеспечивающий передачу огибающей входного сигнала ССН на ПЛ [25]. Согласно имеющейся информации, торпеда Mk 48 в середине 1980-х годов также была оснащена шланговой лодочной катушкой, но двухпроводной линией связи [26]. Однако есть основания предполагать, что примерно в 2015 году и эта торпеда могла быть оснащена ВОЛС.

Сегодня ВМС США и стран НАТО для электрического ввода данных используют унифицированную систему с разъемом и срезаемым кабелем, впервые применённую на торпед Mk 37. Эта система является более удобной и надёжной, хоть и требует при загрузке торпеды в торпедный аппарат проведения ручной операции по стыковке разъёма с крышкой торпедного аппарата.

ВЫВОДЫ

Стремление США и их союзников сохранить и использовать в полной мере своё преимущество в дальности обнаружения (особенно в условиях мелководья, резко сокращающих дистанции стрельбы) диктует им необходимость создания бесшумно за-



Рисунок 9 – Торпеда Mk 37

пускаемого «невидимого» телеуправляемого торпедного оружия, способного скрытно сближаться с целью и наносить неотразимый удар на высокой скорости с дистанции, не оставляющей противнику времени на принятие ответных мер.

Поскольку создание торпеды, способной двигаться и управляться в диапазоне скоростей от 8-10 до 50-60 узлов, является сложной технической проблемой, в качестве альтернативы рассматривался вариант создания «невидимого» относительно тихоходного аппарата – носителя короткобойной высокоскоростной боевой части.

Данные о программе модернизации торпеды Mk 48 Мод.7 свидетельствуют о

том, что сегодня преимущество отдаётся увеличению дальности хода и «невидимости» торпеды за счёт снижения минимальной скорости путём уменьшения переутяжеления, в том числе и за счёт снижения требований к максимальной скорости до 50 узлов и менее.

Такая торпеда должна обеспечить эффективное применение как с использованием собственных средств целеуказания ПЛ, так и с использованием информации от внешних средств целеуказания (например, мобильно развёртываемых систем освещения подводной обстановки, разрабатываемых по отдельным программам).

ЛИТЕРАТУРА

1. Куренков, В. Перспективы развития торпедного оружия ВМС зарубежных стран / В. Куренков // Зарубежное военное обозрение. – 2008. – № 1. – С. 68-76.
2. Naval Forces, 1984, v. 5, № 2, pp. 80-83, 86, 87.
3. USNIP, v. 115, № 4, p. 133.
4. Future submarine torpedo options, Asia-pacific Defence Reporter, 31st Aug 2011.
5. International Defense Review, 1993, № 1.
6. Inside the Pentagon, 1992, v. 8, № 38, September.
7. International Defense Review, 1980, v. 13, № 8, p. 1188.
8. Maritime Defence, v.13, № 4, November 1988, pp. 421-423.
9. UK heavyweight torpedoes – A major advance // «Warship 88» International Symposium on «Conventional Naval Submarine» 3-5 May 1988, London.
10. Big hitters: heavyweight torpedoes follow an incremental course / Ben Goodlad, Luca Peruzzi and Richard Scott. – JANE's Navy International, 2015.
11. Naval Forces № III, 1989, vol. X, pp. 78-86.
12. Osborne G.F. «The Spearfish» Propulsion System // GEC Review, vol. 13, № 3, 1998, pp. 150-162.
13. Future submarine torpedo options. // Asia Pacific Defence Reporter, 2010.
14. Рекламные материалы по торпедо DM2A4.
15. Рекламный буклет по торпедо F-21.
16. International Defense Review v. 25, № 9, 1992.
17. Meyers B., Cancelliere F., LaPointe K. Torpedoes and Next Generation of Underwater Weapons // An Assessment of Undersea Weapons Science and Technology The National Academy of Sciences. 2000.
18. Рекламный проспект F-21 The Franch Navy's new heavyweight torpedo.
19. Underwater vehicle, Kalse Engineering Inc., Texas.
20. IHS Jane's International Defence Review, v. 50, p. 14, March 2017.
21. Leuchner H-W. Effektor Sonar for Applications in Shallow Waters. – UDT EUROPE 2009.
22. Рекламный проспект DCNS «CANTO FOR SUBMARINE».
23. Defense Marketing Services. «Warships» 1985.
24. Рекламный проспект RAFAEL «Torbuster. Hard Kill Torpedo Defense».
25. Richard Scott. Knockout blow: torpedoes primed to deliver a heavyweight punch // JANE's International Defense Review, v. 41, p. 56-63, September 2008.
26. DM2A4 Torpedo – Archived 3/97, Warship Forecast. March 1996.

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОСХЕМ ИЗДЕЛИЙ

В статье освещаются вопросы качества электропитания электросхем, методы уменьшения взаимовлияния и помехозащищённости при работе электросхем. Представлены исследования процесса контроля блоков и жгутов системы бортовой электрической схемы, а также предложения по повышению качества контроля. Акт сделан на разработку электросхем приборов ГПД.

ВВЕДЕНИЕ

Современная электросхема представляет собой разветвлённую функциональную систему, обеспечивающую взаимодействие всех блоков и узлов изделия, направленного на выполнение изделием поставленной задачи.

Электросхема состоит из электроблоков, жгутов и источников питания. Она также может включать в себя отдельные ветви магистральных интерфейсов типа «МКИО» или «RS». Жгуты могут содержать до 200 независимых цепей и включать в себя также цепи интерфейсов.

Требования к электросхемам следующие:

- безопасность работы при подготовке изделия в цехе к испытанию и в процессе эксплуатации на флоте;
- обеспечение качественного питания всех блоков и узлов, входящих в схему изделия;
- помехозащищённость электроблоков, исключение или уменьшение до минимума взаимовлияния работы блоков друг на друга;
- надёжность работы электросхемы;
- обеспечение контроля при изготовлении, подготовке в цехе и на флоте.

При изготовлении блоков и жгутов к ним предъявляются следующие требования контроля, которые указываются в технических требованиях на изделие:

- проверка сопротивления изоляции;
- проверка блоков и жгутов на соответствие схеме;
- контроль блоков и жгутов на отсутствие ложных связей;

– правильность функционирования в соответствии с алгоритмом схемы.

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

В современных электросхемах требования к качеству питания значительно возросли в связи с применением наряду с мощными импульсными устройствами слабых микросхем, программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), контроллеров, а также введение в кабельную систему магистралей обмена. Например, в изделиях ГПД 2547 и 2600 по сигналам от контроллеров начинают работать одновременно четыре рулевых машинки, пусковой ток каждой из которых составляет 9 А, и происходит переключение скоростей, при этом срабатывают пять переключателей, ток каждого из которых составляет 3,5 А, и контактор, ток которого равен 5 А. Одновременно срабатывают от 4 до 11 пиропатронов, ток срабатывания каждого из которых составляет 3 А. Если следовать традиционным методам разработки электросхем, то падение напряжения в цепях электронных блоков от работы силовых устройств составит 5-8 В. При этом величина электромагнитных наводок за счёт крутых фронтов токов, паразитных индуктивностей и ёмкостей цепей и монтажа невозможно вычислить, она только может быть измерена экспериментально. На практике форма импульса выводится на осциллограф, и искажения формы напряжения регистрируются только при анализе сбоев.

К традиционным методам улучшения

качества питания и помехозащищённости можно отнести:

- разнесение по времени пиковых нагрузок и компенсация импульсов обратно включёнными диодами;
- экранирование цепей, заземление, металлизация;
- скрутка проводов с экранированием и заземлением на корпус.

К нетрадиционным методам уменьшения взаимовлияния и улучшения питания можно отнести методы, применённые при разработке электросхем ГПД 2547 и 2600:

- «веерный» способ подключения нагрузок, когда силовые и импульсные потребители питаются по автономным цепям, а электроблоки, содержащие ПЛИС, контроллеры и другие слаботочные элементы, – по другим независимым цепям;
- уменьшение пульсаций и бросков тока за счёт подпитки от дополнительного источника на момент провала напряжения основного источника – «демпфирования». При этом значительно уменьшается влияние работы мощных потребителей на электронику.

1. Веерное подключение нагрузок

На рисунке 1 представлена схема подключения нагрузок веерным способом.

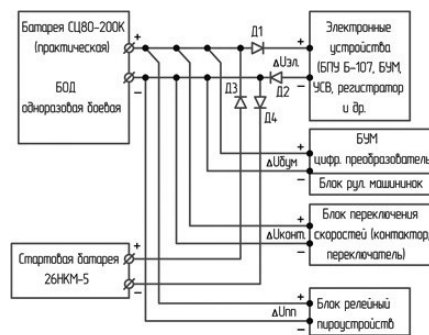


Рисунок 1 – Схема веерного питания:

$$\Delta U_{\text{п}} = R_{\text{п пров.}} \times I_{\text{п}} + R_{\text{ист.}}$$

где ΔU – падение напряжения, п – потребители, $R_{\text{ист.}}$ – внутреннее сопротивление источника тока

Этот нетрадиционный метод заключается в том, что, в отличие от последовательного питания (рисунок 2), все потребители подключены к источнику питания по автономным цепям. За счёт этого падение напряжения в силовых цепях (величина может составлять 5-8 В), переходные процессы, дребезг контактов реле и горение дуги в пиропатронах в момент их срабатывания не проходят в блоки электроники, включающие микросхемы, ПЛИС, критичные к выбросам, провалам и помехам, содержащихся в более высоких гармониках токов силовых цепей.

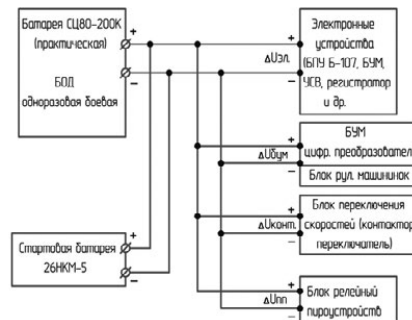


Рисунок 2 – Последовательное питание:

$$\Delta U_{\Sigma} = \Delta U_{\text{э}} + \Delta U_{\text{бум}} + \Delta U_{\text{конг}} + \Delta U_{\text{плп}},$$

где ΔU – падение напряжения, $\Delta U_{\text{п}} = \Delta U_{\Sigma}$

К сожалению, при веерном способе не исключается взаимовлияние через источник питания. Так как любой источник имеет внутреннее сопротивление, индуктивность и ёмкость, а электромашины генераторы в тепловых торпедах – значительные индуктивности, то протекание тока, например, от силового блока рулевых машинок будет влиять на ток в цепях электронных устройств (БПУ, БКУ, БЦОСС и др. – изделия 2547, 2600).

Взаимовлияние с точки зрения качества питания целесообразно рассматривать следующим образом:

- наводки на постоянное напряжение питания выбросов, провалов, систематических колебаний-пульсаций (как

правило, порядка единиц-десятков Гц), нестабильность постоянной составляющей, вызванные работой силовых и импульсных устройств;

- гармоники более высокого порядка, которые наводятся на цепи электроники, несмотря на экранирование, скрутки и другие мероприятия, в том числе и через межпроводные ёмкости и индуктивности.

2. Улучшение качества питания методом компенсации пульсаций

Взаимовлияние работы исполнительных систем торпеды друг на друга через источник питания уменьшаются в значи-

тельной степени включением в цепи электронных устройств в демпферном режиме автономного источника питания (стартовой батареи 26НКМ-5, схема изделий 2547 и 2600). На рисунках 3 и 4 представлены графики напряжения питания ($U_{\text{прис}}$) электронных устройств, зарегистрированных в процессе натурных испытаний изделиями 2547 и 2600 с ПЛ на Северном флоте и с опытового судна на Ладоге. Рисунок 3 соответствует испытанию № 5 изделия 2600 в июне 2008 г. на Ладоге без подпитки цепей электроники автономным источником питания.

На графике чётко видны переходы

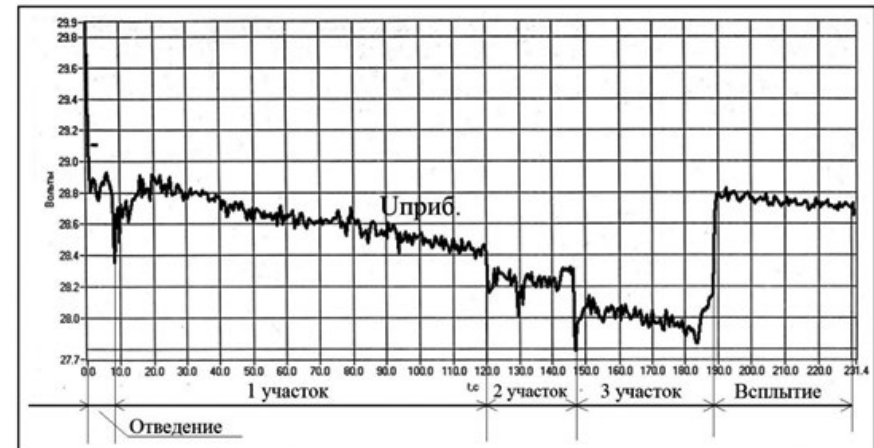


Рисунок 3 – Испытание № 5 от 10.06.2008 г., Ладога, изделие 2547.

$U_{\text{прис}}$ без подпитки от батареи 26НКМ-5

изделия с одного участка на другой, когда переключаются все четыре РМ изделия, отключается и вновь включается контактор, переключатели устанавливаются в другом сочетании. При этом ток в импульсе достигает величины 50 А. Величина провалов напряжения колеблется от 0,6 до 0,8 В с крутыми фронтами. Системные пульсации по амплитуде равны 0,1 В с частотой, равной примерно 1 Гц, и синусоидальной огибающей с частотой, равной примерно 10 Гц. Особенностью графика рисунка 3 является

отсутствие положительных выбросов напряжения. По нашему мнению, это явление объясняется свойствами источника – аккумуляторной батареи 200 СЦ-80 К. Положительные выбросы низкой частоты батарея гасит, а высокие частоты (например, «иглолки») она не пропускает, и они проходят на электронику. На графике рисунка 4 это положение подтверждается. Форма записи $U_{\text{прис}}$ имеет постоянный характер, переходов на участки нет, видны пульсации высокой частоты – «иглолки».

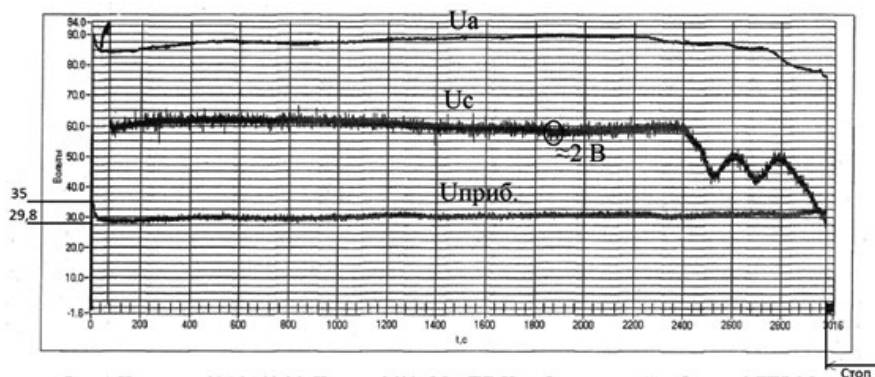


Рисунок 4 – Испытание № 4 04.02.2006 г., Северный флот, изделие 2600.
U_{приб.} с подпиткой от батареи 26НКМ-5

Таким образом, эффективность метода демпферной подпитки цепей электроники подтверждается. К сожалению, на предприятии не проводились исследования частотных характеристик батареи типа СЦ-80. В 1990-х годах в секторе источников тока снимали частотные характеристики батарей типа НКП и тепловых в рамках темы «Сияние». В результате было установлено, что батареи типа НКП и тепловые при работе на нагрузку обрабатывали частоты в сотни кГц с очень чёткими фронтами, но режим «демпфирования» не исследовался.

3. Обеспечение качества питания схем электронных устройств

Упомянутые в 2.1 и 2.2 приёмы улучшения качества питания бортовой сети не являются идеальными, и при разработке схем электронных устройств необходимо решать конкретную задачу по обеспечению необходимых параметров питания каждой микросхемы. Задача решается с помощью вторичных источников питания типа МДМ, СПН и др., а также применением ёмкостных фильтров либо дросселей на входе и выходе источников. Важно обеспечить подавление нежелательных пульсаций и бросков напряжения в заданном диапазоне частот. Тем не менее в реальных условиях натурных испытаний возможны временные непредсказуемые отклонения режимов питания,

вызванные не столь часто, но достоверно, например, переходом какого-то устройства во внештатный режим работы.

Обеспечение качества питания необходимо рассматривать в определённой последовательности:

- теоретическая разработка схемы;
- макетирование;
- физико-математическое моделирование в составе комплекса;
- цеховая отработка – функционирование изделия в сборе;
- натурные испытания и анализ регистрации параметров работы систем.

4. Метод локализации помех от срабатывания пиропатронов

В 1990-х годах при разработке схемы РГБ «Сияние» возникла необходимость в локализации помех от срабатывания пиропатронов. Эта проблема была решена проведением опытной отработки около 150 пиропатронов различного типа (ПДО, ПП-8, ДП-4, УДП-2 и ПЭП-Т) от конденсаторов. В качестве источников использовались электромашинный генератор и батарея типа НКП. Форма импульса записывалась на запоминающий осциллограф С1-93. Номиналы электролитических конденсаторов составляли величины от 50 до 300 мкФ. Форма импульса представлена на рисунке 5.

Схема работает следующим образом:

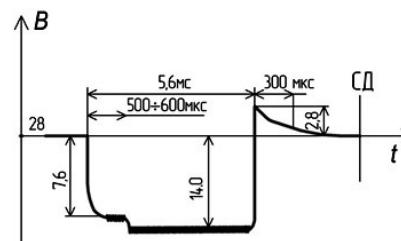


Рисунок 5 – Типовая циклограмма срабатывания пиропатронов

заряд ёмкости осуществляется через ограничительный резистор малым током в течение $50 \div 100$ мс, в момент срабатывания пиропатрона цепь зарядки отключается от источника и бортсети контактами реле.

В процессе опыта не наблюдалось ни одного несрабатывания пиропатрона от конденсатора.

Традиционная схема работы пиропатронов, которая введена во все изделия Концерна, заключается в том, что на расстоянии ≈ 800 мм от пиропатрона через разъём безопасности подаётся питание по экранированным цепям на срабатывание пиропатрона. Эти цепи называются опасными. Команду на срабатывание даёт цифровое устройство. Согласование осуществляется специальным блоком – РБП (релейный блок пироустройств), который содержит реле и ограничительные резисторы. При срабатывании пиропатронов бросок по питанию разносится по всей кабельной электросхеме изделия и часто выводит из строя программу цифровых устройств. Поэтому на время импульса программа цифрового устройства блокируется так называемой маской. Например, в изделии 2547 одновременно срабатывают семь пиропатронов в приборе 1Б и четыре пиропатрона в БОД, то есть импульс тока составит 22А.

Таким образом:

- убираются электромагнитные помехи за счёт исключения импульса тока;
- ликвидируются опасные цепи, так как конденсатор может быть установлен прямо на пиропатрон;

– память цифрового устройства можно освободить от необходимости защиты от броска тока при срабатывании пиропатрона.

Недостатком схемы работы пиропатронов от накопителей является необходимость тренировать конденсаторы. Но это успешно решается цеховыми отработками изделий перед подачей на ПЛ, а в случае экстренной подачи без цеховой отработки изделия включение заряда конденсаторов необходимо начинать в трубе ТА ПЛ.

Расчёт необходимой мощности и номиналов конденсатора:

$$W = U^2 C / 2,$$

где W – мощность, Дж;

C – ёмкость, Ф;

U – напряжение, В.

Мощность, необходимая для поджига пиропатрона:

$$P = I^2 R,$$

где P – мощность, Вт;

I – ток, А;

R – сопротивление, Ом.

Параметры самого мощного пиропатрона (УДП2):

- 2 А – гарантированный ток срабатывания;
- 2 Ом – сопротивление мостика;
- 0,01 с – ток срабатывания пиропатрона.

Необходимая мощность

$$P = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ Вт},$$

что соответствует

$$W = 8 \times 0,01 = 0,08 \text{ Дж}.$$

Тогда ёмкость конденсатора, необходимая для срабатывания любого пиропатрона,

$$C = 2 \times 0,08 / 27^2 = 0,0002 \text{ Ф} = 200 \text{ мкФ},$$

где 27 В – напряжение в бортовой сети.

ВОПРОСЫ КОНТРОЛЯ БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСХЕМЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ

В начале статьи обозначены требования к контролю кабельной системы.

Контроль современных электросхем приобретают первостепенное значение по двум причинам:

1. В связи с введением программируемых электронных блоков и магистральных интерфейсов возрастают требования к качеству монтажа, а при контроле жгутов и блоков – к обнаружению ложных связей.

2. В процессе отработки изделия в сборе даже незначительная монтажная ошибка требует, как правило, переборки всего объёма кабелей и блоков, увеличивая трудоёмкость и время подготовки изделия.

В качестве примера можно привести один из случаев необнаружения ложных связей.

В конце 2017 года в лаборатории № 2 проверялось функционирование двух отсеков 2600.004.000, поступивших из Индии по рекламации и отремонтированных на заводе «Двигатель». На отсеке № А2118 не перекладывались горизонтальные рули. После анализа выяснилось, что причиной отказа является наличие ложных связей в транзитных цепях обмена ПЛБ и БПУ Б-26 в блоке БРА 2600.004.095 № 2015. Блок возвратили в цех для устранения брака. Для проверки 31 цепи блока необходимо произвести 527 операций контроля прибором на 100 В. Через несколько дней блок вернули на функционирование с диагнозом «Исправен». Однако проверка показала, что дефект не устранён. Так повторялось несколько раз, пока цеху не было указано перемонтировать все цепи блока. После перемонтажа дефект исчез и впоследствии не проявлялся. Эта операция заняла один месяц, хотя при наличии в цехе средств автоматизированного контроля жгутов и блоков этот дефект обнаружился бы на этапе изготовления.

Это привело к пролонгированию договорных сроков с инозаказчиком.

Проверка наличия ложных связей обеспечивается контролем прибором на ≥ 100 В сопротивления изоляции каждого контакта со всеми цепями жгута или блока. Количество операций выражается формулами:

$$P = (n - 1) + (n - 2) + (n - 3) + \dots + (n - n)$$

или

$$P = n + n/2 \times (n - 1),$$

где P – количество операций, n – количество контактов на всех разъёмах.

Таким образом, если жгут содержит 100 независимых цепей, то для контроля ложных связей необходимо произвести 5050 операций, если 200, то 21900 операций. Естественно, эти операции должна выполнять машина, но в Концерне они до сих пор выполняются вручную, при этом качество и надёжность контроля страдают из-за человеческого фактора. В то же время в «Мортеплотехнике», например, успешно эксплуатируется установка для контроля жгутов и блоков «Лиана 100Н». Автор статьи неоднократно указывал на необходимость приобретения аналогичной машины для «Гидроприбора», но безрезультатно. Предприятие продолжает терять время и свой имидж, затрачивая силы на поиск отказов, количество которых могло бы быть значительно уменьшено.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность описанных методов уменьшения влияния работы силовых устройств на электронику подтвердилась в процессе цеховых отработок и натурных испытаний изделий 2547 и 2600. Из 15 натурных испытаний на Ладоге и СФ с ПЛ в течение 2008-2015 годов только одно испытание было аварийным.

2. Демпфирование – сглаживание пульсаций подключением дополнительного источника – требует дополнительных исследований, в частности, режима демпфирования высоких частот. Такие испытания не проводились, кроме описанных в пункте 2.2.

3. Локализация помех от срабатывания пиропатронов может быть применена при условии дополнительных опытных исследований.

4. Влияние работы силовых устройств на электронику можно уменьшить объединением цепей силовых и электронных устройств в автономные кабели, тем самым

исключив взаимовлияние через паразитные межпроводные ёмкости и индуктивности.

Кроме этого, питание электронных и силовых устройств предлагается осуществлять от промежуточных вторичных источников типа МДМ. Применять МДМ необходимо с учётом их особенностей:

- отфильтровать собственные шумы;
- установить фильтры на входе и выходе, обеспечив требуемое качество питания микросхем;

- ограничить пусковые токи;
- учесть время выхода на режим.

4.5 Повышение качества контроля с использованием автоматизированных систем позволит уменьшить трудоёмкость функционирования изделий, увеличит их надёжность и повысит конкурентоспособность Концерна на внутреннем и международном рынках.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Мозгалевский. Автоматический поиск неисправностей. – М., 1967. – 262 с.
2. Г. Отг. Методика подавления шумов и помех в электронных системах. – М., 1979. – 317 с.
3. В. Л. Шило. Линейные интегральные схемы в электронной аппаратуре. – М., 1974. – 310 с.
4. С. Робертс. Фильтрация шумов, пульсаций и электромагнитных помех на входе и выходе DC/DC-преобразователей // Электронные компоненты и системы. – 2007. – № 3. – С. 41-44.

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНФОТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

В статье рассматриваются недостатки имеющихся способов морской сейсморазведки, связанные с аналоговым сигналом, и предлагается новый способ с применением оптического фильтра.

Реализация лазерных технологий в морском приборостроении помогает в эффективном решении различных задач на морских акваториях, способных внести существенный вклад в обеспечении роста экономического благосостояния российского государства. В настоящее время продолжается интенсивное освоение арктического региона, богатого углеводородами и многими другими полезными ископаемыми. Все эти богатства залегают в труднодоступных районах на различных глубинах. Задача их нахождения заключается в проектировании и создании подводных робототехнических комплексов (РТК), имеющих на борту системы сейсморазведки. Небольшое водоизмещение РТК накладывает существенные ограничения на такие системы в вопросах их технических характеристик, то есть весов и габаритов. Сказанное означает, что принципы создания систем сейсморазведки в районах Арктики должны опираться на технологии, способные обеспечить высокую достоверность при небольших размерах.

Существуют различные способы проведения сейсморазведки в Мировом океане. Например, в 2006 году был предложен так называемый способ морской поляризационной сейсморазведки, который основан на размещении акустических приёмников звуковых волн в водной среде [1]. Особенностью этого способа является синхронное излучение гидроакустических сигналов в диапазоне частот 2,0-5,0 кГц, их приём и регистрация группами сейсмоприёмников по методике многократных перекрытий. Недостатки способа – низкая достоверность и точность морской разведки, потому что сейсмоприёмники формируют аналоговый

электрический сигнал, подверженный поражению электромагнитными наводками.

Известен ещё один способ морской сейсморазведки, предложенный в 2005 году, который включает совокупное сравнение результатов синхронных измерений донными гидрофонами [1]. В качестве гидрофонов применяют установленные в заданном районе автономные донные сейсмические станции и буксируемые сейсмические косы ближней и дальней зон. Недостатками данного способа являются:

- использование сейсмокос, что для высоких широт проблематично;

- низкая достоверность и точность морской разведки, так как гидрофоны формируют аналоговый электрический сигнал в результате деформаций преобразователей.

Любопытен способ сейсморазведки от 1998 года, который основан на регистрации естественного сейсмического фона по трём компонентам не менее чем двумя гидрофонами до и после генерирования сейсмических колебаний с частотой 0,1-70 Гц. Недостатки данного способа аналогичны ранее рассмотренным. Это, во-первых, возможные искажения аналоговых электрических сигналов побочными электромагнитными излучениями, что ухудшает достоверность полученных данных, а во-вторых, низкая надёжность, так как произвести генерирование сигнала в диапазоне 0,1-1 Гц сложно.

Проведённый анализ показал, что основным недостатком существующих систем морской сейсморазведки является аналоговый сигнал – источник информации о наличии углеводородов и минералов в толще грунта на глубине [2]. Для его устранения необходимо его преобразование в све-

товой. Для этого механические колебания преобразователей гидрофона предлагается передавать на оптический фильтр, роль которого способна выполнять решётка Брэгга (рисунок 1). Решётка Брэгга облучается световым потоком оптического диапазона длин волн $\Delta\lambda$ ($\lambda=400...700$ нм), формируемым ла-

зерным излучателем с перестраиваемой длиной волны.

Предложенный способ морской сейсморазведки поясняется рисунком 1, на котором показана конструкция прибора с оптическим фильтром [2]:

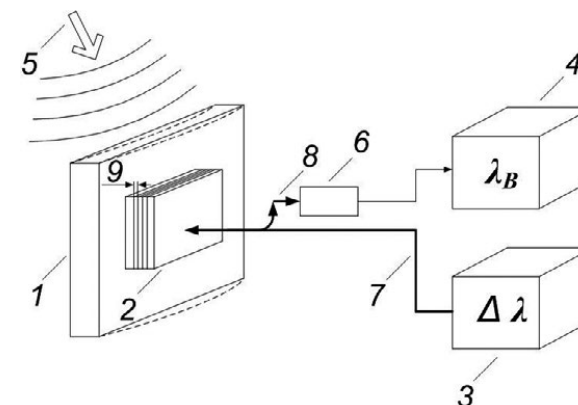


Рисунок 1 – Конструкция прибора с оптическим фильтром:

1 – гидрофон (электромеханический преобразователь); 2 – решётка Брэгга (оптический фильтр); 3 – лазерный излучатель с перестраиваемой длиной волны (источник света оптического диапазона длин волн); 4 – оконечное устройство (индикатор); 5 – направление прихода звуковой волны на электромеханический преобразователь сейсмического приёмника гидрофонного типа (датчика давления); 6 – фотодетектор (преобразователь «свет-сигнал»); 7 – волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС), по которой световой поток в оптическом диапазоне длин волн $\Delta\lambda$ подаётся на оптический фильтр, роль которого выполняет решётка Брэгга; 8 – ВОЛС, по которой световой поток с длиной волны Брэгга λ_B поступает на фотодетектор; 9 – расстояние между интерференционными максимумами в решётке Брэгга, эквивалентное степени деформации электромеханического преобразователя.

