КОРПОРАЦИЯ
МОРСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

№1 (34) 2023

МОРСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ и ТЕХНОЛОГИИ

Научно-технический журнал судостроительной промышленности

Опыт эксплуатации судовых систем управления разработки АО «Концерн «НПО «Аврора» для морских объектов с ЯЭУ

Технологии моделирования сложных радиоэлектронных комплексов, реализуемые в АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

Разработка морской судовой УКВ радиоустановки с ЦИВ на отечественной элементной базе

Журнал АО «Корпорация Морского приборостроения»

ISSN 2308-8281

ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Уважаемы коллеги!
Представляемый вам выпуск журнала открывают поздравления с юбилеем выдающемуся государственному деятелю Георгию Сергеевичу Полтавченко и выдающемуся конструктору, ученому, организатору производства, Герою России Борису Викторовичу Обносову.

Георгий Сергеевич и Борис Викторович являются членами совета директоров АО «Корпорация морского приборостроения». Уверен, их колоссальный опыт поможет дальнейшему позитивному развитию Корпорации, решению задач, поставленных Президентом России при ее создании, формированию научной, производственной и кадровой политики Корпорации.

Реализации кадровой политики АО «Корпорация морского приборостроения» и посвящена статья директор Департамента кадров Корпорации Д. Н. Жарихина.

За короткий срок нам удалось создать сплоченный коллектив профессионалов- единомышленников, решающий стоящие перед Корпорацией задачи по многочисленным направлениям её деятельности.

Сформирована и реализуется общекорпоративная кадровая политика, направленная на обеспечение предприятий Концернов квалифицированным персоналом, оптимизация структуры кадрового состава предприятий Концернов, поддержание уровня профессиональной подготовки персонала, непрерывное формирование компетенций и многое другое.

В этом плане особо хочу отметить один инициированный Корпорацией проект: строительство выставочного павильона АО «КМП» на территории музейно-исторического парка «Остров фортов». И это будет не просто выставочный павильон. На его базе будут работать общекорпоративный научно-образовательный центр и образовательно-производственный полигон.

Как всегда, мы предоставляем страницы нашего журнала нашим коллегам- руководителям ведущих отраслевых научных институтов. В этом номере директор ЦНИИ МФ С. И. Буянов в соавторстве с научным руководителем АО «ЦНИИ «Курс» Л. М. Клячко провел анализ перспектив развития Северного морского пути, перспектив развития арктического флота.

Всестороннее развитие Северного морского пути является приоритетом национальной морской политики России.

Думается, в решении этой масштабной проблемы есть немало задач (в том числе, обозначенных авторами статьи), к решению которых могли бы приложить свои силы ученые и специалисты Корпорации.

Ряд статей в данном выпуске посвящены анализу создания разработки образцов техники в зарубежных странах.

Так, в статье группы авторов АО «Концерн «Моринформсис-Агат», исходя из изучения информации, публикуемой в открытых источниках, проведен анализ тенденций и планов США и стран НАТО на период 2023–2030 годы, выявлены новые концепции разработки и приобретения систем ВВТ, подходы к реформированию оборонной промышленной базы.

В статье, представленной Крыловским государственным научным центром, рассматриваются история создания, современное состояние и перспективы развития крылатых ракет морского базирования ВМС зарубежных стран, основные проблемы и пути их решения в части компоновочных построений, систем управления, навигации, наведения и целеуказания.

В статье АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» рассмотрены основные направления деятельности международной корпорации Safran, работающей в области электроники и высоких технологий. Подробно проанализированы компетенции Safran в области точного приборостроения.

Думаю, лучшие зарубежные практики будут полезны, при их критической трансформации, для дальнейшего развития Корпорации.

Однако не менее важным является развитие отечественных технологий. Как традиционных, для предприятий Корпорации, так и освоение новых ниш в области морского приборостроения.

В этом выпуске представлена статья описывающая многолетний опыт разработки судовых систем управления для морских объектов с ядерными энергетическими установками АО «Концерн «НПО «Аврора», выявлены современные тенденции в проектировании АСУ ТП, сформулированы перспективные направления деятельности в этом направлении.

В статье АО «ЦНИИ «Курс» описывается опыт разработки морской судовой УКВ радиоустановки с цифровым избирательным вызовом на отечественной элементной базе. Реализация данной разработки позволит Корпорации закрыть этот сегмент отечественного рынка аппаратуры ГМССБ.

Как всегда, в журнале представлен обзор актуальных событий, раздел «По страницам зарубежных журналов».

Думаю, знакомство с данным выпуском журнала принесет читателям пользу и удовольствие.

Главный редактор журнала Стругов Л.В.

СОДЕРЖАНИЕ

01
СЛОВО РЕДАКТОРА

04
70 ЛЕТ Г.С. ПОЛТАВЧЕНКО

05
70 ЛЕТ Б.В. ОБНОСОВУ

06
55 ЛЕТ В.Л. ЕВТУХОВУ

07
ОСНОВЫ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ АО «КОРПОРАЦИЯ МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»
Жарихин Д.Н.

14
О СТРОИТЕЛЬСТВЕ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ
Буянов С.И , Клячко Л.М.

30
НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ И ПРИОБРЕТЕНИЯ СИСТЕМ ВВТ И РЕФОРМИРОВАНИЕ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БАЗЫ
Храмов М.Ю., Новиков Е.С., Ковалев Б.М., Андреева О.Н

48
ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ АО «КОНЦЕРН «НПО «АВРОРА» ДЛЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ С ЯЭУ
Сурин С.Н., Кузин А.М., Мартышенков В.Е.

62
ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»
Гриненков А.В., Машошин А.И., Шафранюк А.В.

76
ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ ВМС СТРАН МИРА
Савченко О.В., Половинкин В.Н.

98
АНАЛИЗ ОПЫТА КОМПАНИИ SAFRAN В ОБЛАСТИ ТОЧНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
Соколов А.В., Тарановский Д.О., Яшникова О.М.

114
РАЗРАБОТКА МОРСКОЙ СУДОВОЙ УКВ РАДИОУСТАНОВКИ С ЦИВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ
Милованов М.А., Кирюшкин А.И., Мыкольников Я.В.

120
«ОСТЕХБЮРО» – ПЕРВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В СОВЕТСКОЙ РОССИИ
Попов В.А., Селезнев И.А.

134
50 ЛЕТ С НАЧАЛА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «ТАЙФУН»
Петраков А.А.

138
АО «КОНЦЕРН «ОКЕАНПРИБОР» РЕАЛИЗУЕТ ПОЛИТИКУ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ УНИВЕРСИТЕТОВ

139
АКТУАЛЬНЫЕ СОБЫТИЯ

142
ПО СТРАНИЦАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

24 февраля исполнилось 70 лет Георгию Сергеевичу Полтавченко, политическому и государственному деятелю России.

Родился Георгий Сергеевич в семье потомственного флотского офицера.

Окончив Ленинградский институт авиационного приборостроения работал в НПО «Ленинец», где занимался разработкой радиолокационных станций и других прицельно-навигационных систем.

В 1978 году был выдвинут на работу в райком ВЛКСМ, откуда был направлен на службу в КГБ СССР.

После распада СССР Георгий Сергеевич Полтавченко возглавил питерскую налоговую полицию.

В 1999–2000 гг. Георгий Полтавченко — Полномочный представитель Президента Российской Федерации в Ленинградской области, а затем был выдвинут В. В. Путиным на должность Полномочного представителя Президента в Центральном федеральном округе.

С 2011 года, губернатор Санкт-Петербурга. В этой должности Георгий Сергеевич немало сделал для развития города, развития предприятий судостроения и морского приборостроения.

25 декабря 2018 года состоялось заседание Совета директоров ОСК, на котором было принято решение об избрании Георгия Полтавченко Председателем Совета директоров корпорации.

Среди государственных наград, присвоенных Георгию Полтавченко: орден «За заслуги перед Отечеством» IV, III и II степеней, Орден Александра Невского. Также Георгий Сергеевич является кавалером одной из высших наград Русской православной церкви — Ордена святого преподобного Сергия Радонежского I степени.

Георгий Сергеевич поддержал создание АО «Корпорация морского приборостроения» и с момента создания вошёл в состав Совета директоров Корпорации.

Мы благодарны Георгию Сергеевичу за внимание к проблемам развития Корпорации, личное активное участие в их решении.

Надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество и желаем юбиляру дальнейших успехов и свершений на благо Родины, в интересах развития судостроения и морского приборостроения.

26 января исполнилось 70 лет генеральному директору АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» Борису Викторовичу Обносову.

Борис Викторович родился в Москве 26 января 1953 года. Окончил Московский авиационный институт им. С. Орджоникидзе по специальности инженер-механик по летательным аппаратам (1976 г.), затем инженерный поток мехмата Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова по специальности прикладная математика (1983 г.).

С 1994 года работал в постоянном Представительстве Российской Федерации при ООН, затем в Министерстве иностранных дел РФ в качестве старшего советника по вопросам безопасности и разоружения.

С 1998 года осуществлял свою деятельность в сфере военно-технического сотрудничества с зарубежными странами. Занимал ответственные должности в государственных компаниях — спецэкспортерах вооружений и военной техники.

13 марта 2003 года Борис Викторович Обносов был назначен на должность генерального директора Корпорации «Тактическое ракетное вооружение».

При его активном участии была разработана «Комплексная целевая программа создания авиационных средств поражения». На основе этой программы корпорацией проводится большой комплекс работ по созданию системы управляемого вооружения для истребителя 5-го поколения.

Борис Викторович Обносов является членом Научно-технического совета Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации, возглавляет Совет директоров организаций ОПК, расположенных на территории Московской области. Заместитель председателя Московского областного союза промышленников и предпринимателей (РОР) и заместитель председателя Правления МОСПП (РОР). Член Бюро Правления Общероссийского отраслевого объединения работодателей «Союз машиностроителей России». Член Совета Торгово-промышленной палаты Московской области.

Борис Викторович сочетает масштабную организационно-производственную работу с научной деятельностью. Доктор технических наук, профессор, действительный член Российской академии ракетных и артиллерийских наук, действительный член Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского, автор более 100 научных трудов и патентов, связанных с совершенствованием организации разработок и производства военной техники, возглавляет одну из профильных кафедр Московского авиационного института.

Его работа и успехи в научно-производственной и социальной деятельности отмечены многими наградами. Герой Российской Федерации, награжден орденами Дружбы, За заслуги перед Отечеством» III и IV степени, а также множеством медалей, ведомственных, региональных и общественных наград.

Борис Викторович дважды лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, Лауреат Государственной премии в области науки и технологий.

АО «Корпорация морского приборостроения» плодотворно сотрудничает АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», концернами и предприятиями входящими в ее состав.

Борис Викторович, как член совета директоров АО «Корпорация морского приборостроения», внес весомый личный вклад в становление и развитие АО «Корпорация морского приборостроения».

Желаем юбиляру дальнейших творческих взлетов, успехов в его многогранной деятельности, продолжения и развития нашего конструктивного сотрудничества.

2 марта исполнилось 55 лет статс-секретарю — заместителю Министра промышленности и торговли Российской Федерации Виктору Леонидовичу Евтухову.

Виктор Леонидович родился в г. Ленинграде

В 1993 г. окончил Ленинградский финансово-экономический институт. Кандидат экономических наук.

С 1998 года являлся депутатом Законодательного Собрания Санкт-Петербурга. С 2009 года –членом Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации — представителем в Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от Правительства Санкт-Петербурга.

Должность заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации занимает с 2012 года.

Предприятия судостроительной промышленности, морского приборостроения ощущают повседневное внимание и поддержку со стороны Виктора Леонидовича. В круг функциональных обязанностей заместителя министра входят вопросы координации деятельности по вопросам планирования, реализации и бюджетного обеспечения государственной программы Российской Федерации «Развитие судостроения на 2013–2030 годы», формирования и реализации государственной политики в сфере судостроительной промышленности и развития гражданской и военной морской техники, формирования и реализации государственной политики в сфере корабельного и судового комплектующего оборудования. Им непосредственно осуществляется координация и контроль деятельности Департамента судостроительной промышленности и морской техники Министерства.

Указом Президента Российской Федерации награжден Медалью Ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени. Имеет ведомственные награды.

Желаем Виктору Леонидовичу успеха, удачи, попутного ветра во всех начинаниях.

Авторы: ЖАРИХИН Д.Н.

ОСНОВЫ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ АО «КОРПОРАЦИЯ МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Аннотация: В статье описан опыт формирования кадрового состава АО «Корпорация морского приборостроения», сформулированы цели и задачи кадровой политики Корпорации, обоснованы основные мероприятия по реализации целей и задач.
Ключевые слова: АО «Корпорация морского приборостроения», кадровая политика.

Abstract: The article describes the experience of forming the personnel of JSC "Corporation of Marine Instrumentation", formulates the goals and objectives of the Personnel Policy of the Corporation, substantiates the main measures for the implementation of goals and objectives.
Key words: JSC "Corporation of Marine Instrumentation", personnel policy.

Жарихин Д.Н.,
директор
Департамента кадров
АО «Корпорация
морского
приборостроения»

Формирование и реализация кадровой политики крупной корпорации является сложной и многоаспектной проблемой.

В данной статье описан практический опыт формирования кадрового состава вновь созданной корпорации, «с нуля», на примере АО «Корпорация морского приборостроения» (АО «КМП», Корпорация).

Описан процесс и результаты формирования целей и задач кадровой политики на основе и в целях реализации основных документов стратегического планирования Корпорация.

Проведено обоснование основных мероприятий, направленных на обеспечение сформированных целей и задач кадровой политики.

Отдельное внимание уделено вопросам взаимодействия с высшими и средне- специальными образовательными учреждениями, созданию научно-образовательный центр и образовательно-производственного полигона.

ФОРМИРОВАНИЕ КАДРОВОГО СОСТАВА КОРПОРАЦИИ

Кадровая политика — основа развития любой организации. Это становится особенно актуальным для вновь созданной организации. В период ее становления и развития.

Именно такой организацией является АО «Корпорация морского приборостроения», которое было создано на основании Указа Президента Российской Федерации от 01.04.2020 № 235 «Об акционерном обществе «Корпорация морского приборостроения».

Безусловно, первоочередной задачей являлось формирование эффективного центрального аппарата Корпорации.

26 января 2021 года состоялось первое заседание Совета директоров, Корпорации, на котором была утверждена организационная структура, штатная численность. С этого момента начался процесс формирования кадрового

состава, коллектива способного реализовать задачи, поставленные перед Корпорацией Президентом Российской Федерации.

Постепенно шел подбор высококвалифицированных специалистов, назначены соответствующие заместители генерального директора по направлениям деятельности.

К подбору кадров мы относились особенно тщательно. Ведь речь шла не о заполнении ячеек штатного расписания. А о формировании полноценной эффективной организации, способной получить синергетический эффект от совместной работы входящих в Корпорацию концернов, направленный на создание современной наукоёмкой высокотехнологичной радиоэлектронной продукции в интересах развития отечественного кораблестроения и судостроения.

Подбор и расстановка кадров, сложная и многогранная задача. Казалось бы, в Питере, морской столице России, достаточно широкий рынок труда. Но работа в Корпорации — лидере отечественного морского приборостроения, особая, ответственная задача. Мы опирались не только на анкетные данные, уровень квалификации и компетентности кандидата. Не менее важны такие качества, как способность к аналитическому мышлению, организаторские, лидерские качества, коммуникабельность. Ведь основная работа, не только и не столько в офисе. А необходимость организовать на решение общих задач многотысячные коллективы ученых и специалистов дочерних и зависимых обществ.

Привлекали мы и бывших офицеров и адмиралов. «Продолжая службу» в Корпорации, они вносят весомый вклад в ее становление и развитие. Некоторые из них занимают самые ответственные посты.

Безусловно, много и молодежи. Видящей свою перспективу в работе в «штабе» морского приборостроения России, своего становления в работе с опытными сотрудниками.

Вне всякого сомнения, свою роль сыграла и фигура руководителя Корпорации. Как в футболе. Даже самые выдающиеся игроки мечтают играть под руководством маститого тренера. Так и тут. Опыт и авторитет Л. В. Стругова во многом оказал влияние на приход в Корпорацию многих специалистов.

К настоящему времени уже сложился сплоченный коллектив профессионалов, решающий стоящие перед Корпорацией задачи по многочисленным направлениям её деятельности.

ФОРМИРОВАНИЕ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ КОРПОРАЦИИ

Функции кадровой службы Корпорации не могут ограничивать рамками головной компании. Вторая главная задача — формирование и реализация общекорпоративной кадровой политики. Это и подбор ТОП-менеджеров, и формирование кадровый резерв, контроль кадровых показателей подведомственных предприятий, проведение аттестаций ключевого персонала, формирование общей корпоративной культуры, разработка программ адаптации, организация системы обучения и повышения квалификации персонала и многое, многое другое.

КАДРОВАЯ ПОЛИТИКА ДОЛЖНА БЫТЬ НАПРАВЛЕНА НА ДОСТИЖЕНИЕ ОБЩИХ ЦЕЛЕЙ, ПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРЕД КОРПОРАЦИЕЙ, РЕАЛИЗАЦИЮ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ.

По вполне понятным причинам, на момент создания Корпорации такого документа как Стратегия развития не было.

Стратегия развития является основой не только для формирования кадровой политики, но и для формирования и реализации долгосрочной программы развития и программы инновационного развития АО «КМП», долгосрочных программ развития Концернов, а также других документов стратегического и текущего планирования Корпорации и Концернов. Все эти документы, в свою очередь, определяют формирование кадровой политики.

Конечно, общие цели и задачи АО «КМП» были определены в Указе Президента РФ о создании АО «КМП», распоряжении Правительства РФ. Свое видение перспектив развития Корпорации, целей и задач, стратегии развития в целом не раз излагал генеральный директор АО «КМП» /1/.

Вместе с тем, официально такой важнейший документ общей системы стратегического планирования любой организации, как Стратегия развития, был разработан и утвержден в апреле 2022 г. /2/.

Поэтому работа над формированием общекорпоративной кадровой политики шла параллельно с разработкой Стратегии развития. И основные положения кадровой политики закреплены в утвержденной Стратегии.

На совещании по обсуждению кадровых вопросов

Следует подчеркнуть, что работа по формированию кадровой политики Корпорации велась в постоянном и тесном взаимодействии с входящими в Корпорацию Концернами.

В Стратегии еще раз было подтверждено, что «Корпорация рассматривает персонал в качестве своего важнейшего ресурса».

Определены основные стратегические задачи кадровой политики Корпорации в период 2022–2035 годов. Основными задачами совершенствования системы развития кадрового потенциала являются:

- сохранение позиции Корпорации как организации высокой социально — экономической эффективности среди предприятий ОПК;
- обеспечение предприятий Концернов квалифицированным персоналом;
- оптимизация структуры кадрового состава предприятий Концернов;
- поддержание уровня профессиональной подготовки персонала, непрерывное формирование компетенций;
- создание и совершенствование системы мотивации персонала;
- развитие механизмов корпоративной культуры и трансляция ценностей Корпорации;
- поддержание в актуальном состоянии социальных гарантий для работников Концернов и Корпорации.

Решение этих масштабных задач предполагается решать в три этапа.

На первом этапе реализации Стратегии в срок до 2025 года включительно основными результатами развития кадрового потенциала и социальной политики должны стать:

1. Утверждение системы ключевых показателей эффективности деятельности Общества и руководства;
2. Формирование и развитие организационной структуры управления Концернов по единому замыслу и типу головной компании, унификация организационных структур Концернов между собой;
3. Внедрение профессиональных стандартов в деятельность Корпорации.

На втором этапе реализации Стратегии в срок до 2030 года включительно основными результатами развития кадрового потенциала и социальной политики должны стать:

1. Автоматизация управленческого учета с акцентированием на совершенствование компетенций в приборостроении, исключения или сокращения рутинных операций;
2. Создание единого учебного центра Корпорации (корпоративного университета, центра профессиональных компетенций Общества) для обмена компетенциями между входящими в Общество Концернами, проведение совместных практик, наставничества;
3. Передача на аутсорсинг непрофильных функций, конкретизация выполнения задач персонала;
4. Внедрение проектного подхода с обеспечением поощрения команды проекта при достижении цели проекта;
5. Организация взаимодействия Корпорации с федеральным кадровым резервом организаций ОПК;
6. Проведение корпоративных и отраслевых чемпионатов по профессиональному мастерству по стандартам «Ворлдскиллс».

На третьем этапе реализации Стратегии в срок до 2035 года включительно основным результатом развития кадрового потенциала и социальной политики должно стать участие в общероссийских и международных чемпионатах по профессиональному мастерству по стандартам «Ворлдскиллс».

На всех этапах, в течение каждого года реализации Стратегии основными результатами совершенствования системы развития кадрового потенциала должны стать:

- привлечение и закрепление на местах высококвалифицированного персонала;
- повышение производительности труда;
- непрерывное повышение профессиональных компетенций работников.