Указанная конструкция является волоконно-оптическим гидрофоном, так как реализует в своём составе функции гидрофона с использованием оптоволоконна.

Как следует из рисунка 1, решётка Брэгга в волоконно-оптическом гидрофоне облучается световым потоком лазерного излучателя с перестраиваемой длиной волны в оптическом диапазоне длин волн $\Delta\lambda$. Все эти волны, за исключением одной, пропускаются ею к гидрофонам. Полное отражение претерпевает лишь одна волна, длину которой можно назвать λ_B – длиной волны Брэгга.

Зависимость длины волны Брэгга от деформации описывается уравнением [3]:

$$\lambda_B = 2 \cdot n_{эфф} \cdot d ,$$

где $n_{эфф}$ – эффективный показатель преломления света в волокне решётки Брэгга;

λ_B – длина волны Брэгга;

d – расстояние между интерференционными максимумами в оптоволоконной решётке Брэгга в зависимости от деформации электромеханического преобразователя гидрофона.

В результате отражения ударной волны от пластов земной коры образуются волны 5, которые проходят от грунта либо сквозь толщу воды на гидрофоны (гидроакустические приёмники), размещаемые подводных робототехнических комплексах.

Гидрофоны 1 выступают в роли датчиков избыточного давления. Их деформации передаются на решётку Брэгга 2. Сюда же по волоконно-оптической линии связи 7 подаётся световой поток с лазерного излучателя 3. С прибора 2 световой поток с длиной волны λ_B по волоконно-оптической линии связи 8 поступает на фотодетектор 6, после чего преобразуется в «цифру» и в цифровом виде индицируется на окончательном устройстве 4, в роли которого выступает предположительно цифровой индикатор.

Отличительной особенностью решётки Брэгга является её способность быть оптическим (световым) фильтром: из широкого спектра длин волн область вариаций показателя преломления пропускает весь свет, кроме одной длины волны, называемой длиной волны Брэгга (брэгговской длиной волны). Для брэгговской длины волны выполняется условие (1).

Даже слабая модуляция показателя преломления является достаточной для достижения почти полного отражения длины волны Брэгга λ_B , входящего составной частью в падающий световой поток.

Одним из основных факторов, от которых зависит брэгговская длина волны λ_B , является натяжение оптоволокна в решётке Брэгга 2 [4]. В свою очередь, это натяжение определяется степенью деформации 9 гидрофона 1, которая зависит от коэффициента отражения углеводородов и минералов.

Следует отметить, что практически все частоты $\Delta\lambda$ светового потока, формируе-

мого лазерным излучателем 3, проходят через оптический фильтр 2 без искажений. В нём претерпевает полное отражение только одна частота, соответствующая длине волны Брэгга λ_B . Она зависит от коэффициента отражения геологического разреза породы земной коры, на который падает ударная волна. В зависимости от типов грунта λ_B может изменяться, поэтому длина волны света выступает в качестве информационного параметра, позволяющего снизить следующие геологические риски на этапе разработки месторождений.

ВЫВОДЫ

Таким образом, лазерные технологии в создании морских систем и приборов, например волоконно-оптических гидрофонов, обеспечивают [5]:

- повышение достоверности данных при проведении сейсморазведки за счёт устойчивости формируемого оптическим фильтром светового потока к электромагнитным наводкам;
- снижение взаимного влияния информационных каналов в сейсмических кодах друг на друга;
- широкий динамический диапазон получаемых данных сейсморазведки;
- построение более корректной геолого-геофизической модели среды;
- возможность получения цифрового сигнала с электромеханических датчиков сейсмического приёмника гидрофонного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буриличев, А.В., Ефременко, С.В., Наумов, Л.А. Выполнение исследовательских работ на хребте Ломоносова в Северном Ледовитом океане с использованием автономного необитаемого подводного аппарата «Клавесин» / А.В. Буриличев, С.В. Ефременко, Л.А. Наумов [и др.] // Труды IX Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики ГА-2008» РАН. – СПб.: Наука, 2008.
2. Толл, Дж. Подводные лодки и подводные аппараты / Дж. Толл. – М.: ЭКСМО, 2004.
3. Пашин, В.М. Судостроение – основа морской деятельности / В.М. Пашин // Арсенал. – 2010. – № 4(22).
4. Мартынов, В.Л. Особенности подводного поиска объектов с помощью подводных аппаратов / В.Л. Мартынов // Вопросы оборонной техники. – 2007. – Серия 16, вып. 11-12.
5. Мартынов, В.Л., Маловичко, Г.А. Разработка методов повышения эффективности классификации и распознавания малоразмерных целей при совместном использовании гидроакустических и телевизионных средств / В.Л. Мартынов, Г.А. Маловичко // Известия РАН. – 2008. – Вып. 2 (56).

к.т.н. Д.В. ЛЕОНОВ, к.т.н. А.А. ТОМОВ

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА РОТОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НА МАССОГАБАРИТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК

В статье теоретически обосновывается уменьшение активного объёма с увеличением частоты вращения электродвигателя. Показан обобщённый характер графической зависимости уменьшения активного объёма с увеличением частоты вращения электродвигателя, соединённого с двигателем через редуктор.

ным, тепловым и механическим нагрузкам. Поэтому исследования, связанные с увеличением частоты вращения вала электродвигателя, соединённого с двигателем через редуктор, представляют большой интерес для разработчиков.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УВЕЛИЧЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

Основной особенностью электрических машин с возбуждением от постоянных магнитов является наличие постоянного источника магнитной энергии. Величина магнитного поля ограничена геометрическими размерами постоянного магнита и определяется физическими свойствами материала, из которого он изготовлен [1].

Конструкции, в которых используются постоянные магниты, называют индукторами с магнитоэлектрическим возбуждением. Магнитный поток Φ_m между разноимёнными полюсами делится на полезный в зазоре Φ_δ и рассеяния Φ_σ между магнитами и в элементах конструкции.

При известной конструкции индуктора полезный магнитный поток в воздушном зазоре равен

$$\Phi_\delta = \Phi_m - \Phi_\sigma \quad (1)$$

Магнитный поток от поля постоянного магнита, помещённого в конструкцию электрической машины, на участке полюсного деления

$$\tau_p = \frac{\pi \cdot D_a}{2 \cdot p}$$

замыкается по участкам магнитной цепи между парой полюсов p , ограничен в объёме наружного диаметра D_a и длины l_p

УДК 62-133

ВВЕДЕНИЕ

Постоянно растущие требования к увеличению дальности и глубины хода, необходимость наличия мощного заряда для поражения современных надводных кораблей и подводных лодок, обеспечение полукратного превосходства скорости (по отношению к максимальной скорости цели) при сохранении прежних габаритов и массы торпеды ведут к необходимости жёсткой экономии массы всех входящих в торпеду систем, включая их силовые установки.

Снижение массогабаритных показателей при сохранении мощностных и технических характеристик торпедных электрических силовых установок является основной современной тенденцией развития морского подводного оружия. Высокие удельные показатели могут быть достигнуты как за счёт использования современных технологий в части применения новых композитных материалов и сплавов, так и за счёт совершенствования конструкции.

Электрические машины с высококоэрцитивными постоянными магнитами уже много лет используют в различных областях техники, в том числе и для нужд Военно-морского флота. Показатели удельной мощности (кВт/кг) электрических машин с высококоэрцитивными постоянными магнитами выше, чем у любого другого типа электрических машин.

Электрические машины, входящие в состав электропривода необитаемых подводных аппаратов, имеют высокую степень использования по частоте вращения ротора, частоте питающей сети, электромагнит-

размером полюсной дуги $\alpha_\delta = \frac{b_p}{\tau_p}$

по ширине полюса b_p . Величина индукции в воздушном зазоре, обусловленная полем постоянных магнитов [2], равна

$$B_\delta = \frac{\Phi_\delta}{\alpha_\delta \cdot \tau_p \cdot l_\delta} \quad (2)$$

Степень использования материалов и размеры электрической машины определяются величиной электромагнитных нагрузок. Электромагнитными нагрузками являются индукция в воздушном зазоре B_δ и линейная токовая нагрузка якоря A_a .

Величина произведения линейной токовой нагрузки и индукции в воздушном зазоре ($A_a \cdot B_\delta$) определяет величину средней касательной силы F_k на единицу всей поверхности якоря (рисунок 1):

$$F_k = \alpha_\delta \cdot A_a \cdot B_\delta \quad (3)$$

Коэффициент полюсной дуги учитывает то обстоятельство, что индукция действует на протяжении всего полюсного деления, в результате чего среднее электромагнитное усилие на единицу всей поверхности якоря соответственно уменьшается [2].

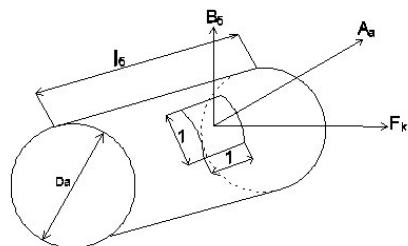


Рисунок 1 – Определение средней касательной силы F_k

Линейная токовая нагрузка якоря представляет собой общую величину тока в обмотке I_a на единицу длины окружности якоря $\pi \cdot D_a$:

$$A_a = \frac{N_a \cdot I_a}{a_p \cdot \pi \cdot D_a}, \quad (4)$$

где N_a – полное число проводников обмотки якоря, a_p – число параллельных ветвей обмотки.

Выражение для электромагнитного

вращающего момента получим, если умножим F_k (3) на площадь поверхности якоря $\pi \cdot D_a^2 \cdot l_\delta$, а затем на плечо $\frac{D_a}{2}$, тогда

$$M_{эм} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D_a^2 \cdot l_\delta \cdot F_k = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot D_a^2 \cdot l_\delta \cdot \alpha_\delta \cdot B_\delta \cdot A_a \quad (5)$$

По нагрузке на валу электрической машины в конечном итоге определяют все её геометрические размеры. Коэффициентом связи между электромагнитным моментом и электромагнитной мощностью служит угловая скорость ротора Ω . Если частота вращения вала ротора n выражена через об/мин, то угловая скорость ротора равна

$$\Omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (6)$$

Если выразить частоту вращения n через об/сек, то выражение (6) преобразуется к виду $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot n$ (7)

Электромагнитная мощность равна

$$P_{эм} = M_{эм} \cdot \Omega = \pi^2 \cdot D_a^2 \cdot l_\delta \cdot \alpha_\delta \cdot B_\delta \cdot A_a \cdot n \quad (8)$$

Коэффициент связи активного объёма с электромагнитными нагрузками называется коэффициентом использования Эссона [2]:

$$C_\Omega = \frac{P_{эм}}{D_a^2 \cdot l_\delta \cdot n} = \pi^2 \cdot \alpha_\delta \cdot A_a \cdot B_\delta \quad (9)$$

Обратная ему величина $C_A = 1/C_\Omega$ называется машинной постоянной Арнольда.

В том случае, когда основные габаритные размеры заданы, коэффициент использования C_Ω определяется по заданным размерам, мощности и частоте вращения.

Коэффициент использования применяется для определения геометрических размеров и электромагнитных нагрузок. Используя выражение (9), найдем активный объём машины:

$$V_a = D_a^2 \cdot l_\delta = \frac{P_{эм} / n}{C_\Omega} \quad (10)$$

Произведение линейной токовой нагрузки и индукции в воздушном зазоре определяется следующим образом [3]:

$$A_a \cdot B_\delta = \frac{C_\Omega}{\pi^2 \cdot \alpha_\delta} \quad (11)$$

От соотношения между линейной токовой нагрузкой и индукцией в воздушном зазоре существенно зависят рабочие свойства машины (энергетические, тепловые).

Разделив произведение линейной токовой нагрузки и индукции (11) на найденное значение индукции от поля постоянных магнитов (2), получим величину линейной токовой нагрузки A_a .

Электромагнитный момент может быть выражен через электромагнитную мощность следующим образом:

$$M_{эм} = \frac{P_{эм}}{\Omega} = \frac{P_{эм}}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad (12)$$

Из выражения (12) очевидно, что при условии постоянной электромагнитной мощности $P_{эм} = const$ с увеличением частоты вращения вала ротора наблюдается следующая тенденция:

– момент уменьшается пропорционально частоте вращения;

– произведение линейной токовой нагрузки и индукции ($A_a \cdot B_\delta$) = const, а также средняя касательная силы $F_k = const$, согласно выражению (9), остаётся постоянной по величине.

Из выражения (12) очевидно, что увеличение частоты вращения при условии постоянного окружного усилия приводит к уменьшению электромагнитного момента и, как следствие, активного объёма машины:

$$V_a = D_a^2 \cdot l_\delta = \frac{2 \cdot M_{эм}}{\pi \cdot F_k} = \frac{P_{эм}}{\pi^2 \cdot F_k \cdot n} \quad (13)$$

Для упрощения анализа применяются относительные единицы [3], и величинам, соответствующим исходным значениям, присваивается индекс «0», а относительным единицам – значок «*», то есть

$$m_a^* = \frac{m_a}{m_{a0}} = V_a^* = \frac{V_a}{V_{a0}} \quad F_k^* = \frac{F_k}{F_{k0}} \quad (14)$$

$$P_{эм}^* = \frac{P_{эм}}{P_{эм0}} \quad M_{эм}^* = \frac{M_{эм}}{M_{эм0}} \quad n^* = \frac{n}{n_0}$$

и так далее. Для перехода из относительной системы единиц в систему абсолютных значений требуется знать исходные значения величин. При анализе с использованием

относительных величин исходные значения не требуются, поскольку сохраняется общий характер всех приведенных графических и физических зависимостей.

Тогда выражение (13) можно представить следующим образом:

$$V_a^* = \frac{P_{эм}^*}{\pi^2 \cdot F_k^* \cdot n^*} \quad (15)$$

Очевидно, что увеличение частоты вращения при определенных условиях может существенно повлиять на уменьшение массы электрической машины.

Определим характера изменения активного объёма в зависимости от увеличения частоты вращения. Считаем, что при условии относительной постоянной мощности $P_{эм}^* \approx 1$ относительная средняя касательная силы $F_k^* \approx 1$, а относительная частота вращения изменяется в диапазоне $n^* \approx 0,1 \dots 1$, тогда выражение (15) можно представить функцией вида

$$y^* = \frac{1}{\pi^2 \cdot x^*}, \quad (16)$$

где $y^* = V_a^*$, $x^* = n^*$.

График функции $y^* = f(x^*)$ показан на рисунке 2.

Представленный на рисунке 2 общий характер зависимости изменения активного объёма электродвигателя с увеличением частоты вращения при условии постоянной мощности относится к любому типу электрической машины и не зависит от способа возбуждения.

Однако основное расчётное уравнение (15) определяет объём машины по диаметру расточки и не отражает влияния ча-

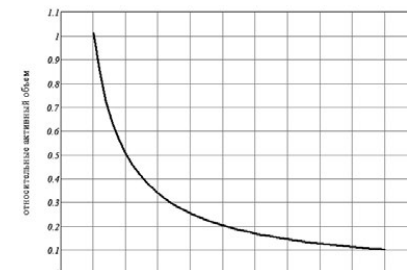


Рисунок 2 – График функции вида $y^* = f(x^*)$

стоты f и числа пар полюсов p на размеры электрической машины.

Частота вращения ротора связана с частотой сети f и числом пар полюсов p следующей зависимостью: $n = \frac{f}{p}$ или в относительных единицах $n^* = \frac{f^*}{p}$ (17)

От числа пар полюсов зависит размер активной части яра индуктора и общая длина магнитной силовой линии между разноимёнными полюсами. Поэтому для учёта влияния частоты на размеры машины следует определять объём машины по наружному диаметру [3].

Определим отношение наружного диаметра к диаметру расточки следующим образом

$$\varepsilon^* = \frac{D_n^*}{D_a^*} \quad (18)$$

Тогда основное расчётное выражение (15) преобразуется к виду

$$V_n^* = D_n^{*2} \cdot l^* = \frac{\varepsilon^{*2} \cdot P_{эл}^*}{\pi^2 \cdot F_k^* \cdot n^*} \quad (19)$$

По определению отношение D_n^*/D_a^* всегда больше единицы, поскольку наружный диаметр определяется от диаметра расточки. Выражение (19) точнее отражает весовые и технологические особенности электрической машины, так как вес определяется наружным диаметром, а не диаметром расточки.

К сожалению, отношение D_n^*/D_a^* не может быть задано в каком-либо диапазоне относительных значений. Поэтому выражение (19) не позволяет оценить общий характер зависимости изменения частоты f и числа пар полюсов p на активный объём машины.

Учитывая ранее заданные условия постоянства относительной мощности, можно представить выражение (19) функцией вида

$$y_l^* = \frac{b^{*2}}{\pi^2 \cdot x^*}, \quad (20)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Томов, А.А. Анализ конструкций магнитных систем с постоянными магнитами / А.А. Томов // Машиностроение и автоматизация производства. Межвуз. сб. Вып. 21. – СПб.: СЗПИ, 2000. – С. 108 – 120.
2. Вольдек, А.И. Электрические машины: учебник / А.И. Вольдек, В.В. Петров. – СПб.: ПИТЕР, 2008. – 320 с.
3. Воробьёв, В. Е. Расчет трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором: учебное пособие / В.Е. Воробьёв, В.И. Рябуха, А.А. Томов. – СПб.: СЗПИ, 2000. – 152 с.

где $y_l^* = V_n^*$, $x^* = n^*$, $b^* = \varepsilon^*$.

Функция $y_l^* = f(x^*)$ для относительного значения переменной b^* не имеет явной границы диапазона значений и поэтому не может быть представлена в виде графика. Очевидно, что это будет семейство кривых, расположенных выше графика функции $y^* = f(x^*)$, при этом общий характер изменения активного объёма в зависимости от частоты вращения будет сохраняться.

В данной статье не учитывается увеличение тепловой нагрузки электрической машины в связи с уменьшением активного объёма. Уменьшение объёма активного ядра приведет к необходимости создания системы охлаждения, способной отводить тепловую нагрузку, что, безусловно, приведет к усложнению конструкции электропривода в целом.

ВЫВОДЫ

1. Установлен общий характер зависимости изменения активного объёма электродвигателя от частоты вращения (при условии постоянства мощности), который не зависит от способа возбуждения и относится к любому типу электрической машины. Увеличение частоты вращения, в свою очередь, существенно влияет на уменьшение массогабаритных показателей электрической машины.

2. Для приведения частоты вращения вала ротора электрической машины к частоте вращения вала приводного механизма требуется редуктор, масса которого должна учитываться в общей массе электропривода. В конечном варианте только после расчёта массы редуктора можно судить об уменьшении массы электропривода в целом.

3. Определение рационального значения отношения частот вращения приводного механизма и вала ротора электродвигателя невозможно без детальной проработки всех элементов электропривода.

УДК 623.98

к.т.н. В.П. ДМИТРИЧЕНКО

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ РАЗРАБОТКИ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ АНТЕНН В ГНЦ «ГИДРОПРИБОР»

В статье проанализировано развитие в НИИ-400 – ЦНИИ «Гидроприбор» – ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» гидроакустических антенн морского подводного оружия за более чем полувековой период. Показано, как в результате напряжённого творческого труда коллектива отдела гидроакустических антенн был сформирован базис научной школы их разработки, позволяющий передавать накопленные знания и опыт новому поколению специалистов.

ВВЕДЕНИЕ

Разработки гидроакустических преобразователей и приёмно-излучающих устройств (ПИУ) были начаты в институте в начале 1950-х гг. одновременно с проектированием первых отечественных самонаводящихся торпед. По аналогии с торфёнными немецкими торпедами в качестве чувствительных элементов систем самонаведения (ССН) в этот период использовались магнитострикционные преобразователи – сначала в качестве приёмников шумов кораблей для пассивных ССН, а в дальнейшем – для излучения и приёма зондирующих ультразвуковых сигналов при активной гидролокации. Использование магнитострикционных преобразователей в ССН торпед ограничивало их частотный диапазон частотами не ниже 50 кГц, что позволяло реализовать дальность действия не более нескольких сотен метров. Количество магнитострикционных преобразователей в различных ССН доходило до 4-6 штук, поскольку для формирования каждой характеристики направленности (ХН) требовался отдельный преобразователь [1]. Попытки разработки таких же преобразователей на более низкие частоты приводили к существенному увеличению массогабаритных характеристик и не позволяли разместить в головной части торпеды даже пару преобразователей для пеленгования цели с необходимой точностью.

Типовая конструктивная схема формирования ПИУ из магнитострикционных преобразователей приведена на рисунке 1. В режиме излучения все четыре преобра-

зователя подключались одновременно к генератору, а в режиме приёма каждый из них работал отдельно для формирования равносигнальных зон в горизонтальной и вертикальной плоскостях, обеспечивая двухплоскостное пеленгование и наведение торпеды на цель. Для снижения боковых лепестков ХН использовался апертурный метод, при котором рабочей поверхности преобразователя придавалась соответствующая ступенчатая форма.

Использование магнитострикторов ограничивало развитие ССН не только из-за невозможности снижения рабочих частот, что было необходимо для повышения дальности действия аппаратуры, но и из-за их низкой эффективности с КПД до 30%, узкой рабочей полосы частот (до 5%) и невозможности управления отворотами ХН в пространстве. Кроме того, для обеспечения

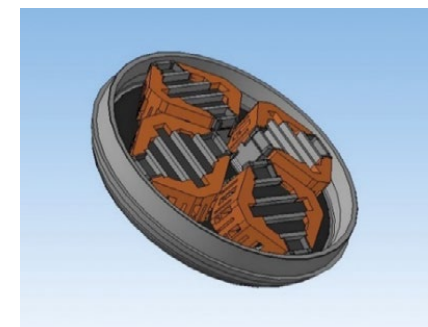


Рисунок 1 – Модель конструктивной компоновки ПИУ из четырёх магнитострикторов

линейного преобразования сигналов магнитострикторами требовалось их подмагничивание.

Тем не менее ССН торпед и ряд минных систем обнаружения цели с ПИУ на основе магнитострикторов разрабатывались вплоть до 1970-х гг., а на флоте они использовались практически до конца XX века. Проектирование ПИУ на базе магнитострикторов в институте вели к.т.н. В.Я. Хитрин, А.А. Ваулин, Д.Х. Махлин, Н.И. Гиндина, работая в составе групп разработчиков ССН торпед. Последняя разработка ПИУ с магнитострикторами для унифицированной ССН «Сапфир» была выполнена Л.А. Григорьян.

В дальнейшем необходимость существенного увеличения дальности действия ССН и промышленное освоение пьезокемики привели к переводу проектирования ПИУ в виде многоэлементных антенных решёток, формируемых из составных стержневых пьезопреобразователей. В это же время (1966 г.), учитывая постоянно увеличивающееся применение гидроакустических систем в минно-торпедном оружии, в институте был сформирован специализированный отдел проектирования пьезопреобразователей и антенн. Руководителем отдела был назначен к.т.н., впоследствии д.т.н., профессор О.А. Квятковский, который проработал на этой должности до 1995 г. Можно считать, что со времени образования отдела в институте началось формирование научной школы проектирования гидроакустических антенн.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЬЕЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Начиная с 1970-х гг. разработки практически всех гидроакустических систем, которые всё больше внедрялись в состав образцов МПО, производились на основе пьезопреобразователей различных типов. Их проектирование осваивалось в секторе пьезопреобразователей под руководством Л.В. Добисовой. Первоначально разрабатывались преобразователи на основе отдель-

ных пьезоэлементов для акустических неконтактных взрывателей, высокочастотных ССН торпед по кильватерному следу надводных кораблей, пеленгационных каналов морских неконтактных мин, акустических имитаторов цели, различных навигационных систем подводных аппаратов (лагов, эхолотов, искателей, маяков-ответчиков и т. п.). Одновременно разрабатывались собственные конструкции гидрофонов и излучателей для гидроакустических измерений. Большая номенклатура разработок определяла и широкий спектр используемых типов пьезоэлементов (стержни, пластины, диски, кольца, цилиндры, сферы, мозаичные структуры). Для каждого типа пьезоэлементов и преобразователей у разработчиков формировались свои методики и алгоритмы расчётов.

Принципиально новым направлением в создании минных низкочастотных систем обнаружения целей явились разработки приёмников колебательного ускорения и на их основе в совокупности с приёмником давления – комбинированных векторных приёмников (к.т.н. В.Н. Кочедыков). Причём проведённые ещё в 1980-е гг. сравнительные испытания этих приёмников с разработками смежных предприятий показали их относительно высокие технические и эксплуатационные характеристики, а также хорошую конструктивно-технологическую отработанность используемых технических решений.

Несмотря на большую номенклатуру разработок преобразователей, основным направлением работы сектора стало проектирование конструкций стержневых армированных преобразователей. В числе первых разработок таких преобразователей стало воспроизведение конструкции преобразователя антенны ССН торпеды МК-46. Поскольку достаточного опыта по созданию таких преобразователей у сотрудников сектора ещё не было, эта работа была поручена специалистам ЦНИИ «Морфизприбор», которые с этой задачей справились блестяще. Наблюдая за этой работой, наби-

рали опыт разработки пьезопреобразователей и наши специалисты.

Нужно отметить, что со специалистами и учеными ЦНИИ «Морфизприбор» после совместных работ по воспроизведению преобразователей торпеды МК-46 было установлено плодотворное сотрудничество и они оказали большую практическую помощь нашим разработчикам в скорейшем освоении создания собственных конструкций стержневых, а в дальнейшем и других типов составных пьезопреобразователей. Особенно хотелось бы поблагодарить за эту науку и вспомнить добрым словом за оказанную помощь таких асов создания корабельных гидроакустических антенн из «Морфизприбора», как Е.В. Корепин, А.А. Шабров, Б.С. Аронов, М.Д. Смаришев, В.Б. Жуков, В.Е. Глазанов, Е.А. Шендеров, И.А. Серова, Э.В. Лабецкий, В.В. Виноградов, Н.Я. Грибакина, Р.П. Павлов, О.Б. Ступак, А.М. Брук и др. Многолетний творческий контакт с ними и участие в регулярно проводимых вплоть до 1990-х годов координационных советах по акустике позволили довольно быстро сформировать в ЦНИИ «Гидроприбор» целую плеяду специалистов-акустиков для проектирования преобразователей и антенн МПО.

Первая разработка своей конструкции стержневых армированных преобразователей была выполнена для антенны ССН торпеды УМГТ-1. С позиций сегодняшнего дня её можно считать не очень удачной по акустическим параметрам, с излишними массогабаритными характеристиками, но

она оказалась очень надёжной. Достаточно сказать, что за всё время испытаний не было ни одного отказа из-за выхода из строя преобразователей, а антенна на их основе выдерживала удар до 600g при приводнении торпеды. В дальнейшем конструкции стержневых преобразователей стали более компактными, а их параметры существенно улучшились. Если первые образцы преобразователей, наряду с воспроизведёнными от торпеды МК-46, имели КПД до 30%, то в дальнейшем были обеспечены значения КПД до 80% и более. Рабочая полоса частот с 5-7% была увеличена до 20% [2]. В итоге была разработана оригинальная конструкция стержневого составного преобразователя с жёстким креплением в узлом сечении элемента армирования, обеспечивающего стабильность параметров в диапазоне глубин до 1000 м и имеющего существенно сниженную чувствительность к корпусной вибрации в рабочем диапазоне частот ССН (рисунок 2).

Дальнейшее развитие и освоение новых модификаций преобразователей продолжилось и после ухода на заслуженный отдых Л.В. Добисовой, которой удалось сформировать в коллективе творческую и доброжелательную обстановку, нацеленную на достижение наилучших результатов работы. В этом же секторе, уже под руководством к.т.н. И.И. Стыриковича, было освоено проектирование пластинчатых преобразователей, на основе которых созданы и переданы в серийное изготовление раскрывающиеся низкочастотные линейные

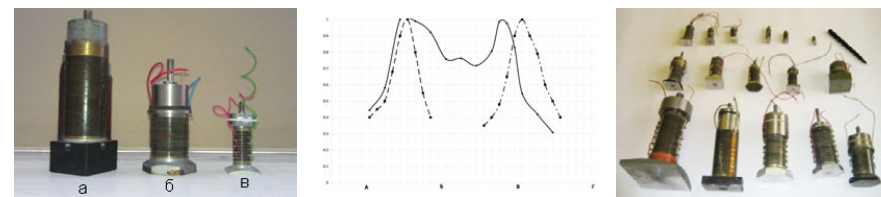


Рисунок 2 – Слева: стержневой пьезопреобразователь антенны УМГТ-1 (а), преобразователь первой модификации УСЭТ-80 на ту же частоту (б) и широкополосный преобразователь (в). В центре: частотные характеристики резонансных и широкополосных преобразователей. Справа: модификации стержневых пьезопреобразователей на частоты от 5 до 120 кГц.

антенны по заказу «Бурак».

Большим достижением сектора стало освоение проектирования цилиндрических секционированных преобразователей на широкий диапазон частот. Разработка совместно с конструкторами отдела собственной РКД на головной отсек и буксируемую антенну для изделий «Бериллий» и МГ-74 МЭ мод. 1 позволили выполнить в заданный срок все обязательства перед заказчиками в сложной обстановке, когда из-за несогласованности по ценам пришлось приостановить эти работы с первым их исполнителем ЦНИИ «Морфизприбор».