Основным механизмом реализации положений Стратегии, в том числе основные конкретные меры по реализации кадровой политики, является долгосрочная программа развития Корпорации.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ОПРЕДЕЛЯЕТ ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОРПОРАЦИИ НА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД.

16 сентября 2022 г. советом директоров одобрена Долгосрочная программа развития (ДПР) АО «КМП» на 2022–2025 годы и далее до 2030 года. Идет согласование ДПР с соответствующими федеральными органами исполнительной власти (Минпромторг России, Минфин России, Минэк Россиии).

Тем не менее, можно считать, что наши задачи на долгосрочную перспективу определены. А в ДПР определены формы и способы их реализации.

Свою кадровую работу, в том числе формирование и развитие кадрового резерва, мы ведём в тесном взаимодействии с федеральным кадровым резервом руководящего состава оборонно — промышленного комплекса (ФКР ОПК). Итогом 2022 года стала подготовка на ФКР ОПК руководителей категории научно-технический персонал трёх концернов корпорации.

В 2023–2025 годах запланировано создание и оснащение учебно-производственного центра (полигона), на базе которого, в том числе, будут проводиться конкурсы профессионального мастерства. На создании и оснащении учебно-производственного центра (полигона) я более подробно остановлюсь в следующем разделе статьи.

Создана «Корпоративная Академия Корпорации морского приборостроения», основной целью которой является формирование единого учебного центра Корпорации — центра профессиональных компетенций в морском приборостроении.

Обсуждение вопросов создания образовательно- производственного кластера

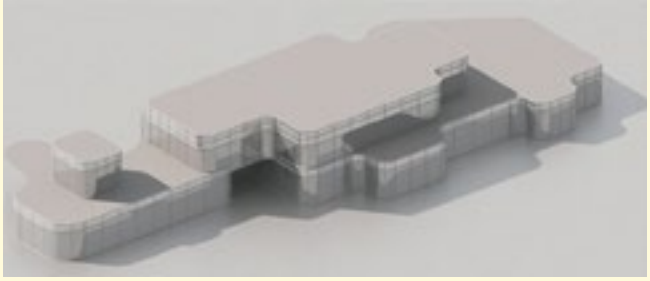
КАДРОВАЯ МОЩЬ И ПОТЕНЦИАЛ АО «КМП» УСИЛИВАЮТСЯ БЛАГОДАРЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЮ КОРПОРАЦИИ В СИСТЕМЕ «ШКОЛА-КОЛЛЕДЖ-ВУЗ-ПРЕДПРИЯТИЕ»

В октябре 2022 года на полях «Морского конгресса» акционерное общество «Корпорация морского приборостроения», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» и Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Петровский колледж» подписали соглашение о сотрудничестве. Соглашение о сотрудничестве подписано Леонидом Струговым, генеральным директором акционерного общества «Корпорация морского приборостроения», Глебом Туричиным, ректором Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» и Светланой Козыревой, заместителем директора Санкт-Петербургского государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения «Петровский колледж». Соглашение подписано на срок 5 лет.

Основная цель соглашения — воплощение в жизнь различных проектов, программ и мероприятий в области реализации стратегических целей, обозначенных в Морской доктрине Российской Федерации, направленных на повышение конкурентоспособности морского приборостроения, развития научно-производственного потенциала, а также развития человеческого капитала посредством разработки новых профессий и специальностей в области электроники, радиотехники и систем связи.

Проекты, предусмотренные соглашением, обширны. В частности, мы планируем создать:

- образовательно-производственный кластер в рамках федерального проекта «Профессионалитет» государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;
- образовательно-производственный центр на территории Музея военно-морской славы с конгрессно-выставочным центром в Кронштадте для сетевого взаимодействия в профориентации, подготовке и переподготовке кадров для АО «КМП»;
- проектный офис Совета молодых учёных и специалистов АО «КМП» и учащихся учреждений высшего образования, среднего профессионального образования на территории пространства коллективного пользования «Точка кипения Petrocollege»;
- научно-образовательный центр на территории учебного корпуса факультета морского приборостроения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет» для сетевого взаимодействия.



Дизайн- проект выставочного павильона АО «КМП» на «Острове фортов»

Кадры, как всегда, решают всё. Основной контингент сотрудников, которые работают на предприятиях АО «КМП» — это люди с высшим образованием. В Петербурге, где располагается наш основной офис, немало технических вузов. Почему мы выбрали именно Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Корабелку? Мы увидели, что Глебу Андреевичу Туричину удалось сплотить вокруг университета немало вузов и промышленных предприятий.

Проект, который мы собираемся реализовывать совместно с Петровским колледжем в рамках программы «Профессионалитет» уже учтён в стратегии и долгосрочной программе развития акционерного общества «Корпорация морского приборостроения». Иногда «Профессионалитет» называют «возвращением к старой доброй системе профессиональных училищ». В этом есть большая доля правды. Образовательные программы и научно-образовательные кластеры формируются с учётом требования работодателя — конечного получателя выпускника. Интересно, что в рамках обсуждения совместной работы в рамках соглашения, директор Петровского колледжа Васина Елена Вячеславовна предложила нам поучаствовать в разработке новых образовательных программ в области морского приборостроения. Мы поддержали эту идею, подчеркнув, тем не менее что учебную программу должны формировать профессионалы — преподаватели. Корпорация внесёт правки в практической плоскости: на каких станках необходимо готовить студентов в сегодняшних реалиях, какое программное обеспечение они должны изучать и так далее.

Очень важный проект создаётся сейчас в Кронштадте, где осуществляется строительство выставочного павильона АО «КМП» на территории музейно-исторического парка «Остров фортов», посвящённого Военно-морскому флоту. И именно о нём я хочу рассказать подробнее.

На базе павильона будет работать образовательно-производственный полигон. Победа в конкурсе «Профессионалитет» позволила бы нам сформировать хороший образовательный продукт в единой точке. Там будут представлены компетенции всех четырёх концернов АО «КМП», смогут заниматься учащиеся совершенно разных учебных заведений. Это однозначно станет уникальной площадкой, эффективно работающей на повышение привлекательности для ребят профессий в области морской прибористики. Площадь полигона составит примерно 200 квадратных метров. Сейчас мы активно работаем над тем, чтобы насытить эту площадь полезной нагрузкой — пространствами коворкинга, стендами, материалами о работе АО «КМП», лекциями, конкурсами профессионального мастерства в морском приборостроении. Площадка должна рассказывать посетителям о возможностях всех направлений деятельности корпорации.

МЫ УВЕРЕНЫ, ЧТО ПОСЕЩЕНИЕ ПОЛИГОНА БУДЕТ ОЧЕНЬ ПОЛЕЗНО ШКОЛЬНИКАМ — В РАМКАХ ПРОГРАММ ПРОФОРИЕНТАЦИИ, СТУДЕНТАМ — ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ИЗ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ СРЕДНЕ-ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ИЛИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ.

Проект должен заработать в 2024 году. Уже сейчас мы обсуждаем график, по которому в павильон будут приезжать будущие абитуриенты вузов. На нашем полигоне будет возможность увидеть, как реально строится процесс создания изделия. В одном помещении, к примеру, будет располагаться учебный станок с ЧПУ, в соседнем классе будут работать ребята-программисты, будущие конструкторы. Возникла идея, написали программу и тут же на настоящем станке изготовили деталь.

Сейчас от предприятий корпорации поступают дополнительные предложения по формированию полигона. Наши партнёры по соглашению также активно участвуют в формировании «повестки» работы полигона. В октябре, ноябре и декабре в «Точке кипения» на базе Петровского колледжа собирались представители кадровых служб концернов, члены совета молодых специалистов и учёных наших предприятий. Мы детально обсудили идею полигона и предложили генерировать идеи по принципу: корпорация создаёт оболочку, а вам — работникам образования, самим учащимся, предлагает подумать над её насыщением.

АО «КМП» рассматривает полигон в Кронштадте как единую образовательную площадку. Корпорация готова гарантировать дополнительное финансирование, чтобы вместе с Петровским колледжем выиграть конкурс «Профессионалитет». Шансы у нас хорошие.

Петровский колледж уже заявил, что они будут выезжать в Кронштадт, находится там с утра до вечера и заниматься подготовкой ребят. Это будет элементом образовательного процесса. Как правило, базовые кафедры в таких местах и образовываются. Г.А. Туричин наше видение разделяет: Корабелка тоже планирует направлять на полигон своих студентов.

Совместно с Корабелкой мы также планируем создать образовательно-научный центр. Уверен, при достаточном финансировании на нашем полигоне в Кронштадте помимо профориентации школьников и проведения конкурсов профессионального мастерства может появиться базовая кафедра учебного заведения. Может быть, даже не одна. Вот тогда и закипит образовательный процесс.

Значение образовательно-производственного полигона АО «КМП», да и в целом сотрудничество образовательными учреждениями, переоценить трудно. Очень важно, что уже в этом году будут открыты новые направления подготовки специалистов морского приборостроения в системах высшего и среднего профессионального образования. Это была идея Корабелки и Петровского колледжа. Мы принимали участие в формировании этой идеи. Например, обратили внимание, что с годами так получилось, что технологическое направление в морском приборостроении перестало активно поддерживаться как университетом, так и самими предприятиями. Если в судостроении и машиностроении подготовка конструкторов и технологов являются отдельными направлениями подготовки, то в приборостроении это не так. На судостроительных заводах службы конструкторов и технологов примерно одинаковые, а на некоторых приборостроительных предприятиях вы можете почти не встретить технологов. Анализируя ситуацию, университет пришёл к мысли, что подготовка технологов в морском приборостроении исчезла из-за ряда обстоятельств, включая слияния кафедр. Новые направления подготовки кадров должны эту ситуацию исправить.

Таким образом, в рамках очень амбициозного и масштабного соглашения о сотрудничестве с техническими учебными заведениями формируется несколько точек, где будет концентрироваться подготовка молодых кадров. В Кронштадте заработает образовательно-производственный полигон, в новом кампусе Корабелки — научно-образовательный, активная молодёжь будет собираться в «Точке кипения» Петровского колледжа. У меня нет сомнений в том, что совместные усилия наших партнёров по соглашению, наших молодых учёных, представителей научно-технического совета АО «КМП», создадут уникальный не только научно-образовательный продукт, но и мощный просветительский проект, кратно увеличивающий привлекательность, я бы сказал, притягательность развития карьеры в морском приборостроении для юных умов. Наши будущие гении в области морских технологий и оборудования сейчас сидят за партами. Наша задача — ясно и понятно рассказать о горизонтах развития в профессии, помочь талантливым ребятам построить траекторию карьеры вплоть до самых высоких вершин практически со школьной скамьи. Борьба за технологический суверенитет страны начинается с борьбы за умы наших специалистов, в том числе и будущих.

Список литературы

1. *Стругов Л.В. «Корпорация морского приборостроения: первоочередные задачи*
2. *и направления развития. «Морское оборудование и технологии». №3, 2021.*
3. *Стратегия развития акционерного общества «Корпорация морского приборостроения». Утверждена решением совета директоров Акционерного общества «Корпорация морского приборостроения» от «28» апреля 2022 года, протокол № 05/22.*
4. *Постановление от 27 июня 2016 г. № 584. «Об особенностях применения профессиональных стандартов в части требований, обязательных для применения государственными внебюджетными фондами Российской Федерации, государственными или муниципальными учреждениями, государственными или муниципальными унитарными предприятиями, а также государственными корпорациями, государственными компаниями и хозяйственными обществами, более пятидесяти процентов акций (долей) в уставном капитале которых находится в государственной собственности или муниципальной собственности».*

Буянов С.И.,
к.э.н., генеральный директор
АО «ЦНИИМФ»

Клячко Л.М.,
д.т.н., научный руководитель
АО «ЦНИИ «Курс»

Аннотация: В статье рассмотрены перспективы развития грузовой базы в Арктике, развития арктического флота. Выявлены проблемы оснащения судов судовым отечественным комплектующим оборудованием. Обсуждены меры, принятые государством, по стимулированию строительства судов для перевозок по Северному морскому пути.
Ключевые слова: Северный морской путь, арктическое судостроение, меры государственной поддержки.

Abstract: The article considers the prospects for the development of the cargo base in the Arctic, the development of the Arctic fleet. The problems of equipping ships with domestic ship components are revealed. The measures taken by the state to stimulate the construction of ships for transportation along the Northern Sea Route were discussed.
Key words: Northern Sea Route, Arctic shipbuilding, state support measures.

Авторы: БУЯНОВ С.И., КЛЯЧКО Л.М.

О СТРОИТЕЛЬСТВЕ СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ

Морской доктриной Российской Федерации /1/ развитие Северного морского пути в качестве национальной транспортной коммуникации, конкурентоспособной на мировом рынке отнесено к национальным интересам Российской Федерации в Мировом океане (п. 9.14).

Всестороннее развитие Северного морского пути (далее СМП) в целях превращения его в безопасную круглогодичную и конкурентоспособную на мировом рынке национальную транспортную коммуникацию Российской Федерации является приоритетом национальной морской политики России.

В связи с этим, развитие ледокольного, аварийно-спасательного и вспомогательного флотов в составе, необходимом и достаточном для обеспечения безопасного, круглогодичного и экономически выгодного судоходства в акватории Северного морского пути и других транспортных коридорах Арктической зоны Российской Федерации является первоочередной задачей.

На строительство арктического флота России оказывают и будут оказывать много различных факторов.

Среди этого множества факторов в данной статье рассмотрены четыре, которые можно отнести к наиболее значимым.

Это, во-первых, наличие и развитие грузовой базы в Арктике.

Во-вторых, наличие собственного арктического флота. В последнее время, наряду с вопросами непосредственно строительства и пополнения арктического флота возникли острые проблемы с оснащением судов судовым комплектующим оборудованием в связи с отказом недружественных стран в поставках этого оборудования.

В-третьих, проблемы обеспечения технологической независимости в части обеспечения судов арктического флота отечественным судовым комплектующим оборудованием.

И, в-четвертых, меры, принятые государством, по стимулированию строительства судов для перевозок по СМП.

Рис. 1. Рост объема грузоперевозок по СМП в 2012–2021 гг.

НАЛИЧИЕ И РАЗВИТИЕ ГРУЗОВОЙ БАЗЫ В АРКТИКЕ

Когда в 2018 году Президентом России была поставлена задача увеличить грузопоток по СМП к 2024 году до 80 млн. тонн /2/, многие посчитали это недостижимой задачей. По крайней мере, в указанные сроки.

В 2021 году по сравнению с 2020 годом грузопоток вырос на 5,7% (с 33 до 34,9 млн. т). Рост объема арктических перевозок обусловлен увеличением как объема завоза и вывоза грузов, так и транзитных грузов (Рис. 1). Объем перевозок грузов по СМП по итогам 2022 года составил 34,0 млн. тонн, с учетом полного отсутствия транзитных перевозок.

Вместе с этим, эта амбициозная задача была подкреплена соответствующими государственными решениями.

Распоряжением Правительства РФ был утвержден комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г /3/, в рамках которого был принят к реализации Федеральный проект "Северный морской путь".

В рамках Федерального проекта до 2024 года должно быть:

- Осуществлено строительство объектов Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности;
- Реализованы мероприятия по навигационно-гидрографическому обеспечению судоходства на трассах Северного морского пути;
- Осуществлено строительство базы и причала для стоянки аварийно-спасательных судов, г. Мурманск;
- Осуществлено строительство гидрографических, лоцмейстерских, аварийно-спасательных судов ледового класса;
- Осуществлено строительство 4 ледоколов на сжиженном природном газе для оказания услуг ледокольного флота;
- Реализованы мероприятия по развитию портовой инфраструктуры Северного морского пути, в том числе осуществлено строительство терминала сниженного природного газа и газового конденсата "Утренний" в морском порту Сабетта, включая объекты федеральной собственности (подводные гидротехнические сооружения, ледозащитные сооружения, объекты безопасности мореплавания), а также реконструкция судоходного подходного канала к порту.

Современные прогнозные данные говорят о том, что в 2024 г. может быть достигнут объем грузоперевозок в 90,0 млн. тонн.

Но вот, через четыре года, ставятся еще более амбициозные задачи.

В ходе церемонии спуска на воду ледокола "Якутия" и подъёма флага на ледоколе "Урал", президент России «объем перевозок по СМП должен составить с учетом объема и роста мировой торговли, до 200 миллионов тонн на период до 2035 года» /4/.

Как ни парадоксально, такое решение связано с санкционной политикой недружественных государств, вынуждающей Россию переориентировать транспортные потоки с запада на восток.

Прогноз объемов грузоперевозок по СМП на период до 2035 года представлен на рис. 2.

Одним из стратегических документов, определяющих развитие СМП является «План развития Северного морского пути на период до 2035 года» /5/.

План носит комплексный характер и содержит более 150 мероприятий, направленные, в том числе, на развитие транспортной инфраструктуры, на создание и развитие арктических судостроительных и судоремонтных производственных мощностей, обеспечение безопасности судоходства по Северному морскому пути, управление судоходством и развитие судоходства по Северному морскому пути.

Ключевое внимание в «Плане…» уделено обоснованию и направлениям развития грузовой базы СМП.

Это развитие рассматривается по следующим направлениям:

- Развитие экспортной грузовой базы;
- Развитие каботажных перевозок;
- Развитие транзитных перевозок.

В части развитие экспортной грузовой базы предусматривается:

- Заключение соглашения, направленного на установление взаимных обязательств, касающихся объема ежегодного грузопотока;
- Реализация проектов производства сжиженного природного газа;
- Реализация проекта по освоению нефтяных месторождений "Восток Ойл", "Газпром нефть", реализация проектов ПАО «Норильский никель", угольного проекта "Северная звезда", горнорудного проекта ООО "Горнодобывающая компания Баимская".

В части развития каботажных перевозок предусматривается:

- Организация регулярных каботажных рейсов по акватории Северного морского пути из портов Северо-Запада России на Дальний Восток и в обратном направлении в количестве не менее 2 рейсов в год;
- Подготовка предложений по развитию регулярных каботажных перевозок по Северному морскому пути по результатам 2022 года;
- Подготовка предложений по созданию контейнерного парка для каботажных перевозок:
- Определение единого морского логистического оператора для реализации мероприятий по доставке социально значимых грузов в населенные пункты территорий, прилегающих к акватории Северного морского пути;
- Проведение анализа перспективы перенаправления части грузопотока с Восточного полигона железных дорог на Северный морской путь.

В части развития транзитных перевозок предусматривается:

- Организация российского контейнерного оператора в целях обеспечения международных и каботажных перевозок в акватории Северного морского пути;
- Организация пилотного этапа транзитных контейнерных перевозок;
- Разработать меры поддержки на перевозку транзитных контейнерных грузов по Северному морскому пути на пилотном этапе работы транзитного контейнерного оператора;
- Подготовка предложений по оптимизации разрешительных процедур в отношении транзитного судоходства по Северному морскому пути в части таможенного оформления и пограничного контроля;
- Подготовка предложений по развитию инфраструктуры проекта транзитного контейнерного оператора по итогам пилотного этапа;
- Подготовка предложений по созданию контейнерного парка для транзитных перевозок.

Также предусмотрены мероприятия по развитию перспективной грузовой базы. В том числе:

- Подготовка прогноза добычи полезных ископаемых на месторождениях, расположенных на территории Арктической зоны, на период до 2035 года в целях формирования грузовой базы Северного морского пути;
- Проведение геологоразведочных работ для подготовки сырьевой базы потенциальных проектов, формирующих грузовую базу Северного морского пути;
- Подготовка предложений о дополнительных мерах стимулирования геологоразведочных работ, проводимых на суше и континентальном шельфе Арктической зоны;
- Подготовка и утверждение программы лицензирования месторождений Арктической зоны до 2035 года, ресурсная база которых потенциально может обеспечить загрузку Северного морского пути;
- Мониторинг выполнения лицензионных обязательств лицензий на пользование недрами в части месторождений на территории Арктической зоны, ресурсная база которых потенциально может обеспечить загрузку Северного морского пути;
- Разработка комплексного плана по созданию в Республике Саха (Якутия) Кючусского кластера месторождений твердых полезных ископаемых с использованием электроэнергии от мощностей атомной станции малой мощности;
- Представить предложения по формированию кластеров месторождений твердых полезных ископаемых в Арктической зоне Российской Федерации с оценкой грузопотока по Северному морскому пути;
- Проработка в рамках схемы и программы развития электроэнергетических систем Российской Федерации предложений по развитию электроэнергетической инфраструктуры в целях покрытия перспективного спроса на электрическую энергию и мощность проектов Северного морского пути;
- Подготовка перечня критической продукции, требующей импортозамещения для реализации арктических инвестиционных проектов;
- Подготовка плана по размещению заказов критической продукции в рамках импортозамещения на отечественных производственных мощностях.

Суммарный итоговый прогноз объемов грузоперевозок по СМП на период до 2035 года представлен на рис. 2.

В целом, на развитие Севморпути до 2035 года планируют направить 17 614 млрд. руб. (см.рис.3).

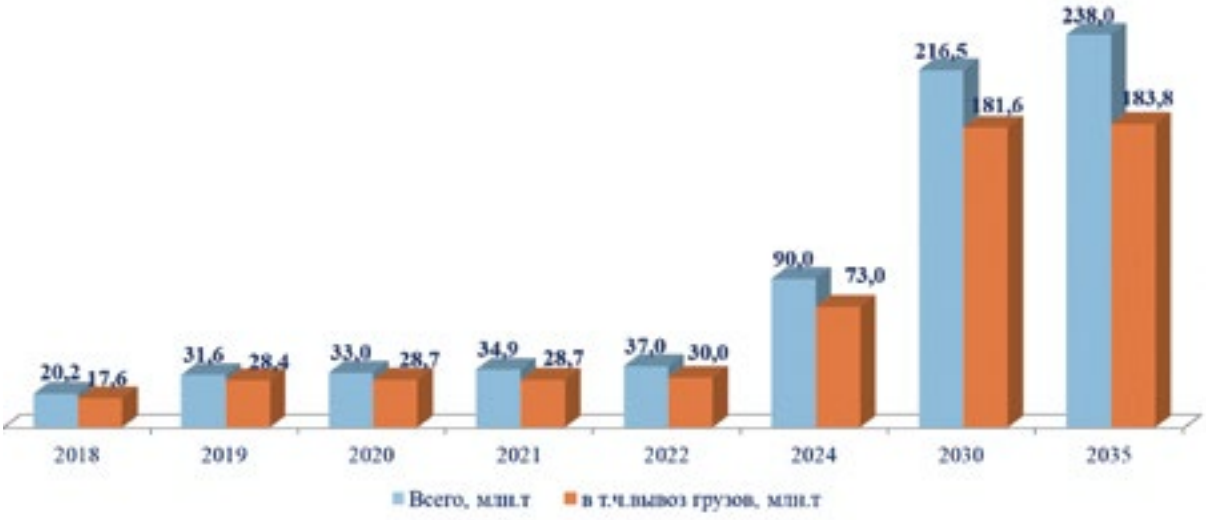


Рис. 2. Прогноз объемов грузоперевозок по СМП на период до 2035 года

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОГО ФЛОТА

В целом, перспективы развития арктического флота определены «Планом развития Северного морского пути на период до 2035 года» /5/.

Конечно, это, в первую очередь, развитие ледокольного флота.

«Планом…» предусмотрено строительство 2-го, 3-го, 4-го, 5-го и 6-го серийных универсальных атомных ледоколов проекта 22220, строительство головного ледокола проекта 10510 ("Лидер") и 1 и 2 серийных ледоколов проекта 10510 ("Лидер"), а также строительство судна атомно-технологического обслуживания.

Также предписана подготовка предложений по развитию ледокольного флота до 2035 года со строительством дополнительных 4 ледоколов

Предусмотрены мероприятия по строительству аварийно-спасательного флота из 46 судов и по оснащению арктических комплексных аварийно-спасательных центров МЧС вертолётами.

Для обеспечения прогнозируемых растущих грузопотоков предусматриваются меры по развитию арктического грузового флота:

- Строительство флота для проектов производства сжиженного природного газа;
- Строительство флота для проекта по освоению нефтяных месторождений "Восток Ойл";
- Строительство флота для угольного проекта "Северная звезда";
- Строительство флота для горнорудного проекта общества с ограниченной ответственностью "Горнодобывающая компания Баимская";
- Строительство судов снабжения для обеспечения "северного завоза".

Также «Планом…» предусмотрены:

- Подготовка предложений по проектированию и строительству отечественного крупнотоннажного танкера-газовоза сжиженного природного газа с применением грузосодержащей системы сжиженного природного газа с вкладными танками;
- Подготовка предложений по развитию грузового арктического флота с ядерной энергетической установкой;
- Строительство контейнеровозов для пилотного этапа работы оператора транзитных контейнерных перевозок по Северному морскому пути (9 судов),
- Подготовка предложений с определением источников финансирования для проектирования и строительства полупогружного тяжелого транспортного судна ледового класса в целях перевозки сверхтяжелых и негабаритных грузов.

Количество судов, необходимых для реализации «Плана…» будут уточняться в ходе его реализации.

В связи с этим, намечена подготовка материалов о подтвержденной инвесторами потребности в грузовых судах ледового класса, включая суда снабжения, до 2035 года, включая количество и проекты судов, годы их контрактации и сдачи. На основании этого будет подготовлена уточненная программа строительства грузовых судов ледового класса, в том числе предназначенных для завоза грузов снабжения, до 2035 года.

Рассмотрим основные перспективные арктические проекты по вывозу углеводородного сырья и руды с месторождений в Арктике и контейнерного транзита.

Проект плана развития Северного морского пути на период до 2035 года: структура финансирования по разделам

Раздел	Общий объем инвестиций	Объем финансирования, млрд руб.				
		ФБ согл	ФБ доп.	ФНБ	Бюджет субъекта РФ	Внебюджетные источники
1. ГРУЗОВАЯ БАЗА	15 561 млрд руб.	8	-	-	-	15 553[1]
2. ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	825 млрд руб.	93	36	140	17	539
3. ГРУЗОВОЙ И ЛЕДОКОЛЬНЫЙ ФЛОТ	801 млрд руб.	110	283	-	-	408
4. БЕЗОПАСНОСТЬ СУДОХОДСТВА ПО СМП	422 млрд руб.	179	236	-	-	7
5. УПРАВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СУДОХОДСТВА ПО СМП	5 млрд руб.	4	-	-	-	1
Всего:	17 614 млрд руб.	394	555	140	17	16 508

Рис. 3. Иллюстрация: Минвостокразвития

Проект	Груз	Компания	Планируемый ввод в действие	Прогнозируемый объем, млн т		
				2024	2030	2035
Арктик СПГ 2	СПГ и газовый конденсат	ПАО «НОВАТЭК»	с 2023 г.	12,6	21,4	21,4
Восток Ойл	Нефть	ПАО «НК «Роснефть»	с 2024 г.	30	50	100
Северная звезда	Уголь	ООО «Северная звезда»	с 2023 г.	3,5	12	12
Баимский ГОК	Руда	ООО «ГДК Баимская»	с 2027 г.	–	1,4	1,0
Евразийский контейнерный транзит (ЕАКТ)	Контейнеры	«Русатом Карго» / DP World	с 2025 г.	2,5	10	10

Рис. 4. Перспективные проекты транспортных арктических судов

В настоящее время можно выделить 5 проектов, реализация которых наиболее реальна в настоящих условиях:

- проект «Арктик СПГ 2» (СПГ, газовый конденсат, ПАО «НОВАТЭК»),
- проект «Восток Ойл» (нефть, ПАО «НК «Роснефть»),
- проект «Северная звезда» (уголь, ООО «Северная звезда»),
- проект освоения медно-рудного месторождения «Баимский ГОК»,
- проект арктической контейнерной линии «Евразийский контейнерный транзит».

Планируемый срок ввода в действие проектов и прогнозируемый объем грузопотока (согласно плану развития СМП до 2035 года) представлены на Рис. 4.

В целом объем перевозок грузов по данным проектам прогнозируется в следующих объемах: 2024 год — 48,6 млн. тонн, 2030 год — 94,8 млн. тонн, 2035 год — 144,4 млн. тонн.

В эти объемы не входят перевозки по вывозу грузов по действующим в настоящее время проектам, также объемы перевозок грузов по северному завозу грузов.

СУДА ДЛЯ ПРОЕКТА «АРКТИК СПГ 2»

Строительство 15 арктических судов-газовозов ведется для проекта «Арктик СПГ 2» на ССК «Звезда» в интересах ПАО «НОВАТЭК» (Рис. 5).

Это вторая серия газовозов ледового класса Arc7 (первая была для проекта «Ямал СПГ»), вместимость грузовых танков составляет 172 тыс. куб. м. В качестве основного топлива будет использоваться СПГ. Конструкция судна-газовоза позволяет самостоятельно преодолевать лед толщиной более 2 м. Суда проекта SN2366 будут отличаться более высокими, в сравнении с первым поколением (головное судно «Кристоф де Маржери»), ледопроходимостью и маневренностью за счет более узкого корпуса. Часть серии газовозов будет оборудована отечественными винторулевыми колонками, производство которых было локализовано на ООО «Завод ВРК Сапфир».

Суда будут эксплуатироваться в рамках долгосрочных тайм-чартерных договоров ПАО «Совкомфлот» (на пилотное судно) и ООО «СМАРТ СПГ» (совместное предприятие «НОВАТЭКа» и «Совкомфлота», на остальные 14 судов серии) с ООО «Арктик СПГ 2» (дочернее предприятие ПАО «НОВАТЭК»). Серию газовозов планируется построить к 2025 году. Пилотное судно-газовоз «Алексей Косыгин» заказчик планирует получить в марте 2023 года.

В настоящее время на ССК «Звезда» заложены кили трёх судов данной серии («Алексей Косыгин», «Пётр Столыпин» и «Сергей Витте»), из них одно (головное) спущено на воду весной 2022 года, и ещё для пяти судов произведена резка стали.

На верфи Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (Южная Корея) для проекта «Арктик СПГ 2» строятся три судна для японской мультимодальной транспортной группы MOL. Поставка судов запланирована на 2023 год. Кроме того, в начале 2022 года MOL заказала на китайской верфи танкер-продуктовоз (для перевозки газового конденсата), срок поставки — 2024 год.

Расчетная потребность проекта «Арктик СПГ 2» на 2035 год оценивается в 20 газовозов, при условии вывоза 70% объема в западном направлении, 30% — в восточном направлении (до перевалочных комплексов), и 2 танкера-продуктовоза для вывоза газового конденсата.

Газовоз проекта SN2366

Длина	**300м**
Ширина	**47–48,8 м**
Осадка	**11,7 м**
Дедвейт	**81 000 т**
Вместимость	**172 тыс. м³**
Скорость	**19,5 уз**
Ледовый класс	**Arc7**

Судостроительная верфь	Контракт, ед.	В постройке, ед.	Планируемый ввод в эксплуатацию	Расчетная потребность проекта, ед.
ООО «ССК «Звезда»	15	3	Головное — март 2023 г. Вся серия до 2025 г.	22 (70% объема на запад, 30% – на восток)
Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (Корея)	3	3	К 2023 г.	
Guangzhou Shipyard International (Китай)	1*	1	К 2024 г.	
Итого	19	7	–	

**Танкер-продуктовоз (газовый конденсат): длина — 214 м, ширина — 34 м, вместимость 54,8 тыс. м³*

Рис. 5. Суда для проекта «АРКТИК СПГ 2»

СУДА ДЛЯ ПРОЕКТА «ВОСТОК ОЙЛ» (ПЕРЕВОЗКИ СЫРОЙ НЕФТИ)

ССК «Звезда» готовится к строительству первых десяти танкеров-челноков дедвейтом 120 тыс. т с ледовым классом Arc7 для проекта «Восток Ойл» (Рис. 6). Заказчиком танкеров выступает АО «Роснефтефлот». Ориентировочный срок строительства — до 2027 года. Суда проекта 120К предназначены для перевозки сырой нефти из Енисейского залива по трассам СМП.

Расчетная потребность проекта «Восток Ойл» на 2035 год оценивается в 25 судов, при условии вывоза 70% объема в западном направлении, 30% — в восточном направлении (до перевалочных комплексов).

Танкер-челнок проекта 120К

Длина	**293 м**
Ширина	**49 м**
Осадка	**14,5 м**
Дедвейт	**120 100 т**
Вместимость	**172 тыс. м³**
Скорость	**18 уз**
Ледовый класс	**Arc7**

Судостроительная верфь	Контракт, ед.	В постройке, ед.	Планируемый ввод в эксплуатацию	Расчетная потребность проекта, ед.
ООО «ССК «Звезда»	10	0	Вся серия до 2027 г.	25 (70% объема на запад, 30% – на восток)
Итого	10	0	–	

Рис. 6. Суда для проекта «ВОСТОК ОЙЛ»

Балкер тип «Адмирал Шмидт»

Длина	250 м
Ширина	43 м
Осадка	14,8 м
Дедвейт	105 990 т
Скорость	16,6 уз
Ледовый класс	Arc5

СУДА ДЛЯ ПРОЕКТА «СЕВЕРНАЯ ЗВЕЗДА»

Расчетная потребность проекта «Северная звезда» на 2030 год оценивается в 10 судов (при условии вывоза всего объема в западном направлении) (Рис. 7).

Сейчас построены и эксплуатируются два судна — «Адмирал Шмидт» и «Витус Беринг» (дедвейтом 105 тыс тонн, ледовый класс Arc5), которые принадлежат структурам ГТЛК.

Общая потребность для освоения 100 млн. тонн угля составляет 30 судов. Сама «Северная звезда» не планирует заказывать все 30 судов, а хочет найти партнера и взять суда во фрахт.

Реализация проекта практически началась. Первое судно было погружено углем 20 октября 2022 года и отправилось в Китай, до конца года предполагается добыть 260 тыс. тонн угля.

В ближайших планах ООО «Северная звезда» рассматривается приобретение двух балкеров дедвейтом по 108 тыс. тонн.

Судостроительная верфь	Контракт, ед.	В постройке, ед.	Планируемый ввод в эксплуатацию	Расчетная потребность проекта, ед.
Shanghai Shipyard Co Ltd (Китай)	2	0	В эксплуатации с 2019 г.	30 (к 2032 г.)
Не определена	2	0	К 2023 г.	
Итого	4	0	–	

Рис. 7. Суда для проекта «СЕВЕРНАЯ ЗВЕЗДА»

Судостроительная верфь	План, ед.	В постройке, ед.	Планируемый ввод в эксплуатацию	Расчетная потребность проекта, ед.
Не определена	3	0	Вся серия до 2027 г.	3 (100% объема на восток)
Итого	3	0	–	

Рис. 8. Суда для проекта «Баимский ГОК»

СУДА ДЛЯ ПРОЕКТА «БАИМСКИЙ ГОК»

Балкеры дедвейтом 38 тыс. т планируются к постройке для вывоза продукции Баимского ГОК (Рис. 8) — проекта казахстанской KAZ Minerals на Чукотке. Рассматривается возможность постройки судов как с высоким ледовым классом Arc7, так и с более низкими Arc6. Предпочтение более низкому ледовому классу будет отдано в случае договоренности с компанией «Росатом» о выделении «персонального» ледокола. Госкорпорация для ледовой проводки грузов Баимского ГОК может предоставить ледокол «Чукотка». Завершение строительства ледокола «Чукотка» запланировано на 2026 год.

Расчетная потребность проекта составляет три судна (вывоз продукции в восточном направлении).

СУДА ДЛЯ ПРОЕКТА «ЕВРАЗИЙСКИЙ КОНТЕЙНЕРНЫЙ ТРАНЗИТ»

Для реализации проекта «Евразийский контейнерный транзит (ЕАКТ)» планируется построить четыре контейнеровоза ледового класса Arc8 контейнеровместимостью 5 650 TEU (Рис. 9). В качестве основного вида топлива предусмотрен СПГ. Контейнеровоз предназначен для круглогодичной перевозки между транспортно-логистическими узлами ЕАКТ по трассам Северного морского пути различных типов контейнеров, в том числе рефрижераторных.

ПРОЕКТ РЕАЛИЗУЕТ КОМПАНИЯ ООО «РУСАТОМ КАРГО».

Начало строительства судов запланировано на конец 2023 год. Старт пилотной стадии проекта намечен на 2025 год. Потребность флота на первом этапе проекта оценивается в четыре судна, в дальнейшем (к 2030 году) потребуется девять арктических контейнеровозов.

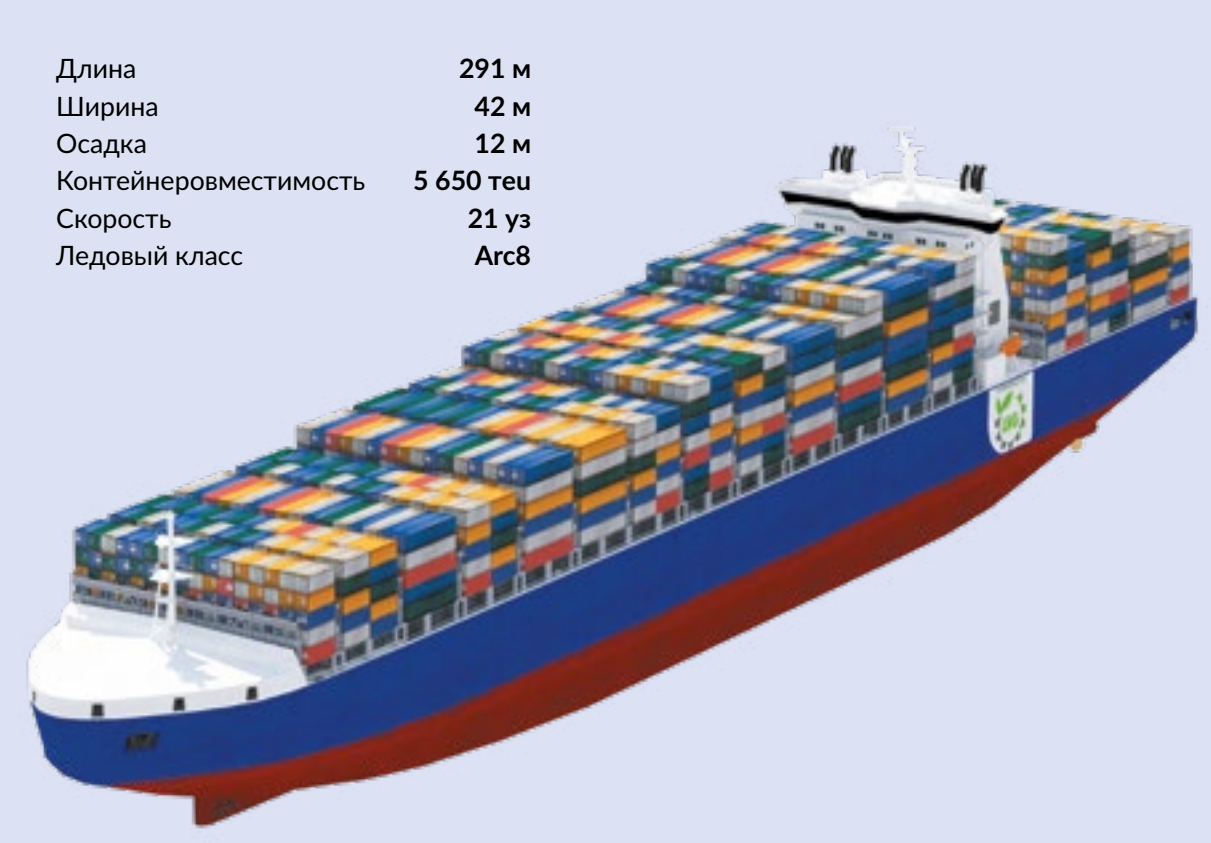
Таким образом для освоения перспективных объемов перевозок грузов по приведенным выше проектам предполагается строительство судов:

На период до 2024 года — 10 ед.

На период до 2030 года — 43 ед.

На период до 2035 года — 36 ед.

А общая потребность в строительстве этих новых судов для освоения арктических проектов на период до 2035 года составляет 89 ед.



Судостроительная верфь	План, ед.	В постройке, ед.	Планируемый ввод в эксплуатацию	Расчетная потребность проекта, ед.
Не определена	4	0	С 2025 г.	4 (к 2025 г.) 9 (к 2030 г.)
Итого	4	0	–	

Рис. 9. Суда для проекта «Евразийский контейнерный транзит»

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ

Начиная с 2014 года в судостроении активно идет процесс импортозамещения. Разработаны и успешно реализуются различные программы и планы.

Вместе с тем, в 2022 году «недружественные» страны ввели максимально жесткие санкции, которые должны, по их мнению, «разорвать в клочья» российскую экономику.

Это придает вопросам обеспечения технологической независимости российского судостроения, проблемам импортозамещения особую остроту.

Как указывалось в Стратегии развития судостроительной промышленности на период до 2035 года /6/, доля стоимости иностранных комплектующих в структуре стоимости судового комплектующего оборудования достигает для гражданского сектора 85 процентов. Это касается, в том числе, и арктического флота. За исключением, в определенной степени, атомного ледокольного флота.

В «Стратегии...» предусмотрены меры по повышению доли отечественной продукции в стоимости конечной гражданской продукции (процентов) до 75 процентов к 2035 году.