Значительные успехи в работе сектора были достигнуты благодаря внедрению практики моделирования колебательных систем преобразователей с использованием метода конечных элементов со стандартной программой ANSYS. Это позволило в числе прочих разработать конструкции малогабаритных составных стержневых преобразователей с рабочей полосой частот в излучении до octave (рисунок 2, в центре). Творческая работа сектора с поставщиком пьезоэлементов заводом «Аврора-ЭЛМА» (г. Волгоград) в рамках ОКР «Долговечность» (главный конструктор И.И. Стырикович) позволила разработать пьезоэлементы из специализированного состава пьезокерамики с увеличенным сроком сохраняемости до 27 лет (на остальных составах этот срок составляет 12 лет) [2]. Принципиально новые качества, полученные при разработке широкополосных и многочастотных преобразователей, позволяют обеспечить создание адаптивных ССН с существенно улучшенными техническими характеристиками и увеличенным сроком службы.

Несомненной заслугой сектора является наличие отработанных методик проектирования различных типов пьезопреобразователей, что позволяет оперативно передавать накопленный опыт другим, в том числе и молодым специалистам. Ближайшей задачей руководителя сектора в рамках научной школы проектирования ан-

тенн МПО должно стать оформление этих методик в виде руководящих документов по проектированию пьезопреобразователей.

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ АНТЕНН

После перехода на создание антенн минно-торпедного оружия на основе пьезокерамических преобразователей большинство их разработок выполнялось в виде многоэлементных антенных решёток. Основным направлением в деятельности отдела стало проектирование антенн для ССН торпед. Выполнялись эти разработки сектором проектирования антенн (А.А. Валулин, с 1981 г. – к.т.н. В.П. Дмитриченко, с 2015 г. – А.А. Голованов). Основными задачами разработчиков антенн всегда были выбор конфигурации и апертуры антенн, расчёты требуемых ХН и их формирование, снижение уровня бокового поля, синтез оптимальных амплитудно-фазовых распределений и разработка схем управляемого разворота ХН в пространстве.

Как правило, сотрудники этого сектора были ответственными исполнителями отдела по разработке антенн, поскольку в этом процессе всегда были задействованы сотрудники и других секторов отдела. Начав с разработки плоских антенных решёток для антенн ССН с числом элементов в пределах двух-трёх десятков, в дальнейшем выполняли разработки антенных решёток различной конфигурации с числом элементов до нескольких сотен. Особенно большим разнообразием заказов отличались минёры и разработчики противоминного оружия. По их заданиям были проработаны, изготовлены и испытаны в макетном исполнении цилиндрические, рефлекторные, параметрические антенны. В малогабаритном исполнении были разработаны линейные высокочастотные антенны с «ножевыми» ХН для гидролокаторов бокового обзора, дугообразные антенны для секторного и сферические для кругового обзора. Незаменимым проектантом всех

таких оригинальных для института разработок антенн была Н.И. Гиндина, обладавшая богатым опытом, знаниями и интуицией антенщика-профессионала. Печально, что, заказывая разработку таких антенн, их заказчики не сумели довести до реализации соответствующие образцы аппаратуры, поэтому большинство этих разработок остались «в заделе». Однако на этих разработках сотрудники сектора приобрели опыт проектирования разнообразных антенн.

Нужно отметить, что проектирование многоэлементных антенн всегда требовало большого объёма расчётов ХН, которые первоначально выполнялись, как образно шутил директор института Р.В. Исаков, с использованием бухгалтерских счётов и арифмометров. В дальнейшем, при вводе в строй в институте вычислительной машины БЭСМ-6, большинство расчётов было переведено на перфокарты, но расчёт каждой ХН занимал, как правило, несколько дней. Появление ПЭВМ существенно изменило и ускорило этот процесс. С 1990-х годов все расчёты антенн были переведены на компьютеры. Программы, разработанные для каждого вида антенн, позволили производить их расчёты, моделирование и оптимизацию амплитудно-фазовых распределений практически в диалоговом режиме.

Созданный научно-технический задел при разработках многоэлементных гидроакустических антенн МПО позволил коллективу отдела расширить возможности использования отработанных техниче-

ских решений применительно к антеннам высокочастотных трактов корабельных гидроакустических комплексов (ГАК). В числе этих разработок в первую очередь необходимо отметить СЧ ОКР «Когорта» по разработке двухчастотной антенны ультразвукового канала корабельной системы обнаружения кильватерного следа, СЧ ОКР «Лири-ГП» по разработке для ГАК ПЛ пр. 677 антенн миноискания, измерения дистанции, обнаружения гидроакустических сигналов (ОГС), а также создание антенн для стационарных ГАС освещения ближней подводной обстановки «Диабаз», «Маяк-2014» и ряда других изделий (рисунок 3).

Поскольку корабельные антенны имеют габариты заметно большие в сравнении с антеннами МПО, для их реализации с использованием технологии создания антенн МПО потребовалось разработать и внедрить в практику модульное проектирование крупногабаритных антенн [3]. Впервые антенны миноискания размером $2 \times 0,5$ м и режима измерения дистанции диаметром и высотой ~ 1 м были выполнены в модульном исполнении (рисунок 4). В развитие этих направлений работ отделом были выполнены технические проекты антенн высокочастотных трактов для АПЛ пр. 09851 (СЧ ОКР «Лири-К» и «Орнамент-ПОО»), включая проработку антенн миноискания, измерения дистанции, системы самообороны, комплексированной с режимом ОГС, освещения ледовой обстановки, а также



Рисунок 3 – Антенны систем освещения ближней обстановки



Рисунок 4 – Модульное построение приборов 1ЭЦ (слева) и 1М (справа)

системы ориентации заказа К-691 в подводном положении (СЧ ОКР «Сантиметр»). Главным конструктором всех этих разработок был назначен начальник отдела, а затем и отделения к.т.н. В.П. Дмитриченко.

Выполненные разработки антенн миноискания (прибор 1М) и измерения дистанции (прибор 1ЭЦ) в модульном исполнении, автором которых является талантливый конструктор Ю.Б. Шавель (на рисунке 4 слева), получили высокую оценку «главных антенщиков» ЦНИИ «Морфизприбор» профессоров М.Д. Смаришева и В.Б. Жукова, а также специалистов ЦКБ МТ «Рубин» и НИЦ РЭВ ВМФ РФ. Уже более 15 лет эти антенны безотказно отработали на головном заказе пр. 677, что вселяет надежду на дальнейшую перспективу их использования на заказах ЦКБ МТ «Рубин».

СНИЖЕНИЕ ХОДОВЫХ ПОМЕХ

С самого начала проектирования ССН торпед одной из проблем стала борьба с ходовыми помехами, обусловленными высокими скоростями хода торпед, их повышенной шумностью и виброактивностью. Ещё в 1957 г. в институте была поставлена специальная работа под руководством к.т.н. Д.П. Климовца по исследо-

ванию ходовых помех и разработке аппаратуры для их измерений. Однако работа эта была выполнена без привлечения специалистов в области гидродинамики, виброакустики и шумообразования, в результате чего проблема осталась нерешённой. Это приводило к тому, что даже в 1960-е и 1970-е гг. регулярно останавливалась приёмка изготовленных торпед, поскольку при их пристрелке возникало самосрабатывание ССН от ходовых помех. Особенно остро проблема ходовых помех проявила себя в 1970-е гг., когда были начаты работы по созданию высокоскоростных торпед.

Систематические исследования, нацеленные на решение этой проблемы, были начаты после образования в 1967 г. в составе антенного отдела сектора снижения ходовых помех под руководством к.т.н., впоследствии д.т.н., профессора Б.П. Белова. Первой разработкой, на которой вновь созданному коллективу пришлось решать проблему снижения ходовых помех, была торпеда УМГТ-1. Разработка антенны для ССН этой торпеды выполнялась отделом в виде многоэлементной антенной решётки из пьезокерамических преобразователей на пониженную рабочую частоту и потребовала концентрации сил практически всего отдела на решение постоянно возникающих проблемных вопросов. Уже первые

испытания ССН показали, что основные трудности вызывает повышенный уровень помех, который, как считалось тогда, только и ограничивает возможность увеличения дальности действия аппаратуры. По этой причине даже приостанавливались предварительные испытания торпеды. Все неприятности на испытаниях по бытующей в то время традиции списывались на конструкцию антенны.

Для выявления и устранения причин было проведено около 30 выстрелов с проверкой гипотез о причине помех с изменением элементов конструкции антенны [4]. В ходе отработки конструкции антенны коллективу отдела пришлось осваивать новые направления работ по обоснованию и выбору формы обвода головной части торпеды, поиску новых материалов для формирования звукопрозрачного обтекателя с устойчивой формой обвода при высокой скорости хода торпеды, а также для вибропоглощения в конструктивных элементах головной части, обеспечению виброустойчивости конструкции антенны. При этом было разработано и изготовлено 6 модификаций антенны (рисунок 5). Оперативность поиска и реализации новых технических решений характеризует



Рисунок 5 – Одна из модификаций опытного образца антенны ССН торпеды УМГТ-1

такой пример: когда в ходе испытаний оказалось необходимым изменить форму обвода головной части с «тупой» на «оживальную», то разработка и изготовление новой пресс-формы для вулканизации обтекателя антенны были выполнены в течение недели, а ещё через две недели доработанная антенна уже была на испытаниях в Феодосии. В этот же период была отработана принципиально новая, уникальная технология вклейки блоков пьезопреобразователей в обтекатель с использованием гидроприжима, что обеспечило качественное выполнение этой непростой технологической операции.

Самоотверженный и творческий труд всего коллектива отдела позволил обеспечить допустимый уровень ходовой помехи на выходе антенны, а наряду с этим определить основные направления работ по исследованию этой проблемы и пути её решения. Пройденная школа испытаний и отработки конструкции антенны ССН УМГТ-1 оказалась очень полезной для последующих разработок, а специалисты отдела приобрели хороший опыт и квалификацию. Наряду с этим напряжённая и творческая работа по этому заказу сплотила коллектив и заложила основы традиции ответственного и качественного выполнения заданий, которая сохраняется в отделе до сих пор.

Практически одновременно с разработкой антенны ССН торпеды УМГТ-1 в отделе выполнялась работа по воспроизведению антенны ССН торпеды МК-46. Детальное изучение конструкции этой антенны выявило разный подход к проектированию торпед и их составных частей у нас и наших американских коллег. Наши разработчики аппаратуры ССН требовали существенного снижения рабочих частот, увеличение почти на порядок излучаемой акустической мощности, введения мероприятий для снижения уровня ходовых помех. В конструкции антенны МК-46 рабочая частота составляла ~ 30 кГц, допустимая излучаемая акустическая мощность – менее 1 кВт, в качестве виброразвязок использовались только пробкорезиновые и

бумажные прокладки. Вероятнее всего, у наших американских коллег не было необходимости вводить в конструкцию антенны никаких специальных средств снижения помех, поскольку эту проблему они решали самым эффективным методом – снижением шума в источниках, то есть снижением шумности торпеды и её агрегатов. Причём этот путь обеспечивал двойной эффект: не только способствовал снижению ходовых помех ССН, но и, что ещё важнее, уменьшал акустическую заметность торпеды. У нас же преобладал другой подход. Задача проектирования антенн ССН торпед техническим руководством института ставилась так: антенна должна воспринимать только полезные сигналы и быть нечувствительной к собственным шумам торпеды, которые были достаточно велики и существенно возрастали с увеличением скорости хода, особенно тепловых торпед. Хотя следует отметить, что при создании торпеды МК-48 проблема ходовых помех возникла и у американцев. Так, были опубликованы данные, что при скорости хода этой торпеды до 40 узлов ССН обеспечивала дальность действия по ПЛ более 3 км, а на скорости 55 узлов она сокращалась до 900 м из-за увеличения ходовых помех [5]. Именно поэтому некоторые разработчики торпед стали вводить поисковый режим движения торпеды на пониженной скорости, хотя это снижает её эффективность и облегчает решение задачи самообороны от торпедной атаки.

Проблемные вопросы борьбы с ходовыми помехами при испытаниях торпеды УМГТ-1 определили необходимость постановки специализированной работы по определению источников и путей снижения внешней шумности торпед и ходовой помехи. На решение этих проблем были нацелены НИР «Тишина» и «Тишина-2». Первая часть проблемы была поручена руководителю НИР Л.Н. Куликову – начальнику отдела обесшумливания торпед, существовавшего в то время в филиале института в г. Ломоносове, а вторая часть по снижению ходовых помех – заместителю руководите-

ля НИР Б.П. Белову. В ходе выполнения работ по борьбе с ходовыми помехами были установлены творческие и плодотворные взаимоотношения с ведущими учёными ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова – А.Ф. Болотиним, В.Т. Ляпуновым, В.Н. Романовым, А.В. Смольяковым, В.А. Колышницким и В.З. Голдовским.

Выполнение этих НИР с проведением большого количества дополнительных морских испытаний на торпедах в Феодосии, их всплывающих макетах в Сухуми и на Ладоге (рисунок 6) позволило определить источники различных составляющих ходовых помех, пути проникновения шумов и вибраций на преобразователи антенн, разработать эффективные конструктивные средства снижения ходовых помех. При этом были сформулированы и созданы:

- научные основы технологии проектирования торпедных антенн с уменьшенными ходовыми помехами;
- методика прогнозирования ходовой помехи на антеннах с учётом характеристик



Рисунок 6 – Всплывающий макет торпеды после испытания

движения торпеды и используемых средств снижения помех;

- критерии и принципы выбора формы обвода головной части торпеды;
- способы и средства снижения основных составляющих ходовой помехи;
- бортовая аппаратура и методика измерения ходовых помех на торпедах;
- принципы обеспечения виброустойчивости антенн.

Реализация результатов работ по снижению ходовых помех при разработке торпеды УСЭТ-80 позволила практически на порядок уменьшить их уровень по сравнению с торпедой УМГТ-1. Наши же коллеги по разработке аппаратуры самонаведения в этот период не очень продвинулись в реализации новых технических решений, ожидая эффективного снижения ходовой помехи. Когда стали проводить испытания торпеды УСЭТ-80 с аппаратурой ССН УМГТ-1 и новой антенной, оказалось, что возможности аппаратуры ограничивала не только ходовая помеха. Существенный вклад вносила и реверберационная помеха. В связи с этим, когда на первых образцах ССН УСЭТ-80 аппаратура Ю.Г. Иванова с обесшумленной антенной не дала желаемого результата, наш тогдашний руководитель Г.М. Сорока объяснил всё очень просто: аппаратура оказалась неработоспособной из-за того, что «была оцувствлена обесшумленной ан-

тенной». Таким образом, опять во всём оказалась «виновата» антенна, а аппаратуру вместе с антенной заменили в УСЭТ-80 на отечественную модификацию МК-46 – аппаратуру ССН «Керамика», в которой была реализована доплеровская фильтрация реверберационной помехи.

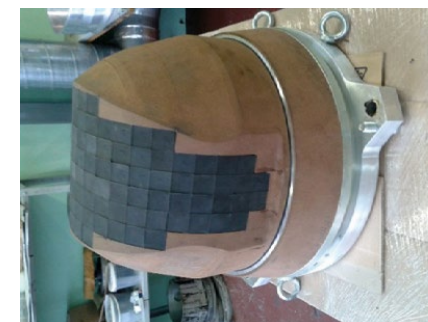
Результаты же НИР «Тишина» и «Тишина-2» по снижению шумности торпед и ходовой помехи до сих пор эффективно используются в Концерне в разработках современных торпед. Отдел обесшумливания торпед и сектор снижения ходовых помех в смутные 1990-е гг. в силу разных причин прекратили своё существование, хотя проблемы, особенно по шумности торпед, актуальны и сегодня.

ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ АНТЕНН МПО

С 1980-х гг. по разработанной технологии проектирования антенн ССН со средствами снижения ходовых помех в рамках ряда ОКР было создано несколько модификаций антенн для малагабаритных и дальнеходных торпед. Современные антенны ССН стали представлять собой совокупность многоэлементной антенной решётки, составленной из нескольких десятков стержневых армированных широкополосных пьезопреобразователей и конструктивных средств снижения ходовых помех (рисунок 7). При сборке антенн в настоящее



(а)



(б)

Рисунок 7 – Конструктивная компоновка современных антенн ССН, их блоки преобразователей и обтекатели (а). Квазиконформная антенна перед герметизацией полиуретаном (б)

время в основном используются две технологии [6]:

- с обтекателями из звукопрозрачной резины, в которые вклеиваются блоки пьезопреобразователей;

- с герметизацией головной части торпед полиуретаном (эта технология менее трудоёмка и не требует большого количества сложной оснастки для вулканизации обтекателей и вклейки блоков преобразователей).

Технология сборки антенн с обтекателями из резины позволяет изготавливать антенны ССН с плоскими антенными решётками, обеспечивающими сектор обзора до 80°. Реализация технологии с герметизацией антенн полиуретаном в рамках ОКР «Антенна-ГП» (главный конструктор В.П. Дмитриченко) позволила создать квазиконформную антенну ССН для торпеды калибром 533 мм, обеспечивающую сектор обзора по горизонту до 180° (рисунок 76). Однако проведённые испытания показали, что использование такой антенны целесообразно только для больших дальних торпед со скоростью движения до 30-35 узлов, поскольку на скоростях более 40 узлов ходовая помеха для боковых частей апертуры антенны увеличивается в 1,5-2 раза, а это приводит к потере эффективности для траверзных направлений при существенном увеличении массогабаритных характеристик. Поэтому для перспективных ССН малогабаритных и высокоскоростных торпед в настоящее время выгоднее использовать плоские антенные решётки с управляемым разворотом (или веером) ХН в секторе углов до $\pm 40^\circ$ от оси торпеды. Надо отметить, что такой же результат получили итальянцы при испытаниях торпеды А-184, отказавшись от конформной антенны для высокоскоростных торпед [5].

Создаваемые коллективом отдела в настоящее время многоэлементные широкополосные антенны со сниженным уровнем ходовых помех и цифровой обработкой сигналов позволяют существенно повысить технические возможности ССН наших тор-

пед. Можно только выразить сожаление, что аппаратуры с такими антеннами в силу целого ряда причин до сих пор нет на вооружении у ВМФ.

ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Освоение практики гидроакустических измерений началось в институте до начала разработок гидроакустических антенн, поскольку первая группа акустических измерений во главе с М.Г. Неручевым была сформирована первоначально ещё в 1950-е гг. для задач определения характеристик акустических тралов в натуральных условиях. В дальнейшем, уже в составе отдела гидроакустических антенн, на базе этой группы был образован сектор гидроакустических измерений. Для измерений разрабатываемых акустических преобразователей и ПИУ было создано несколько гидроакустических бассейнов размерами 1×1×2 м для высокочастотных измерений и 2×2×3 м – для среднечастотного диапазона. Со временем в связи с переводом разработок в более низкочастотный диапазон возможности этих бассейнов перестали удовлетворять условиям измерений, и в 1974 г. был оборудован бассейн размерами 4×4×7 м. Звукозаглушение бассейнов рупорной резиной обеспечило возможность проведения измерений подавляющего большинства гидроакустических разработок института на много лет [7].

В составе сектора акустических измерений сформировался коллектив высококвалифицированных специалистов под руководством кандидата, а впоследствии доктора технических наук М.Г. Неручева, которого можно считать основоположником научной школы гидроакустических измерений в институте. Именно он разработал обобщающие методики проведения измерений в бассейнах и в натуральных условиях, ставших основой для последующего выпуска отраслевых стандартов, определяющих выбор условий измерений параметров гидроакустических устройств, средств измерений и методик их выполнения. Коллектив сектора выполнял все метрологи-

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

С момента образования в отделе уделялось особое внимание научной стороне разработок. Благодаря этому они высоко оцениваются ведущими специалистами отрасли.

Гидроакустические системы МПО в сравнении с корабельными комплексами иногда называют «малой» гидроакустикой, но от этого проблемы их создания не становятся меньше. С учётом малых габаритов, высоких удельных мощностей, больших скоростей носителей, высокого уровня их шумов и т. п. стоящие перед специалистами отдела проблемы в ряде случаев оказываются даже сложнее проблем «большой» гидроакустики, а это, в свою очередь, определяет необходимость научного решения проблем.

Специалисты отдела поддерживают творческие связи с ведущими в области гидроакустики предприятиями и вузами страны, институтами ВМФ и РАН, принимая участие на акустических конференциях и выставках. Это позволяет уточнять перспективные направления исследований и разработок в создании гидроакустических антенн, вносить своевременную корректировку в реализуемые технические решения.

Научный подход при выполнении работ позволил сотрудникам отдела защитить 3 докторских и 10 кандидатских диссертаций на соискание учёных степеней по специальности «Вооружение и военная техника Военно-морского флота» (рисунок 8) [8].

Докторские диссертации:

- «Методы и средства снижения ходовой акустической помехи аппаратуре ССН противолодочных торпед» (Б.П. Белов);

- «Создание гидроакустических антенн минно-торпедного оружия» (О.А. Квятковский);

- «Методы акустических измерений в ограниченном пространстве антенных устройств неконтактных систем минно-торпедного оружия» (М.Г. Неручев).

ческие функции по гидроакустическим измерениям в институте и на предприятиях отрасли, включая калибровки гидрофонов в государственных метрологических службах (ВНИИФТРИ).

До настоящего времени в практике работы отдела используются следующие разработанные стандарты и методики:

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

- ОСТ В5.7159-81 «Преобразователи электроакустические и устройства антенные гидроакустические. Методика выбора условий измерений параметров»;

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

- 660.202.000 И «Измерения частотных характеристик чувствительности акустических приёмников на звуковых частотах электростатическим методом»;

- 660.202.001 И «Измерения частотных характеристик чувствительности методом сравнения в камерах малого объёма»;

- «Методические указания по метрологической аттестации гидроакустических бассейнов».

Поскольку метрологические возможности бассейнов ограничены, то часть измерений приходится выполнять в натуральных условиях. Для этого ещё в 1980 г. была переоборудована в плавучую лабораторию самоходная баржа СБ-295 водоизмещением ~ 90 т, оснащённая специальными грузоподъёмными и подъёмно-поворотными устройствами, позволяющими производить испытания антенн массой до 1,5 т. В настоящее время для расширения метрологических возможностей испытательного оборудования в новом лабораторном корпусе института сооружается бассейн с размерами 8×8×12 м, который в полной мере обеспечит потребности Концерна в проведении гидроакустических измерений на долгую перспективу.

ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



Белов Б.П.

Квятковский О.А.

Неручев М.Г.

КАНДИДАТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



Гессен В.Р.

Дмитриченко В.П.

Козик В.П.



Стырикович И.И.

Кочедыков В.Н.

Кутаков В.Б.

Рисунок 8 – Учёные отдела, сформировавшие научные основы проектирования антенн МПО

Кандидатские диссертации:

– «Теоретическое и экспериментальное исследование пространственной структуры звукового поля в замкнутом объёме» (М.Л. Кричевский);

– «Исследование характеристик приёмно-усилительного тракта на основе гидроакустических приёмников колебательно-

го ускорения» (В.Н. Кочедыков);

– «Исследование и разработка пьезокерамических преобразователей с пониженной виброчувствительностью для высокоэффективных антенных устройств ССН торпед» (И.И. Стырикович);

– «Исследование и повышение устойчивости акустических преобразова-

телей и антенн ССН торпед к воздействию структурного звука и ходовой вибрации» (В.П. Дмитриченко);

– «Исследование и разработка методов измерений антенн минно-торпедного оружия при воздействии гидростатического давления» (В.П. Козик);

– «Разработка математической модели и средств уменьшения турбулентного шума, создающего помеху работе противолодочной ССН торпеды» (В.Р. Гессен);

– «Разработка методов автоматизированного проектирования гидроакустических антенн ССН противолодочных торпед» (М.С. Лурье);

– «Конструктивная защита антенн ССН противолодочной торпеды от структурной помехи» (В.Б. Кутаков);

– «Средства повышения помехоустойчивости антенн к внешнему акустическому полю торпед, рассеянному границами среды» (Т.Б. Огарковская);

– «Источники шумов обтекания гидроакустических низкочастотных приёмников морских якорных мин и методы их снижения» (С.Г. Михайлов).

Диссертации по основным направлениям деятельности отдела явились опорной базой для создания научной школы проектирования гидроакустических антенн МПО и признания этого направления одним из успешных в деятельности ЦНИИ «Гидроприбор» как Государственного научного центра РФ. Большой вклад в формирование научной школы проектирования гидроакустических антенн в «Гидроприборе» внесли также такие специалисты отдела, как Л.В. Добисова, А.И. Азриель, А.В. Давыдов, Ю.Б. Шавель, Г.А. Зазерский и ряд других наших коллег.

Дальнейшему углублению научной деятельности может способствовать созданная на базе нашего отдела внештатная лаборатория фундаментально-прикладных проблем МПО под руководством члена-корреспондента РАН, д.ф.-м.н. А.Л. Собисевича. К работе в этой лаборатории при необходимости привлекаются ведущие учё-

ные высшей школы и РАН, что способствует поиску новых технических решений для совершенствования наших разработок и повышению заинтересованности молодых специалистов в научной деятельности. В рамках работы внештатной лаборатории в 2019 г. Концерном выпущена монография академика В.В. Адушкина «Подводные и прибрежные взрывы» (научный редактор В.П. Дмитриченко), получившая высокую оценку специалистов. Первые результаты работ внештатной лаборатории представлены в специальном выпуске № 4(52) сборника «Подводное морское оружие» в 2020 г.

В последние годы отдел тесно взаимодействует со специалистами дочернего предприятия Концерна АО «НПЦ «Сонар» по разработке новых образцов гидроакустических средств освещения ближней подводной обстановки для обнаружения малоразмерных целей (ГАС «Маяк-2014»), в создании корабельной модификации такой же станции («Маяк-МБ»), а также по разработке гидроакустической аппаратуры по основной тематике Концерна, в частности цифровой аппаратуры формирования каналов для приёмно-излучающего устройства на основе антенны ССН БЧ по НИР «Яшма-М».

Представляется целесообразным создать в Концерне специализированное подразделение по разработке гидроакустической аппаратуры с привлечением этих специалистов. Необходимость создания такого подразделения давно назрела, поскольку тем малочисленным и разрозненным группам, которые разрабатывают гидроакустические приборы отдельно для торпедного, минного и противоминного оружия, уже не по силам разработать современную и эффективную аппаратуру. Кроме того, такая структура не способствует проведению в этой области единой технической политики, использованию единой элементной базы и концентрации усилий всех специалистов Концерна на решении основных задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За более чем полувековой срок функционирования отдела гидроакустических антенн сформированы основы научной школы их проектирования. Результаты деятельности отдела позволяют коллективу вести дальнейшие разработки на уровне современных технологий прикладной гидроакустики. Логичным завершением формирования научной школы проектирования гидроакустических антенн МПО может служить выпуск пособий и методик по разработке основных составных частей антенн, включая проектирование пьезопреобразователей, расчёты антенн

различной конфигурации и формирование необходимых пространственных каналов, проектирование средств снижения ходовой помехи и прогнозирование её уровня для конкретных разработок торпед, основы конструирования и типовые технологические процессы. Задача опытных специалистов отдела – сформулировать свои знания в виде таких руководящих документов по проектированию для возможности их использования молодыми специалистами, и тогда дальнейшее развитие этого направления в интересах совершенствования МПО будет обеспечено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриченко, В.П. Гидроакустические преобразователи и антенны подводного морского оружия / В.П. Дмитриченко // ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет. – СПб.: ИЦ «Гуманитарная академия», 2003. – С. 262-275.
2. Иванова, А.В., Стырикович, И.И. Некоторые особенности проектирования стержневых пьезокерамических преобразователей антенных устройств систем МПО / А.В. Иванова, И.И. Стырикович // Труды 13-й всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб., 2016.
3. Голованов, А.А., Дмитриченко, В.П., Шавель, Ю.Б. Опыт построения гидроакустических антенн в модульном построении / А.А. Голованов, В.П. Дмитриченко, Ю.Б. Шавель. // Труды 12-й всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб., 2014.
4. Белов, Б.П., Гессен, В.Р., Дмитриченко, В.П., Евдонина, Н.И. Снижение ходовых помех – наша работа / Б.П. Белов, В.Р. Гессен, В.П. Дмитриченко, Н.И. Евдонина // ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет. – Т. 2. – СПб.: СПбИИ РАН «Нестор – История», 2005. – С. 121-128.
5. Тихонов, Г.Б. Филимонов, А.К. Состояние и пути развития зарубежных универсальных торпед / Г.Б. Тихонов, А.К. Филимонов // Подводное морское оружие. – 2019. – №5(48). – С. 11-21.
6. Дмитриченко, В.П. Гидроакустические антенны МПО: Перспективы развития / В.П. Дмитриченко // Материалы всероссийской научно-практической конференции ФГУП «Крыловский государственный научный центр». – СПб, 2015.
7. Неручев, М.Г. О работах лаборатории гидроакустических измерений в 1960-1991 годах / М.Г. Неручев // ЦНИИ «Гидроприбор» и его люди за 60 лет. – Т. 2. – СПб.: СПбИИ РАН «Нестор – История», 2005. – С. 129-144.
8. Дмитриченко, В.П. Отделу гидроакустических антенн – 50 лет / В.П. Дмитриченко // Подводное морское оружие. – 2016. – № 2 (28). – С. 150-164.

УДК 623.9:620.19

к.т.н. М.В. ГОЛОВАНОВА

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗОВ ПРИ ЦИФРОВОМ МОДЕЛИРОВАНИИ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА ОБРАЗЦОВ МОРСКОГО ПОДВОДНОГО ОРУЖИЯ

Статья посвящена описанию факторов, определяющих интенсивность коррозионных процессов в морской воде, и необходимости их уточнения для повышения качества прогнозов при цифровом моделировании.