Стоит напомнить, что «Стратегия...» была разработана в 2019 году. И безусловно, поставленные задачи должны быть скорректированы, в первую очередь, в плане сокращения сроков их реализации.

В судостроении определенные шаги в этом направлении делаются. Создан Центр импортозамещения и локализации судового комплектующего оборудования (Центр СКО) при АО «ЦНИИ «Курс».

Центр импортозамещения и локализации судового комплектующего оборудования ЦНИИ «Курс» создан в целях увеличения доли отечественного судового комплектующего оборудования в проектируемых, строящихся, ремонтируемых и модернизируемых судах, обеспечения постоянного открытого информационного взаимодействия между участниками рынка отечественного судостроения, содействия развитию межрегиональных и межотраслевых связей российских производителей. В рамках Центра функционирует Единая электронная централизованная система судового комплектующего оборудования.

Центром СКО проводится постоянный мониторинг рынка СКО, сбор и систематизация данных о возможностях отечественного производства СКО, выявляются технические и организационные проблемы отрасли, разрабатываются актуальные предложения по направлениям дальнейшего развития импортозамещения, предоставляются услуги в части проведения экспертиз проектов, подбора возможных инструментов и источников финансирования, технологических партнеров.

Одна из ключевых задач Центра СКО — формирование единой электронной централизованной системы судового комплектующего оборудования (ЕЭЦС СКО), которая содержит информацию об отечественных производителях и технических характеристиках продукции.

Безусловно, обеспечить полный замкнутый цикл производства таких сложных образцов техники как современное судно крайне сложно и вряд ли целесообразно.

Проблемы импортозамещения особо остро стояти в части морского приборостроения. Можно полагать, что создание АО «Корпорация морского приборостроения» позволит изменить ситуация в этом сегменте.

В рамках действующих программ и планов идет активная работа в этом направлении.

Так, в настоящее время рамках федерального проекта «Автономное судовождение», направленного на создание морских автономных надводных судов (МАНС) создается оборудование на основе а-Навигации — системы координированного управления и системы управления техническими средствами судна, модернизация судовой РЛС с САРП, разработка системы АИС, спутникового определения местоположения судна, компасов, гирокомпасов, судовые комплексы спутниковой связи и др.

ГОВОРЯ О РАЗВИТИИ СМП, МОЖНО ПРЕДЛОЖИТЬ, ИСПОЛЬЗУЯ ОПЫТ ПОДГОТОВКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРВЫХ ЭТАПОВ ПРОЕКТА МАНС, ПОДГОТОВИТЬ И РЕАЛИЗОВАТЬ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «БЕСПИЛОТНАЯ АРКТИКА» НАПРАВЛЕННЫЙ НА ЦИФРОВУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ.
И В ЭТОМ ТОЖЕ МОЖЕТ СЫГРАТЬ СВОЮ РОЛЬ АО «КОРПОРАЦИЯ МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ».

МЕРЫ, ПРИНЯТЫЕ ГОСУДАРСТВОМ, ПО СТИМУЛИРОВАНИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА СУДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК ПО СМП

Решение поставленных государством масштабных задач по развитию СМП требует системных мер государственной поддержки.

Часть таких мер обсуждены в разделе 1 данной статьи.

К настоящему времени в России сформирован целый комплекс мер государственной поддержки как развития судостроения в целом, так и арктического судостроения в частности

В настоящее время действуют положения следующих нормативных актов:

- ФЗ от 07.11.2011 № 305-ФЗ "О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в связи с реализацией мер государственной поддержки судостроения и судоходства";
- Постановление Правительства РФ № 383 от 22 мая 2008 года «Субсидии на уплату процентов по кредитам на закупку судов и лизинговым платежам» (с пролонгацией) на период до 2023 года включительно;
- Постановление Правительства РФ № 502 от 27.04.2017 «Субсидии на приобретение (строительство) новых судов взамен сданных на утилизацию».

ПРИНЯТО ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ № 1584 ОТ 04.12.2019 «ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СУБСИДИЙ ИЗ ФЕДЕРАЛЬНОГО БЮДЖЕТА РОССИЙСКИМ ОРГАНИЗАЦИЯМ НА ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧАСТИ ЗАТРАТ, СВЯЗАННЫХ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ КРУПНОТОННАЖНЫХ СУДОВ» (СУДА ДЕДВЕЙТОМ СВЫШЕ 45 ТЫС. ТОНН).

Запланировано выделение субсидий на строительство 15 арктических газовозов (20% от стоимости газовоза) и 3 танкеров-продуктовозов на СПГ (25% от стоимости танкера): 2021 г.— 10,9 млрд. руб., 2022 г.— 12,1 млрд. руб., 2023 г.— 11,9 млрд. руб., 2024 г.— 11,9 млрд. руб., 2025 г.— 10,2 млрд. руб. (всего — 57 млрд. руб.).

С целью закрепления за отечественными судами грузов, погруженных в акватории СМП с 1 января 2019 года вступил в силу закон № 460-ФЗ от 29.12.2017 «О внесении изменений в КТМ РФ в части расширения понятия «каботаж». За судами, плавающими под государственным флагом РФ, закрепляется исключительное право на морские перевозки нефти, СПГ, газового конденсата и угля, добытых на территории РФ и погруженных на суда в акватории СМП.

Реализуются Государственные программы Российской Федерации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений», «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», федеральный проект «Развитие Северного морского пути».

Принимаются меры по созданию судового комплектующего оборудования. С 2022 года начато выделение целевых субсидий на выполнение комплексных проектов по разработке, созданию и внедрению в серийное производство судового комплектующего оборудования /7/.

Все эти меры подкрепляются соответствующими статьями Федерального бюджета. Так, в проекте федерального бюджета на 2023–2025 годы на поддержку отечественного флота предложили выделить 65 млрд. рублей /8/.

Из этой суммы 27 млрд. предложено выделить на программу лизинга гражданских судов, 15 млрд.— на создание и внедрение судового комплектующего оборудования, сказано в протоколе. Еще 8,69 млрд. составят субсидии на строительство крупнотоннажных судов, 6,5 млрд. планируют направить на инвестпроекты по модернизации мощностей гражданского судостроения

Меры носят достаточно масштабный характер. Вместе с тем, и само государство понимает их недостаточность для полного решения поставленных задач.

Не случайно, в упомянутом «Плане развития Северного морского пути на период до 2035 года» присутствуют такие мероприятия как:

Разработка предложений по мерам государственной поддержки строительства грузовых судов ледового класса и обновлению судов снабжения;

Разработка предложений по мерам государственной поддержки строительства судов смешанного "река-море" плавания для целей обеспечения "северного завоза".

Полагаем, что страницы данного журнала могут стать трибуной для формирования и обсуждения этих предложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие российской экономики тесно связано с дальнейшим развитием ключевого транспортного коридора — Северного морского пути. Санкционная политика недружественных государств вынуждает Россию переориентировать транспортные потоки с запада на восток. Это еще более подчеркивает важность этого транспортного коридора. Оценка развития экспортной грузовой базы, развития каботажных перевозок, развития транзитных перевозок позволяет прогнозировать объем грузопотоков по Северному морскому пути в объеме 220 млн. тонн к 2035 г.

Для реализации транспортных потоков по Северному морскому пути необходимо развитие ледокольного флота, строительство вспомогательного и аварийно-спасательного флота, арктического грузового флота. В настоящее время можно выделить 5 проектов, реализация которых наиболее реальна в настоящих условиях: проект «Арктик СПГ 2» (СПГ, газовый конденсат, ПАО «НОВАТЭК»), проект «Восток Ойл» (нефть, ПАО «НК «Роснефть»), проект «Северная звезда» (уголь, ООО «Северная звезда»), проект освоения медно-рудного месторождения «Баимский ГОК», проект арктической контейнерной линии «Евразийский контейнерный транзит».

Используя опыт подготовки и реализации первых этапов федерального проекта «Автономное судовождение», можно предложить подготовить и реализовать федеральный проект «Беспилотная Арктика» направленный на цифровую трансформацию обеспечения движения по Северному морскому пути.

Государством приняты и реализуются мер государственной поддержки развития судостроения в целом и Северного морского пути в частности. Учитывая масштабность задач, поставленных по развитию Северного морского пути эти меры требуют расширения и углубления.

Список литературы

1. *Морская доктрина Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 31 июля 2022 г. № 512*
2. *"О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года". Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. N 204*
3. *Распоряжение Правительства РФ от 30 сентября 2018 г. № 2101-р Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г.*
4. *https://ria.ru/20221122/perevozki-1833368736.html*
5. *«План развития Северного морского пути на период до 2035 года». Утвержден распоряжением Правительства РФ от 01 августа 2022 года №2115-р.*
6. *Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 октября 2019 г. № 2553-р*
7. *Постановление Правительства Российской Федерации от 20 октября 2022 г. № 1872 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на финансовое обеспечение затрат на выполнение комплексных проектов по разработке, созданию и внедрению в серийное производство судового комплектующего оборудования».*
8. *https://iz.ru/1423009/valerii-voronov/flotnyi-grafik-na-podderzhku-sudostroeniia-khotiat-vydelit-65-mlrd-rublei*

Авторы: НОВИКОВ Е.С., АНДРЕЕВА О.Н., КОВАЛЕВ Б.М.

НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ И ПРИОБРЕТЕНИЯ СИСТЕМ ВВТ И РЕФОРМИРОВАНИЕ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ БАЗЫ

В начале второго десятилетия 21 века ускорились процессы, связанные с переходом к новому геополитическому циклу [1,2], и процессы развития технологий, обусловленные научно-технической революцией НТР-4.0. Эти качественно новые процессы уже привели к необратимым изменениям в глобальной геополитической среде и в глобальной экономике, а в конечном счете приведут к слому существующей более 70 лет системы международных отношений и установлению нового мирового порядка (рисунки 1 и 2).

Эти процессы быстро развиваются, привели к обострению как региональных, так и глобальных противоречий между государствами — соперниками и сильно влияют на комплекс показателей, определяющих глобальные угрозы и индекс могущества государств [3,4], в число которых входит и показатель военной мощи (рисунок 3).

КАЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРА ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

К настоящему времени стало очевидно, что рост глобальных угроз в 21 веке может привести к военным столкновениям между государствами во всех боевых доменах.

Важно, что в 2030-х годах военные конфликты между равными, или близкими по силе противниками будут характеризоваться столкновением противоборствующих сетецентрических человеко-машинных систем из систем В и ВТ, собранных для ведения боевых операций. Победа в конфликте будет все больше зависеть от информации и определяться ею. Практически все современные концепции — сетецентрической войны, кибер-войны, комплексных мультидоменных операций — основаны на обеспечении превосходства в информации и знании «что, когда, где, почему». Поэтому боевые операции будут все больше зависеть от больших данных, полученной из них информации и все больше использовать информацию для превращения ее с помощью систем искусственного интеллекта (ИИ) в знания, необходимые для успешного проведения операции. При этом сами боевые операции становятся алгоритмическими[1].

1 Термин «алгоритмические операции (AIOps)», предложен компанией Gartner. Алгоритмические операции применяются в системах командования и боевого управления, работающих в цикле НОРД и использующих ИИ для принятия решений и интеллектуальной автоматизации повторяющихся и рутинных задач. Подобные системы командования вырабатывают в реальном времени решения возникающих в ходе проведения операции практических задач с помощью интеллектуальных алгоритмов, основанных на машинном обучении, и накопленном системой опыте.

Храмов М.Ю.
к.т.н., генеральный директор – генеральный конструктор, АО «Концерн «Моринсис-Агат»

Новиков Е.С.
д.т.н., профессор, главный конструктор направления – руководитель НМЦ АО «Концерн «Моринсис-Агат»

Андреева О.Н.
д.т.н., доцент, начальник отдела АО «Концерн «Моринсис-Агат»

Ковалев Б.М.
к.т.н., научный консультант МАРП «Моринформсистема» (Москва)

Аннотация. В статье, исходя из изучения информации, публикуемой в открытых источниках, проведен анализ тенденций и планов США и стран НАТО на период 2023–2030 годы, выявлены новые концепции разработки и приобретения систем ВВТ, подходы к реформированию оборонной промышленной базы.
Ключевые слова. США, НАТО, оборонно-промышленный комплекс.

Annotation. The article, based on the study of information published in open sources, analyzes the trends and plans of the United States and NATO countries for the period 2023–2030, identifies new concepts for the development and acquisition of weapons and military equipment systems, approaches to reforming the defense industrial base.
Keywords. THE UNITED STATES, NATO, the military-industrial complex.

Неотъемлемым компонентом этих конфликтов будут операции объединенных мультидоменных сил, направленные на:

- обеспечение сдерживания противника путем воспрепятствования его действиям[2];
- нарушение функционирования, вывод из строя и уничтожение его комплексных мультидоменных систем из систем В и ВТ;
- нарушение функционирования, вывод из строя и уничтожение критических элементов инфраструктуры противника;
- ведение операций в информационном пространстве;
- ведение когнитивной[3] войны в смешанной реальности[4].

2 Стратегия сдерживания путем воспрепятствования направлена на сдерживание действия противника, делая его невозможным или маловероятным, тем самым лишая противника уверенности в достижении своих целей — например, в развертывании в определенном районе достаточных вооруженных сил для отражения вторжения противника.

3 Когнитивные науки охватывают все науки, которые касаются знания и процессов его генерации (психология, лингвистика, нейробиология, логика и другие).

4 Смешанная реальность (англ. Mixed reality, MR), иногда называемая гибридной реальностью, объединяет физическую, виртуальную и дополненную реальность; является следствием объединения реального и виртуальных миров для создания новых окружений и визуализаций, в которых физический и цифровой объекты сосуществуют и взаимодействуют в реальном времени.

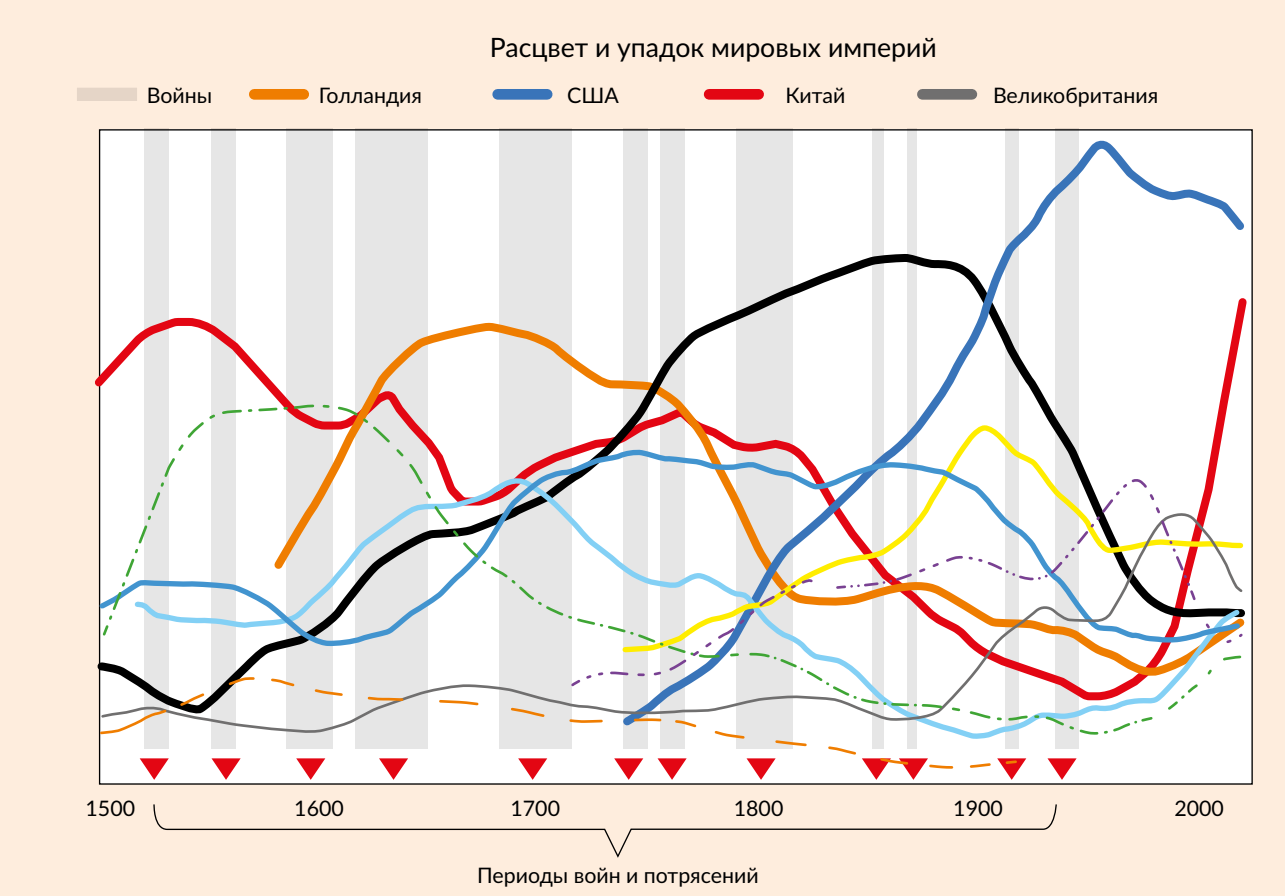


Рис.1. Расцвет и упадок мировых империй. Примеры геополитических циклов, приводивших к изменению мирового устройства в период 1500 – 2020 г.г.

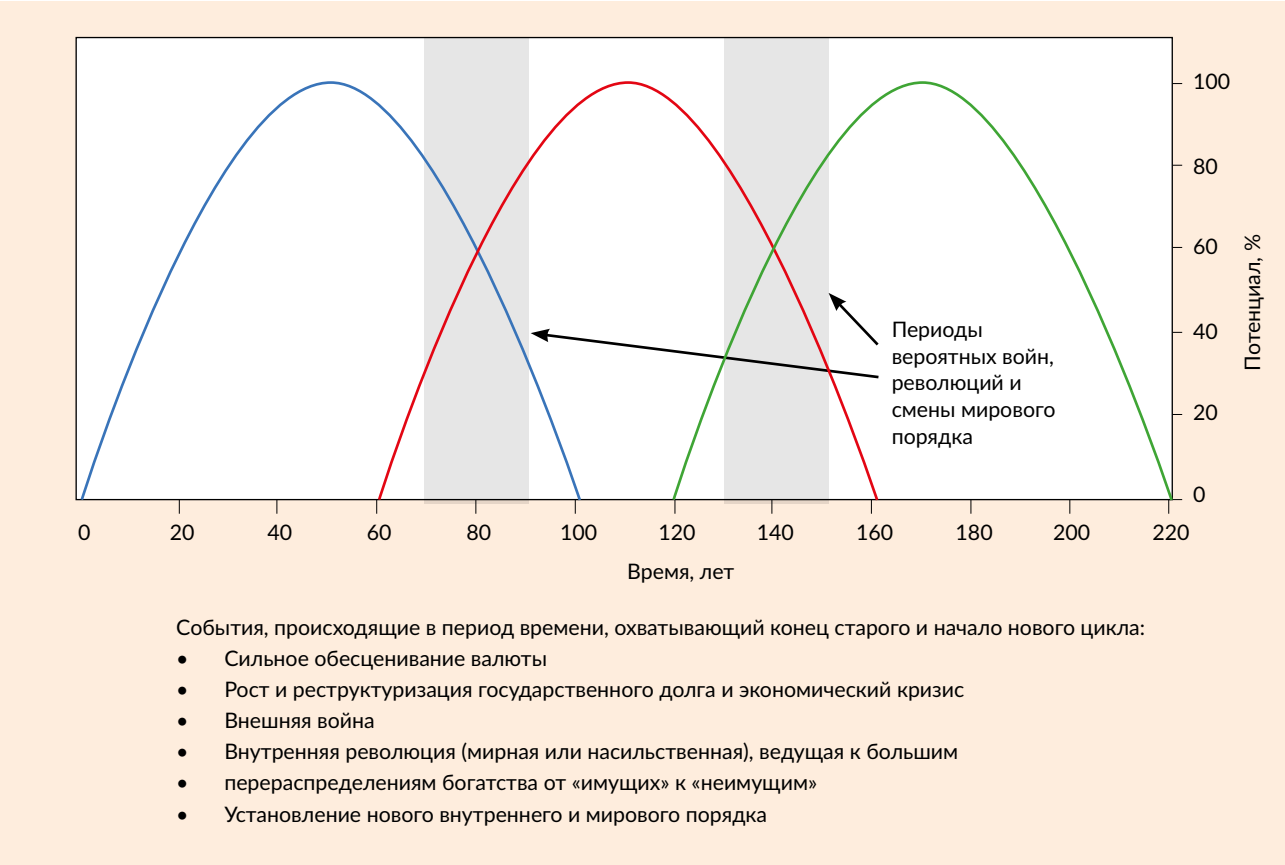


Рис.2. События и процессы, сопровождающие переход к новому геополитическому циклу.

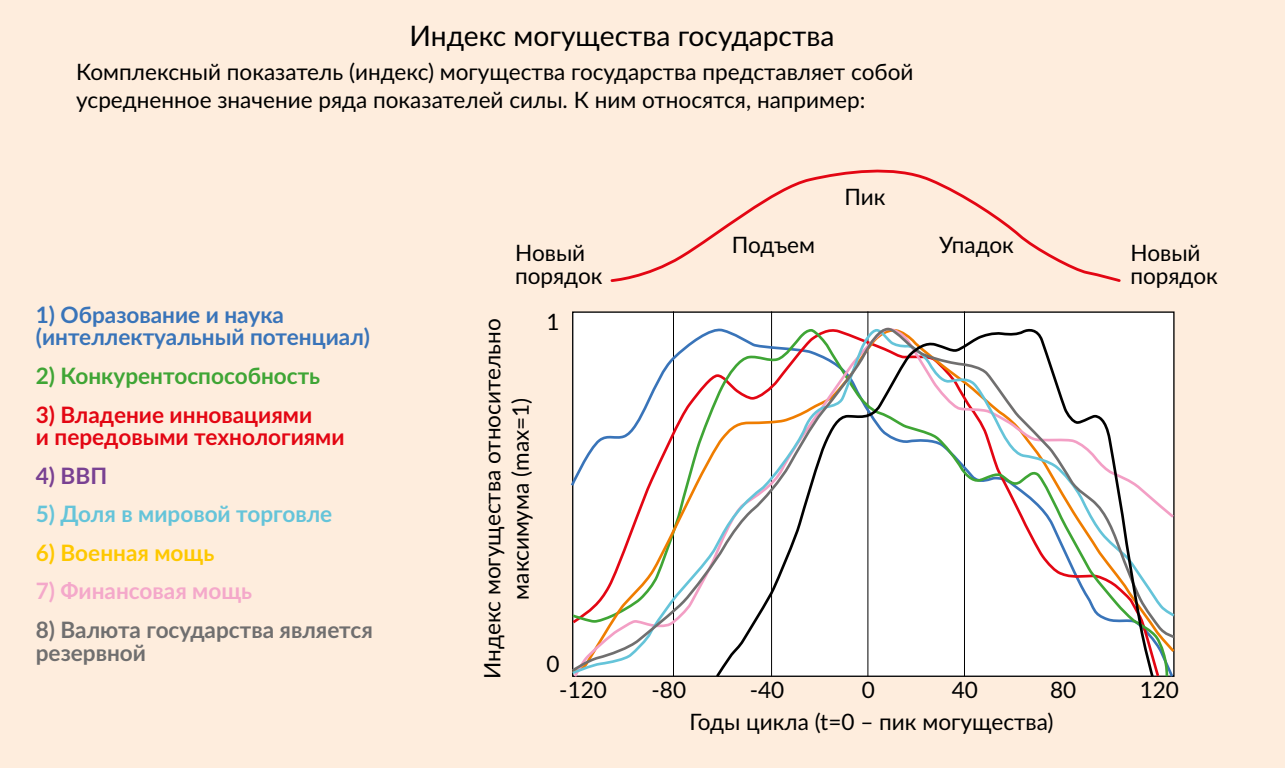


Рис. 3. Составляющие комплексного индекса могущества государства и его динамика в течение геополитического цикла.

Когнитивная война [5] определяется как новая форма ведения войны, в которой кибер-инструменты используются для:

- изменения когнитивных процессов противника,
- воздействия на ментальные убеждения или рефлексивное мышление людей,
- целенаправленного искажения мышления, влияния на принятие решений и формирования действий с негативными последствиями как на индивидуальном, так и на коллективном уровнях.

В когнитивной войне областью проведения операции становится ноосфера, а поражаемыми целями – люди и их разум. Когнитивная война непосредственно использует информацию и знание в качестве оружия и ведется в доменах, где может быть создана смешанная реальность. Любой пользователь современных информационных технологий является потенциальной целью в этой войне.

Чтобы успешно проводить боевые операции в доменах смешанной реальности, потребуется новая всеобъемлющая концепция боевых действий для системной войны. Эта новая концепция должна описать, как для проведения операции люди и автономные системы с ИИ интегрируются в комплексные сетецентрические человеко-машинные боевые группы (системы), чтобы обеспечить объединенным силам решающее преимущество и способность побеждать в любой будущей конфронтации с равным по силе противником. Сетецентрические объединенные боевые группы должны демонстрировать способности обеспечить сдерживание противника путем воспрепятствования; доминировать над противостоящими силами противника в реальных условиях ведения боевых операций; наносить мультидоменные удары по противнику для разрушения его систем ВВТ, критических элементов инфраструктуры, а также целей в смешанной реальности.

НЕОБХОДИМОСТЬ РЕФОРМЫ ОПК И РАЗРАБОТКИ НОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ В И ВТ

Как отмечает большинство зарубежных экспертов, для достижения превосходства над противниками в подобных «высокотехнологичных» конфликтах срочно необходима разработка основанных на передовых технологиях новых концепций В и ВТ; разработка новой комплексной стратегии развития систем В и ВТ на среднесрочную перспективу; масштабное реформирование нынешней системы разработки и приобретения В и ВТ. Подобные реформы обусловлены рядом причин, в том числе следующими:

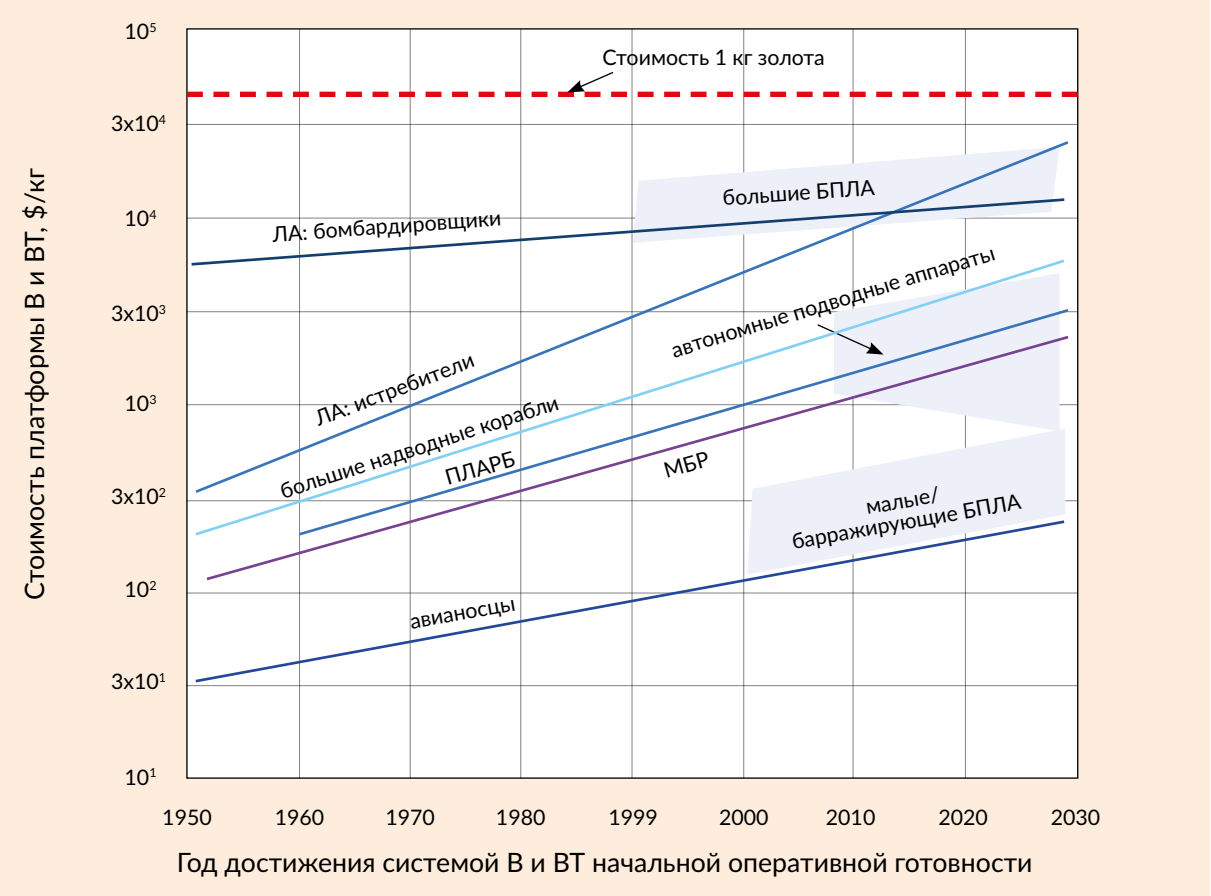


Рис.4. Рост стоимости вновь приобретаемых систем В и ВТ.

- Глобализация научных исследований, экономики и производства привела к тому, что темпы развития гражданских технологий намного выше, чем темпы развития систем В и ВТ.
- Глобализация производственных цепочек обеспечивает эффективное использование ресурсов, быстрый выход на рынок и повышение качества продукции гражданского назначения, но создает критические уязвимости при производстве систем В и ВТ.
- Ориентация в основном на разработку и приобретение передовых комплексных «монолитных» систем В и ВТ, чтобы обеспечить долгосрочное технологическое превосходство над потенциальными противниками, требует наличия комплекса интеллектуальных, производственных, материальных и финансовых ресурсов, которыми большинство государств не располагает.
- Используемые МО многих стран системы разработки и приобретения В и ВТ к настоящему времени достигли пика своего развития, стали инерционными и бюрократическими.

По перечисленным выше причинам ОПК зарубежных стран столкнулись с рядом принципиальных проблем, определяющих дальнейшее развитие систем В и ВТ.

Нынешняя стратегия развития комплексных «монолитных» многофункциональных систем В и ВТ, основанных на уникальных передовых технологиях, требует принципиального пересмотра, поскольку она не обеспечивает необходимые темпы внедрения новых технологий, сформировала длительные циклы разработки/производства систем В и ВТ и зависит от ограниченного ежегодного финансирования программ приобретения. Вновь приобретаемые «монолитные» системы В и ВТ становятся все более дорогостоящими; имеют длительный жизненный цикл и большие затраты на эксплуатацию (в 2–3 раза больше их закупочной стоимости). Поэтому нынешняя стратегия развития систем В и ВТ, требует принципиального пересмотра. Рисунок 4, приведенный ниже, иллюстрирует эту тенденцию.

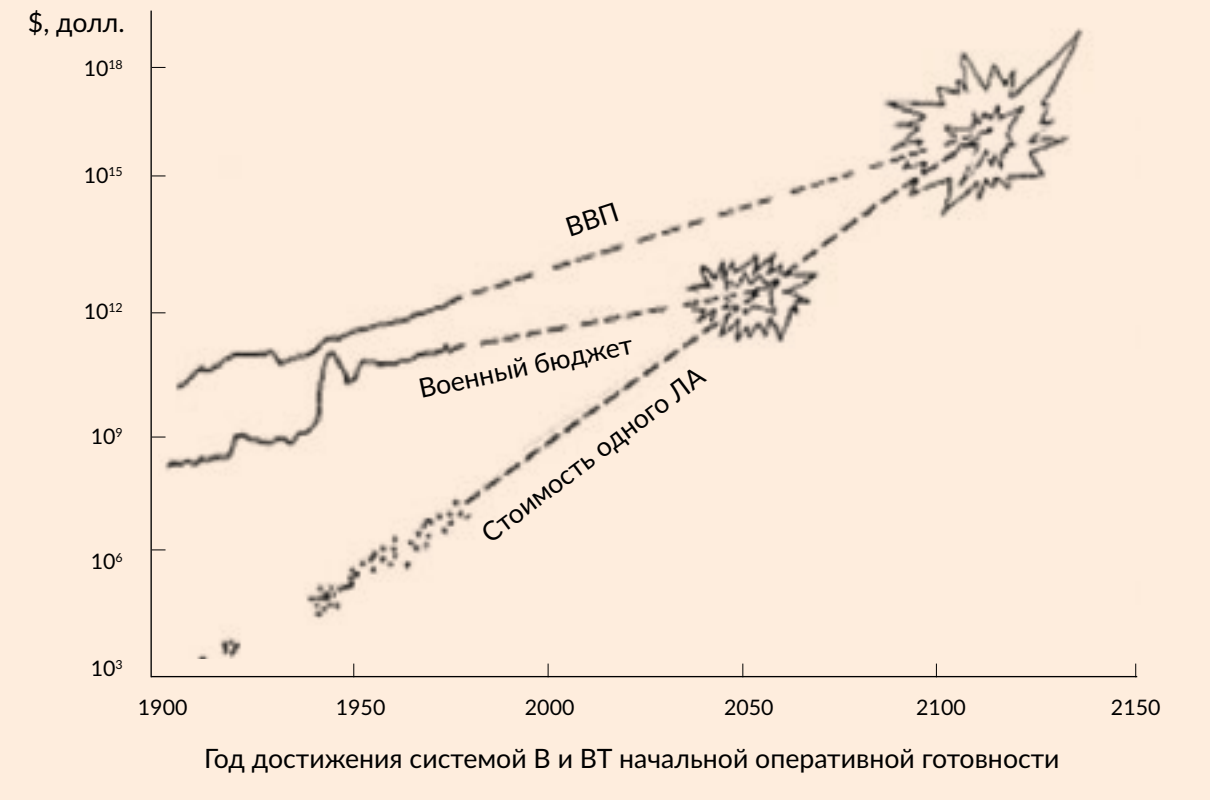


Рис. 5. Как будет расти стоимость многофункционального военного самолета, если нынешние концепции разработки и приобретения новых систем В и ВТ сохранятся в будущем.

Рост стоимости вновь приобретаемых систем В и ВТ коррелирует с ростом их технических характеристик и сложности, которые значительно возрастают для каждого нового поколения систем В и ВТ. Сохранение этой тенденции скоро может привести к тому, что средств оборонного бюджета мирного времени будет недостаточно для закупки запланированного количества систем В и ВТ и развития промышленной базы ОПК в короткие сроки. Начнется конкуренция между различными видами ВС за выделение бюджетных средств на программы приобретения необходимых им систем В и ВТ. Эта тенденция была сформулирована Норманом Р. Августином[5] в 80-х годах прошлого века в форме т.н. закона Августина [6]: «стоимость тактических военных самолетов увеличивается в четыре раза каждые десять лет». Если экстраполировать нынешние тенденции роста стоимости В и ВТ в соответствии с этим законом, то возникнет ситуация, иллюстрируемая на рисунке 5.

Разумеется, закон Августина сформулирован парадоксально и его не следует понимать буквально [7], однако сохранение стратегии приобретения комплексных и все более сложных «монолитных» систем В и ВТ, основанных на уникальных передовых технологиях, означает сохранение траектории развития данного класса систем и действительно ведет к нелинейному росту их стоимости. Стоимость военных истребителей, например, растет темпами, превышающими инфляцию, и эти темпы со временем значительно возрастают: истребители пятого поколения почти в десять раз дороже своих предшественников первого поколения. Катаклизмов, которые предсказывает закон Августина не случится, но по другой причине: должен измениться вектор развития систем В и ВТ и подходы к их системной инженерии (см. рисунок 6 ниже).

5 Норман Ральф Августин. Служил помощником, а затем заместителем министра Армии США с 1975 по 1977 год. С 1995 по 1997 год был президентом и генеральным директором корпорации Lockheed Martin. В 1990 году возглавил Консультативный комитет по вопросам планирования будущих космических программ США, известный как Комитет Августина.

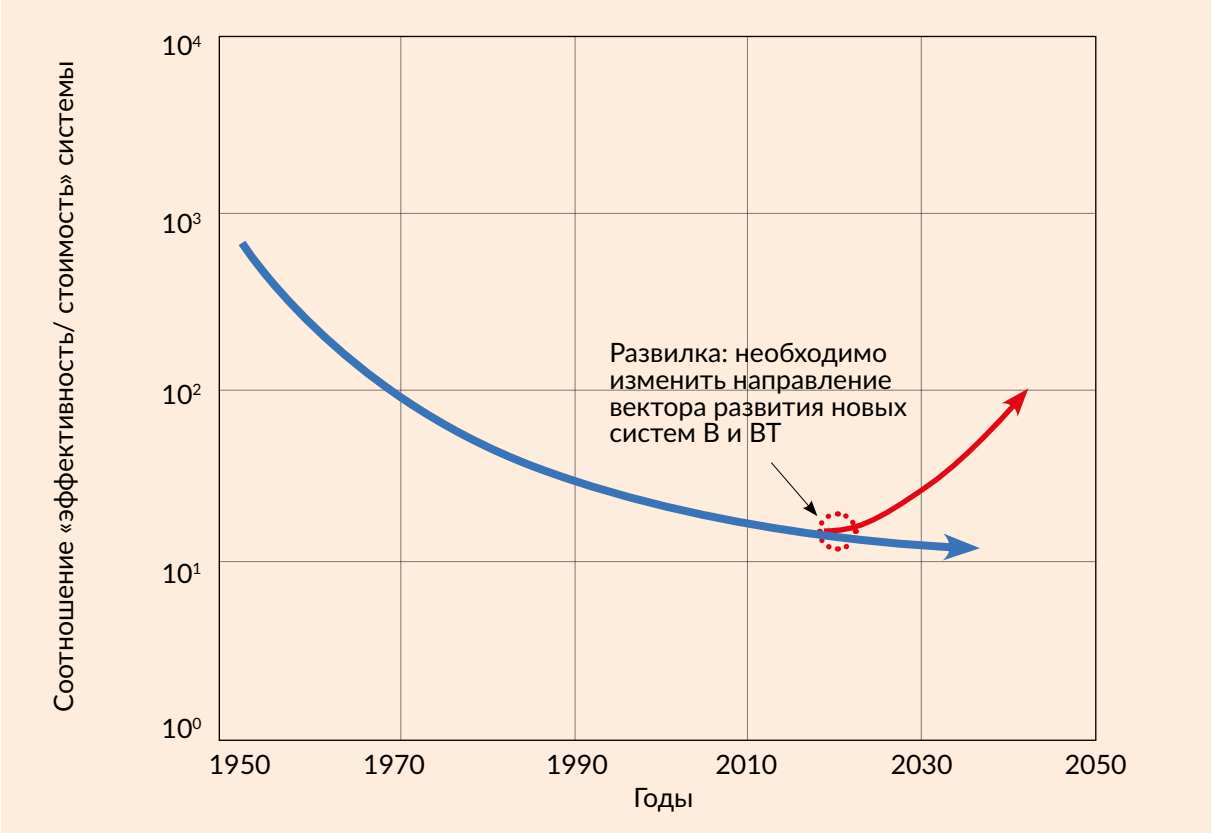


Рис.6. Поскольку сохранение существующих тенденций развития систем В и ВТ (см. закон Августина) становится невозможным, необходимо изменить траекторию их развития.

В свою очередь, комплексность и многофункциональность «монолитных» систем/ платформ определяет необходимость управления ими экипажем из высококвалифицированных и хорошо подготовленных специалистов; потеря такого экипажа в условиях конфликта может оказаться невосполнимой. Вследствие высокой стоимости и наличия экипажа на борту, «монолитные» многофункциональные системы В и ВТ целесообразно использовать в среде A2/AD[6] только против высокоприоритетных/ высокоценных целей противника.

Нынешняя система приобретения В и ВТ, используемая МО многих стран, стала бюрократической, инерционной и не может обеспечить своевременную реализацию современных концепций боевых операций в новых системах В и ВТ. Она также способствует тому, что на рынке производителей высокотехнологичных систем В и ВТ осталось всего несколько компаний-интеграторов, каждая из которых в течение нескольких десятилетий разрабатывает, а затем производит одну систему вооружения, например, самолет F-35. За это время другие компании — производители аналогичных систем, не получившие контракт, утрачивают знания, опыт и кадры специалистов, необходимые для разработки систем В и ВТ следующего поколения. Нынешняя система приобретения В и ВТ также не способна обеспечить быстрое наращивание производства. Для увеличения производства потребуется значительное новое финансирование. Ускоренное производство потребует дополнительных ресурсов, производственных мощностей и квалифицированной рабочей силы. В условиях военного конфликта может оказаться невозможным ускоренное массовое производство систем В и ВТ для восполнения боевых потерь.

6 A2/AD (англ. anti-access / area denial). Ограничение/ воспрещение доступа сил противника в какой-либо домен при проведении боевой операции в ходе военного конфликта. Концепция противодействия и воспрепятствования свободе действий/ маневра противника специально организованным зональным комплексом систем В и ВТ (система A2/AD). Система A2/AD создает высокий уровень угроз для свободного размещения/ перемещения, маневра сил противника в защищаемой области, а также высокие риски получения им неприемлемого ущерба при ведении боевых действий, поскольку боевая среда становится конкурентной средой с сильным противодействием.
Термин стал широко применяться военными экспертами после разработки различными странами комплексных систем из ОТРК, БПС, ПВО, противокорабельных ракетных комплексов и систем РЭБ, создающих комплексную область, в которой цена собственных потерь для противника становится неприемлемой.