Для образцов морского подводного оружия (МПО) огромную роль играет определение возможного коррозионного износа в целях разработки необходимых и достаточных средств их противокоррозионной защиты (ПКЗ) в условиях эксплуатации. Это определено тем, что образцы МПО имеют сложное конструктивное исполнение, эксплуатируются в сложных условиях неоднородной коррозионной среды, и в процессе эксплуатации для ряда их типов невозможно или крайне затруднено устранение коррозионных повреждений [1].

При этом очевидно преимущество цифрового моделирования [2], а именно:

- снижение длительности работ по прогнозированию;
- возможность дать прогноз на ранних этапах проектирования;
- возможность дать конкретные рекомендации по предполагаемому коррозионному износу образцов МПО для любых районов Мирового океана;
- многократное уменьшение стоимости работ и др.

В цифровом моделировании расчёт глубины коррозионного износа в каждой конкретной точке геометрической модели омываемой поверхности корпусно-механической части образца (КМЧ) МПО определяется законом Фарадея для глубинного показателя [3, 4], для чего:

- строятся геометрические модели омываемой поверхности КМЧ;
- используется закон Ома в дифференциальной форме;
- решается уравнение Лапласа, где в качестве граничных условий выступают электрохимические характеристики кон-

струкционных материалов, защитных покрытий, удельная электрическая проводимость коррозионной среды.

Точность прогнозов при этом зависит от достоверности исходных данных.

1. Качество прогнозов для построенной геометрической модели КМЧ определяется подробностью триангуляции, которая, в свою очередь, зависит от возможностей компьютеров. При этом разбиение может быть неравномерным: густая сетка необходима для тех анодов, на которых глубину коррозионного износа нужно определять наиболее точно. Так, для определения глубины разрушения жертвенной заглушки с точностью до сотых долей миллиметра размер сетки должен быть не более 1 мм (рисунки 1).

2. В закон Ома входит электрохимический эквивалент металлов [5], который для сплавов можно уточнить исходя из процентного отношения его основных компонентов [6]. Так, например, для алюминия он $1.06 \text{ мм}\cdot\text{м}^2/\text{А}\cdot\text{год}$, для сплава 1560 – $1.15 \text{ мм}\cdot\text{м}^2/\text{А}\cdot\text{год}$, а для сплава 1980 – $1.11 \text{ мм}\cdot\text{м}^2/\text{А}\cdot\text{год}$.

3. Электрохимические характеристики, а именно стационарный потенциал и поляризуемость (анодная и катодная), зависят от удельной электрической проводимости морской воды (являющейся функцией температуры и солёности), скорости потока, гибки и сварки. Так, например, стационарный потенциал алюминиевого сплава 1561, измеренный на плоском образце, составляет -0.55В , а на цилиндре – на 0.1В отрицательнее при той же удельной электрической проводимости морской воды [5]. В потоке он становится отрицательнее на

0.33В. Удельная поляризуемость также изменяется [6-9].

4. Удельное электрическое сопротивление лакокрасочного покрытия (ЛКП) изменяется по нескольким направлениям: во времени от 10^8 - 10^6 Ом·м² после нанесения до 10-100 Ом·м² через 2-6 месяцев эксплуатации; при этом крайне неравномерно изменяется по поверхности (разница может составлять несколько порядков) [6].

5. Удельная электрическая проводимость морской воды зависит от температуры и солёности. В разных районах Мирового океана она различна. Кроме того, в одном и том же бассейне она отличается по

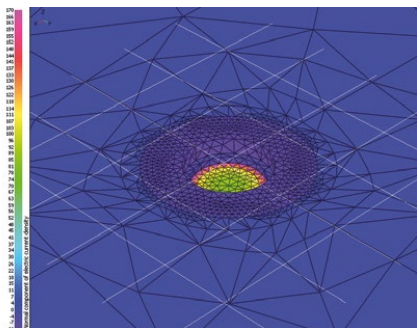


Рисунок 1 – Распределение коррозионных токов. В центре – жертвенная заглушка (основной анод)

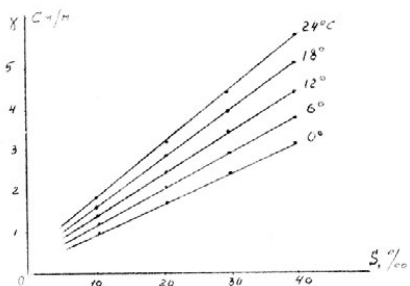


Рисунок 3 – Зависимость удельной электрической проводимости морской воды от температуры и солёности

глубине [10-14] (рисунки 2-5).

В своё время был проведен специализированный эксперимент, в котором измерялись основные характеристики металлов и покрытий на конкретном образце МПО, распределение коррозионного потенциала на его поверхности, а также характеристики коррозионной среды в месте испытаний [1] (рисунок 6).

По результатам испытаний были сделаны следующие выводы:

- стационарный потенциал сплава 1561 отрицательнее измеряемого на плоских образцах на 0.1В;
- электрическое поперечное сопро-

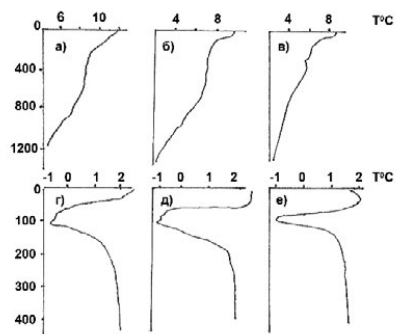


Рисунок 2 – Изменение вертикальных профилей температуры по меридиональному разрезу от субтропиков к Антарктиде (а → е)

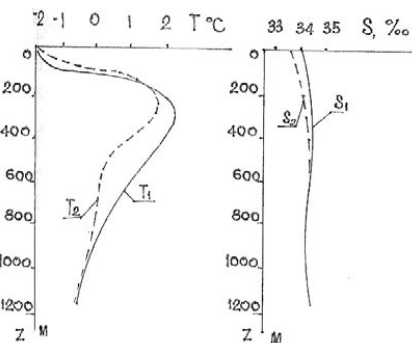


Рисунок 4 – Распределение температуры и солёности в приатлантической части Арктического бассейна

тивление ЛКП неравномерно по поверхности;

– коррозионный потенциал по поверхности распределяется неравномерно.

Применение новых научно-технических решений для повышения надёжности и увеличения модернизационных возможностей с экономией больших финансовых ресурсов при обновлении вооружения и разработке новых высокотехнологичных образцов МПО соответствует современной политике Концерна [15].

Это – обеспечение разумного компромисса: с одной стороны – прогнозировать коррозионный износ и защищаться от коррозии наилучшим образом, а с другой – обеспечить соответствие функциональным требованиям конструкторов, технологов и эксплуатационников к образцам МПО.

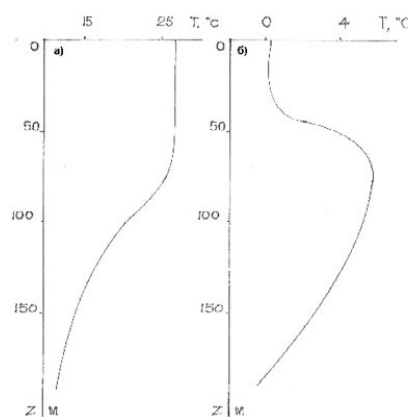
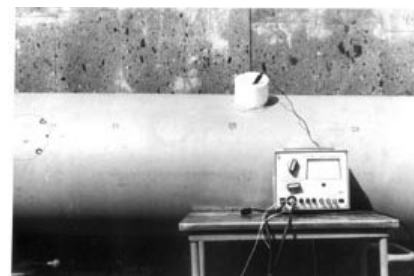


Рисунок 5 – Вертикальные профили температуры: а) в Атлантике в районе северного тропика; б) в Норвежском море в зоне подводного течения



1) Измерение стационарного потенциала



2) Измерение удельного поперечного сопротивления ЛКП



3) Измерение стационарного потенциала



4) Подготовка к измерениям распределения коррозионного потенциала на корпусе

Рисунок 6 – Комплексный натурный эксперимент

При этом происходит:
 – накопление данных;
 – исследование на всех этапах жизненного цикла;
 – внедрение комплексной ПКЗ;

– обучение конструкторов.
 Всё это – цифровое моделирование, направленное на решение организационных, технических и правовых проблем в совокупности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голованова М.В. История защиты морского подводного оружия от коррозии // Труды конференции МПО-2004 «Морское подводное оружие – памятные даты истории». – СПб, 2004. – С. 102-113.
2. Голованова М.В. Противокоррозионная защита морского подводного оружия: широта охвата проблемы // Подводное морское оружие. – 2020. – Вып. 2 (50). – С.66-71.
3. Голованова М.В. Использование математического моделирования процессов коррозии для проектирования морской подводной техники новых поколений // Подводное морское оружие – 2007. – Вып. 9. – С. 239-243.
4. Отчет ОАО «Концерн «МПО – Гидроприбор» о НИР «Антикор», 3 этап. – СПб., 2010. – 241 с.
5. Иоссель Ю.Я., Кленов Г.Э., Павловский Р.А. Расчет и моделирование контактной коррозии судовых конструкций. – Л.: Судостроение, 1979. – 262 с.
6. Отчет ОАО «Концерн «МПО – Гидроприбор» о НИР «Антикор», 1 этап. – СПб., 2009. – 118 с.
7. Гедвилло И.А. Об электрохимических характеристиках металлических материалов в водах Мирового океана // Коррозия: материалы, защита. – 2006. – № 1. – С. 13-18.
8. Отчет ЦНИИ «Гидроприбор» о НИР «Коррозия-БД». – СПб., 2002. – 104 с.
9. Отчет ЦНИИ «Гидроприбор» о НИР «Коррозия-БД». – СПб., 2003. – 110 с.
10. Попов Н.И., Федоров К.Н., Орлов В.М. Морская вода. – М.: Наука, 1979. – 327 с.
11. Разумеенко Ю.К., Родионов А.А., Шевяков М.Ю. К вопросу об эксплуатации подводных лодок в различных гидрологических условиях // Морской сборник. – 2016. – № 4. – С. 40-46.
12. Коррозия и защита морских судов / И.Я. Богорад, Е.В. Искра, В.А. Климова, Ю.Л. Кузьмин. – Л.: Судостроение, 1973. – 392 с.
13. Белевич Р.Р. Колебания некоторых океанографических характеристик в Атлантике в зависимости от скорости вращения Земли // Морские гидрофизические исследования. – 1960. – №2 (89). – С. 147-152.
14. Кузьмин Ю.Л., Орыщенко А.С. Коррозия и электрохимическая защита морских судов. – СПб.: АНО ЛА «Профессионал», 2017. – 288 с.
15. Матвиенко С.А., Патрушев В.В., Трушенков В.В. Будущее морского подводного оружия ВМФ России создается в Государственном научном центре РФ ОАО «Концерн «Морское подводное оружие-Гидроприбор» // Подводное морское оружие. – 2016. – Вып. 1 (27). – С. 5-15.

УДК 378.14

к.ф.н. А.Е. ШАПОВАЛОВА

ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

В статье анализируется опыт дистанционного обучения в Военно-медицинской академии и дистанционной практики в ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» на основе анкетирования, проведенного среди преподавателей и студентов-практикантов.

Пандемия 2020 года вынудила перевести образовательный процесс в дистанционный формат. Перестраиваться пришлось резко и кардинально, и далеко не все учреждения и организации оказались к этому готовы. Во многих вузах существуют образовательные онлайн-платформы (например, информационная система поддержки образовательного процесса СПбГУ «Blackboard», система дистанционного обучения ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова «Фарватер», информационно-образовательная среда Университета ИТМО «AcademicNT»), однако до пандемии они использовались как вспомогательный информационный ресурс. Введение ограничительных мероприятий заделало их в полном объеме и выявило существенные ограничения их функционала, что, в свою очередь, отразилось на образовательном процессе, причём не в лучшую сторону.

Так, например, защиты выпускных квалификационных работ (ВКР) в Санкт-Петербургском государственном университете прошли в письменном формате ввиду ограниченных возможностей системы «Blackboard» по обеспечению видеосвязи для более пяти тысяч ВКР. Защита такого количества работ в течение менее чем месяца серьёзно повышала риск возникновения технических сбоев. По словам первого проректора по учебной и методической работе М.Ю. Лавриковой, «каждый сбой мог в перспективе привести к отмене результатов защиты всех ВКР, проведённых в течение сессии подключения к системе, в ходе которой имел место сбой». Поэтому приказом от 06.05.2020 № 3896/1 был утверждён особый регламент проведе-

ния государственной итоговой аттестации с применением исключительно дистанционных образовательных технологий [1]. В итоге защита ВКР превратилась, по сути, в формальность.

«Дистант» оказался проверкой на прочность для подавляющего большинства преподавателей и студентов: отсутствие непосредственного общения, недостаточная обеспеченность образовательными ресурсами в цифровом формате, возросший объём письменных заданий (и их проверки), технические накладки. Сложности возникли и в плане реализации содержания ряда учебных дисциплин, особенно технических и медицинских, большие вопросы вызвала организация государственной итоговой аттестации и производственной практики.

За прошедшие месяцы накопился опыт дистанционного обучения, который требует своего анализа и осмысления. Одним из наиболее действенных инструментов анализа является анкетирование, результаты которого представлены в статье. Мы рассмотрим дистанционное обучение с точки зрения преподавателей Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова и дистанционную практику с точки зрения студентов-практикантов ГНЦ РФ АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор».

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ВОЕННО-МЕДИЦИНСКОЙ АКАДЕМИИ

В Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова реализуется программа переподготовки преподавательского состава «Педагогика высшей школы» с курсом

педагогике и психологии высшей военной школы (ППВВШ). Весной 2020 года курс прошёл в режиме дистанционного обучения.

В академии существует электронная образовательная среда (ЭОС) на платформе MOODLE (рисунок 1), в которой представлены материалы курсов преподаваемых

дисциплин: тексты лекций и задания для практических занятий, презентации и видеоматериалы, методические рекомендации и контрольные вопросы. Имеется электронная библиотека. ЭОС позволяет проводить тестирование, загружать файлы выполненных заданий, редактировать их, выставлять и комментировать оценки.

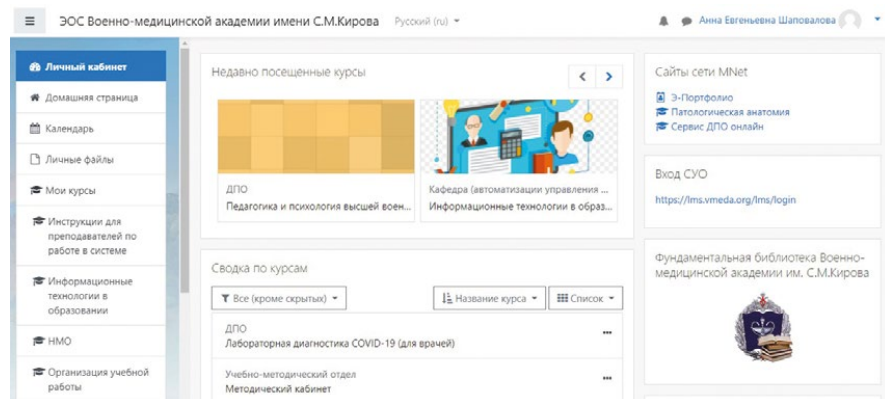


Рисунок 1 – Фрагмент стартовой страницы ЭОС

Все материалы курса ППВВШ выложены в ЭОС, однако во время дистанционного обучения платформа использовалась только как информационный ресурс. Общение преподавателя со слушателями (24 человека) осуществлялось посредством электронной почты, все выполненные задания были переданы таким же образом.

По завершении курса ППВВШ слушателям было предложено поучаствовать в анкетировании по вопросам дистанционного обучения. Надо отметить, что часть слушателей параллельно с обучением дистанционно проводили собственные занятия, поэтому они смогли проанализировать свой опыт использования дистанционных технологий с позиций как слушателя, так и преподавателя.

До введения ограничительных мероприятий только треть опрошенных имела опыт дистанционного обучения, остальным дистанционный формат пришлось осваи-

вать в «полевых условиях».

Ниже представлены ответы на некоторые вопросы анкеты.

1. Удобна ли ЭОС академии как платформа для дистанционного обучения?

Все ответили на этот вопрос положительно, но с некоторыми оговорками. При этом были отмечены следующие недостатки:

- медленная работа и «зависание»;
- затруднения в освоении некоторых опций (использование электронной библиотеки, создание тестов с картинками);
- отсутствие обновлений в разделах новостей, чатов и т. д.

Двое слушателей не смогли подключиться к курсу, потребовался «ручной ввод». Трое не смогли воспользоваться платформой ЭОС и получили все материалы по почте.

Общий вывод, который делают слушатели: ЭОС удобна как информационный

ресурс и неудобна как средство общения. Не хватает онлайн-лекций и вебинаров. По мнению респондентов, ЭОС необходимо развивать именно в этом направлении. Технические возможности для этого есть (платформа MOODLE имеет такой функционал), не хватает серверных мощностей.

2. Насколько удобен процесс общения с преподавателем через электронные средства?

По общему мнению слушателей, на платформе ЭОС связь неудобна: поле для сообщений маленькое, непонятно, как обмениваться файлами, получение сообщения не дублируется уведомлениями, поэтому оперативность обратной связи невозможна. Применительно к электронной почте все ответы положительные. Отмечена оперативность обратной связи, наличие подробных ответов. При этом указаны следующие недостатки:

- отсутствует живое общение;
- много времени занимает набор текста;

– связь получается двусторонней (преподаватель – слушатель), а не многосторонней, включающей всех слушателей, нет общения и между слушателями. Как вариант решения этой проблемы предложено использование общего диалога в мессенджерах. Однако развернутый ответ на вопрос предполагает большой набор текста, что удобнее делать при помощи отдельной клавиатуры, а не на экране смартфона. Дублирование же каналов связи (почта и мессенджер) только усложнило бы работу.

3. Насколько изменилась ваша преподавательская нагрузка с введением дистанционного обучения?

Семь респондентов в период обучения не вели собственных занятий, поэтому для них нагрузка не изменилась. Двое, занимаясь преподаванием, также не заметили изменений в нагрузке: «*Всё то же самое, только дистанционно*». Для остальных пятнадцати нагрузка увеличилась многократно (рисунок 2).

Изменение нагрузки преподавателей



Рисунок 2 – Распределение ответов на вопрос анкеты

Увеличение нагрузки имеет несколько причин:

- постоянная проверка большого объема работ обучающихся, подтверждающих освоение учебного материала;
- много времени занимает комментирование ответов, разъяснения и замечания;

– требуется время на освоение всех возможностей ЭОС;

– значительно увеличилось время работы за компьютером, при этом есть сложности с доступом к нему, поскольку в семьях компьютер обычно один, а в условиях самоизоляции он требуется всем и

примерно в одно и то же время.

4. Насколько интересно (продуктивно, эффективно) самостоятельное изучение дисциплин в дистанционном формате?

Ответ на этот вопрос слушатели поставили в зависимость от нескольких условий:

- особенности личности обучающихся (организованность, умение самостоятельно работать, концентрация внимания);
- заинтересованность в той или иной дисциплине;
- мотивация обучающихся;
- адаптация учебного материала для дистанционного изучения.

Если студент обладает навыками самостоятельной работы и самоорганизации, если он заинтересован в предмете и мотивирован на учёбу, если учебный материал ориентирован на дистанционное обучение – ответ положительный. Но в реальности всё не настолько оптимистично. Учебные материалы копируют формы традиционного образования и не слишком удобны для самостоятельного обучения, навыки самостоятельной работы у студентов не развиты, на интерес и мотивацию в отсутствие преподавателя рассчитывать не приходится.

При этом для слушателей курсов повышения квалификации самостоятельное изучение продуктивно в силу тех же причин – умения работать самостоятельно, организованности, мотивированности.

Приведём несколько мнений.

(1) «Самостоятельное изучение дисциплин интересно, есть возможность уделять больше времени интересующим вопросам, то есть перераспределять время обучения».

(2) «Мне как слушателю интересно работать в ЭОС. Я могу не спеша просмотреть презентации и текст лекции, соотносить их между собой, спокойно вникнуть, что-то заинтересовавшее или непонятое посмотреть дополнительно в интернете».

(3) «Интересно? Не очень. В отсутствие преподавателя предмет не может

заинтересовать, особенно если он вам не интересен. И самое главное – никто не подскажет, на что надо обратить внимание. Продуктивно? Не думаю. Неважно, сколько раз будет прочитан материал, но когда нет того, кто ответит на вопросы, вы не сможете его понять и не сможете найти адекватную литературу, которая бы помогла, либо потратите на это слишком много времени, а процессе поиска может наступить апатия. Эффективно? Учитывая предыдущий пункт – не очень. Сложно тыкаться как слепой котенок».

(4) «У самостоятельного изучения дисциплин есть несомненные преимущества (заставляет думать, осуществлять самостоятельный поиск информации) и недостатки (очное общение с педагогом позволяет правильно расставить акценты, сформировать каркас, на который уже потом нанизываются самостоятельно полученные знания)».

(5) «Мы пока не видим результатов такого обучения и не можем провести оценку эффективности и правильности, а ведь последствия могут быть хуже, чем просто пробелы в знаниях».

5. Может ли дистанционное обучение заменить обычное?

В ответе на этот вопрос все единодушны – дистанционное обучение стать полноценной альтернативой традиционному не может, тем более если речь идёт о медицинских специальностях.

Дистанционное обучение может быть использовано только в крайних случаях, таких как пандемия, частично – на курсах повышения квалификации (ПК), при изучении теоретических дисциплин, а также для всех дисциплин в качестве дополнительного, вспомогательного ресурса (как обычно и используется ЭОС). В плане курсов ПК у «дистанта» есть неоспоримый плюс в виде снижения затрат на оплату командировок.

При этом преимущества на стороне традиционного образования:

- живое общение преподавателя со студентами, постоянная обратная связь;

- постоянный контроль со стороны преподавателя;

- эффективное запоминание и усвоение информации благодаря её структурированию, акцентам, которые расставляет преподаватель, воздействию его личности;

- практика, которую невозможно заменить;

- социальный опыт для обучающихся и соревновательность в учебном процессе.

Эти выводы подтверждаются словами респондентов.

(1) «На младших курсах – нет. А как же воспитательный процесс? А как хотя бы отработать культуру профессиональной речи, необходимой для контакта с пациентом, с коллегами?»

(2) «Школьникам и студентам младших курсов необходимо учиться «вживую», это помогает выстраивать отношения в коллективе, даёт опыт выступления перед аудиторией, возможность сравнивать свои результаты обучения с результатами других студентов. При аудиторной работе преподаватель чувствует, насколько усваивается материал, и имеет возможность корректировать учебный процесс, что невозможно при дистанционном обучении».

(3) «Конечно, студентам нравятся заниматься дома, ведь это облегчает жизнь, работаешь в своём темпе, по мере возможностей, не надо перенапрягаться и т. д. Но на этой почве они начинают лениться и терять интерес. В обычном обучении студента порой ставят в такие условия, что он должен прыгать выше головы, чтобы добиться результата, у него есть стимул, есть мотивация, контроль со стороны преподавателя. Всё это ведёт к тому, что он каждый день становится чуточку сильнее, увереннее, умнее, чем вчера, это уже победа, человек не стоит на месте и развивается. Ему приходится пройти через разные сложности, но это хорошая школа жизни в социальном и профессиональном плане. А если будет только дистанционное обучение, то социальный и жизненный аспект просто выпадает».

(4) «С курсантами (студентами) в большинстве случаев не может ни при каких обстоятельствах. Им не хватает сознательности, организованности, понимания, мотивированности».

(5) «У студентов не складывается в единое целое, не структурируется полученная информация, им сложно представить, как это должно быть на практике. Понимание возникает только после проведения консультации, практического выполнения задания, беседы с преподавателем».

(6) «Использование дистанционного обучения для повышения квалификации более реально, так как обычно это небольшие курсы и учатся на них люди с опытом работы, они мотивированы на успешное прохождение курса».

(7) «Обычное обучение более продуктивно, есть возможность затронуть больше вопросов, обсудить в живой беседе, услышать мнение коллег».

(8) «Курсы повышения квалификации, помимо приобретения новых знаний, считаю шикарным клубом общения, где можно познакомиться с профессионалами в разных областях, обменяться педагогическим и научным опытом, понять, что необходимо откорректировать в своем курсе. В дистанционном режиме всё это становится невозможным».

Таким образом, дистанционное обучение проигрывает традиционному, его достоинства не могут компенсировать имеющиеся недостатки, особенно применительно к профилю обучения или к категории обучающихся. И хотя «дистант» не сможет стать полноценной заменой классическому обучению, в условиях современных вызовов он оказался приемлемой альтернативой и показал свою востребованность. Расширение функционала образовательной платформы, адаптация содержания учебных программ, повышение квалификации преподавателей в области информационных технологий позволят усовершенствовать дистанционный формат обучения.

ДИСТАНЦИОННАЯ ПРАКТИКА В ГНЦ «ГИДРОПРИБОР»

Ежегодно в ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» проходят практику студенты базовых вузов: СПбГМТУ, БГТУ «Военмех», ЛЭТИ, ИТМО и СПбПУ «Политех». Ввиду ограничений, связанных с пандемией, в 2020 году практика прошла в дистанционном формате.

Учебно-методическим обеспечением практики стал «Гид для студентов, проходящих практику» (материалы о истории и структуре предприятия, направлениях его деятельности, разработанные отделом адаптации и подготовки персонала совместно с центром организационно-методического и научно-технического сопровождения) и комплекс практических заданий и лабораторных работ, подготовленных специалистами Концерна – руководителями практики. Все материалы были размещены на официальном сайте «Гидроприбора» с индивидуальным доступом для каждого из 47 студентов, проходивших практику. Студенты должны были изучить материалы «Гида», выполнить практические задания и написать эссе по итогам прохождения практики с размышлениями о своей будущей профессии и перспективах в Концерне [2].

Кроме того, студенты заполняли ан-

кету обратной связи по вопросам дистанционной практики. Несколько вопросов предполагали оценку по пятибалльной шкале, где 5 – максимальный балл, остальные вопросы – развёрнутый ответ. Полученные оценки представлены в виде диаграмм на рисунке 3.

Как видно из диаграмм, большинство студентов положительно оценили дистанционную практику, выразив мнение, что дистанционный формат не оказал значительного влияния на практическую ценность учебного материала. В отзывах респонденты отмечали, что информация удобно и хорошо организована, её интересно читать и изучать.

При этом треть студентов в ответах на следующие вопросы анкеты высказалась за традиционный формат проведения практики, справедливо полагая, что дистанционная практика не может быть полноценной заменой обычной, «осязаемой» практике. Вот лишь некоторые мнения: *«хотелось бы увидеть всё своими глазами», «интересно побывать на самом заводе», «увидеть технологический процесс изнутри», «чтобы лучше представлять свою будущую деятельность на предприятии, пообщаться с сотрудниками, посмотреть на «кухню» завода изнутри, возможно, ближе познако-*

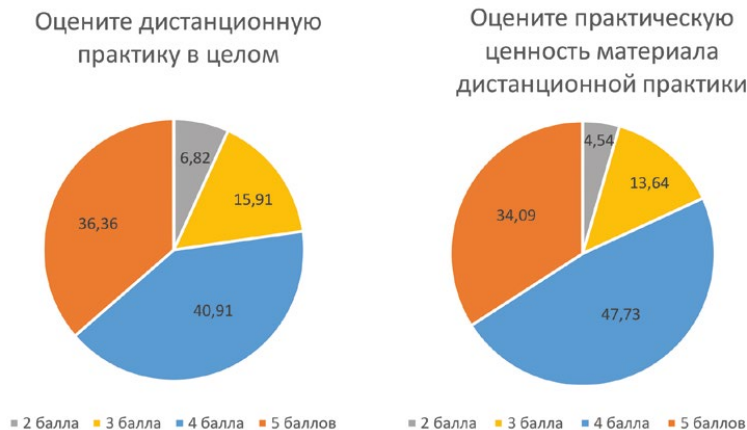


Рисунок 3 – Распределение ответов на вопросы анкеты

миться с оборудованием и принципами работы». Иными словами, понимая текущую ситуацию и признавая дистанционный формат как вынужденную меру в условиях ограничений, студенты всё же хотели бы, чтобы практика была практикой в полном смысле этого слова.

Приведём три показательные цитаты из анкет, довольно ёмко описывающие плюсы и минусы дистанционного формата практики.

(1) *«Дистанционная практика, безусловно, имеет свои плюсы (выполнение учебных заданий не выходя из дома, что экономит время), но в то же время имеет и минусы, так как нет возможности посмотреть, чтобы познакомиться с будущей профессией ближе, а также пообщаться со специалистами и узнать больше полезной информации о Концерне».*

(2) *«Дистанционная практика – это плохо. Проходить практику на предприятии было бы куда интереснее и полезнее, это способствует получению опыта работы на производстве в будущем».*

(3) *«Дистанционная практика не заменит очную, так как, образно говоря, пощупав всё своими руками, материал практики лучше запоминаешь, происходит накопление опыта работы. Проходить практику, присутствуя на предприятии, намного интереснее и познавательнее».*

С этими мнениями можно только согласиться. Интересно, кстати, что студенты оказываются куда большими приверженцами очного формата обучения, чем преподаватели [3].