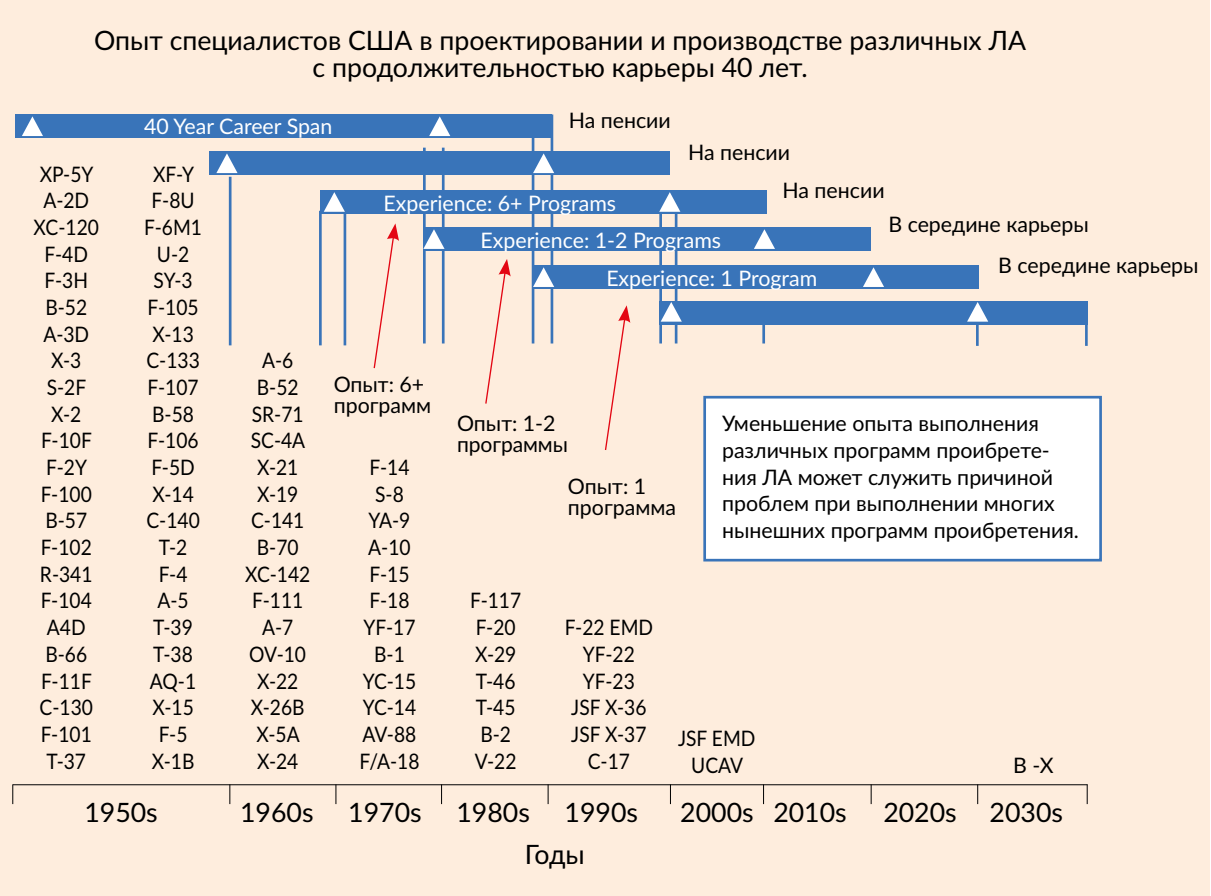


Рис. 9.

Кооперационные цепочки в оборонной промышленности практически всех государств являются уязвимыми во многих отношениях и не обладают в нынешней геополитической среде и глобальной технологической экосистеме необходимой стойкостью к вредоносному воздействию угроз из внешней среды; в частности, они уязвимы для кибер-угроз и проникновения контрафактных комплектующих компонентов.

В течение длительного ЖЦ систем В и ВТ может возникнуть дефицит источников снабжения расходными материалами и запасными частями, поскольку их производство на различных уровнях кооперационной цепочки, как правило, прекращается после завершения программы приобретения конкретной системы В и ВТ, а производственные линии перепрофилируются на выпуск другой продукции. Нехватка определенных видов сырья (например, редкоземельных материалов) также может отрицательно сказаться на производстве материалов и продукции.

Процессы глобализации развития технологий и интеграции национальных экономик в глобальные экосистемы привели к ряду важных последствий для национальных ОПК и дальнейшего развития систем В и ВТ. Основные из них иллюстрируются ниже.

В период 1990–2010 годов произошло сокращение числа генеральных подрядчиков (системных интеграторов) в национальных ОПК (см. рисунки 7 и 8).

Потеря компетенции специалистов и переход квалифицированных работников на предприятия других секторов экономики. Эта тенденция иллюстрируется на рисунке 9 ниже. Специалисты, пришедшие на работу в авиастроительные компании США в 1950-х годах, за сорокалетний период работы участвовали в реализации многих программ разработки авиационной техники, приобретая при этом обширные знания, квалификацию и опыт. Нынешние специалисты за весь период трудовой деятельности участвуют в разработке всего 1–2 программ приобретения новых систем В и ВТ.

ВЛИЯНИЕ ДЕФИЦИТА ИСТОЧНИКОВ СНАБЖЕНИЯ МАТЕРИАЛАМИ И ЧАСТЯМИ ИЛЛЮСТРИРУЕТСЯ РИСУНКАМИ 10–13. ИЗ РИСУНКОВ ВИДНО, НАСКОЛЬКО РАЗРУШИТЕЛЬНЫМИ ЯВЛЯЮТСЯ ПОСЛЕДСТВИЯ НЫНЕШНЕГО ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ И ПРИОБРЕТЕНИЮ НОВЫХ СИСТЕМ В И ВТ ДЛЯ КООПЕРАЦИОННЫХ ЦЕПОЧЕК. ПРИМЕРЫ ПРИВЕДЕНЫ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ САМОЛЕТА F-22.

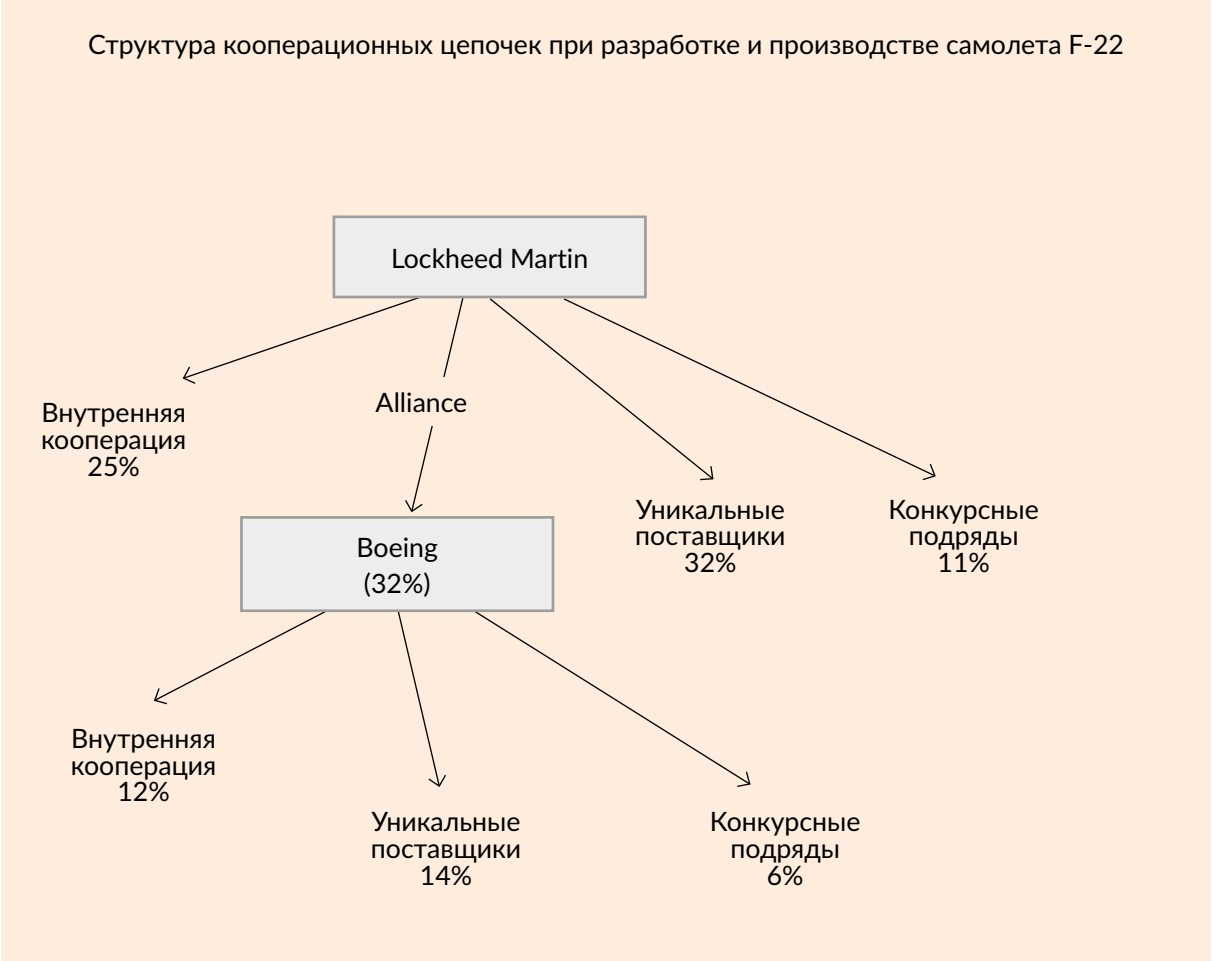

Структура кооперационных цепочек при разработке и производстве самолета F-22
Lockheed Martin
Внутренняя кооперация 25%
Alliance
Уникальные поставщики 32%
Конкурсные подряды 11%
Boeing (32%)
Внутренняя кооперация 12%
Уникальные поставщики 14%
Конкурсные подряды 6%

Рис. 10.

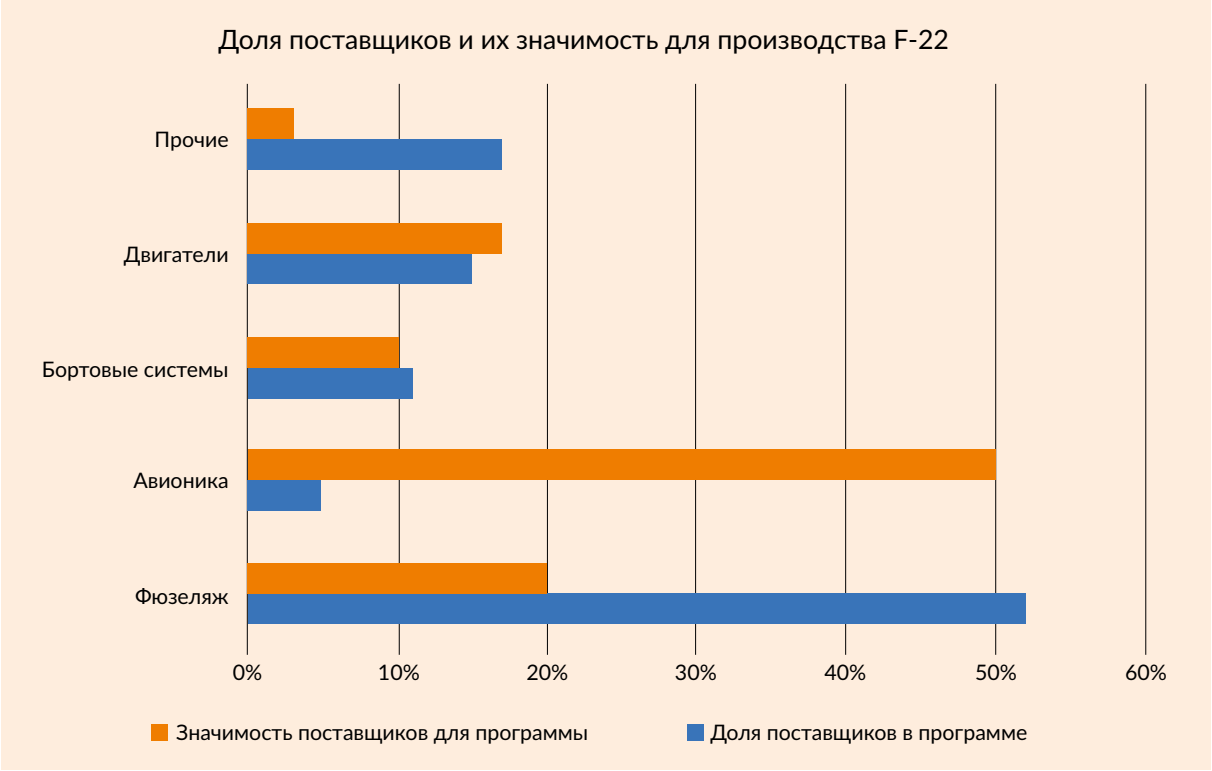

Доля поставщиков и их значимость для производства F-22
Прочие
Двигатели
Бортовые системы
Авионика
Фюзеляж
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
Значимость поставщиков для программы
Доля поставщиков в программе

Рис. 11.

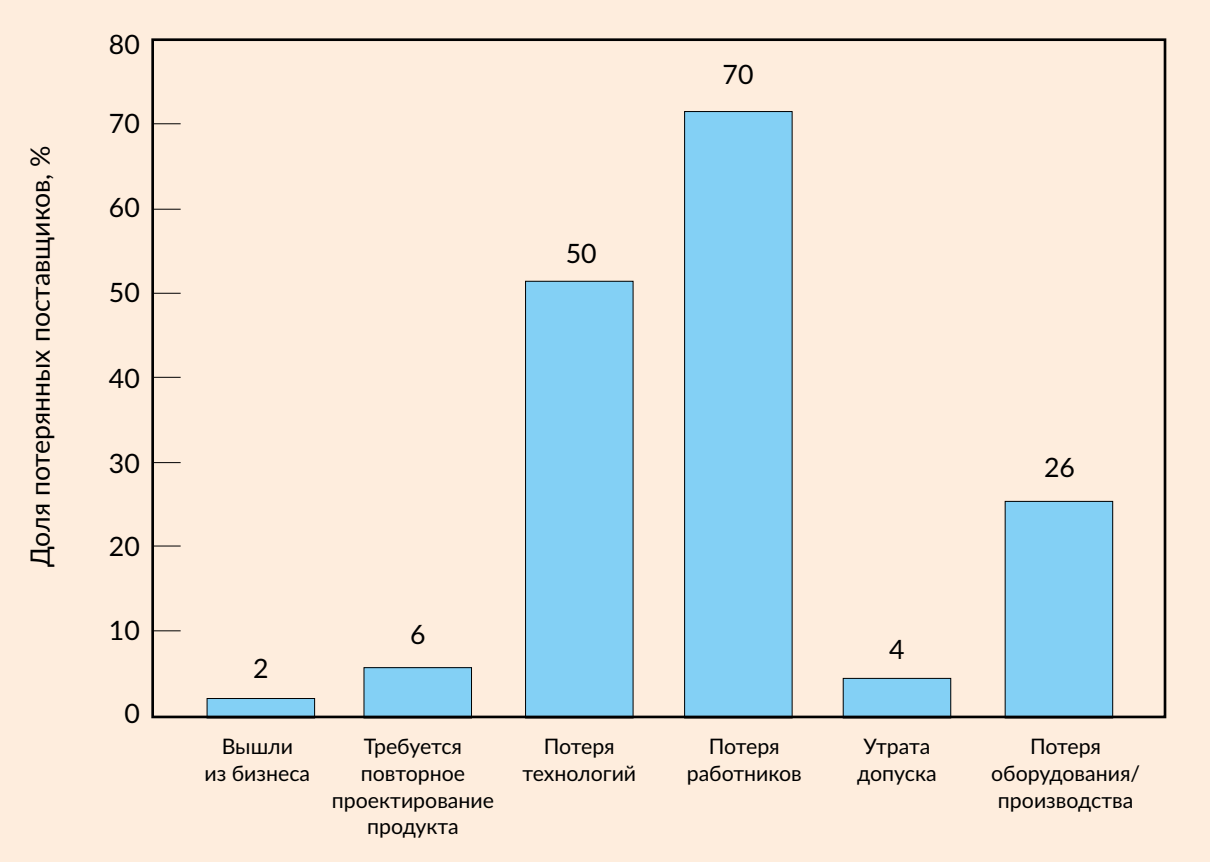


Рис.12. Категории звеньев кооперационной цепочки, которые будут потеряны после завершения программы приобретения системы В и ВТ.

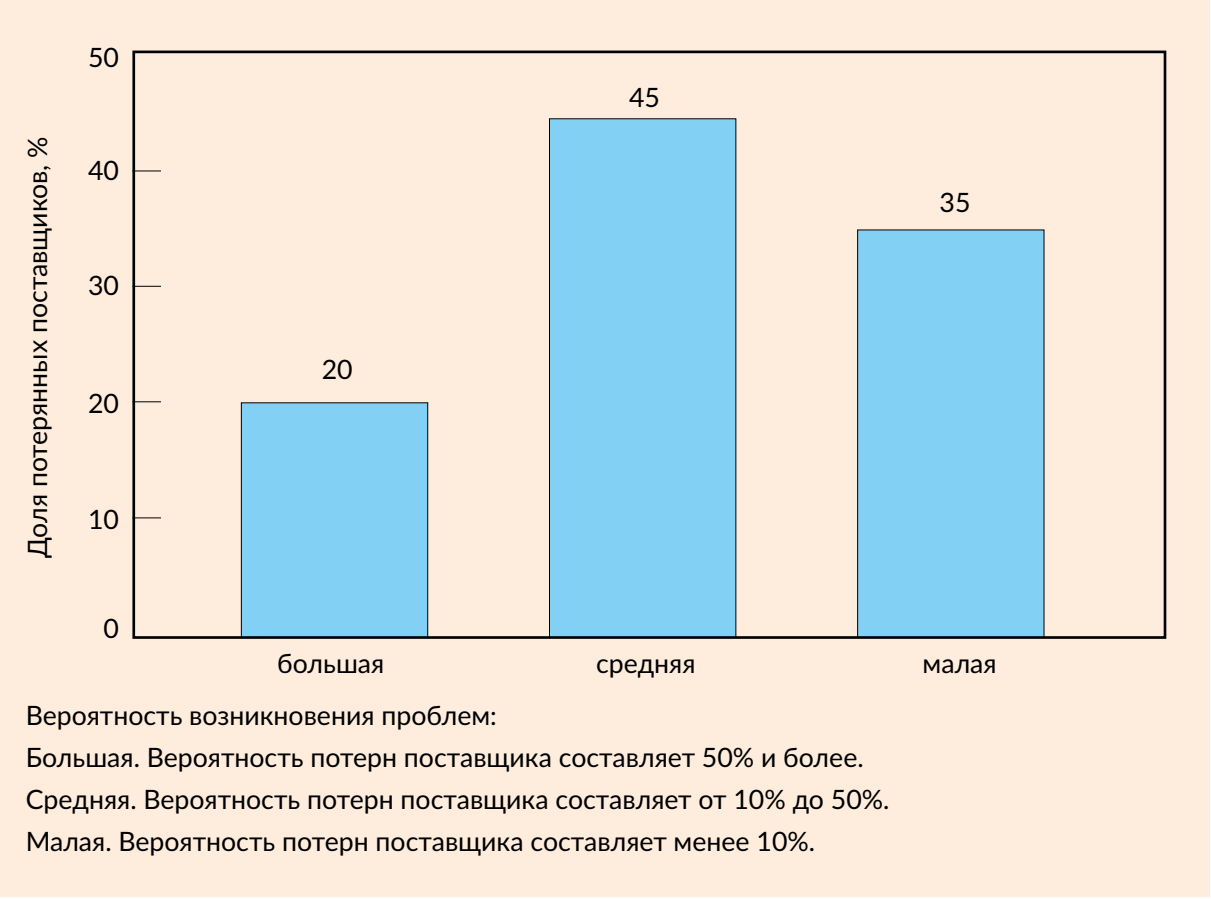


Рис.13. Доля поставщиков, с которыми возникнет, по крайней мере, одна проблема при возобновлении производства системы В и ВТ после двухлетнего перерыва

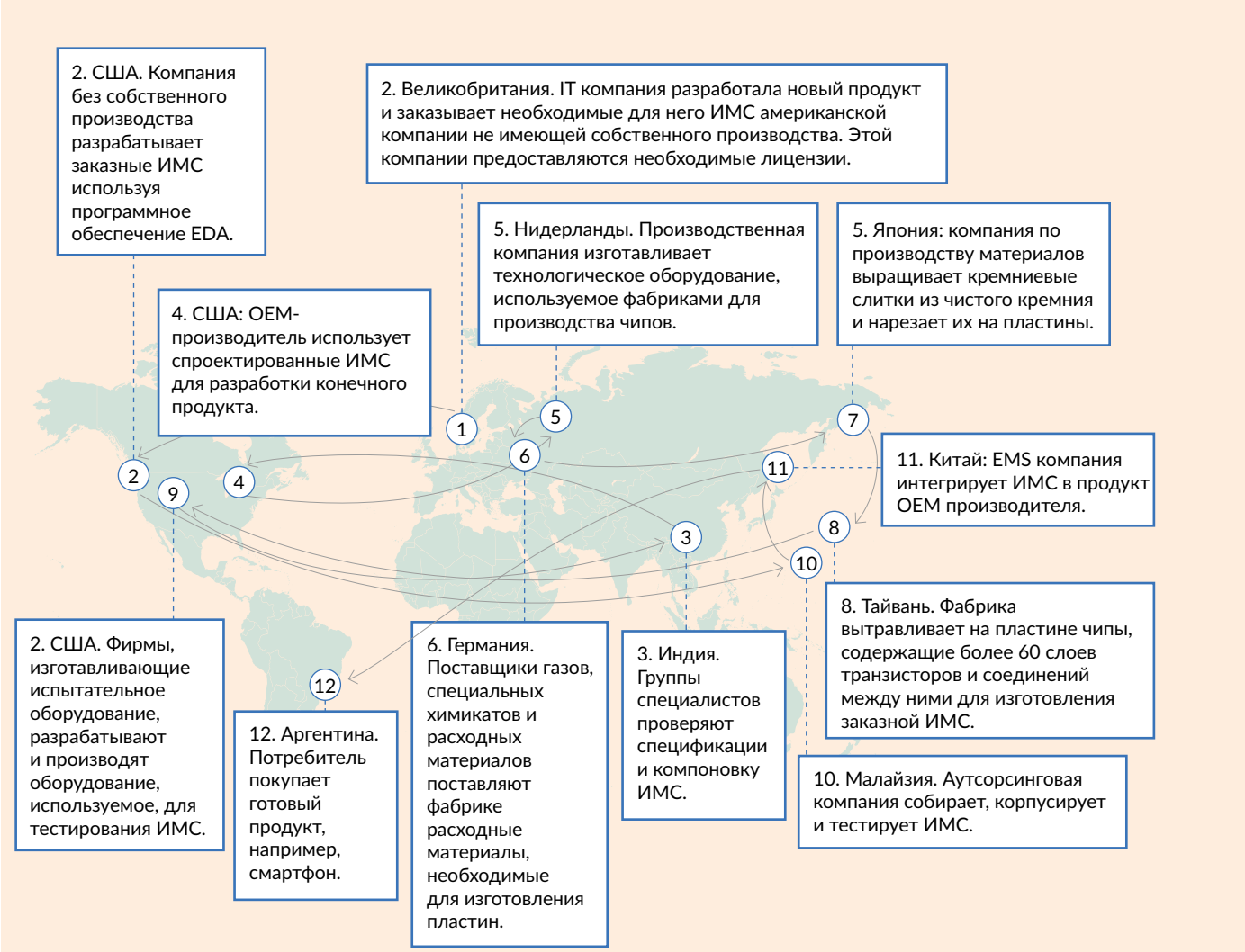
Рисунок 13 иллюстрирует проблемы, возникающие после завершения программы приобретения системы В и ВТ на нижних уровнях кооперационных цепочек. На рисунке представлены доли потерянных по разным причинам поставщиков комплектующих изделий для планера F-22. С этими поставщиками могли возникнуть проблемы, если бы было необходимо восстановить производство самолета, например для компенсации боевых потерь, всего лишь через два года после завершения программы приобретения этих самолетов (т.е. в 2013 году).

На рисунках 14 и 15 представлены проблемы, характерные для поддержки ЖЦ систем В и ВТ, давно находящихся в эксплуатации.

ОПК зарубежных стран присущи уязвимости, затрудняющие разработку и производство В И ВТ в условиях межгосударственных конфликтов. В силу глобализации экономики, кооперационные цепочки по производству ВВТ выходят за национальные границы, что может нарушить их работу в условиях конфликтов (рисунки 16 и 17).

В условиях конфликта может возникнуть также невосполнимый дефицит источников снабжения материалами и частями, поскольку кооперационные цепочки выходят за государственные границы, а входящие в них предприятия могут находиться на территории государств-противников.

Важным следствием глобализации кооперационных цепочек является проблема проникновения в них контрафактных продуктов при разработке, производстве и эксплуатации систем В и ВТ. Глобальные кооперационные цепочки сильно уязвимы для проникновения контрафактных продуктов на всех уровнях, что может существенно затруднить разработку/производство новых систем В и ВТ и привести к невозможности использовать находящиеся в эксплуатации системы В и ВТ.



Примечания.
EMSкомпании разрабатывают, производят, тестируют, распространяют и предоставляют услуги по производству электронных компонентов и сборок для производителей оригинальных ПП приборов и оборудования (OEM производителей).

Рис.18. Глобальные кооперационные цепочки в разработке и производстве изделий микроэлектроники.

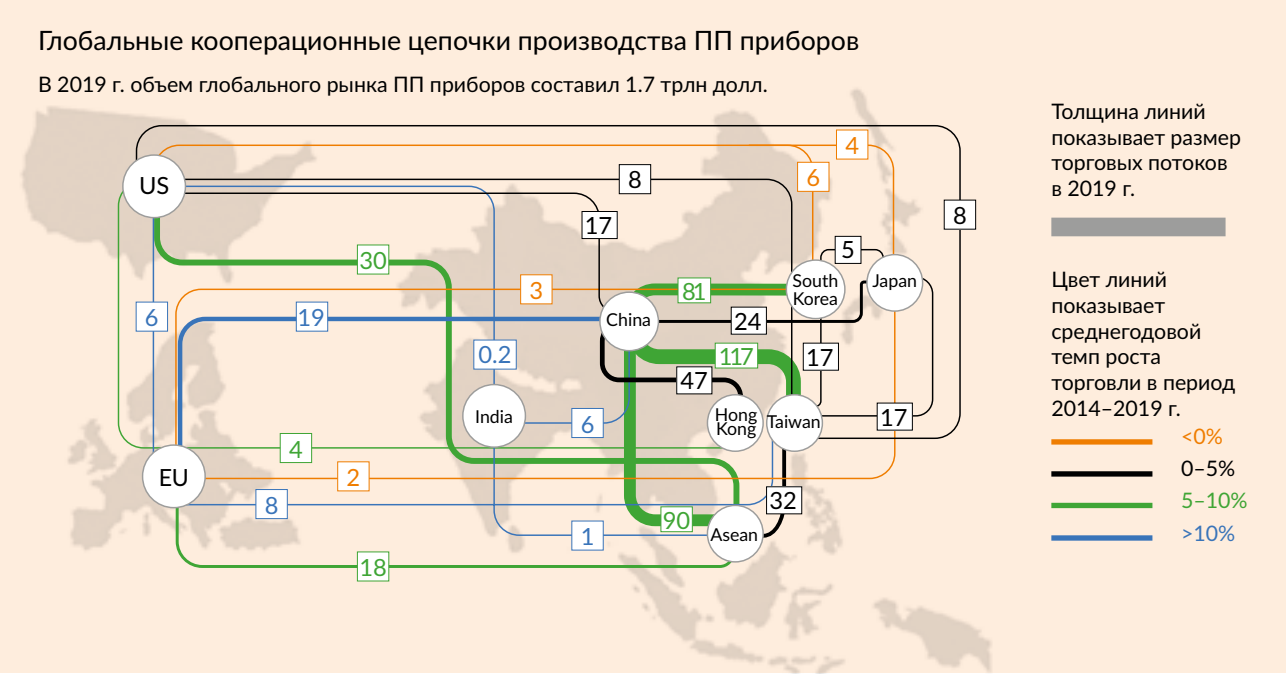


Рис.19. Распределение финансовых потоков в глобальной экосистеме по производству полупроводниковых приборов (ПП). Стоимость ПП военного назначения составляет лишь малую долю от общего объема.

Рис.20. Глобальная экосистема микроэлектроники. Количество стран, участвующих в производстве ПП и оборудования для микроэлектроники.

В силу глобализации экономики, кооперационные цепочки по разработке и производству ЭКБ как для гражданских, так и для военных изделий микроэлектроники выходят за национальные границы. Кооперационные цепочки разработки и производства изделий микроэлектроники и ЭКБ стали сетецентрическими, географически распределенными и образовали сложную структуру с большим числом участников и взаимосвязей между ними (рисунки 18–22 ниже). Кроме того, основные производства в глобальной экосистеме по производству изделий микроэлектроники к настоящему времени переместились в страны азиатско-тихоокеанского региона. Подобное размещение критически важных узлов кооперационных цепочек может нарушить их работу в условиях конфликтов. Если иностранные субподрядчики ненадежны, это также может негативно сказаться на производстве В и ВТ.

Рис.21. Различие в географии размещения главных офисов компаний-производителей изделий микроэлектроники и принадлежащих им производств ПП.
Источник: SIA, 1C Insights, TrendForce, financial statements

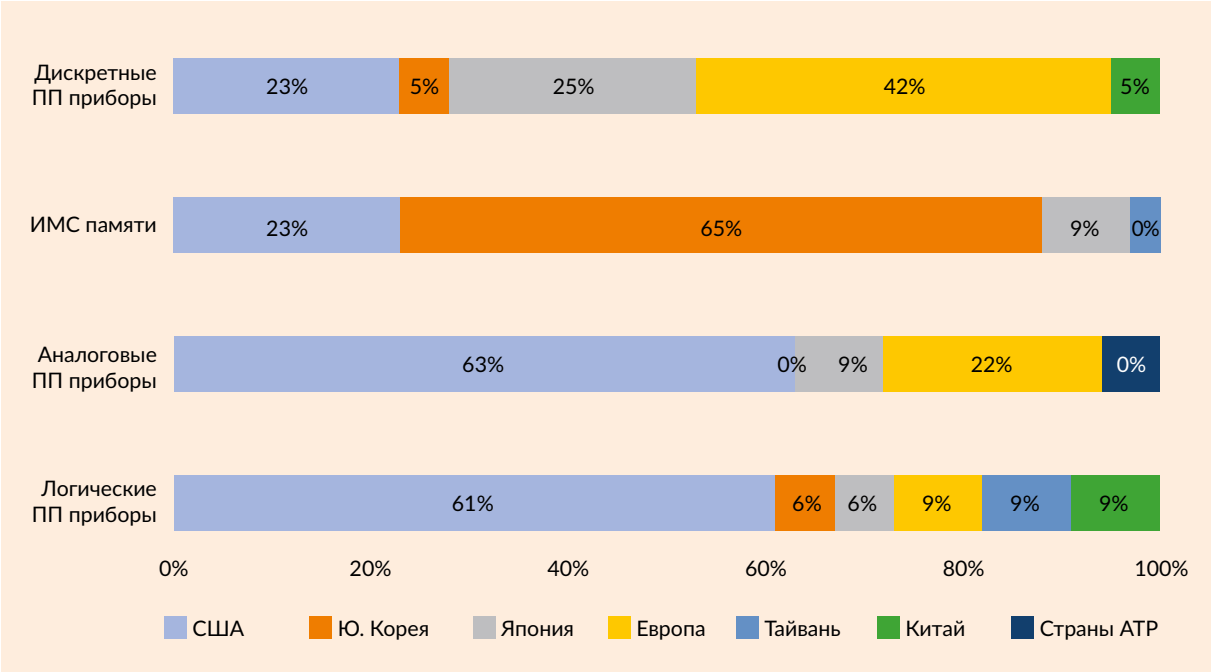


Рис.22. Доля глобального рынка ПП, занимаемая компаниями некоторых стран в 2021 г.
Источник: SIA, 1C Insights, TrendForce, financial statements.

Нынешние концепции развития систем В и ВТ и оборонной промышленной базы для их производства в условиях начавшихся быстрых геополитических изменений становятся неэффективными и могут создать серьезные негативные последствия. Для подтверждения этого можно привести следующие примеры, характерные для ОПК США.

На нынешних производственных линиях оборонной промышленности США может оказаться невозможным ускоренное массовое производство систем В и ВТ для восполнения боевых потерь в условиях конфликта. Это утверждение иллюстрируется рисунком 23 и данными таблиц 1 и 2, приведенных ниже.

80 процентов производства транспортных средств для Корпуса морской пехоты и Армии США осуществляется одним производителем на одной сборочной линии.

СОЗДАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В И ВТ ТРЕБУЕТ ДЛИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ. ВО ВРЕМЯ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ ПРОИЗВОДСТВО 4000 БОМБАРДИРОВЩИКОВ B-29 ЗАНЯЛО 3 ГОДА.

Разработка самолета F-35 началась в 1995 году. Самолет состоит из 300000 уникальных компонентов/ частей. На сегодняшний день поставлено заказчикам примерно 700 самолетов. При этом производство достигнет пика в 156 самолетов в год в 2023 году и останется на этом уровне «в обозримом будущем» [8]. В 2020 году было поставлено 120 F-35 вместо запланированных 141, а в 2021 году производство было сокращено со 169 до 139 самолетов. Должностные лица Lockheed Martin объяснили это проблемами с поставками, вызванными пандемией COVID-19, а также необходимостью перераспределения рабочих мест и смен, чтобы рабочие находились на надлежащем расстоянии друг от друга во время производства. При этом производство не было остановлено из-за пандемии.

В конце 2020 года компания Lockheed Martin заявила, что не будет наращивать производство, чтобы компенсировать недопоставку, поскольку это потребует найма дополнительного персонала и организации дополнительных смен, что может создать дефицит поставляемых комплектующих и нарушит ритм производства самолета F-35.

Авианосец класса Форд строится в четыре раза дольше, чем авианосец класса Эссекс времен Второй мировой войны и стоит намного дороже.

При темпах уничтожения танков в бою, соответствующих Второй мировой войне, количество танков в ВС США сократилось бы до 158 к 10-му месяцу конфликта.

В 1990 г. 40% всех интегральных микросхем производилось в США. Сегодня 11 процентов. К 2030 году Китай будет доминировать в мировом промышленном производстве.

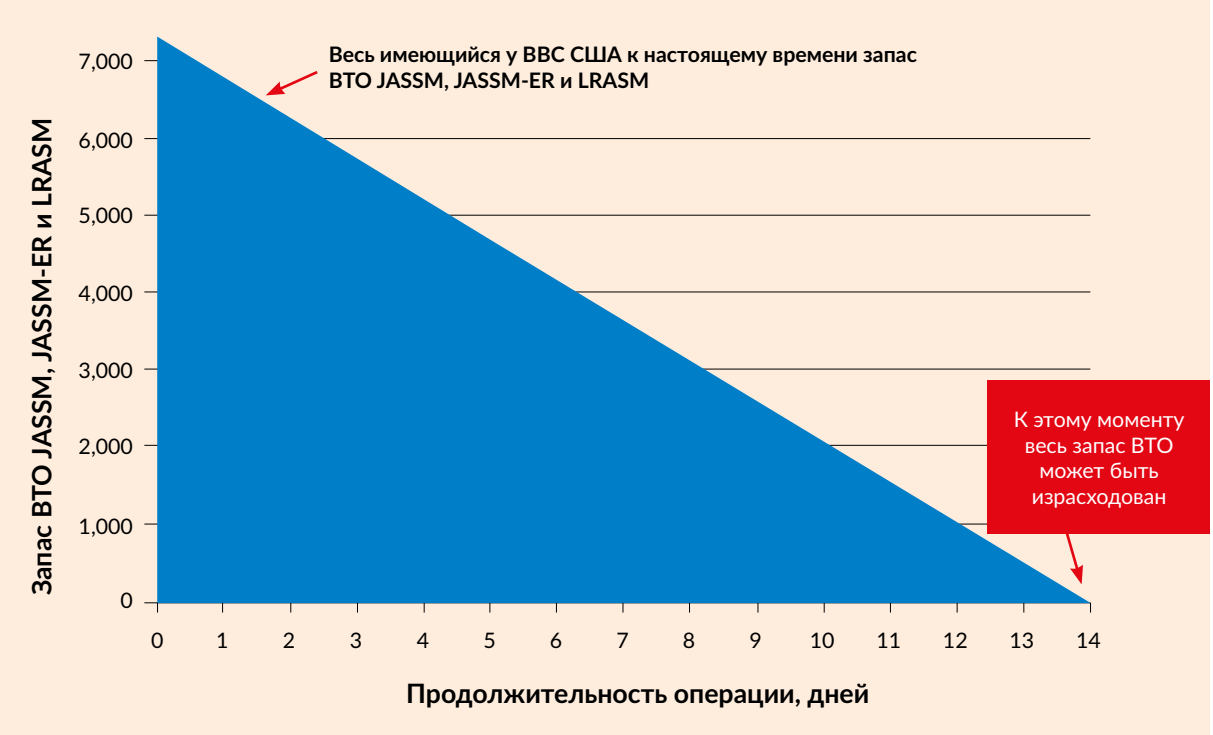


Рис.23. Нынешние мощности ОПК США не позволяют в темпе конфликта производить необходимое количество высокоточного оружия.

Табл. 1. Возможности ОПК США по производству некоторых систем ВТО.

Оружие	Ежегодное производство, единиц ВТО	Максимальный темп ежегодного производства, единиц ВТО	Стоимость производства 10000 единиц ВТО, млрд. долл.	Время, необходимое для производства 10000 единиц ВТО при максимальном темпе производства, лет
SM-6	115	125	33	80
JASSM-ER	257	525	10	19
Новое поколение ВТО	2,500	2,500	3	4
	5,000	5,000	3	2
SDB II	1,716	2,910	1.86	3
SDB	2,500	6,878	0.40	1.5
J DAM	16,780	43,594	0.30	0.2

Табл. 2. Складские запасы некоторых видов ВТО, приобретенных МО США для обеспечения боевых операций по состоянию на 2021 г.

Тип ВТО	Стоимость единицы, долл.	Исторический максимум годового производства, единиц	Всего приобретено МО США, ед.
SDB 1	36000	6878	50769
He! If ire II	73000	10462	101477
SDB II	186000	2910	10724
JASSM	698150	288	2034
AARGM	970000	261	2435
JASSM-ER	1048000	360	5166
Tomahawk	1358787	678	8874
SM-6	3300000	125	2631

Новая фабрика по производству ПП — пластин стоит 10–30 миллиардов долларов. Без государственно-частного партнерства быстро построить ее невозможно. Фабрики, которые все еще существуют в США, на несколько поколений технологий отстают от фабрик на Тайване и в Южной Корее.

Прекращение компанией Боинг строительства новых самолетов 737 приведет к банкротству более 100 важных поставщиков, которые снабжают также МО США.

ВЕРОЯТНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ В И ВТ В БЛИЖАЙШИЕ 15 ЛЕТ

На основании анализа имеющейся к настоящему времени зарубежной информации можно прогнозировать, что развитие систем В и ВТ в следующие 15 лет будет определяться следующими процессами.

Мировая научно-техническая революция НТР-4.0 породила глобальные, качественно новые процессы развития экономики и технологий, которые экспоненциально развиваются. Эти процессы уже привели к необратимым изменениям в глобальной геополитической среде, а в конечном счете приведут к слому существующей более 70 лет системы международных отношений и установлению нового мирового порядка.

Процессы развития геополитической, экономической и технологической среды также, как в начале и середине 20 века, привели к тому, что в настоящее время развитие систем В и ВТ отстает по срокам от развития сопоставимых по сложности и уровню требований гражданских СТС, но превосходит их по стоимости. Стала очевидной необходимость разработки новых концепций дальнейшего развития систем В и ВТ и глубокой реформы системы приобретения

Рис.24. Производство бомбардировщиков в США в годы Второй мировой войны.

Рис.25. Производство самолетов F-35 на предприятии в Форт Уэрт в штате Техас, США.

военной техники, которые должны трансформироваться с учетом тенденций развития глобальных научно-технологической и экономической среды в 21 веке. Это необходимо, чтобы в ближайшие десятилетия успешно отстаивать интересы государства с помощью военной силы в борьбе с равными противниками.