Однако нынешние условия требуют пересмотра традиционных форм обучения и поиска новых методов организации учебного процесса. Поэтому в последнем пункте анкеты студентам было предложено сформулировать свои пожелания по организации и проведению дистанционной практики. Среди прочих были высказаны следующие предложения:

1) добавить видеоконтент: видеокон-

ференции с руководителями практики, познавательные обучающие видеоматериалы, фильмы-экскурсии о производстве, анимационные фильмы о работе устройств, видеообращения специалистов Концерна, рассказывающих о своей работе (13 ответов). При этом положительно были отмечены имеющиеся видеоролики о продукции Концерна;

2) добавить интерактивность и игровой элемент (4 ответа). При этом студентам понравилось, что пароль для доступа к материалам практики был представлен в виде ребуса;

3) предоставить профильную литературу в электронном виде, поскольку по тематике МПО сложно найти нужный материал (1 ответ);

4) разработать методическое пособие, как в учебных заведениях (2 ответа). При этом студенты положительно оценили выданный образец выполнения практических заданий;

5) по возможности минимизировать дистанционный формат и проводить практику в привычном виде на предприятии (15 ответов).

По итогам дистанционной практики был проведён круглый стол, на котором был утверждён план мероприятий по совершенствованию организации практики для студентов в Концерне. В частности, планируется следующее:

– выпустить несколько фильмов о Концерне, в том числе фильм-экскурсию по музею, некоторым отделам и цехам, а также профориентационный фильм;

– организовать электронную библиотеку для студентов;

– разработать учебно-методические пособия с лабораторными и практическими заданиями для студентов;

– оборудовать помещение для проведения занятий в дистанционном формате.

Как видно, план был сформирован с учётом полученной от студентов обратной связи, которая во многом совпала с мнением руководителей практики. Реализация намеченных мероприятий должна миними-

зировать недостатки дистанционного формата практики.

При этом организаторы практики отмечают и положительные стороны «дистанта». Так, благодаря письменным работам, прежде всего эссе, которые сохраняются в личном деле каждого прошедшего практику студента, отдел адаптации и подготовки персонала получил более полную информацию о том, насколько успешно студент проявил себя во время практики, какими он представляет свои перспективы в Концерне, что впоследствии может иметь значение при приёме на работу. Дистанционный формат побудил руководителей практики к созданию новых форм заданий, которые могут быть использованы и при традиционном проведении практики, а также к разработке учебно-методических материалов, нехватка которых ощущалась и ранее, но не столь остро.

Таким образом, необходимость проведения дистанционной практики подтолкнула «Гидроприбор» к поиску новых форм организации учебного процесса, что в перспективе позволит совершенствовать организацию практики и, следовательно, повысит эффективность подготовки будущих специалистов.

ВЫВОДЫ

Проведённый анализ позволяет сделать выводы о достоинствах и недостатках дистанционного обучения.

Достоинства:

– доступ к образовательным ресурсам в любое время в любом месте;

– экономия времени на дорогу в вуз и обратно;

– возможность изучения учебных материалов в комфортном темпе;

– возможность совмещения учёбы и работы;

– развитие навыков самостоятельной работы;

– повышение прозрачности аттестации ввиду письменного формата ответов.

Недостатки:

– отсутствие живого общения преподавателя с обучающимися;

– отсутствие практического компонента содержания обучения;

– отсутствие социального взаимодействия в учебном коллективе и соревновательности в учебном процессе;

– сложности с созданием мотивации к обучению;

– сложности с реализацией воспитательного функции образовательного процесса;

– увеличение зрительной нагрузки;

– увеличение времени на написание и проверку работ;

– невозможность контролировать самостоятельность выполняемых работ;

– наличие технических сбоев.

Несмотря на очевидное преимущество традиционного формата обучения перед дистанционным, в нынешних условиях возможно реализовывать только последний. Следовательно, необходимо совершенствовать его организацию, учитывая имеющиеся недостатки, и использовать сложившуюся ситуацию в перспективном ключе, как это сделал ГНЦ «Гидроприбор».

ЛИТЕРАТУРА

1. Регламент проведения государственной итоговой аттестации с применением исключительно дистанционных образовательных технологий. – Текст: электронный // Санкт-Петербургский государственный университет: [сайт]. – URL: <https://spbu.ru/openuniversity/documents/ob-utverzhenii-reglamenta-provedeniya-gosudarstvennoy-itogovoy-attestatcii> (дата обращения 09.06.2020).

2. Мильчакова, О.Н., Сударчиков, В.А., Петрушенкова, М.Ю. Практика прошла дистанционно / О.Н. Мильчакова, В.А. Сударчиков, М.Ю. Петрушенкова. – Текст: непосредственный // Точно в цель. – 2020. – № 4 (24). – С. 30-31.

3. Иванова, А.Д. Онлайн-обучение глазами студентов: Вебинар в издательстве «Юрайт» / А.Д. Иванова. – Текст (визуальный): электронный + Изображение (движущееся; трехмерное): видео // Youtube: [сайт]. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=9IхN00xDFgo> (дата обращения 20.11.2020).

УДК 355.55

д-р воен. наук В.В. ПУЧНИН, д-р воен. наук А.Н. ПОЛОВ

ОПЫТ СТАНОВЛЕНИЯ КОМАНДИРОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК В СОВЕТСКОМ ВМФ КАК ЦЕЛЕСООБРАЗНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ПОДГОТОВКИ КОМАНДИРА НЕАТОМНОГО ПОДВОДНОГО КОРАБЛЯ

В статье на основе служебного опыта авторов предложена последовательность этапов становления командира современной неатомной подводной лодки.

В настоящее время в российском Военно-морском флоте практически отсутствует продуманный системный подход, направленный на качественную подготовку одной из самых сложных и ответственных военно-морских профессий – командиров дизельных (неатомных) подводных лодок. К большому сожалению, мало используются богатейший опыт советского ВМФ в этой области.

Целью статьи является рассмотрение и решение данной проблемы через анализ личного опыта становления командиров дизельных лодок в советском ВМФ в наиболее напряжённый и сложный период его противостояния с военно-морскими силами (ВМС) США и НАТО в годы холодной войны на море.

В 1960-1980-е годы холодная война между СССР и США была в самом разгаре. Имея на вооружении достаточное количество современных атомных и дизельных подводных лодок и хорошо отлаженную систему подготовки экипажей, включая командиров, советский ВМФ активно и успешно противостоял ВМС США и НАТО во всех стратегически важных районах Мирового океана. Наш флот господствовал в подводной среде не только в морях, прилегающих к территории Советского Союза, но и во многих районах дальней морской и океанской зоны. Советские подводные лодки присутствовали в водах всех океанов и контролировали все важнейшие мировые коммуникации.

В начале 1980-х годов советский ВМФ по числу атомных стратегических, атомных и дизельных многоцелевых под-

водных лодок уверенно вышел на первое место в мире. Одновременно в различных районах Мирового океана на боевой службе находилось до 12 атомных и 10 дизельных советских подводных лодок в немедленной готовности к применению оружия. Мы превосходили американцев не только по количеству лодок, но и по их результативности: по общему времени нахождения в море, числу дальних походов, результатам освоения стратегически важных районов Мирового океана. К примеру, за 1971-1991 годы число походов советских атомных подводных лодок подо льдами Северного Ледовитого океана составило 248, а американских в 5 раз меньше – всего 48 походов [1].

В 1960-1990 годы в боевом составе советского ВМФ числилось от 240 до 150 дизельных лодок, которые интенсивно использовались для обеспечения национальных интересов государства в Мировом океане. С этой целью советские дизельные подводные лодки с середины 1960-х и до конца 1980-х годов совершили более 500 дальних походов в различные районы Мирового океана, в том числе не менее 110 боевых служб в Средиземном море, где находились в отрыве от своих баз по 8-12 месяцев, некоторые лодки – до 17 месяцев.

Несмотря на высокое напряжение, трудности и сложности дальних походов, абсолютное большинство дизельных лодок успешно выполняли поставленные задачи и благополучно возвращались в свои базы. За этот почти тридцатилетний период по разным причинам затонули всего три советские дизельные лодки.

Одной из главных причин высокой успешности применения наших дизельных подводных лодок являлась продуманная, хорошо организованная и отлаженная система подготовки командиров этих подводных лодок.

Подтверждением этому является и личный опыт службы авторов статьи на подводных лодках Северного флота, в том числе в должности командира дизельной подводной лодки.

Путь в командиры **В.В. Пучнина** сложился следующим образом.

После окончания в 1972 году Высшего военно-морского училища имени М.В. Фрунзе по специальности «Противолодочное вооружение» службу начал в 4-ой эскадре подводных лодок Северного флота командиром торпедной группы, затем командиром минно-торпедной боевой части на большой океанской дизельной подводной лодке «Челябинский комсомолец», проекта 641 под командованием капитана 2 ранга И.Н. Мохова, который стал учителем и наставником на все годы службы в подводных силах Северного флота. За три года, проведённых на «Челябинском комсомольце», стал в совершенстве знать техническое заведение минно-торпедной боевой частью и устройство подводной лодки, на уровне вахтенного офицера мог уверенно управлять подводной лодкой в подводном и надводном положениях, до автоматизма выполнять первичные мероприятия по борьбе за живучесть и другие непростые вопросы подводной службы. Прошёл три боевые службы: в Норвежском море с выходом в Северную Атлантику (август-сентябрь 1972 г.) и в Средиземном море (январь-август 1973 г., март 1974 – июнь 1975 гг.).

После возвращения в 1975 году с боевой службы был назначен помощником, а в 1976 году, после сдачи многочисленных зачётов флагманским специалистам эскадры, был допущен к самостоятельному управлению подводной лодкой, – старшим помощником командира подводной лодки. В этой ответственной и хлопотной должнос-

ти совершил дальний поход в Атлантику и в Средиземное море (октябрь 1977 – июнь 1978 гг.). В ходе этих непростых восьми месяцев плавания получил значительный опыт управления подводной лодкой и решения сложных задач в море. К концу боевой службы на уровне командира лодки освоил сложные манёвры, связанные с погружениями и всплытиями, постановкой на якорь, швартовкой к борту надводного корабля, стоявшего в море на якоре, и др. Успешное выполнение задачи длительного похода послужило основанием для направления в 1978 году на учёбу на 6-е Высшие специальные офицерские курсы (6 ВСОК) ВМФ в Ленинграде.

Следует особо отметить важное место в подготовке командиров кораблей 6 ВСОК ВМФ, являющихся уникальным учебным заведением – ни в одном флоте мира подобного образовательного учреждения нет, – в котором получали серьёзную теоретическую и практическую подготовку все флотские офицеры перед назначением на должность командира корабля (надводного или подводного). После всех потрясений и реформ военного образования офицерские классы в Санкт-Петербурге сохранились и сегодня продолжают успешно функционировать как Военный институт дополнительного профессионального образования (ВИ ДПО) в составе ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

После учёбы в Ленинграде снова убыл на Северный флот, где в декабре 1979 года, пройдя государственную аттестационную комиссию, приказом главнокомандующего ВМФ был назначен командиром океанской дизельной подводной лодки Б-435, будучи капитаном 3 ранга, в возрасте неполных 30 лет.

Таким образом, чтобы стать командиром лодки, потребовалось 7,5 лет, из которых более трёх лет прошли в море на боевой службе. Потом почти 4 года была служба командиром лодки, были многочисленные походы в море, связанные с выполнением задач боевой подготовки и торпедными стрельбами, в том числе стрельба на приз глав-

нокомандующего ВМФ, 8-месячная боевая служба в Атлантике и в Средиземном море. Далее – учёба и преподавательская работа в Военно-морской академии.

Путь **А.Н. Попова** в командиры подводной лодки складывался следующим образом.

Окончив в 1973 году Высшее военно-морское училище подводного плавания им. Ленинского комсомола, был назначен командиром минно-торпедной боевой части большой подводной лодки проекта 641 Б-9. На этом корабле совершил зимний межтеатровый переход по штормовому морю из Кронштадта на Северный флот в г. Полярный на 4-ю эскадру дизельных подводных лодок. Там экипаж Б-9 снова прошёл полный курс боевой подготовки и участвовал в двух крупных учениях. Через год службы на флоте был назначен помощником командира большой океанской дизельной подводной лодки Б-57. С этого момента началась целенаправленная подготовка как будущего командира лодки, значительную роль в которой сыграл командир Б-57 капитан 2 ранга Г.А. Мелихов. Своих помощников – А.Н. Попова и старшего помощника командира Г.А. Сучкова (будущего адмирала, командующего Северного флота) – он обучал самостоятельности в управлении кораблём. Оба без вмешательства командира выполняли перешвартовки, погружения и всплытия, проходили узкости, выходили в торпедные атаки, отрабатывали действия в аварийных ситуациях и многое другое. Это была великолепная школа.

Затем состоялась 13-месячная боевая служба в Средиземном море и Южной Атлантике, которая дала огромный опыт, в том числе управления подводной лодкой при длительном плавании под РДП в океане, в течение которой были сданы зачёты и получен допуск к самостоятельному управлению подводной лодкой.

После возвращения в базу последовала ещё одна боевая служба продолжительностью 50 суток в Северной Атлантике на противолодочных рубежах НАТО. Летом 1977 года был назначен старшим помощни-

ком командира подводной лодки и в том же году направлен на учёбу на 6 ВСОК ВМФ. После окончания классов – назначение старшим помощником командира большой подводной лодки Б-821 Северного флота.

С назначением на эту должность началась интенсивная подготовка Б-821 к 10-месячной боевой службе в Атлантике и Средиземном море, а затем сама боевая служба, в ходе которой пришлось решать множество сложных задач: в подводном положении форсировать пролив Гибралтар, скрытно осуществлять поиск американских подводных лодок в Средиземном море, осуществлять слежение за АУГ США и десантным соединением ВМС НАТО в ходе проведения им учений с высадкой десанта на побережье Греции и многое другое.

Сразу после возвращения в г. Полярный вступил в должность командира подводной лодки Б-825 с последующим выполнением полного курса боевой подготовки и успешного выполнения всех требуемых торпедных стрельб, включая стрельбу телеуправляемыми торпедами. Следовательно, для чтобы стать командиром подводной лодки, потребовалось 6,5 лет (половина из них на боевой службе). Потом в должности командира последовала короткая боевая служба и назначение командиром другой подводной лодки – Б-400. Ускоренный курс боевой подготовки с полным успешным курсом стрельб, в том числе телеуправляемыми торпедами, а затем 11-месячная боевая служба в Средиземном море. На этой боевой службе потребовалось решить ряд сложных трудновыполнимых задач. В дальнейшем – учёба и преподавательская работа в Военно-морской академии, а также 13-летняя служба начальником кафедры тактики и оперативного искусства ВМФ.

Таким образом, обобщая этот опыт, можно заключить: чтобы стать командиром дизельной лодки в советском ВМФ, надо было непрерывно прослужить на подводных лодках не менее 6-7 лет, следовательно пройдя должности командира минно-торпедной или штурманской боевой части (реже – радиотехнической службы),

помощника и старшего помощника командира, сдать зачёты на самостоятельное управление подводной лодкой, а также закончить Высшие офицерские классы. При этом в ходе всей службы нужно много и упорно учиться, сдавать множество зачётов и экзаменов, месяцами быть в море на боевой службе. Следует особо подчеркнуть, что назначение командиром лодки могло не состояться, если кандидат в командиры не имел за плечами опыта длительного похода (боевой службы) в должности старшего помощника командира подводной лодки.

Убеждены в правильности такого подхода. Командиру в море приходится самостоятельно решать большое число сложнейших управленческих, технических и социальных задач, быть ответственным за всё происходящее в прочном корпусе лодки. Выполнение указанных правил являлось необходимым условием для того, чтобы командирами лодок становились офицеры, всесторонне подготовленные как в профессиональном, так и в морально-психологическом плане.

Исходя из рассмотренного опыта подготовки командиров дизельных подводных лодок советского ВМФ, полученного в самые напряжённые годы их применения

в холодной войне на море, а также учитывая сегодняшнее состояние российских подводных сил и решаемые ими задачи, предлагаем следующую последовательность этапов службы и становления современных командиров неатомных подводных лодок российского ВМФ (рисунок 1).

Первая ступень – 5-летняя учёба в Военно-морском институте (ВМИ) или Военно-морском политехническом институте (ВМПИ) по специальностям: штурманская или радиотехническая, противолодочное (минно-торпедное) вооружение. Курсантам, изъявившим желание служить на подводных лодках, после 3 и 4 года обучения необходимо обеспечить прохождение морской практики на подводных лодках.

Вторая ступень – 2-3 года службы на подводной лодке в должности командира группы, штурманской или минно-торпедной боевой части, реже – командира боевой части связи и радиотехнической службы. При этом общее время пребывания в море в указанных должностях должно составлять не менее 90 суток.

Третья ступень – не менее 2 лет службы в должности помощника командира подводной лодки, время пребывания в море должно составить не менее 90 суток.

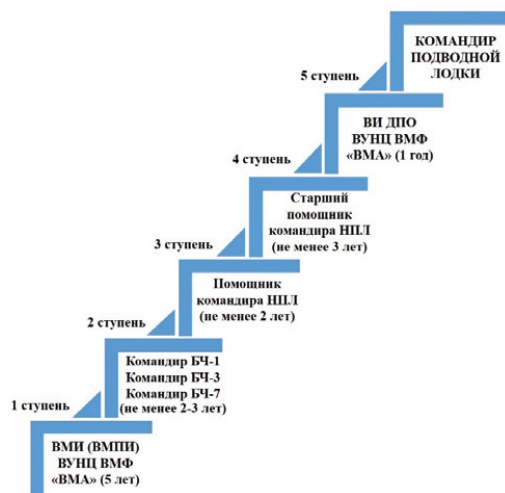


Рисунок 1 – Этапы становления командира неатомной подводной лодки

При этом помощник командира должен сдать не менее 50% требуемых зачётов на допуск к самостоятельному управлению подводной лодкой.

Четвертая ступень, самая главная – служба не менее 3 лет в должности старшего помощника командира подводной лодки. Время пребывания в море старпомом должна составить не менее 120 суток. В период службы старшим помощником завершить сдачу зачётов и получить допуск к самостоятельному управлению подводной лодкой.

Пятая ступень – 10-месячное обучение в Военном институте дополнительного профессионального образования, затем прохождение государственной аттестационной комиссии и назначение командиром неатомной подводной лодки.

В завершение – несколько рекомендаций из опыта нашей службы в 4-ой эскадре подводных лодок в интересах успешного и безаварийного выполнения задач в море.

1. Командир должен лично обучать своих помощников и вахтенных офицеров. Это позволит лучше узнать подчинённых и их возможности в тех или иных ситуациях. Необходимо проводить регулярные тренировки по выходу в торпедные атаки, включая применение оружия на самооборону, а также практические стрельбы.

2. Особое внимание нужно уделять подготовке по борьбе за живучесть подводной лодки, отрабатывать с офицерами до автоматизма первичные мероприятия по борьбе с пожарами, с поступлением воды, изучать все переключения, связанные с главной энергосистемой.

3. Самым серьёзным образом относиться к предподходовой подготовке: досконально изучать маршруты перехода и районы выполнения задач, особенно внимательно изучать районы расположения платформ по добыче нефти и газа, а также районы, используемые рыболовными траулерами.

4. Долгое пребывание в прочном корпусе сказывается на поведении моряков-подводников. Проявляется это в мелочах: то вспыхнет в кают-компании излишне ожесточённый спор, то возникнет обида из-за резко сказанной фразы. Безусловно, в очень непростых условиях многомесячного плавания управление экипажем должно осуществляться твёрдой командирской рукой. Твёрдой, но не грубой: резкость, неуважительное слово, брошенное сгоряча подчинённому, может вызвать только ответную вспышку. За многолетнюю службу на подводных лодках выработался определённый стиль в работе с экипажем лодки, который сводится к следующим правилам. Никогда нельзя допускать хамского отношения к подводникам любого ранга. Всегда нужно уважительно относиться к подчинённым, будь это офицер, мичман или матрос. Прощая и спуская в мелочах, надо неукоснительно требовать в главном. Отдавая приказы и распоряжения, предварительно продумывать их содержание. Убеждены, что только в этом случае приказы уважают и выполняют. Всегда нужно помнить, что любому исполнителю хочется иметь начальником знающего и понимающего офицера, способного видеть в своём подчинённом товарища по службе.

5. Подводники месяцами не видят солнца, родных и любимых, находятся в ограниченном пространстве отсеков подводной лодки без элементарных человеческих удобств. Их служба, требующая постоянного напряжения, концентрации внимания и мгновенной реакции, трудна и опасна. На лодке, как нигде, жизнь всех зависит от действий каждого подводника. Всё это предъявляет определённые требования к формированию экипажей подводных лодок.

Хочется надеяться, что продуманная система подготовки экипажей подводных лодок, включая их командиров, позволит России иметь один из лучших подводных флотов в мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров, М.П. Подводники уходят под лёд / М.П. Комаров. – СПб.: Морское наследие, 2014. – 400 с.

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА – НЕОТЪЕМЛЕМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ОПК

В статье проанализирован опыт диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса США и Китая, выделены проблемы диверсификации предприятий отечественного ОПК.

Благодаря действию государственных программ вооружения многие предприятия российского оборонно-промышленного комплекса (ОПК) получили новый виток развития. Кроме оборонной промышленности, значительное развитие получили военные и прикладные науки. Своеобразный научно-технический прорыв получили целые отрасли ОПК. К сожалению, гособоронзаказ имеет количественные и временные рамки и в конечном итоге заканчивается его выполнением, при этом расходы на перевооружение с каждым годом будут только снижаться.

В ежегодном послании Федеральному собранию еще в декабре 2016 года [1] президент РФ В.В. Путин поставил предприятиям ОПК задачу довести к 2025 году долю гражданской продукции до 30% от общего объема производства, а к 2030 – до 50%.

Это влечёт за собой определённую реструктуризацию оборонных предприятий с возможной необходимостью сокращения численности персонала и производственных мощностей. Чтобы предприятия ОПК не оказались на грани банкротства и не утрачивали научно-технический и производственный потенциал, в стране уже сейчас поэтапно запускается диверсификация военного производства, суть которой состоит в перепрофилировании и адаптации передовых научно-технических и технологических разработок, а также части производственных мощностей и персонала предприятий ОПК для создания на их базе высокотехнологичной и востребованной гражданской продукции.

Диверсификация (от лат. *diversus* – разный и *facere* – делать) производства –

процесс распространения хозяйственной деятельности предприятия на новые сферы, процесс расширения номенклатуры выпускаемой продукции, увеличение видов предоставляемых услуг. Диверсификацию можно рассматривать как стратегию расширения ассортимента производимого товара и переориентацию сбыта на новых сегментах рынка, так и освоение ранее неиспользованных типов производств с целью повышения эффективности производства, приобретения экономической выгоды, а также для предотвращения банкротства. В результате диверсификации производства предприятия превращаются в сложные многоцелевые комплексы, включающие научные и производственные мощности, способные выпускать продукцию и оказывать услуги совершенно различного назначения и характера. Диверсифицированным можно считать предприятие, когда более 30% общего объема продаж приходится на товары и услуги, не связанные с основной деятельностью предприятия.

Необходимо учитывать разницу между понятиями «конверсия» и «диверсификация». Конверсия направлена на перепрофилирование военного предприятия на выпуск гражданской продукции, а диверсификация направлена на освоение новых сегментов рынка и выпуск продукции, не связанной с основным направлением деятельности предприятия. Само понятие диверсификации появилось после анализа ряда успешно проведенных конверсий в различных странах, где основными целями были не только перепрофилирование производства на выпуск гражданской продукции, но и сохранение материально-технического, научного и производственного

потенциала для обеспечения потребностей оборонно-промышленного комплекса. Поэтому при анализе отечественного и зарубежного опыта проведенных конверсий эти понятия можно рассматривать как тесно взаимосвязанные.

На основе всестороннего анализа всех факторов, оказывающих влияние на процессы диверсификации, а также учитывая опыт диверсификации отечественных и зарубежных предприятий ОПК, можно приступать к выработке рекомендаций и планированию процесса диверсификации конкретного предприятия.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ КОНВЕРСИЙ НА ОБОРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ США

Наиболее эффективным и показательным является опыт проведения конверсии с 1984 по 1994 гг. [2, 3]. При этом сама конверсионная программа США была составной частью планов развития экономики страны.

Целью реформ было сохранение уникального производственного потенциала военной промышленности, высококвалифицированных специалистов из числа персонала военных предприятий, а также всесторонняя государственная поддержка предприятий, проводящих диверсификацию и выход на новые рынки сбыта.

Для определения возможных направлений диверсификации оборонных предприятий и целесообразности дальнейших государственных инвестиций была создана специальная правительственная комиссия. Эта комиссия комплексно изучала каждое производственное предприятие по направлениям: производственные мощности, технологии, персонал. После этого выносилось дифференцированное решение по каждому предприятию. Те из них, которые признавались неконкурентоспособными, получали дотации и закрывались. В остальные предприятия ОПК вкладывались инвестиции на переориентацию производства и выпуска высокотехнологичной продукции

для заполнения сегментов на гражданских рынках сбыта.

Кроме того, оборонные предприятия не только перепрофилировали производство продукции военного назначения на гражданскую. Существенное влияние на развитие предприятий оказало принципиальное изменение подхода к системе контрактов.

За счёт деления крупных государственных контрактов на более мелкие Пентагон в несколько раз расширил базу контрактов. В создавшихся условиях появились новые участники конкурса на выпуск оборонной продукции, что привело к созданию мощной конкуренции и позволило стабилизировать цены. В этих условиях к производству военной продукции могли приступить сугубо гражданские фирмы, что дало положительный результат развития отраслей в целом.

Реформы военного сектора экономики проводились комплексно, постепенно, с применением системного подхода в исследованиях рынка. Главная задача реформ сводилась к планомерному вхождению оборонных предприятий в гражданский сектор экономики с возможностью использования уникальных технологий и производства продукции с лучшим качеством и меньшими затратами.

Считалось, что окончательное утверждение плана диверсификации конкретного предприятия возможно только после проведения подготовительного этапа, в течение которого должен был быть выполнен ряд мероприятий:

- анализ производственных мощностей;
- анализ уровня подготовки персонала предприятия;
- маркетинговый анализ рынка сбыта продукции гражданского сектора экономики, в том числе и в смежных отраслях;
- обоснование необходимых параметров качества продукции для дальнейшего сертифицирования;
- оценка возможностей кооперации с

другими предприятиями отрасли.

Одной из самых трудных задач было выявление перспективной конкурентоспособной гражданской продукции, а также рынков сбыта для неё.

Кроме того, в результате исследований выяснилось, что переориентация производства на выпуск гражданской продукции потребует значительных затрат, а влияние свободного экономического рынка на реализацию продукции будет непрогнозируемым, что не гарантирует успешной работы предприятия. Наибольшего успеха

в диверсификации производства добились те компании, руководство которых сумело грамотно провести исследование в области маркетинга для новой продукции и было готово к достаточно длительному (в течение нескольких лет) освоению производства новой продукции и завоевания позиций на рынках сбыта.

В качестве примера можно привести ряд диверсифицированных предприятий, успешно продолжающих деятельность на внутренних и внешних рынках сбыта (таблица 1).

Таблица 1 – Диверсифицированные предприятия США

Название компании	Основной вид деятельности	Направление диверсификации
SAAB	Разработка технологии создания 3D-карт рельефа местности для крылатых ракет.	В 2007 г. была выделена компания C3 Technologies для разработки коммерческих приложений на основе данных решений. В 2011 г. SAAB продала свою долю компании Apple за \$150 млн.
Sodern	Развитие технологии нейтронных трубок (генераторов) для инициации реакции в ядерном оружии.	Поставка систем проверки сырья на угольные карьеры, станции, цементное производство и др. Поставка системы определения наличия в багаже и грузах взрывчатых и химических веществ в аэропорты.
BAE Systems	Разработка и производства оборудования для ВВС. Разработка и сборка военных кораблей, ПЛ, машин РСЗО и сухопутных артиллерийских систем. Разработка защитных ИТ-систем государственных объектов, коммерческих предприятий.	Услуги исследовательских лабораторий. Защита данных коммерческих предприятий. Инжиниринг и производство электроники.
Alion Science and Technology	Инжиниринг и проектирование военных кораблей. Создание информационных систем для ВМС США.	Повышение безопасности промышленных объектов. IT-решения для бизнеса и государства. Системы обучения, тренажёры.

КРАТКИЙ АНАЛИЗ КОНВЕРСИЙ НА ОБОРОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КНР

Система военной промышленности КНР создавалась по образцу послевоенного ОПК СССР и организационно сводилась к семи министерствам с присвоением порядкового номера. К 1980 году возникла необходимость в проведении ряда реформ и созданию на базе предприятий ОПК диверсифицированных производственных комплексов.

В 1982 г. для реформирования и управления военно-промышленным комплексом была создана особая комиссия по науке, технологии и промышленности в интересах обороны. На неё была возложена задача проведения диверсификации оборонных предприятий. Структура ОПК КНР сразу же подверглась радикальным изменениям.

Для выхода на рынки гражданской продукции каждое номерное министерство получило название:

- 1) Министерство машиностроения;
- 2) Министерство ядерной промышленности;
- 3) Министерство авиационной промышленности;
- 4) Министерство электронной промышленности;
- 5) Министерство вооружения и боеприпасов;
- 6) Китайская государственная корпорация судостроения;
- 7) Министерство космической промышленности.

Для производства и сбыта продукции гражданского назначения каждое министерство учредило свою торгово-промышленную корпорацию, которая осуществляла деятельность даже на международных рынках. Ярким примером может служить созданная министерством космической промышленности China Great Wall Industry Corporation («Великая стена»), являющаяся одной из крупнейших компаний в области производства и эксплуатации коммерческих спутников Земли.

Кроме конверсионных реформ в оборонной промышленности, полным ходом шло реформирование Народно-освободительной армии Китая (НОАК) в части укрепления обороноспособности. Уже с начала 1980-х годов для увеличения финансирования гособоронзаказа в НОАК была разрешена широкомасштабная хозяйственная деятельность. Суть её заключалась в создании в военных округах и воинских частях собственных производственно-хозяйственных структур, нацеленных на самообеспечение армии и получение прибыли. Эти структуры занимались производством и сбытом продукции в таких отраслях, как сельское хозяйство, транспортно-логистические услуги, производство товаров народного потребления, культурно-досуговый сектор, ремонтные услуги, строительство и даже банковский сектор. Особое место занимал экспорт вооружений и технологий двойного назначения в Пакистан, Иран, КНДР и некоторые арабские государства. По данным открытых источников [2, 4], коммерческая деятельность НОАК оценивалась в 2% объёма ВВП КНР ежегодно. Полученная прибыль существенно обеспечивала нужды военного строительства, проведение научных исследований в военной области, а также закупку современных вооружений и наукоёмких технологий.

Реформа шла настолько эффективно, что к середине 1990-х годов под управлением НОАК находилось более 20 000 успешных коммерческих предприятий, на которых трудилось более 1 миллиона сотрудников гражданского персонала. Эти коммерческие предприятия выпускали 50% всех фотоаппаратов, 65% велосипедов и 75% микроавтобусов, производившихся в Китае. В этот период правительством КНР было принято решение об использовании части передовых научно-технических разработок оборонного комплекса при выпуске продукции гражданского назначения. В результате уже к 1996 году предприятиями ОПК было освоено производство более 15000 наименований продукции гражданского назначения, причём основная часть

этой продукции шла на экспорт.

В конце 1990-х годов в результате масштабной реорганизации НОАК и ОПК КНР была учреждена новая структура военно-промышленного комплекса. Все коммерческие производственные предприятия вышли из-под управления армии и перешли в подчинение специально созданным в системе ОПК и ориентированным на рынки сбыта крупнейшим военно-промышленным корпорациям:

- 1) Корпорация ядерной промышленности;
- 2) Корпорация по строительству объектов ядерной промышленности;
- 3) Первая корпорация авиационной промышленности;
- 4) Вторая корпорация авиационной промышленности;
- 5) Северная промышленная корпорация;
- 6) Южная промышленная корпорация;
- 7) Корпорация судостроительной промышленности;
- 8) Корпорация тяжёлого судостроения;
- 9) Корпорация аэрокосмической науки и техники;
- 10) Корпорация аэрокосмической науки и промышленности;
- 11) Корпорация электронной науки и техники.

Все военно-промышленные корпорации КНР являются диверсифицированными научно-производственными объединениями и, кроме основного вида деятельности по производству вооружения и военной техники, успешно производят и реализуют продукцию гражданского назначения.

Уже в первые пять лет после реформы созданные военно-промышленные корпорации начали уверенно завоёвывать гражданские рынки.

Структуру военно-промышленной корпорации КНР можно рассмотреть на примере China North Industries Corporation Norinco (Северной промышленной корпорации). Эта корпорация является крупней-

шим объединением по производству высокотехнологичного вооружения и военной техники: стрелкового оружия, систем залпового огня, противоракетных систем, ракетных комплексов различного назначения, военной автотехники, оптических систем и др. Кроме военной продукции, Norinco выпускает широкий спектр продукции гражданского назначения (от тяжёлой строительной техники и грузовиков до оптической электроники) и проводит масштабные научные исследования в области высоких технологий.

China North Industries Corporation Norinco находится под непосредственным управлением Госсовета КНР. В состав корпорации входят более 20 научно-исследовательских институтов, 70 производственных предприятий и 50 торговых компаний. Корпорация также имеет ряд дочерних компаний за рубежом. Штат корпорации насчитывает более 500 тысяч сотрудников. Годовой оборот корпорации измеряется сотнями миллиардов долларов.

В настоящее время реформа ОПК Китая продолжается. Правительством КНР разработана очередная программа диверсификации предприятий ОПК, целью которой является поэтапное формирование современной научно-технической и технологической базы на основе интеграции достижений военного производства в гражданский сектор, адаптация технологий производства военной продукции для использования в гражданских целях и инновационных разработок гражданских компаний в производство оборонной продукции.

По мнению руководства КНР, такая реформа позволит создать в составе единой экономической системы страны научно-производственную структуру, способную выпускать широкий спектр продукции военного и гражданского назначения, свободно конкурировать с продукцией мировых производителей, а также легко перестраиваться под изменчивые условия рынка. Также это позволит всей структуре быстро переходить на обеспечение потреб-

ностей вооружённых сил в случае военной угрозы или при необходимости.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИВЕРСИФИКАЦИИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК

В эпоху развития и упадка экономики СССР, а также становления молодой России как правопреемницы Советского Союза можно выделить четыре периода проведения конверсии предприятий ОПК: после гражданской войны, после Великой Отечественной войны (сталинская), после масштабного перевооружения Вооружённых сил (хрущёвская) и в 1990-х годах. Причины и условия проведения этих конверсий были различными. Так, для первых трёх периодов было характерно наличие финансирования и рынков сбыта, а также отсутствие конкуренции. Административно-плановая система экономики страны позволяла предприятиям ОПК получать необходимые ресурсы (финансовые, материальные, производственные и т. д.) для переориентирования производственных мощностей на выпуск продукции гражданского назначения. Готовую продукцию система государственного управления распределяла среди потребителей. Кроме того, в послевоенный период любая продукция была в дефиците, что позволяло предприятиям наращивать производственные мощности и выпускать продукцию сверх плана. В целом такой подход оправдал процессы конверсии, позволил диверсифицировать предприятия и дал толчок развитию науки, технологий и экономике страны.

В 1990-е годы произошёл развал Советского Союза, экономику охватил кризис, а созданная в пространстве СССР система предприятий ОПК развалилась, нарушились налаженные производственные связи, значительно сократился гособоронзаказ, страну постигла инфляция. Многие предприятия просто перестали существовать, остальные были в буквальном смысле выброшены на «свободный рынок». В условиях либерализации цен и отсутствия

господдержки многие предприятия лишились оборотных средств. Кроме того, в результате оттока высококвалифицированных специалистов предприятия теряли научные школы, что оказало влияние на их дальнейшее развитие. Всё это породило ряд проблем, которые до сих пор стоят перед многими предприятиями ОПК и требуют разрешения.

Среди множества проблем можно выделить те, которые являются наиболее острыми и общими для большинства предприятий ОПК.

1. Отсутствие отечественной элементной базы для многих отраслей промышленности.

В настоящее время производство высокотехнологичного промышленного оборудования и элементной базы находится в упадке и значительно отстаёт от иностранных аналогов. Многие отрасли ОПК превратились в сборочное производство военной продукции на импортном оборудовании из импортных комплектующих.

2. Отсутствие научно-технического задела на перспективу.

Потеря высококвалифицированных научных кадров в 1990-х годах, отсутствие преемственности поколений, недостаток финансирования НИОКР оказывают существенное влияние на качество современных разработок. Количество прорывных научно-технических и технологических разработок крайне мало. На многих предприятиях ОПК происходит «конфликт поколений», в результате которого производится глубокая модернизация устаревших образцов ВВТ с использованием морально устаревшей, ещё советской элементной базы или базы современной, но импортной.

3. Отсутствие единой базы научных разработок по производственным отраслям ОПК.

За последнее десятилетие в научных центрах ВС РФ и на научно-производственных предприятиях ОПК было выполнено множество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), запатентовано множество изобретений, ис-

следовано и решено значительное количество научных проблем, результаты которых способны внести весомый вклад в повышение обороноспособности нашей страны. Одновременно на разных предприятиях разрабатывались проекты новых образцов вооружения и военной техники, порой одинаковые по своему назначению 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.

Ввиду отсутствия взаимодействия по научной работе между научными центрами ВС РФ и научно-производственными предприятиями 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. Происходит дублирование проводимых НИР, что ведёт к неоправданным затратам и потере времени.

4. Отсутствие единой системы инновационного развития.

Система инновационного развития подразумевает увязывание деятельности её различных подструктур и звеньев в единый процесс, направленный на достижение стратегических целей научных центров и производственных предприятий отрасли в целом. Для этого необходимо решение следующих основных задач:

- разработка конкретных проектов и программ на основе Концепции строительства ВС РФ;

- формирование ориентированной на инновации организационной структуры предприятий 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.

5. Необоснованная организационно-штатная структура и система управления научно-производственными предприятиями ОПК.

Одной из наиболее важных проблем эффективного функционирования научно-производственного предприятия ОПК в современных условиях является проблема построения системы управления, способной качественно решать весь спектр поставленных задач и своевременно реагировать на изменения обстановки в областях научных разработок и производства.

Известно, что фундаментом эффективной системы управления и успешного развития научно-производственного предприятия считается имеющаяся организационная структура предприятия [2, 5]. Однако в большинстве крупных российских компаний существующая организационная структура либо сложилась стихийно, либо была унаследована со времён СССР, а такая система управления не всегда является эффективной. К тому же большинство систем управления на современных предприятиях создавались на основе нормативных актов и при отсутствии необходимого научного обоснования организационной структуры, что приводило к механическому переносу применявшихся в прошлом организационных форм в современные условия.

Данная проблема обусловлена следу-

ющими факторами:

- несоответствием системы управления и организационных структур большинства предприятий современным условиям развития рынка;

- необходимостью использования эффективных, научно обоснованных методов построения систем управления предприятием в целях повышения эффективности его работы;

- накоплением определённого теоретического и практического опыта в области проектирования организационных структур научно-производственных предприятий.

6. Отсутствие способности многих предприятий ОПК к выводу и продвижению продукции на рынки сбыта.

Так как основным видом дохода многих предприятий ОПК является доход от выполнения гособоронзаказа, научно-технические и технологические разработки финансируются заказчиком, а сама продукция имеет ограничения в доступе (гриф секретности), то адаптировать данные разработки для гражданских сегментов рынка и конкурировать с другими производителями острой необходимости не возникает. Этим объясняется крайне низкая в данном направлении подготовка персонала и даже отсутствие в организационной структуре многих предприятий ОПК направления маркетинга.

Особенностью российского ОПК является то, что организация деятельности большинства предприятий изначально планировалась и создавалась исключительно под производство военной продукции. Поэтому сравнение их процесса функционирования с предприятиями гражданского сектора неизбежно выявит ряд проблемных отличий в следующих сферах:

- технические требования к выпускаемой продукции;

- система ценообразования;

- этапы подготовки и производства выпускаемой продукции (ввиду режима секретности на оборонных предприятиях);

- требования к применяемым матери-

алам и комплектующим при производстве продукции;

- порядок финансирования и проведения финансовой отчётности;

- порядок стандартизации и сертификации готовой продукции;

- проведение сервисного обслуживания;

- система контроля качества;

- понятие конкурентоспособности и ряд других.

Поэтому выпуск продукции гражданского назначения на предприятии ОПК без проведения этапа предварительной подготовки невозможен и потерпит неминуемый крах. Прежде всего нужно выявить необходимость диверсификации предприятия, а также уровень его готовности к расширению и перепрофилированию части производства под выпуск неосновной продукции. На данном этапе целесообразно оценить возможности предприятия, определить основные возможные направления диверсификации, оценить все возможные риски и затраты, после чего приступить непосредственно к планированию процесса.

Предприятия, имеющие мощный научный, производственный, финансовый и управленческий потенциал, могут заниматься созданием нового конкурентоспособного продукта, серийным производством, непрерывным его совершенствованием и сбытом на гражданском сегменте рынка. По опыту зарубежных предприятий, от момента формирования идеи до получения прибыли от продажи серийного продукта может пройти достаточно длительное время (до нескольких лет), что существенно увеличивает затраты на продвижение конкретной продукции.

На предприятиях, обладающих соответствующим производственным оборудованием и способных выделить часть производственных мощностей без ущерба для выпуска изделий гособоронзаказа, воз-

можно серийное производство высокотехнологической продукции по приобретённым проектам (лицензиям) или разработанной заказчиком документации. Анализ зарубежного опыта показывает, что это основной путь диверсификации большинства предприятий, способствующий развитию кооперации в различных отраслях производства и ведущий к повышению экономических показателей и созданию корпораций. Однако этот путь также требует глубокой проработки.

Как направление диверсификации также может рассматриваться сдача в аренду научно-производственных лабораторий, испытательных полигонов и части производственных мощностей, т. к. это является новым видом деятельности и охватывает новый сегмент рынка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Послание президента Федеральному собранию. 01.12.2016. – Текст: электронный // kremlin.ru: [сайт]. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/53379> (дата обращения 24.06.2020)
2. Диверсификация ОПК: как побеждать на гражданских рынках: Доклад экспертного совета Председателя коллегии Военно-промышленной комиссии РФ на V Международном форуме технологического развития «Технопром». – Новосибирск, 2017.
3. Леонович А.Н. Консолидация, реструктуризация и диверсификация в военно-промышленных комплексах США, стран Западной Европы и Российской Федерации в конце XX – начале XXI веков / А.Н. Леонович, Н.С. Тихонович. – Текст: электронный // Электронная библиотека БГУ [сайт]. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/184595> (дата обращения 02.11.2020)
4. Конверсия ОПК: опыт Китая. – Текст: электронный // Арсенал Отечества: [сайт]. – URL: <https://arsenal-otechestva.ru/article/948-konversiya-ork-opyt-kitaya> (дата обращения 10.08.2020)
5. Фролов И.В. Диверсификация ОПК: цель, промежуточный этап или средство развития? / И.В. Фролов // Новый оборонный заказ. Стратегии. – 2019. – № 4 (57).

ВЫВОДЫ

Главными условиями, определяющими возможность (а порой даже необходимость) диверсификации, можно считать следующие:

- наблюдается спад производства по основной деятельности предприятия;
- у предприятия есть свободные финансовые, производственные и кадровые ресурсы для диверсификации;
- предприятие имеет возможности (производственные, научно-технические и технологические) выпускать продукцию, способную успешно конкурировать на новых сегментах рынка;
- имеющиеся на предприятии компетенции и потенциал можно перепрофилировать на применение в других отраслях;
- диверсификация в смежные отрасли открывает возможности экономического роста предприятия или позволяет сократить издержки.

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ – НАЦИОНАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ КОММУНИКАЦИЯ РОССИИ

В статье раскрывается освоение Северного морского пути в Арктике как величайшего российского наследия. Хронологически показано, что открытие и освоение Северного морского пути принадлежит российским исследователям, которые внесли решающий вклад в изучение полярных и приполярных стран, в развитие ледового мореплавания и судостроения.

Лаптевых, Восточно-Сибирское море, Чукотское море) и частично пространства Тихого океана (Берингово море) (рисунок 1).

В настоящее время вследствие глобальных изменений и существенного потепления климата Земли наблюдается сокращение ледового покрова северных морей и открываются новые возможности морской проводки судов, увеличивается срок летней навигации. Этот путь удобен и доступен в наши дни в летний сезон даже для судов неледового класса [1], он представляет значительный интерес для российской и мировой экономики [2].

Протяжённость СМП от пролива Карские Ворота до бухты Провидения – около 5600 км. Этот маршрут обладает преимуществом перед другими морскими маршрутами, проходящими через Суэцкий и Панамский каналы. К примеру, от Санкт-Петербурга до Владивостока водный

Северный морской путь (СМП) – величайшее российское наследие, один из важных этапов первооткрывательства и последующего освоения российского Севера в части морских пространств, островов, архипелагов и прибрежных территорий Ледовитого океана, кратчайший морской маршрут между Северными территориями Европейской части России и Дальним Востоком.

Этот путь определён как исторически сложившаяся национальная транспортная коммуникация России в Арктике. В истории русского Севера следует назвать открытие и начало освоения СМП ключевым и поворотным моментом в истории страны. Сложный и труднодоступный по климатическим особенностям маршрут проходит по морям Ледовитого океана, отличающихся наличием мощного ледового покрова большую часть времени года (Карское море, море

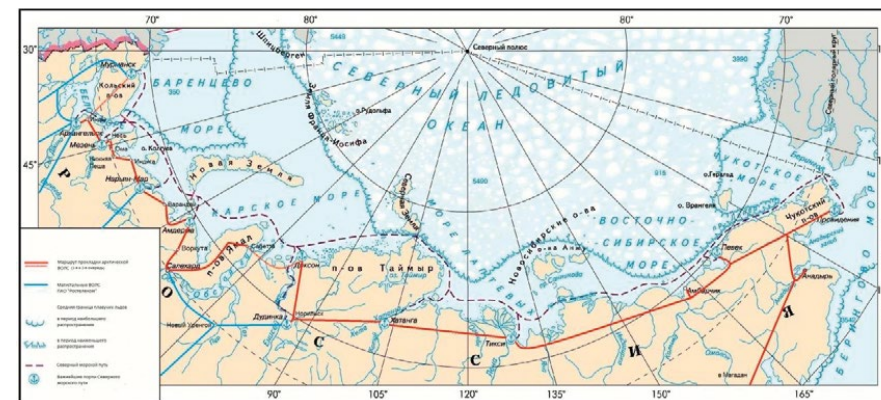


Рисунок 1 – Северный морской путь

маршрут через СМП составляет 14280 км, маршрут через Суэцкий канал – 23200 км, а через мыс Доброй Надежды – 29400 км. В ближайшей перспективе при надлежащем освоении СМП может рассматриваться как экономически выгодный путь между Западной Европой и Азиатско-Тихоокеанским регионом.

1 марта 2018 года, выступая с посланием Федеральному собранию РФ, президент России Владимир Путин заявил, что Северный морской путь станет «ключом к развитию русской Арктики, регионов Дальнего Востока». По словам главы государства, перед Россией стоит задача сделать его «по-настоящему глобальной, конкурентной транспортной артерией» и увеличить к 2025 году грузопоток на СМП до 80 млн тонн в год.

26 октября 2020 года был издан Указ Президента РФ «О Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», который является документом стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности РФ, определяющим меры, направленные на выполнение основных задач развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности, а также этапы и ожидаемые результаты реализации этих мер. Это говорит о том, что Арктика исторически играет очень важную роль для России.

С древнейших времен, от первых попыток плавания в арктических морях и до наших дней, когда через полярные просторы проложен Северный морской путь, северная водно-транспортная магистраль РФ через Северный Ледовитый океан, развитие арктического мореплавания теснейшим образом связаны с историей нашей страны. В открытии и освоении Северного морского пути ведущая роль принадлежит российским исследователям, которые внесли решающий вклад в изучение полярных и приполярных стран, в развитие ледового мореплавания и судостроения.

Существует гипотеза, что первые открытия в северных морях сделаны рус-

скими поморами – жителями побережья Белого моря. Поморские охотники ходили на небольших судах в Баренцево море бить морского зверя, используя в качестве мест для зимовок острова.

В XI веке русские мореплаватели начали осваивать побережье Северного Ледовитого океана. В 1032 г., согласно записи в Никоновской летописи, новгородский посадник Улеб совершил поход с Северной Двины к «Железным воротам», т. е. к проливу Карские Ворота либо к проливу Югорский Шар. В XII-XIII веках поморы исследовали острова Вайгач, Новая Земля, а в конце XV века – острова архипелага Шпицберген и остров Медвежий в Баренцевом море. С XIII века началась крестьянская колонизация Беломорья. В 1499 г. в низовьях Печоры был основан Пустозерск – первый русский заполярный город, который просуществовал до 1960-х годов. Он находился в 20 км от нынешнего Нарьян-Мара. В 1533 г. на мурманском берегу Баренцева моря был основан Трифонов Печенгский монастырь, который наряду с Соловецким монастырем (1429 г.) на одномимённом острове в Белом море стал важным пунктом освоения Арктики. Главным русским портом на европейском севере России вплоть до XX века оставался Архангельск, основанный в 1584 г.

Первый проект морского пути из Студёного моря до устья Оби в 1525 г. составил Дмитрий Герасимов – русский книжник, дипломат, переводчик, учёный и богослов, один из первых посредников между европейской и русской культурой (рисунок 2). Его чертёж сейчас считается самой ранней картой Северного Ледовитого океана.

Важную роль в освоении Северо-Восточного прохода (так до начала XX века называли Северный морской путь) сыграло основание в начале XVII в. торговой фактории и города-порта Мангазея в Обской губе. Около 1601 г. на реке Таз был основан город Мангазея, который просуществовал до 1672 г. и являлся важным форпостом для торговли с Сибирью и дальнейшего продвижения российского государства



Рисунок 2 – Дмитрий Герасимов (ок. 1465-1535)

на восток, в том числе и для дальнейшего использования Северо-Восточного прохода [3] (рисунок 3).

1616-1620 гг. царь Михаил Фёдорович запрещает иностранным торговым людям под страхом смертной казни добираться морским путём из Архангельска в Мангазею. Сделано это было из политических соображений, чтобы оградить русскую Арктику от проникновения английских и голландских моряков с возможной колонизацией этих земель.



Рисунок 3 – Город-порт Мангазея (ок. 1601-1672 гг.)

В конце XVI в. именно русские мореходы стали совершать регулярные плавания к устью Оби, откуда позднее проникли в бассейн Енисея. После похода Ермака в низовьях Оби были построены Берёзовский городок и Обдорск (ныне Салехард). Долгое время они наряду с Мангазеей служили портами для отправки пушнины в Архангельск. В начале XVII в. русские мореплаватели нередко доходили до устья Енисея и до реки Пясины. В 1622-1623 гг. отряд под командованием землепроходца Пенды прошёл вверх от Енисея по реке Нижней Тунгуске, перевалил через водораздел и вышел к реке Лене. В 1632 г. енисейский сотник Пётр Бекетов заложил острог, положивший начало городу Якутску, а через 10 лет отряды казаков спустились до устья Лены. Отсюда Иван Ребров прошёл морем на запад до реки Оленек, а Илья Перфирьев – на восток до реки Яны. Вскоре кочи землепроходцев стали доходить до реки Анабар и на восток – до Индигирки. В 1644 г. в устье Колымы был заложен Нижне-Колымский острог.

Открытие последнего участка Северо-Восточного прохода в Тихий океан связано с именами Семена Дежнёва и Федота Попова. Отправившись в 1648 г. в промысловое путешествие на небольших кочках (рисунок 4), они первыми в мире доказали существование пролива между Азией и Америкой, подробно описали Чукотку, основали Анадырский острог [4]. На семи кочках разместились 90 человек – промышленников, торговых и служилых людей. Из-за

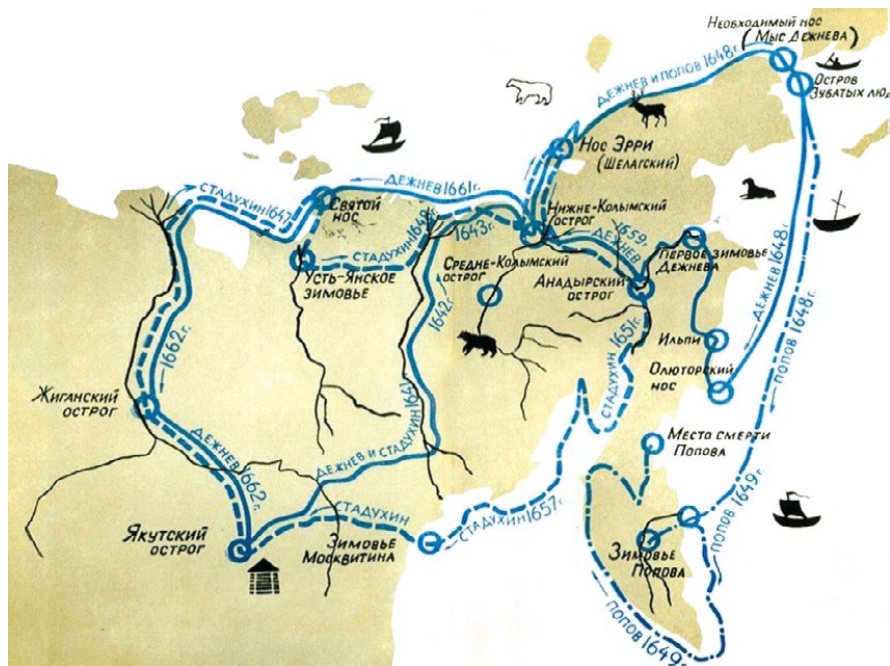


Рисунок 4 – Экспедиция 1648-1649 гг.

штормов половина судов погибла. К концу похода в живых осталось 15 человек. Значения географического открытия участники этой экспедиции не придавали, думали не об Америке, а об Анадыре и присоединении Чукотки, и, видимо, поэтому информация о походе и об открытии пролива не распространилась в Европе.

Важнейшей вехой стала Великая Северная экспедиция, организованная по приказу Петра I, – ряд географических экспедиций вдоль арктического побережья Сибири, к берегам Северной Америки и Японии во второй четверти XVIII века. Началом её была Первая Камчатская экспедиция (1724-1730 гг.) под руководством русского капитана, датчанина по рождению Витуса (Ивана Ивановича) Беринга, подтвердившая наличие пролива между Азией и Америкой. В 1732 г. Беринг назначен руководителем 2-й Камчатской экспедиции по обследованию всего побережья Ледовитого океана и

плаванию к берегам Аляски. Так в составе России появилась Аляска (рисунок 5).

Поскольку северное побережье было очень протяжённым, для лучшего выполнения этой задачи экспедиция разделилась на несколько отрядов. Лейтенанту В.В. Прончищеву, возглавившему Ленско-Енисейский отряд, удалось исследовать часть восточного берега Таймыра.

Харитон Лаптев обследовал побережье от реки Лены до реки Хатанги и Таймырский полуостров, нанёс на карту Хатангский залив, реки Пясины и Хатангу, открыл острова Большой и Малый Бегичевы и центральную часть гор Быранга (рисунок 6).

Дмитрий Лаптев впервые в истории провел съёмку берега от устья реки Лены до устья реки Колымы и составил карту этого побережья.

В отряде Харитона Лаптева отличился штурман С.И. Челоскин, который



Рисунок 5 – Камчатские экспедиции 1725-1743 гг.



Рисунок 6 – Братья Дмитрий и Харитон Лаптевы

весной 1741 г. прошел по суше от реки Хатанги до реки Пясины и составил вместе с Х. Лаптевым описание западного побережья полуострова Таймыр до мыса Стерлегова, а зимой 1741-1742 гг. составил описание всего восточного побережья Таймыра, выявив при этом самую северную точку материка Евразии, названную позже его именем (мыс Челоскин).

Были и другие отряды, в том числе

по исследованию внутренних территорий Восточной Сибири, Камчатки, Курильских островов. Отряд, направленный из Якутска в сторону Берингова пролива, исследовал побережье Северного Ледовитого океана между рекой Леной и мысом Большой Баранов, провел съёмку рек Яна, Индигирка, Хрома, Колыма, Большой Анной и Анадырь. Отряд, возглавляемый Мартыном Шпанбергом, исследовал Курильские острова и открыл морской путь в Японию (рисунок 7).

За десять лет отряды экспедиции прошли отдельными участками почти весь Северный морской путь – от Архангельска на западе до мыса Большой Баранов на востоке. Был открыт получивший имя Беринга пролив между Северной Азией и Америкой, описаны северные берега Камчатки, северо-западное побережье Америки, открыто множество островов. В 1746 г. по материалам Великой Северной экспедиции была

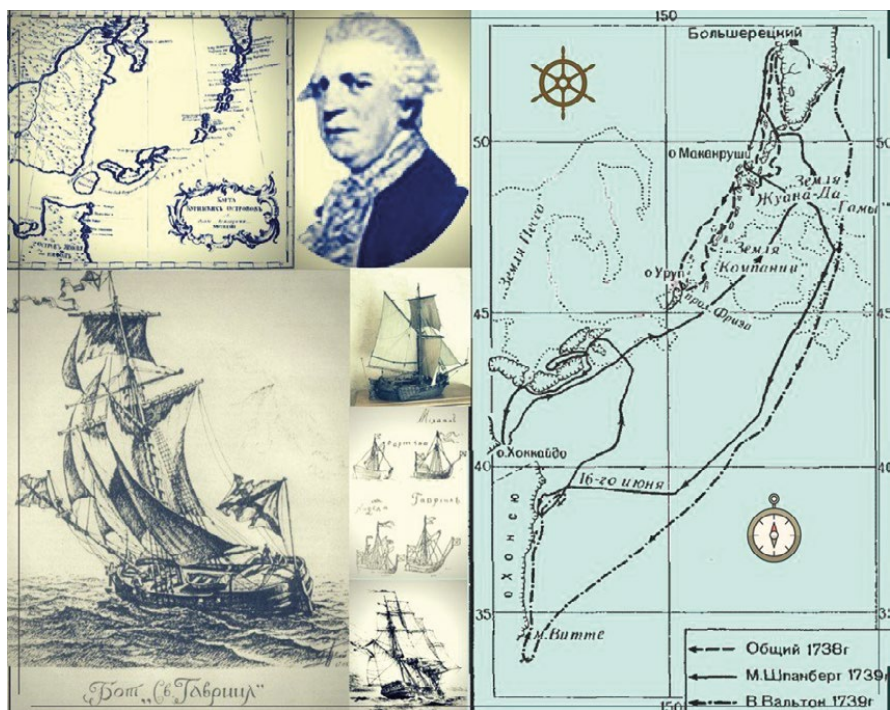


Рисунок 7 – Исследование Курильских островов

составлена «Карта генеральная Российской империи, северных и восточных берегов, прилежащих к Северному Ледовитому и Восточному океанам с частью вновь найденных через морские плавания западных американских берегов и острова Япона».

Таким образом, русские первопроходцы обследовали всё северное побережье Евразии и омывающие его моря. Вклад, внесённый ими в летопись великих географических открытий, фактически разрешил проблему Северо-Восточного прохода в страны Востока. Плавание Дежнёва и открытие им пролива между Азией и Америкой не случайно позже сравнивали с подвигом Христофора Колумба.

В ту же эпоху обоснованием исследования Северного морского пути занимался М.В. Ломоносов, связывавший свои планы с экспедицией В.Я. Чичагова (1764-1766 гг.). Опираясь на результаты первых северных

экспедиций Российской Академии наук, М.В. Ломоносов выдвинул и обосновал идею о необходимости комплексного изучения полярных морей и стран для развития торгового мореплавания и обеспечения безопасности русских владений на Дальнем Востоке.

Ломоносов представил свои соображения и расчёты в трудах «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию» и «Прибавление о северном мореплавании на Восток по Сибирскому океану» (1762-1764 гг.), в котором Ломоносов сделал вывод, что напротив Чукотского полуострова может находиться материковая земля (рисунок 8).

В 1765 году по плану, разработанному М.В. Ломоносовым, была организована Полярная (Арктическая) экспедиция под



Рисунок 8 – Полярная карта, приложенная к рукописи «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию» М.В. Ломоносова.

командованием капитана 1 ранга (с 1782 г. – адмирала) Василия Чичагова, целью которой было бы открытие свободного для судоходства Северо-Восточного прохода, т. е. поиск морского прохода от Шпицбергена до Камчатки через воды, близкие к Северному полюсу. Находясь на должности помощника главного командира Архангельского порта, Чичагов дважды (в 1765 и 1766 гг.) отправлялся в «секретные экспедиции» на трёх кораблях из порта Кола к Камчатке и Северной Америке. Однако из-за тяжёлых льдов эти экспедиции вынуждены были возвращаться в Архангельск. Несмотря на неудачу, материалы экспедиции значительно обогатили отечественную науку.

В 1799 г. была основана торгово-промышленная Российско-Американская компания, деятельность которой способствовала исследованию и освоению русскими поселенцами Аляски и Алеутских островов.

Значительный вклад в изучение восточного участка Северного морского пути внесли русские мореплаватели Ф.П. Врангель и Ф.Ф. Матюшкин. В 1820-1824 гг. они обследовали и нанесли на карту материковый берег от устья Колымы до Колочинской губы на Чукотке и совершили в этом районе четыре не имевших ранее аналогов похода по дрейфующим льдам [5]. В ходе экспедиции было описано побережье Сибири от реки Индигарки до Колочинской губы, нанесены на карту Медвежий острова (рисунок 9).

В эти же годы полярный исследователь Федор Литке составил картографическое описание архипелага Новая Земля.

В 1873 г. австро-венгерской экспедицией Юлиуса Пайера и Карла Вейпрехта был открыт архипелаг Земля Франца-Иосифа, который в 1914 г. был объявлен российской территорией.

С конца XIX века активизировалось



Рисунок 9 – Экспедиция Ф.П. Врангеля 1820-1824 гг.

заселение российской Арктики. В 1870-х годах архангельские губернаторы организовали переселение ненцев на острова архипелага Новая Земля для постоянного проживания. В 1894 г. правительство Российской империи по инициативе министра финансов Сергея Витте разработало план по освоению Крайнего Севера. Было запланировано строительство порта на Кольском полуострове и проведение железной дороги, которая связала бы его с европейской частью России. Согласно этому плану, в 1898 г. в Екатерининской гавани Кольской губы был заложен военный порт

Александровский (ныне Полярный), а в 1916 г. – Романов-на-Мурмане (ныне Мурманск). Для скорейшего освоения этой территории переселенцам предоставляли льготы: всех жителей освобождали от уплаты налогов, а мужчин – от обязательного прохождения воинской службы.

В 1900 г. состоялась Первая русская полярная экспедиция под руководством Э.В. Толля (Русская полярная экспедиция была снаряжена Императорской Академией наук для исследования Арктики к северу от Новосибирских островов и поиска легендарной Земли Санникова), целью которой



Рисунок 10 – Маршрут Первой русской полярной экспедиции

было изучение морских течений в Карском и Восточно-Сибирском морях Северного Ледовитого океана, исследование уже известных и поиск новых островов в этой части Арктики, а в случае удачи – открытие «большого материка» – земли Санникова, предположительно богатого углём (рисунок 10).

Впервые о Земле Санникова («остров-призрак» в Северном Ледовитом океане, который якобы видели некоторые исследователи в XIX веке севернее Новосибирских островов) как об отдельном массиве суши сообщил в 1810 году добывавший на северных берегах Новосибирских островов песцов и мамонтовую кость купец-зверопромышленник Яков Санников, опытный полярный путешественник, ранее открывший острова Столбовой (1800 г.) и Фаддеевский (1805 г.). Он высказал мнение о существовании «обширной земли» к северу от острова Котельного.

Экспедиция Толля дала важные научно-практические результаты, положив начало комплексному исследованию арктических морей и побережья. Она провела исследование Новосибирских островов, нанесла на карту Арктики около двухсот новых географических названий.

В составе этой экспедиции принимал участие будущий российский адмирал А.В. Колчак, который впоследствии говорил по этому поводу: «Действительно, предприятие его было чрезвычайно рискованное, шансов было очень мало, но барон Толль был человек, который верил в свою звезду и в то, что ему всё сойдёт, и пошёл на это предприятие...».

Стремление к освоению арктических просторов дало толчок к созданию первого в мире корабля ледового класса.

Идея постройки и испытания арктического ледокола, названного в честь первооткрывателя Сибири «Ермак», принадлежала адмиралу русского флота, учёному С.О. Макарову. Смелый проект поддерживал и знаменитый учёный Д.И. Менделеев. Правда, он предлагал пройти непосред-

ственно через Северный полюс – сначала поднявшись к высшей точке Земли, а затем спустившись к российским берегам в районе Дальнего Востока. Д.И. Менделеев считал такой путь более легким и безопасным и даже был согласен сам участвовать в экспедиции. Адмирал Макаров был другого мнения: он предлагал двигаться традиционным – вдоль береговой линии – путём. Идея Макарова нашла большую поддержку.

Ледокол был построен английской фирмой «Армстронг», предложившей лучший проект. В октябре 1898 г. «Ермак» был спущен на воду, а уже спустя пять месяцев он вышел в свое первое плавание в район Ревеля (современный Таллин). В ревельском и петербургском портах он спас корабли, зажатые льдом. Затем было спасение броненосца береговой обороны «Генерал-адмирал Апраксин», севшего на мель и оказавшегося ледовом плену. При этом впервые был опробован и использован беспроволочный телеграф А.С. Попова.

Под командованием С.О. Макарова «Ермак» провёл ряд научных исследований, а также вызволил из ледового плена несколько торговых судов. В 1899-1901 гг. под руководством Макарова была проведена огромная работа по изучению ледовых полей, океанической флоры и фауны.

Первый российский ледокол протестировал свои системы и механизмы в сложных полярных условиях. Выявленные недостатки были устранены и в дальнейшем учтены при строительстве судов. Вплоть до 1963 г. этот ледокол сопровождал торговые суда, стал участником трёх войн: Русско-японской, Первой мировой и Второй мировой (рисунок 11).

В 1910-1915 гг. гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана на ледокольных пароходах «Таймыр» (командир и помощник начальника экспедиции – Б.А. Вилькицкий) и «Вайгач» (командир А.В. Колчак, затем П.А. Новопашенный) составила детальную гидрографическую опись побережья северного побережья Восточной Сибири и многих островов, собра-



Рисунок 11 – Ледокол «Ермак»

ла большое количество данных о течениях, ледовой обстановке, климате и магнитных явлениях (рисунок 12). В 1913 г. экспедиция открыла Землю Императора Николая II (ныне Северная Земля), что стало последним значительным географическим открытием на земном шаре. При этом в 1913 г. экспедиции ставилась задача преодолеть Северный морской путь от Владивостока до Мурманска, выполнению которой помешало нагромождение льдов около мыса Челюскина [6]. В 1914-1915 гг. экспедиция совершила первое сквозное плавание по Северному морскому пути из Владивостока в Архангельск, открыв новый остров Новопашенного (ныне остров Жохова).

В тот же период другой героический исследователь Арктики – Геннадий Яков-



Рисунок 12 – Командир ледокольного парохода «Вайгач» А.В. Колчак (1 ряд в центре)

левич Седов возглавлял организованную на частные средства экспедицию, целью которой было исследовать центральную Арктику и водрузить российский флаг на Северном полюсе. В августе 1912 г. на паровом судне «Святой Фока» он сделал попытку перейти из Архангельска к земле Франца-Иосифа, но был затёрт льдами у о. Панкратова и простоял в заливе, названном потом его именем, до сентября следующего года. Во время вынужденной стоянки произвел подробную съёмку соседних Крестовых островов и северо-западного берега Новой Земли, причем на собачьей упряжке обогнул её северную оконечность. В сентябре 1913 г. экспедиция двинулась на север, но близ м. Муррей Земли Георга вновь была остановлена льдами. Вторая зимовка экспедиции Седова проходила в весьма неблагоприятных условиях. Из-за недоброкачественной пищи сам Седов и почти все его спутники заболели цингой. Несмотря на это, 15 февраля 1914 г. на трёх нартах он вместе с двумя матросами предпринял ледовый поход к полюсу, не дойдя до которого, умер от цинги 5 марта 1914 г. недалеко от северной оконечности о. Рудольфа (мыс Аук), где и был похоронен. Ныне именем Седова названы два залива и пик на Новой Земле, ледник и мыс на Земле Франца-Иосифа, остров в Баренцевом море, мыс в Антарктиде (рисунок 13).

Несмотря на целый ряд экспедиций в начале XX века, многие из которых сделали крупные географические открытия, Северный Ледовитый океан оставался малоизученным.

Первая мировая война показала огромную значимость СМП для обороны страны. В 1916 г. была сформирована флотилия Северного Ледовитого океана и началось строительство Усть-Енисейского порта. Впервые Россия заявила о своих правах на арктические территории в 1916 г. Министерство иностранных дел направило зарубежным государствам ноту о включении в состав своей территории всех земель, «расположенных к северу от азиатского по-

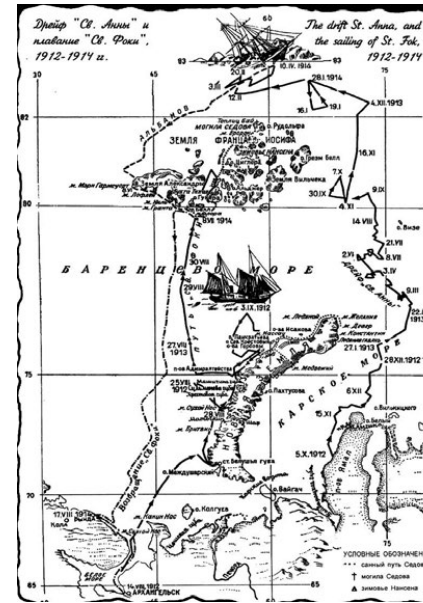


Рисунок 13 – Маршрут экспедиции Г.Я. Седова

бережья Российской Империи».

Немалое внимание уделял попыткам освоения СМП адмирал А.В. Колчак. В 1919 г. правительство адмирала Колчака учредило Комитет Северного морского пути – первое государственное учреждение, созданное для организации морских перевозок в Арктике. Перед Комитетом ставились задачи организации и проведения работ в Арктике, обеспечения работы товарообменных экспедиций из стран Европы и Европейской части России в Западную Сибирь («Карские экспедиции»), переброски военных грузов. Позднее комитет «Комсеверопуть» продолжил работу при Сибирском ревкоме и осуществлял снабжение регионов Сибири промышленными товарами и вывоз хлеба для населения европейской части России. Далее ставились задачи освоения всей трассы СМП от Архангельска до мыса Дежнёва [7].

В советское время исследованию и практическому освоению Северного морского пути было придано значение госу-

дарственной важности. В 1921 г. Ленин подписал декрет о создании Плавающего морского научно-исследовательского института для изучения Северного Ледовитого океана с его морями и устьями рек, островами и прилегающими к нему побережьями РСФСР. Начиная с 1923 г. в течение всего лишь десяти лет на побережье и островах Северного Ледовитого океана было построено 19 полярных радиометеорологических станций. В меморандуме Народного комиссариата иностранных дел от 4 ноября 1924 г., направленном всем государствам, СССР подтвердил положения ноты 1916 г. о принадлежности РСФСР всех земель и островов, составляющих северное продолжение Сибирского материкового плоскогорья.

В 1920-1930 гг. в СССР была развернута широкая программа правительственных мероприятий по изучению и освоению Крайнего Севера. В 1920 г. было утверждено положение о Северной научно-промысловой экспедиции (Севэкспедиции, с 1925 г. – Институт по изучению Севера, с 1958 г. – Арктический и антарктический научно-исследовательский институт). Перед ней была поставлена задача координации всех научно-исследовательских работ в Арктике.

Вопрос о границах советской арктической зоны окончательно был урегулирован в постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане». Постановление делало исключение для земель и островов, принадлежность которых иностранным государствам была ранее признана советским правительством (имелись в виду архипелаг Шпицберген и остров Медвежий, владение которыми Норвегией закреплено Парижским договором от 9 февраля 1920 г.).

Особое место в истории занимает период советских исследований Арктики в 1930-1940 гг. В тот период были проведены героические экспедиции на ледокольных

судах «Г. Седов», «Красин», «Сибиряков», «Литке». Их возглавляли известные полярники Отто Шмидт, Рудольф Самойлович, Владимир Визе, Владимир Воронин. Впервые в одну навигацию была пройдена трасса СМП, совершены перелеты через Северный полюс, которые создали принципиально новые возможности для достижения и изучения Северного полюса.

В 1930-1940 гг. в СССР началось активное заселение и промышленное освоение Арктики, в том числе с использованием труда политзаключенных. В этот период были построены арктические порты Игарка, Диксон, Певек, Тикси, основаны города Нарьян-Мар, Норильск, Воркута и другие. Тогда же в арктических районах Западной Сибири были открыты первые большие запасы нефти и газа.

В 1932 г. было создано Главное управление Северного морского пути (Главсевморпути), которому было поручено народно-хозяйственное освоение Арктики и обеспечение судоходства по СМП от Белого моря до Берингова пролива. Кроме того, на Главсевморпуть возлагалась организация геологических работ, поисков и разведки полезных ископаемых в Арктике. Первым руководителем ведомства в 1932 г. стал полярный исследователь Отто Шмидт. В том же году он возглавил поход ледокольного парохода «Сибиряков», который прошел СМП за одну навигацию (65 дней).

Для проверки возможности плавания по Ледовитому океану транспортных судов в 1933 г. по пути «Сибирякова» был направлен пароход «Челюскин» во главе с О.Ю. Шмидтом и В.И. Ворониным. В экспедиции участвовали учёные разных специальностей, она должна была также высадить на острове Врангеля группу зимовщиков с их семьями. В условиях крайне тяжелой ледовой обстановки «Челюскин» пробился в Берингов пролив, но выйти в Тихий океан не смог: ветры и течение затянули его вместе с ледовым полем обратно в Чукотское море. Зимовка корабля стала неизбежной. 13 февраля 1934 г. лёд разо-

рвал борт, и через два часа «Челюскин» затонул. За это время на лёд был выгружен заранее подготовленный аварийный запас. На льду оказалось 104 человека, в их числе десять женщин и двое маленьких детей. «Челюскинская эпопея» жизни участников экспедиции в ледовом «Лагере Шмидта» и их спасения лётчиками стала известна всему миру подвигом советских покорителей Арктики (рисунок 14).

В 1934 г. ледорез «Литке» под управлением капитана Н.М. Николаева и научного руководителя В.Ю. Визе без аварий прошел одну навигацию СМП из Владивостока в Мурманск. В 1935 г. СМП прошли за одну навигацию четыре грузовых теплохода. В 1936 г. была успешно осуществлена проводка военных кораблей Балтийского флота на Дальний Восток. В 1939 г. ледокол «И. Сталин» совершил двойное сквозное плавание за одну навигацию.

Советский Союз стал первой и единственной страной, активно использовавшей дрейфующие полярные станции. Каждая такая станция представляла собой установленный на дрейфующей льдине комплекс станционных домиков, в которых жили участники экспедиций, и необходимого оборудования. Впервые такой недорогой и эффективный способ исследования Арктики предложил в 1929 г. Владимир Визе, исследователь, работавший в НИИ Арктики и Антарктики. Благодаря существованию дрейфующих станций отечественные учёные получили возможность исследовать Арктику круглый год.



Рисунок 14 – Гибель парохода «Челюскин»



Рисунок 15 – Первая дрейфующая станция

Весной 1937 г. самолёты доставили на льдину в районе Северного полюса начальника первой дрейфующей станции И.Д. Папанина, радиста Э.Т. Кренкеля, геофизика Е.К. Федорова и океанографа П.П. Ширшова (рисунок 15). За 274 дня дрейфа папанинская станция «Северный полюс» прошла по генеральному направлению 2050 км и была эвакуирована ледокольными пароходами «Таймыр» и «Мурман» в феврале 1938 г.

К началу Великой Отечественной войны в Советском Союзе уже был накоплен значительный опыт плавания транспортных судов в Арктике, велось обустройство таких опорных портов СМП, как Диксон, Игарка, Дудинка, Тикси, Певек и Провидения. Помимо существовавших в 1930-е гг. задач по снабжению арктических строек и полярных станций, в годы войны возникла необходимость снабжения развёрнутых в Арктике гарнизонов и боевых кораблей, а также доставки грузов из США и Канады.

Накануне и во время Второй мировой войны на побережье Карского моря, не считая дальних островов, работало 18 полярных станций, которые занимались сбором геофизических сведений для обслуживания морских и воздушных транспортных операций и исследовательских работ.

Вступление Советского Союза в войну внесло существенные коррективы в использование СМП для экономических связей между западными и восточными районами страны и поставило ряд новых задач. Помимо существовавших в 1930-е гг. задач

по снабжению арктических строек, полярных станций и пунктов ГУЛАГа, завоза продукции, возникла необходимость снабжения развернутых в Арктике гарнизонов и боевых кораблей, а также появилась проблема доставки по СМП грузов из США и Канады на советских судах. Важную роль СМП играл и для межтеатрового манёвра ледоколов, так как летом они требовались в Арктике, а зимой – в Белом море и на Дальнем Востоке (в проливе Лаперуза) [8].

Судоводители остро нуждались в точных и подробных картах различных участков трассы Севморпути: в частности, не были достаточно изучены и обследованы опасные для плавания шхерные районы вдоль западного побережья Таймыра. В связи с этим в апреле 1942 г. был издан приказ об организации «Экспедиции шхер Минина». Экспедиция, возглавляемая полярным гидрографом Д.И. Смирновым, работала в Арктике (к западу от устья р. Песцовая) до октября 1944 г. На следующий год были изданы карты и лоции сложнейшего в навигационном отношении района СМП.

Уже с навигации 1942 г. переходы транспортных судов в Карском море стали проводиться методом конвоев под охраной боевых кораблей Беломорской военной флотилии, большинство из которых до осени 1943 г. составляли вооружённые гражданские суда – бывшие рыболовные траулеры (рисунок 16).

В 1943 г. борьба в Арктике проходит с переменным успехом: здесь устанавливается примерное равновесие сил. Не имея



Рисунок 16 – Арктические конвои

возможности полностью прервать движение судов союзников по СМП, Кригсмарине (подводные силы вермахта) тем не менее представляют собой серьезную угрозу для судов, идущих как с запада, так и с востока. Временные же успехи германского флота в Арктике в 1942-1943 гг. объясняются не недостатками в тактике операций флота союзников, а скудностью их ресурсов в этот период войны.

Основное противодействие судоходству в западной части Арктики (Баренцево – Карское моря) в 1943 г. оказывали германские подводные лодки, общее число которых за навигацию 1943 г. в Карском море составило 13 единиц. Только в августе и сентябре здесь действовало одновременно по 7-8 лодок. Такой концентрации подводных сил Германии против советского флота не было ни на Чёрном, ни на Балтийском морях.

Несмотря на тяжёлую ледовую обстановку, активное действие германских подводных лодок, потери на трассе СМП, в 1943 г. союзникам удалось в полной мере использовать эту линию перевозок – возрос объём перевозок, полностью были обеспечены полярные станции и пункты ГУЛАГа.

Летом 1944 г. объём перевозок, осуществляемых СМП, значительно увеличивается. Увеличиваются и эскортные силы Северного флота в Карском море, сумевшие противостоять натиску немецких подводных лодок. Заметную роль для переброски средств на Дальний Восток сыграл СМП в летнюю навигацию 1945 г., во время войны Советского Союза с Японией.

Переходы транспортных судов по Северному морскому пути также обеспечивали завоз в арктические пункты западных районов Арктики импортного оборудования и грузов снабжения для полярных портов и промышленных предприятий. Они также дали возможность посещения базовых портов Архангельск и Мурманск, где можно было пройти срочный ремонт и пополнить все виды запасов для последующих рейсов. Благодаря сквозным рейсам также осуществлялась и переброска некоторых транспортных судов на Дальний

Восток. На трассе СМП в период войны постоянно работали гидрографические экспедиции и полярные станции, обеспечивавшие мореплавание своей метеорологической и ледовой информацией. Таким образом, во время Второй мировой войны роль СМП как вспомогательной линии перевозки значительно возросла.

В 1948 г. для активизации в регионе геологоразведочных работ в Ленинграде был создан НИИ геологии Арктики (ныне Всероссийский НИИ геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. академика И.С. Грамберга). В 1960-1970-е гг. были открыты крупнейшие нефтегазовые месторождения: Уренгойское (1966 г.), Ямбургское (1969 г.), Бованенковское (1971 г.) и другие. В 1980-х гг. нефтегазовые месторождения были обнаружены и на арктическом шельфе: Штокмановское (1988 г.), Приразломное (1989 г.) и другие.

СМП стал неотъемлемым звеном народного хозяйства, обеспечивающим жизнедеятельность целого ряда районов Крайнего Севера и Дальнего Востока. По этому пути осуществлялось их снабжение топливом, продовольствием и товарами первой необходимости, по нему же на «большую землю» доставлялись добываемые здесь природные богатства.

В 1962 г. советская атомная подводная лодка «Ленинский комсомолец» совершила длительный поход подо льдами Северного Ледовитого океана, достигнув Северного полюса и всплыв на поверхность (рисун-

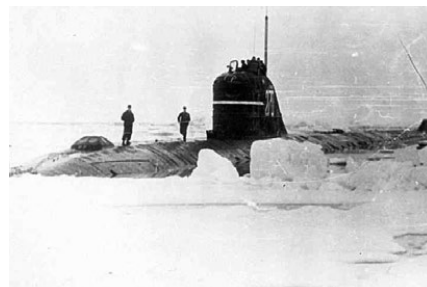


Рисунок 17 – Советская атомная подводная лодка «Ленинский комсомолец» на Северном полюсе



Рисунок 18 – Советский атомный ледокол «Арктика»

нок 17).

В 1977 г. советский атомный ледокол «Арктика» стал первым в мире надводным судном, которому удалось достичь географической точки Северного полюса (рисунок 18).

В 1991 г. Россия ратифицировала Конвенцию ООН по морскому праву 1982 г. Акватория СМП официально получила статус международных вод. Согласно статье 234 этой Конвенции СМП рассматривается как исторически сложившаяся единая национальная транспортная коммуникация России. В 1992 г. почетный полярник СССР Константин Зайцев первым водрузил флаг России на Северном полюсе.

Если взглянуть на Север с позиции будущего развития России, то его возможности для подъёма хозяйства и экономики многократно больше нынешних, особенно на фоне истощения запасов природных ресурсов в традиционных районах их добычи. Речь прежде всего идёт об углеводородном сырье.

Наиболее перспективным в плане добычи нефти и газа является шельф Западной Арктики, занимающий огромную площадь (более 2,6 млн. км²), покрытую водами Баренцева, Печорского и Карского морей. По состоянию современной нефтегеологической изученности начальные извлекаемые ресурсы этого региона составляют 75,2 млрд. тонн в нефтяном эквиваленте. Шельф Западной Арктики содержит около 75% всех запасов углеводородов шельфа России и может рассматриваться как регион долговременной стратегической

перспективы развития нефтяной и газовой отраслей. Так, уже в настоящее время в Баренцевом, Печорском и Карском морях открыто много нефтегазовых месторождений, которые, по прогнозам специалистов, могут стать основными источниками углеводородов для России и Европы в XXI столетии. Разведанные запасы нефти по выявленным месторождениям и прогнозируемые ресурсы нефти по перспективным структурам, расположенным в Баренцевом и Печорских морях, позволяют считать, что в недалеком будущем здесь может быть сформирован новый нефтедобывающий регион. Близость к индустриально развитым районам европейского севера России – потенциальным потребителям нефти и газа, возможность транспортировки нефти и газа в незамерзающий порт Мурманск и Западную Европу – всё это создает предпосылки для развития сырьевой базы и организации добычи углеводородов в этом регионе.

В 2014 г. Россия впервые в мире начала добычу нефти с шельфового месторождения в Арктике. Первая партия нефти была отгружена с платформы «Приразломная» (рисунок 19).

8 декабря 2017 года на полуострове Ямал состоялось открытие первой очереди завода по производству сжиженного природного газа в рамках проекта «Ямал СПГ» (рисунок 20, 21).

4 июля 2012 г. Госдума приняла федеральный закон № 132-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части государственного регулирования торгового мореплавания в акватории Северного морского пути». В законе предусмотрен ряд мер по развитию СМП.

Этим документом введено новое определение и границы акватории СМП, под которой понимается водное пространство, прилегающее к северному побережью РФ, территория, охватывающая внутренние морские воды, территориальное море, прилежащую зону и исключительную экономическую зону страны и ограниченное с востока линией разграничения морских пространств с США и параллелью мыса Дежнёва в Беринговом проливе, с запада –

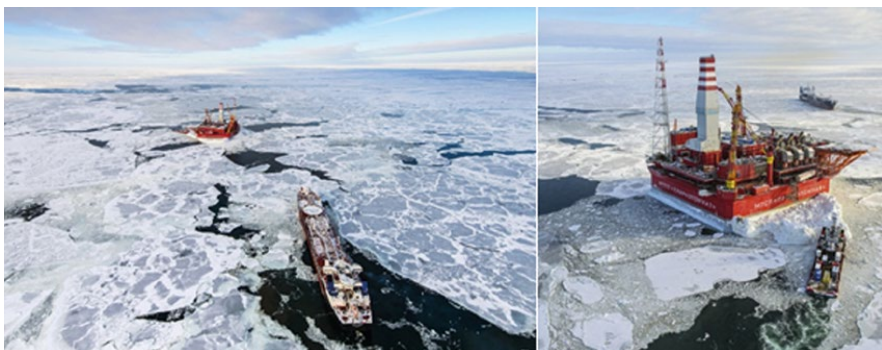


Рисунок 19 – «Платформа Приразломная» для добычи нефти в Печорском море



Рисунок 20 – Завод по производству сжиженного природного газа в рамках проекта «Ямал СПГ»

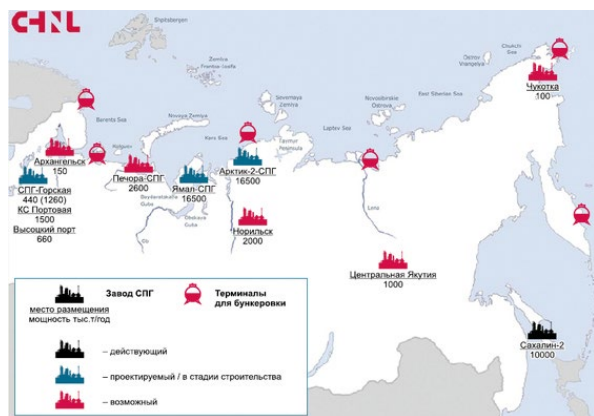


Рисунок 21 – Современное состояние и перспективное строительство заводов в Арктике

ВЫВОДЫ

Таким образом, русские исследователи внесли большой вклад в исследование и освоение северных морских земель. В результате этих исследований образовался Северный морской путь – национальная северная морская транспортная коммуникация в арктической России, которая в долгосрочной перспективе определяется в качестве мощной минерально-сырьевой базы страны.

Северные регионы России обретают новое значение в связи с развитием мировых хозяйственных связей, в результате которых уже в ближайшей перспективе возрастает роль и значение СМП. Глобализация мировой экономики стимулирует создание нового межконтинентального транспортного маршрута между Европой и Азией. Маршрут СМП – самый короткий и дешёвый путь в Северном полушарии между Тихоокеанским и Атлантическим регионами планеты и единственный морской путь с Северо-Запада Канады в Северную Европу. Реализация в Арктике такого коммерческого проекта будет способствовать укреплению национальной и экономической безопасности нашей страны в XXI веке.

Кроме того, на сегодняшний день Россия имеет самый крупный в мире ледокольный флот и является единственным в мире обладателем атомных ледоколов. Всё это позволяет решать широкий круг экономических, научных, военных и иных задач в ряде регионов с суровым климатом.

меридианом мыса Желания до архипелага Новая Земля, восточной береговой линией архипелага Новая Земля и западными границами проливов Маточкин шар, Карские ворота и Югорский шар. Таким образом, СМП начинается от Карских ворот и заканчивается Беринговым проливом.

В 2014 г. начал новый этап освоения арктических пространств и СМП. Принята государственная программа РФ «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 г.». Задачи программы – усиление координации деятельности органов государственной власти при реализации государственной политики в Арктической зоне РФ, организация мониторинга социально-экономического развития территорий, совершенствование системы статистического наблюдения за показателями социально-экономического развития этих территорий, обеспечение эффективного управления государственными ресурсами и нормативно-правового регулирования в сфере реализации государственной политики на территории Арктики [7].

Указ Президента РФ от 26 октября 2020 года «О Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» подтверждает стратегическое значение арктического региона для России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Правил плавания в акватории Северного морского пути. – Текст: электронный // Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 17 января 2013 г. № 7. – URL: <http://www.rg.ru> (дата обращения 10.11.2020).
2. Государственная программа РФ «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года». – Текст: электронный // Постановление Правительства РФ от 21 апреля 2014 г. № 366. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70544266> (дата обращения 10.11.2020).
3. Жуковина, М.Г. Северный морской путь: история, экономика, экология / М.Г. Жуковина. – Текст: электронный // Портал о развитии Арктики. – URL: <https://goarctic.ru/work/severnoy-morskoy-put-istoriya-ekonomika-ekologiya> (дата обращения: 09.11.2020).
4. Арикайнен, А.И. Судходство во льдах Арктики / А.И. Арикайнен. – Москва: Транспорт, 1990. – 247 с. – Текст: непосредственный.
5. Арикайнен, А.И. Азбука ледового плавания / А.И. Арикайнен, К.Н. Чубаков. – Москва: Транспорт, 1987. – 223 с. – Текст: непосредственный.
6. Серикова, У.С. История освоения Арктики / У.С. Серикова. – Текст: электронный // КиберЛенинка: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-osvoeniya-arktiki> (дата обращения: 10.11.2020).
7. Биржаков, М.Б. Северный морской путь – историческое наследие России / М.Б. Биржаков, О.Н. Кострюкова, Л.А. Озимина. – Текст: электронный // Журнал Института наследия, 2015/3. – URL: <http://nasledie-journal.ru/journals/3/48.html> (дата обращения: 11.11.2020).
8. Северный морской путь в годы Второй мировой войны (1939-1945). – Текст: электронный // allbest: [сайт]. – URL: <http://www.allbest.ru/> (дата обращения: 11.11.2020).

**70 ЛЕТ КАФЕДРЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
И БОРТОВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ (№ 35)
ФАКУЛЬТЕТА МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ СПБГМУТ**

О юбилее кафедры и её достижениях за 70 лет.

30 декабря 1949 г. был издан приказ Министерства образования СССР об образовании на конструкторском факультете ЛКИ кафедры № 35 для организации выпуска специалистов по проектированию корабельных аппаратов для ВМФ. Первым заведующим был назначен Г.В. Цывкин, впоследствии профессор, доктор технических наук.

Ректор института Евгений Васильевич Товстух, декан факультета Борис Ильич Штафинский активно способствовали становлению молодой кафедры. Назревшая ещё в 1940-е гг. необходимость подготовки специалистов по системам управления морского оружия определила потребность в расширении профиля кафедры. В 1951 г. для заведования ею был приглашен известный учёный-кораблестроитель, автор многих трудов в области прочности и вибрации судов, основатель общей теории подводного плавания, доктор технических наук, профессор Дмитрий Прохорович Скобов (с 1958 г. – заслуженный деятель науки и техники РСФСР). Широкий научный кругозор, глубокая эрудиция, научное предвидение Д.П. Скобова на многие годы определили пути развития и совершенствования кафедры, направления научной, учебной и методической работы.

Под руководством Д.П. Скобова заканчивают аспирантуру и защищают кандидатские диссертации преподаватели кафедры Л.А. Мотыльков (1954 г.), Б.Б. Юфимович (1956 г.), А.Г. Савельев (1956 г.), Е.Н. Розенвассер (1961 г.), в дальнейшем заслуженный деятель науки и техники РФ, доктор технических наук, профессор, один из видных учёных в современной теории управления.

В развитие первоначального направления работы кафедры под руководством Д.П. Скобова проводятся фундаментальные исследования по динамике и гидродинамике образцов подводного морского оружия, автоматическому управлению ими, элементам систем управления, гироскопическим устройствам и теории стрельбы. В этих направлениях в 1958-1961 гг. кафедра участвует в научно-экспериментальной работе в натуральных условиях на полигоне в г. Пржевальске и организует подготовку специалистов. Эти масштабные исследования, а также научные работы в других направлениях легли в основу двухтомного базового учебника «Основы динамики торпед», изданного в 1963-1964 гг. в издательстве «Судпромгиз» и до сих пор не потерявшего своего значения.

Показательным является тот факт, что вычислительная техника в ЛКИ начала внедряться в практику научных исследований и учебный процесс именно на кафедре № 35. Научное руководство созданной в 1961 г. вычислительной лабораторией (заведующий А.В. Пономарёв) осуществлял к.т.н., доцент А.Ф. Кислов, а первые вычислительные машины – аналоговая ЭВМ ИПТ-5 и цифровая ЭВМ Минск-1 – были приобретены в 1958 г. и в 1961 г. Пионерами в освоении этой техники становятся к.т.н. А.Ф. Кислов, заведующий лабораторией А.В. Пономарёв, выпускники кафедры и родственники структур факультета Л.А. Иванова (Канищева), В.К. Таут, Б.Б. Шереметов, В.И. Канищев, В.Н. Алексеев, Ю.И. Жуков, В.В. Кузнецов, Е.Д. Скобов, Э.Г. Бурэ, А.М. Бельский.

Кафедра успешно сотрудничает с различными научно-исследовательскими организациями, организациями ВМФ.

С 1964 г. по 1978 г. заведующим кафедрой является д.т.н., профессор Е.Н. Пантов, который был одним из ведущих специалистов в отрасли по системам управления специальных объектов. Е.Н. Пантов способствует установлению тесных контактов кафедры с предприятиями промышленности и организациями ВМФ. По инициативе руководства ВМФ кафедра в 1965 г. привлекается к работе по созданию отечественных комплексов телеуправления морским оружием, в разработке которых значительную роль сыграл В.И. Канищев. Кафедра участвовала в разработках отечественных комплексов телеуправления, принимала участие в натуральных испытаниях комплексов на полигонах в г. Феодосия и на Ладожском озере. Под руководством Е.Н. Пантова продолжается развитие лабораторной базы, создаётся лаборатория телеуправляемой морской техники (организатор В.И. Канищев).

В 1966 г. из кафедры выделилась и определила своё самостоятельное и учебное направление кафедра № 10. Научно-исследовательские работы приобретают всё более широкий диапазон в плане как объектов морской техники, так и научных направлений. Защищают кандидатские диссертации Б.Б. Шереметов (1964 г.), В.И. Канищев (1969 г.), Е.Д. Скобов (1969 г.), Э.Г. Бурэ (1969 г.), Ю.И. Жуков (1970 г.), А.М. Бельский (1971 г.), В.В. Кузнецов (1972 г.), в дальнейшем декан факультета корабельной энергетики и автоматики, заведующий кафедрой судовой автоматики и измерений.

Оканчивают кафедру Пётр Владимирович Мальшев, в дальнейшем руководитель представительства федерального государственного предприятия «Рособоронэкспорт» в СЗФО, Григорий Алексеевич Томчин, президент Всероссийской ассоциации приватизируемых и частных предприятий, Александр Николаевич Осипов, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ.

С начала 1980-х гг. под руководством профессора Е.Н. Пантова (сейчас – под ру-

ководством В.И. Канищева) выполняется цикл работ по телеуправлению объектами подводного морского оружия с научно-исследовательскими организациями Москвы, Санкт-Петербурга, ВМФ. Эти работы способствовали созданию в промышленности эффективных образцов морского оружия. Они определили одно из основных направлений работы кафедры. За успешное выполнение этих работ в 1982 г. В.И. Канищев был награждён медалью «За трудовую доблесть», а М.Б. Иванов – медалью «За трудовое отличие».

Под руководством профессора Ю.И. Жукова, защитившего докторскую диссертацию в 1990 г., и доцента А.Ф. Кислова развивается вычислительная лаборатория. В 1970-1980 гг. кафедру пополняют выпускники В.А. Анисимов, Ю.Л. Сиек, А.М. Грязнов, Н.П. Мамонин, Н.В. Лукьянов, А.Ю. Кравчук, Б.А. Коломейцев, А.Ю. Титов. Сотрудники кафедры успешно взаимодействуют с родственными подразделениями факультета и университета: проблемной лабораторией, лабораторией подводной техники и др. За эти работы медалью «За трудовое отличие» награждён Б.Б. Шереметов.

В 1973 г. в издательстве «Судоостроение» выходит монография «Основы теории движения подводных аппаратов» (авторы Е.Н. Пантов, Н.Н. Махин, Б.Б. Шереметов).

С 1979 по 2002 гг. кафедрой заведует д.т.н., профессор Ю.И. Жуков, декан факультета. Проведена разработка систем автоматизированного проектирования комплексов управления подводными средствами движения (1974-1982 гг.), завершившаяся созданием комплексов математических, алгоритмических и программных средств, ориентированных на исследовательское проектирование систем управления движением автоматических подводных средств специального назначения (более 20 пакетов прикладных программ и 15 закрытых публикаций в сборниках научных трудов ЛКИ и отчётах по научно-исследовательским работам).

Выполнена разработка и исследование микропроцессорных систем управления обитаемыми подводными аппаратами (1983-1987 гг.) в секторе проблемной лаборатории, завершившаяся созданием:

- погружной микропроцессорной информационно-измерительной системы, прошедшей морские испытания на полигоне в г. Приморске;

- микропроцессорной системы управления движением обитаемого подводного аппарата «АРКТИКА», успешно прошедшего морские испытания.

Проведена разработка, создание и испытания системы управления движением торпеды (изделие «Ручей») с лазерными приборами управления и микропроцессорным обработчиком информации по заданию ЦНИИ «Гидроприбор», успешно прошедшей морские испытания на полигоне в г. Феодосии.

Выполнены разработка и исследование бесплатформенных инерциальных навигационно-управляющих систем для подводной техники специального назначения (1988-1993 гг.), закончившиеся конструированием и изготовлением опытного образца системы управления ориентацией и глубиной подводного автоматического средства движения (ПАСД) с лазерными измерителями вектора угловой скорости и микропроцессорными обработчиками информации (по заданию ЦНИИ «Гидроприбор», НИР «Репейник»).

В 1980-е гг. кафедра успешно выполняет ряд работ по правительственной тематике, среди которых следует отметить создание системы управления движением крупномасштабной модели подводной лодки, разработку рабочего макета БИНС и др. За успешное выполнение НИР сотрудники кафедры Ю.Л. Сиек и Н.П. Мамонин впервые в истории ЛКИ удостоены в 1982 г. премии им. Ленинского комсомола.

Для выполнения исследований гидродинамических характеристик ПАСД оригинальной архитектуры коллектив кафедры создал установку ЭГДА, которая успешно использовалась в научных исследованиях и

учебном процессе.

В 1984 г. в издательстве «Судостроение» вышла монография Ю.И. Жукова «Бортовые вычислительные машины», в 1985 г. выходит монография «Самоходные автономные подводные аппараты» (один из авторов – Ю.И. Жуков).

В 1990-е гг. в сложных экономических условиях кафедра продолжала развиваться.

В 1992 г. при технической поддержке американской фирмы Octagon Systems и по проекту Ю.И. Жукова была создана учебная лаборатория встраиваемых в оборудование компьютерных систем, на базе которой ведётся подготовка магистров и проводятся работы по внедрению новых информационных технологий, связанных с использованием бортовой вычислительной техники.

В 1996 г. была открыта новая специальность «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», конкурс на которую ежегодно самый высокий на факультете и один из лучших в университете. Основная специальность сертифицирована в 1997 г. в институте морских инженеров в Великобритании.

С 1994 г. Ю.И. Жуков, В.И. Канищев, Б.Б. Шереметов неоднократно выступали с циклами лекций в КНР. Результатом такой деятельности явилось заключение с Китайской академией кораблестроения договора о выполнении комплексной НИР по проблеме разработки современных информационно-управляющих систем для ПАСД, которая была успешно выполнена и защищена перед специалистами заказчика, что подтвердило высокий научный авторитет сотрудников кафедры.

В 1998 г. по новой специальности кафедру окончила группа студентов из стран дальнего зарубежья (Непала и Индии).

В 2000 г. защищает докторскую диссертацию Ю.Л. Сиек, в 2002 г. он становится заведующим кафедрой, а в 2019 г. избирается деканом факультета морского приборостроения. В 2002 г. докторскую диссертацию защищает Б.Б. Шереметов. За успешную научную и педагогическую дея-

тельность в 2000 г. он награждён орденом Дружбы.

В 2006 г. публикуется монография С.А. Рыкова «Локальные кленовые поглотители в промышленности», а в 2008 г. – монография «Управление динамическим объектом на основе нечёткой логики» (авторы Ю.Л. Сиек, А.В. Смольников, М.В. Яковлева).

Трудно сосчитать число учебных пособий, разработанных сотрудниками кафедры. Например, только в 1998 г. их было издано десять. Продолжается подготовка аспирантов, ежегодно выпускается значительное число бакалавров и магистров.

В последние годы успешно защитили кандидатские диссертации и включились в преподавательскую работу кафедры Е.Е. Барашкова, А.Е. Елисеев, Ю.В. Ясинская, Е.В. Хуторная, С.Ю. Сакович, Т.Н. Козлова.

Практически все преподаватели участвуют в научной работе. В течение ряда последних лет на кафедре выполнялась фундаментальная НИР «Разработка методов определения параметров ориентации подводных технических объектов по информации от лазерных гироскопов», а также ряд прикладных НИР. Ежегодно сотрудники кафедры публикуют около 20 статей в различных научно-технических сборниках и выступают с докладами на различных конференциях в ряде ведущих организаций промышленности и ВМФ. Во многих случаях соавторами этих работ являются студенты. Под руководством сотрудников кафедры студенты успешно выступают с

докладами на ряде конференций (15-20 докладов в год), завоевывая почетные грамоты и дипломы. Ежегодно проводятся кафедральные студенческие конференции.

В 2014 г. открыта новая специальность «Управление и информатика в технических системах».

Сотрудники кафедры активно участвуют в изобретательской деятельности. На их счету десятки авторских свидетельств и патентов.

В 2011-2017 гг. в издательстве «Наука» вышли 7,8 и 9 тома энциклопедии «Торпедное оружие» по актуальным проблемам:

- интегрированное информационное обеспечение жизненного цикла торпедного оружия;

- автоматизация разработки и создания цифровых информационно-управляющих систем торпедного оружия;

- бесплатформенные инерциальные микроэлектромеханические навигационно-управляющие системы мини-торпеды.

Среди выпускников кафедры – два заслуженных деятеля науки и техники России, руководители ряда российских учреждений, 10 докторов технических наук, более 35 кандидатов технических наук.

Кафедра обладает высоким научно-педагогическим потенциалом. В её составе – пять штатных профессоров, пять штатных доцентов, четыре профессора и три доцента-совместителя. Это позволяет утверждать, что коллектив кафедры способен и в будущем обеспечивать подготовку инженерных и научных кадров на высоком научно-техническом уровне.

ЮБИЛЕЙ В.Г. КОСТРОМИТИНОВА

К 75-летию В.Г. Костромитинова.



11 июля 2020 года исполнилось 75 лет главному специалисту по средствам гидроакустического противодействия (ГПД) отдела 036 Валерию Геннадьевичу Костромитинову.

Валерий Геннадьевич родился 11 июля 1945 года в городе Красный Луч Ворошиловградской области. В 1963 году окончил среднюю школу и поступил в Ленинградский политехнический институт на физико-металлургический факультет, после окончания которого работал во ВНИИ токов высокой частоты им. В.П. Вологодина.

В 1974 году Валерий Геннадьевич начинает свою работу в ФЦНИИ «Гидроприбор» в должности старшего инженера отдела 93. Он занимается разработкой средств имитации целей для оснащения испытательных полигонов МПО. Перед ним открываются новые перспективы, и он с головой погружается в радиоэлектронику, профессиональный интерес к которой сохраняет по сей день. Валерий Ген-

надьевич увлечённо исследует цифровые способы синтеза сигналов сложной формы и в инициативном порядке старается внедрить ЭВТ в процессы проектирования. В 1987 году заканчивает курс обучения по применению вычислительной техники при ЛГУ.

С 1989 года он возглавляет сектор радиоэлектронных устройств и вместе с коллективом внедряет в разрабатываемые изделия оригинальные решения и новейшую элементную базу. Уже в конце 1990-х годов ему удаётся заменить в приборе «Бериллий» около двадцати электронных блоков (отметим, разработанных в Морфизприборе) на один небольшой, на основе шести процессоров. А в приборе «Удар-1» – и того меньше, на одном процессоре.

Там, где не хватает квалификации своих сотрудников, он успешно привлекает к разработкам сторонние организации. Он умеет увлечь их своими идеями и перспективами так, что недостаток финансирования конца 1990-х – начала 2000-х не сказывается на результатах. Ему доверяют, его уважают.

С 1992 года Валерий Геннадьевич стал работать в должности начальника отдела, который занимается разработкой средств ГПД.

Под его ответственностью оказывается разработка такого прибора, как универсальный многофункциональный «Бериллий». Технические решения, принятые в нём, позволяют имитировать несколько физических полей, а управление прибором осуществляется автоматически в зависимости от внешней обстановки. Это было новое слово в создании средств ГПД.

Однако прибор, идея которого родилась в начале 1980-х годов, в процессе затянувшейся из-за систематического не-

дофинансирования разработки морально устаревает. В инициативном порядке коллектив под руководством Валерия Геннадьевича поэтапно модернизирует этот прибор. И сегодня «Бериллий» по-прежнему является самым полноценным имитатором подводных лодок (ПЛ).

Еще одним уникальным изделием отдела 93 стал комплекс «Модуль-Д», состоящий из трех самостоятельных изделий: «Удар-1», «Бурак-М», «Оплот», предназначенных для противодействия средствам обнаружения и поражения ПЛ. В комплекс заложены принципы действия, ранее не используемые в мировой практике ни в средствах ГПД, ни в МПО в целом.

Нужны были исследования и проработки, а это требовало денег и сотрудников-профессионалов, которых на тот момент было крайне мало. В «Модуль-Д» уже не верили. Но Валерий Геннадьевич тянул его вперед всеми возможными способами.

Время всё расставило по своим местам: в 2016 году комплекс «Модуль-Д» успешно прошел государственные испытания, и с 2019 года началось его серийное изготовление. «Модуль-Д» по совокупности ТТХ не имеет аналогов среди отечественных и зарубежных образцов вооружения и военной техники.

С 1997 года Валерий Геннадьевич работает в должности заместителя начальника отделения. С 2004 года – главный конструктор направления.

В 2018 году Валерий Геннадьевич переходит в отдел 036 на должность главного специалиста по средствам ГПД.

Накопленный опыт и обширная научная эрудиция позволяют Валерию Геннадьевичу успешно заниматься разработкой перспективной номенклатуры средств ГПД и осуществлять общее руководство по

развитию «Гидроприбора» в этом направлении.

За время своей трудовой деятельности Валерий Геннадьевич участвует в разработке более 30 НИР и ОКР. «Бериллий», «Лав-1», «Комплекс СПД», «УПИБ-М», «Удар-1», «Бурак-М», «Оплот», «КОТП-М», «АНГАПП» – вот далеко не полный перечень тех изделий, где были реализованы достижения коллектива под его руководством.

Он автор и соавтор изобретений и статей.

Производственные успехи Валерия Геннадьевича отмечены медалями, благодарностями, грамотами, в том числе от Комитета по промышленной политике Санкт-Петербурга.

Валерий Геннадьевич – человек разносторонних интересов. Меломан и фотолюбитель, он может и вкусное блюдо приготовить, и цветы на балконе высадить. Он любит технику не только профессиональную, но и бытовую. Музыкальному центру, который стоит у него дома, могут позавидовать некоторые студии, а его фотоаппарату, которым сделано большинство фотографий наших мероприятий, завидовали мы.

К своим сотрудникам он относится так же заботливо, как и к своим домочадцам, которые любят, ценят и уважают своего отца, брата, дядю и дедушку.

В завершении хотелось бы сказать словами В.В. Маяковского, перефразировав их:

Мы говорим ГПД –
подразумеваем Костромитинов,
Мы говорим Костромитинов –
подразумеваем ГПД.

Хочется от всей души поздравить Валерия Геннадьевича с юбилеем и пожелать ему долгих плодотворных лет жизни и отличного здоровья.

АННОТАЦИИ

УДК 623.98

Ключевые слова: научный задел, формирование облика военной техники, концептуальное проектирование, имитационная модель, показатели эффективности МПО.

Патрушев В.В., Сухопаров П.Д., Филлимонов А.К., Розенвассер Е.Н., Шершиёв А.В., Сударчиков В.А. Интегрированное концептуальное проектирование морского подводного оружия // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 6-12.

В статье рассмотрена структура системно-параметрического формирования облика перспективного морского подводного оружия. Определены показатели эффективности МПО.

УДК 658.27

Ключевые слова: диверсификация, производственный комплекс, производственные мощности, промышленное оборудование.

Соколов С.В., Атаманов В.Н., Нуретдинов А.Г. Производственные мощности ГНЦ «Гидроприбор» и задача диверсификации производства // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 13-17.

В статье приведены краткие исторические сведения о заводе «Г.А. Лесснер» – № 181 – «Двигатель» и представлен обзор производственных возможностей Концерна в свете задачи диверсификации производства, обозначенной президентом России и поставленной Корпорацией «ГРВ».

УДК 72.025.3

Ключевые слова: культурное наследие, восстановление памятника, реставрация, архивные фотодокументы.

Патрушев В.В., Филлимонов А.К., Шаповалова А.Е., Сударчиков В.А. Историю храним: особняк Кёнигов на территории ГНЦ РФ «Гидроприбор» // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 18-27.

Статья посвящена восстановлению выявленного объекта культурного наследия – особняка сахарозаводчиков Кёнигов (конец XIX – начало XX вв.), расположенного на территории ГНЦ «Гидроприбор», приводятся редкие исторические фотографии интерьеров особняка, часть из которых публикуется впервые.

УДК 510.633: 519.211

Ключевые слова: минрепы мин, контактный трал, траление мин, параван, самооборона кораблей от контактных мин, якорные мины.

Быстров Б.В., Плясов А.Н. История развития контактных тралов российского флота // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 28-32.

В статье представлен ретроспективный анализ развития противоминных средств для борьбы с якорными минами, который приводит к выводу о том, что контактные тралы являются основным средством борьбы с якорными минами, а также единственным образцом, способным выполнять проводку кораблей за тралами.

УДК 510.633: 519.211

Ключевые слова: торпеды дизельные, торпеды тепловые, торпеды электрические, энергосиловые установки, система самонаведения, система телеуправления.

Тихонов Г.Б. Аналитический обзор универсальных торпед основных зарубежных государств // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 33-44.

В статье представлен краткий аналитический обзор универсального торпедного оружия основных зарубежных государств.

УДК 621.3

Ключевые слова: электросхема, помехозащищённость, качество питания бортовой сети, контроль кабельной системы.

Изотов А.И. Вопросы разработки электросхем изделий // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 45-51.

В статье освещаются вопросы качества электропитания электросхем, методы уменьшения взаимовлияния и помехозащищённости при работе электросхем. Представлены исследования процесса контроля блоков и жгутов системы бортовой электрической схемы, а также предложения по повышению качества контроля. Акцент сделан на разработке электросхем приборов ГПД.

УДК 654.1

Ключевые слова: сейсморазведка, гидрофон, оптический фильтр, решётка Брэгга, брэгговская длина волны.

Мартынов В.Л., Дмитриев М.В., Царапкина М.Д. Лазерные технологии в инфотелекоммуникациях // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 52-54.

В статье рассматриваются недостатки имеющихся способов морской сейсморазведки, связанные с аналоговым сигналом, и предлагается новый способ с применением оптического фильтра.

УДК 62-133

Ключевые слова: частота вращения электродвигателя, активный объем электродвигателя, массогабаритные характеристики, силовая установка.

Леонов Д.В., Томов А.А. Обоснование влияния частоты вращения вала ротора электродвигателя на массогабаритные показатели силовых установок // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 55-58.

В статье теоретически обосновывается уменьшение активного объема с увеличением частоты вращения электродвигателя. Показан обобщённый характер графической зависимости уменьшения активного объема с увеличением частоты вращения электродвигателя, соединённого с двигателем через редуктор.

УДК 623.98

Ключевые слова: гидроакустические антенны, пьезопреобразователи, гидроакустические комплексы, ходовые помехи, научная школа.

Дмитриченко В.П. Формирование научной школы разработки гидроакустических антенн в ГНЦ «Гидроприбор» // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 59-72.

В статье проанализировано развитие в НИИ-400 – ЦНИИ «Гидроприбор» – ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» гидроакустических антенн морского подводного оружия за более чем полувековой период. Показано, как в результате напряжённого творческого труда коллектива отдела гидроакустических антенн был сформирован базис научной школы их разработки, позволяющий передавать накопленные знания и опыт новому поколению специалистов.

УДК 623.9:620.19

Ключевые слова: коррозионный износ, противокоррозионная защита, цифровое моделирование, прогноз.

Голованова М.В. Повышение качества прогнозов при цифровом моделировании коррозионного износа образцов морского подводного оружия // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 73-76.

Статья посвящена описанию факторов, определяющих интенсивность коррозионных процессов в морской воде, и необходимости их уточнения для повышения качества прогнозов при цифровом моделировании.

УДК 378.14

Ключевые слова: дистанционное обучение, организация образовательного процесса, электронные образовательные ресурсы.

Шаповалова А.Е. Опыт дистанционного обучения: достоинства и недостатки // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 77-84.

В статье анализируется опыт дистанционного обучения в Военно-медицинской академии и дистанционной практики в ГНЦ РФ АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» на основе анкетирования, проведенного среди преподавателей и студентов-практикантов.

УДК 355.55

Ключевые слова: подготовка командирского состава, подводные силы, неатомные (дизельные) подводные лодки, опыт становления.

Пучнин В.В., Попов А.Н. Опыт становления командиров дизельных подводных лодок в советском ВМФ как целесообразное направление современной подготовки командиров неатомных подводных кораблей // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 85-89.

В статье на основе служебного опыта авторов предложена последовательность этапов становления командира современной неатомной подводной лодки.

УДК 338.33

Ключевые слова: диверсификация, конверсия, перепрофилирование предприятия ОПК, система управления предприятием.

Некипелов Ю.А. Диверсификация производства – неотъемлемая составляющая развития предприятия ОПК // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 90-98.

В статье проанализирован опыт диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса США и Китая, выделены проблемы диверсификации предприятий отечественного ОПК.

УДК 910.4:93/94

Ключевые слова: Северный морской путь, история русского Севера, освоение Арктики, открытия, арктические экспедиции, развитие Арктической зоны, роль российских исследователей.

Репин А.А., Сударчиков В.А. Северный морской путь – национальная транспортная коммуникация России // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 99-115.

В статье раскрывается освоение Северного морского пути в Арктике как величайшего российского наследия. Хронологически показано, что открытие и освоение Северного морского пути принадлежит российским исследователям, которые внесли решающий вклад в: изучение полярных и приполярных стран, в развитие ледового мореплавания и судостроения.

УДК 378.12:623.8

Ключевые слова: юбилей, научная деятельность, подготовка специалистов, подготовка кадров высшей квалификации, научно-техническое сотрудничество.

Канищев В.И., Жуков Ю.И. 70 лет кафедре систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники (№ 35) факультета морского приборостроения СПбГМТУ // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 116-119.

О юбилее кафедры и её достижениях за 70 лет.

УДК 623.9

Ключевые слова: юбилей, трудовая деятельность, научная деятельность.

Тимофеева И.В. Юбилей В. Г. Костромитинова // Подводное морское оружие. 2021. Вып. 1(55). С. 120-121.

К 75-летию В.Г. Костромитинова.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Агаманов В.Н. – заместитель руководителя производственного комплекса «Завод «Двигатель»

Быстров Б.В. – д-р воен. н., профессор кафедры 024 ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»

Дмитриев М.В. – инженер 1 категории АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Дмитриченко В.П. – к.т.н., с.н.с., начальник отделения – главный конструктор АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Голованова М.В. – к.т.н., ведущий научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Жуков Ю.И. – д.т.н., профессор, профессор кафедры № 35 СПбГМТУ

Изотов А.И. – ведущий специалист АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Канищев В.И. – к.т.н., доцент, профессор кафедры № 35 СПбГМТУ

Леонов Д.В. – к.т.н., заместитель главного конструктора АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Мартьянов В.Л. – д.т.н., советник РАН, главный специалист АО «Концерн «МПО – Гидроприбор», профессор кафедры радиосвязи на морском флоте ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова

Некипелов Ю.А. – канд. воен. н., главный научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Нуретдинов А.Г. – начальник отдела АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Патрушев В.В. – генеральный директор АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Плясов А.Н. – канд. воен. н., доцент кафедры 024 ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия»

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

Пучнин В.В. – д-р воен. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры оперативного искусства (ВМФ) ВУНЦ ВМФ «ВМА им. Н.Г. Кузнецова»

Репин А.А. – канд. воен. н., главный научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Розенвассер Е.Н. – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой автоматизированных корабельных комплексов управляющих систем СПбГМТУ

Соколов С.В. – заместитель генерального директора предприятия по производству – руководитель производственного комплекса «Завод «Двигатель»

Сударчиков В.А. – канд. воен. н., начальник центра АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Сухопаров П.Д. – заместитель генерального директора АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Тимофеева И.В. – к.т.н., научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Томов А.А. – к.т.н., старший научный сотрудник АО «Концерн МПО – Гидроприбор»

Филимонов А.К. – д.т.н., профессор, заместитель генерального директора АО «Концерн «МПО – Гидроприбор» по науке

Царапкина М.Д. – инженер 1 категории АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Шаповалова А.Е. – к.ф.н., ведущий научный сотрудник АО «Концерн «МПО – Гидроприбор»

Шершнёв А.В. – к.т.н., профессор СПбГМТУ

**Научно-технический сборник
«Подводное морское оружие»**

Вып. 1 (55) 2021



Подписано в печать 11.01.2021 г.
В сборнике 16 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