Современные конфликты все больше будут зависеть от информации и определяться ею. Боевая среда будет становиться все более динамичной; при этом период цикла принятия решений будет все больше сокращаться, а объем данных, необходимых для принятия решения (сложность принятия решений в реальном времени) возрастет многократно. Создание ситуационной неопределенности (повышение комбинаторной энтропии) и сокращение на порядки периода цикла принятия решений при проведении мультидоменных операций, существенно затруднят возможности для принятия верных решений в темпе операции и станут основными инструментами для обеспечения превосходства над противником в комплексной боевой среде (рисунок 26). Скорость нанесения ударов по целям высокоточным оружием также будет возрастать (рисунок 27).

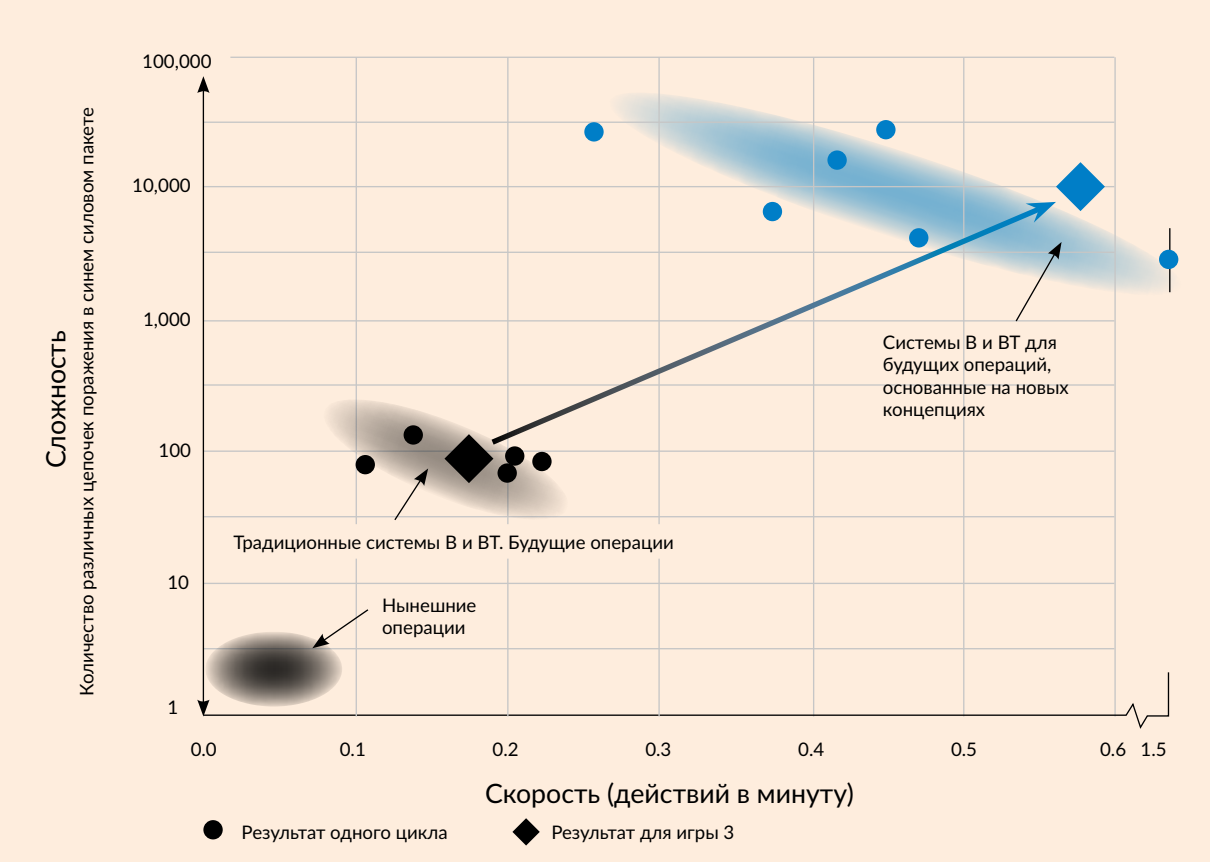


Рис.26. Повышение сложности принятия решений для противника за счет создания динамической ситуационной неопределенности при применении систем В и ВТ, основанных на новых концепциях.

КАЧЕСТВЕННО НОВЫЕ СИСТЕМЫ В И ВТ, КОТОРЫЕ УЖЕ РАЗРАБАТЫВАЮТСЯ, НАЧНУТ ПОСТУПАТЬ НА ВООРУЖЕНИЕ ВС РАЗЛИЧНЫХ СТРАН ПРИМЕРНО К 2025–2030 Г.Г.

В 2025–2040-х годах в военных конфликтах в различных боевых доменах между равными, или близкими по силе противниками, уникальные комплексные многофункциональные платформы с экипажем будут применяться для нанесения ударов по критически важным стратегическим целям; элементам национальной инфраструктуры; либо важным дорогостоящим объектам, ценность которых превышает стоимость платформы. Для проведения мультидоменных боевых операций будут широко использоваться основанные на новых концепциях сетецентрические человеко-машинные тактические группы, формируемые (настраиваемые) для проведения конкретных боевых операций на месте их проведения. В их состав будут входить пилотируемые платформы (ведущие); комплексные автономные системы с искусственным интеллектом (КАС-ИИ), несущие различное вооружение («надежные ведомые»); а также расходуемые малые автономные БПС с ИИ для ведения разведки/наблюдения; организации информационных сетей и обеспечения связи; формирования сетецентрических цепочек для нанесения ударов по целям; борьбы с БПС и пилотируемыми платформами противника в различных боевых доменах. Машинный компонент этих групп будет формироваться из «мозаичных» комплексных автономных систем с ИИ, способных:

- выполнять функции ведомых для больших комплексных систем ВВТ с экипажем;
- обучаться для выполнения конкретных боевых задач;
- накапливать боевой опыт в течение всего своего ЖЦ;
- взаимодействовать с группами бойцов, также участвующих в операции;
- выполнять приказы командиров, управляющих операцией.

В концепции и стратегии развития КАС-ИИ изначально заложены требования, что они должны будут обладать еще тремя важными характеристиками:

- стойкость к воздействию противника и живучесть в среде A2/AD. Стойкость к воздействию вредоносных факторов боевой среды (аналог — иммунная система);
- КАС-ИИ можно будет «доверять» в течение всего их ЖЦ.

Рис. 27.

Осенью 2022 года в США был опубликован ряд документов, определяющих новые стратегию национальной безопасности, военную стратегию и планы строительства ВС в изменившейся геополитической среде [9, 10, 11] на среднесрочную перспективу. Кроме того, начиная с 2020 года, был опубликован ряд документов, определяющих стратегию реформирования оборонной промышленной базы США, чтобы сделать ее современной, эффективной, стойкой в нынешней геополитической среде и способной производить передовые системы В и ВТ в необходимом количестве в нужное время [12, 13, 14, 15].

Анализ этих документов совместно с другими материалами, опубликованными научно-техническими центрами в США и Европе за последнее время, позволяет сделать вывод, что в США, Китае и странах НАТО практическая реализация описанных выше концепций и стратегий уже началась. Реформа ОПК в США и Европе также началась, принимает плановый характер и может быть быстрой. Достижение стратегических целей этих реформ приведет в ближайшем будущем к постановке на вооружение и развертыванию качественно новых систем В и ВТ не только в США, странах НАТО и Китае, но и в ряде других зарубежных стран.

Список литературы

1. *NIC. Global Trends 2040. A More Contested World. 2021*
2. *Ray Dalio. Principles for Dealing with the Changing World Order: Why Nations Succeed and Fail. 2021*
3. *ODNI. Annual Threat Assessment. 2022*
4. *NIC. Global Trends 2030: Alternative Worlds. 2012*
5. *François du Cluzel. Cognitive Warfare. Innovation Hub. Nov 2020*
6. *Norman R. Augustine, Augustine's Laws and Major System Development Programs. DAU, ARJ, January 2015, Vol 22No.1, p.p.2-63.*
7. *Brent M. Johnstone. Augustine's Law: Are We Really Headed for the $800 Billion-Dollar Fighter? Lockheed Martin Corporation. 2020*
8. *AF Magazine. John A. Tirpak. F-35 Production Set at 156 per Year until Completion. Sept. 27, 2021.*
9. *US National Security Strategy. October 2022*
10. *US DOD National Defense Strategy. October 27 2022*
11. *President Biden's Executive Order 14017. February 24. 2021*
12. *DOD Strategic Management Plan. Fiscal Years 2022-2026*
13. *FY2020 Industrial Capabilities. Report to Congress.*
14. *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing. 100-Day Reviews under Executive Order 14017. June 2021*
15. *CBO. Challenges of Adapting DOD Acquisition Portfolio to a New Defense Strategy. May 2022.*

Аннотация: в статье рассматриваются история создания, современное состояние и перспективы развития крылатых ракет морского базирования ВМС зарубежных стран. Рассматриваются основные проблемы и пути их решения в части компоновочных построений, систем управления, навигации, наведения и целеуказания.
Ключевые слова: крылатые ракеты, ВМС

Abstract: The article deals with the history of creation, current state and prospects for the development of sea-based cruise missiles of the Navy of foreign countries. The main problems and ways of their solution in terms of layout constructions, control systems, navigation, guidance and target designation are considered.
Keywords: cruise missiles, Navy

Сурин С.Н.,
зам. генерального директора – директор по спецтематике и автоматизации ЯЭУ

Кузин А.М.,
директор ПЦ «Морские объекты с ЯЭУ»

Мартышенков В.Е.,
зам. главного конструктора ПЦ «Морские объекты с ЯЭУ»

Авторы: СУРИН С.Н., Кузин А.М., МАРТЫШЕНКОВ В.Е.

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ СУДОВЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

ДЛЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ С ЯЭУ В АО «КОНЦЕРН «НПО «АВРОРА»

АО «Концерн «НПО «Аврора» — крупнейший научно-исследовательский центр, проектант, изготовитель и поставщик систем и средств автоматизации для кораблей и судов гражданского и Военно-Морского Флота всех классов и назначений — надводных кораблей, подводных лодок, кораблей на подводных крыльях, на воздушной подушке, глубоководных аппаратов, атомных ледоколов, плавучих атомных энергоблоков.

В первые послевоенные месяцы 1945 г. правительством страны была принята «Десятилетняя программа судостроения». Этой программой предусматривалось создание кораблей и их насыщение техническими средствами на основе принципиально новых прогрессивных технических решений с учётом последних зарубежных достижений.

Главный корпус (институт) НПО «Аврора»

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НПО "АВРОРА"

1945 В октябре 1945 г. приказом Наркомсудпрома в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова был создан отдел автоматического регулирования корабельных энергетических установок (ПТУ и ГТД) под руководством М. Ш. Шифрина.

1953 В связи с использованием атомных энергетических установок (АЭУ) на ПЛ и ледоколах и строительства отечественного флота в 1953 г. в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова было создано отделение по автоматизации технических средств (ТС) НК, ПЛ и морских судов, стенд для отладки элементов САУ, механическая лаборатория по изготовлению электрических механизмов и электрогидравлических элементов САУ, возглавляемая с 1957 г. В. В. Войтецким (в дальнейшем — заместителем директора по науке ЦКБ «Луч», затем — главным инженером НПО «Аврора» и, наконец, с 1983 г.— генеральным директором НПО «Аврора»).

1964 В 1964 г. было создано ЦКБ «Луч», которое выполняло ряд работ по автоматизации ТС НК, торговых судов, выпуску РКД для серийных заказов АПЛ I и II поколений, проводившиеся ранее в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, а также модернизации ЯЭУ атомного ледокола «Ленин».

1967 В связи с дальнейшим бурным развитием атомного флота приказом МСП СССР от 28.07.67 г. был создан ЦНИИ корабельной автоматики (ЦНИИ «Аврора») на базе двух отделений ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, КБ морской автоматики (КБ МА) «Секстан» и его завода.

1970 Приказом МСП СССР от 18.03.70 г. на базе ЦНИИ «Аврора», завода «Аврора» и завода «Нептун» (г. Ставрополь) было создано единое Научно-производственное объединение «Аврора», к которому в 1971 г. приказом МСП СССР от 07.06.71 г. № 0294 к НПО «Аврора» были присоединены ЦКБ «Луч» и завод «Варяг» (г. Владивосток).

1979 По мере расширения номенклатуры и количества изготавливаемых систем в его состав в 1979 г. приказом МСП СССР от 05.07.79 г. был включён Куйбышевский приборостроительный завод (КПСЗ) «Рейд». Кроме того, ряд систем изготавливались на Киевском заводе «Электроприбор», Мукачёвском приборостроительном заводе и Симферопольском заводе «Фиолент».

1986 Группа сотрудников НПО «Агат», занимавшаяся созданием систем управления и защиты (СУЗ) реакторов, была переведена в НПО «Аврора». При этом в составе НПО «Аврора» было организовано новое подразделение ПТК-М (Москва), которое продолжило работы по созданию СУЗ реакторов новых атомных ПЛ, НК и ледоколов.

1999 Распоряжением председателя Правительства РФ Объединению присвоен статус Государственного федерального научно-производственного центра НПО «Аврора».

2001 Объединение получило статус Федерального государственного унитарного предприятия (ФГУП «НПО «Аврора»).

2009 ФГУП «НПО «Аврора» преобразовано в открытое акционерное общество «Концерн «Научно-производственное «Аврора» (ОАО «Концерн «НПО «Аврора»).

2016 ОАО «Концерн «НПО «Аврора» преобразовано в АО «Концерн «НПО «Аврора».

2023 Сегодня АО «Концерн «НПО «Аврора» — это мощная организация, располагающая высококвалифицированными кадрами и производственной базой, одной из самых современных в приборостроительной отрасли России.

Научно-производственный комплекс предприятия соответствует уровню развитой инжиниринговой компании, осуществляющей полный комплекс работ от исследований и разработки до поставки систем и комплексов потребителю с предоставлением услуг гарантийного и послегарантийного обслуживания.

НА ПРЕДПРИЯТИИ ВНЕДРЕНА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ, ВВЕДЕН ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КОНСТРУКТОРСКОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ОРГАНИЗОВАН ЭЛЕКТРОННЫЙ АРХИВ.

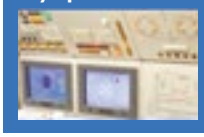
Производственный комплекс предприятия оснащён станочным парком, оборудованием, инструментальной и контрольно-проверочной базой, всем необходимым оборудованием для проведения испытаний, обеспечивающими изготовление сложнейшей аппаратуры, в том числе построенной на средствах микропроцессорной и цифровой вычислительной техники, как для опытных, так и для серийных образцов изделий.

Предприятие имеет государственные лицензии на разработку, производство и ремонт вооружения и военной техники, лицензии Ростехнадзора на конструирование, изготовление и ремонт изделий для судов и иных плавсредств с ядерными установками, лицензию Госкорпорации «Росатом» на проектирование, изготовление и ремонт систем управления ядерных энергоустановок военного назначения. Система менеджмента качества предприятия сертифицирована на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001–2015, ГОСТ РВ 0015.002–2020, а метрологическая служба аттестована на право поверки средств измерений и на компетентность выполнения работ по метрологической экспертизе документов.

Основными специалистами в области автоматизации ЯЭУ, внесшими вклад в научную школу являются Б.И. Козловский, И.В. Игнатьев, Е.М. Бобров, В.В. Котляров, В.А. Городущенко, И.А. Сарафанов, В.И. Громов, И.Ш. Фишгал, В.А. Чаусенко, В.Ф. Гнесин, Ю.Л. Тудер, А.А. Берденников, А.И. Шрайер и многие другие.

Научная школа в различные периоды создания систем и средств автоматизации ЯЭУ закладывалась и развивалась при непосредственном участии и под руководством Б.И. Козловского (к.т.н.), А.В. Игнатьева, В.А. Дымента (к.т.н.), В.А. Чаусенко, В.В. Астрова (к.т.н.), А.С. Прикота, С.Н. Сурина (к.т.н.).

Все основные боевые корабли ВМФ России (как с атомными установками, так и энергоустановками на органическом топливе) и свыше 300 судов гражданского флота оборудованы комплексами автоматизированных систем управления, разработанными и изготовленными на нашем предприятии. Системы управления, созданные на предприятии, успешно эксплуатируются на объектах промышленной энергетики, нефте- и газодобычи. Предприятие активно работает на экспортном рынке, поставляя системы управления для иностранных заказчиков.

Название судна тип ЯППУ	Ленин	Арктика Сибирь	Россия Советский Союз Ямал	50 лет Победы	Сев Мор Путь	Таймыр Вайгач	Академик Ломоносов	АЛ нового поколения
	ОК-900 (ОК-150)	ОК-900А	ОК-900А	ОК-900А	КЛТ 40	КЛТ 40М	КЛТ 40С	РИТМ 200
Система управления 	СИСТЕМЫ И АППАРАТУРА АВТОМАТИКИ	КСУ ТС СЕВЕР	КСУ ТС СЕВЕР-М	КСУ ТС СЕВЕР-М1	КСУ ТС СЕВЕР-81	КСУ ТС СЕВЕР-80	АСУ ТП ЛАГУНА	АСУ ТП УАЛ КСУ ТС КОТЛИН

СУ атомных ледоколов и ПЭБ

РАЗРАБОТКА АСУ ТП И КСУ ТС АТОМНЫХ ЛЕДОКОЛОВ И ПЛАВУЧИХ АТОМНЫХ ЭНЕРГОБЛОКОВ

Экономическое будущее России, особенно её северных территорий, связано с совершенствованием и развитием транспортных потоков в Арктике, важной составляющей которых являются морские перевозки по Северному Морскому пути с использованием ледокольного флота. Увеличить объем перевозок в Арктике можно только при круглогодичной навигации на трассах Севморпути, что при необходимости неограниченной дальности плавания и увеличения ледопроходимости связано с повышением мощности силовой установки, а также использованию ядерной энергии в ледоколостроении.

ОСОБОЕ МЕСТО В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕДИНЕНИЯ ЗАНИМАЕТ АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АТОМНЫХ СУДОВ И, В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ, АТОМНЫХ ЛЕДОКОЛОВ И СУДОВ ЛЕДОВОГО КЛАССА.

За 50-летнюю историю в АО «Концерн «НПО «Аврора» созданы и сданы в эксплуатацию системы управления для атомных ледоколов «Ленин» (в том числе его модернизированной ЯЭУ), «Арктика», «Сибирь», «Россия», «Советский Союз», «Таймыр», «Вайгач», «Ямал», «50 лет Победы», атомного лихтеровоза «Севморпуть», плавучего атомного энергоблока «Академик Ломоносов» с ядерными реакторами ОК-900, КЛТ-40; универсальных (двухосадочных) атомных ледоколов (УАЛ) «Арктика», «Сибирь», «Урал» с ядерными реакторами РИТМ-200. В настоящее время идёт изготовление систем управления для серийных УАЛ «Якутия», «Чукотка»; разработка и проектирование систем управления для атомного ледокола «Лидер-ЛК120» с ядерными реакторами РИТМ-400, модернизированного плавучего атомного энергоблока пр. 20873 с ядерными реакторами РИТМ-200С.

Создание атомной силовой установки коренным образом изменило тактико-технические характеристики ледоколов. Так, ввод в эксплуатацию первого атомного ледокола «Ленин» (проект 92) с мощностью энергетической установки 44 тыс.л.с., способного преодолевать непрерывным ходом льды толщиной до 165 см, позволил значительно продлить навигацию в Арктике и увеличить скорость проводки транспортных судов до 5 узлов.

При строительстве атомохода «Ленин» были разработаны, изготовлены и поставлены комплексы и системы автоматики, укомплектованные новейшей электронной малогабаритной аппаратурой с ресурсом непрерывной работы не менее 5000 часов:

- «Артек-Л» — система управления и защиты атомных реакторов в пусковых, эксплуатационных и аварийных режимах, разработанная ЦМНИИ-1 и изготовленная Куйбышевским приборостроительным заводом;
- приводы компенсирующих решёток (шаговые двигатели) и сервоприводы групп стержней аварийной защиты, разработанные и совместно поставленные ОКБМ и Горьковским машиностроительным заводом;
- «УПС» — система контроля и сигнализации положения компенсирующих решёток и групп стержней аварийной защиты реакторов, разработанная ОКБМ, изготовленная Куйбышевским приборостроительным заводом;
- «УСБЗ» — система дистанционного и автоматического управления оборудованием и арматурой, формирования сигналов на аварийную защиту разработанная, изготовленная и поставленная ЛПО «Красная Заря»;
- машина централизованного контроля «Полюс» на 1024 канала — комплекс элементов и устройств по сбору, обработке и представлению информации в цифровом виде от 750 контрольных точек на пульты атомной, паротурбинной и электроэнергетической установок, логически обрабатывающий и формирующий сигналы на срабатывание аварийной защиты реакторов, а также сигналы по аварийному, автоматическому управлению и блокировкам всей энергетической установки, разработанная, изготовленная и поставленная Государственным специальным конструкторским бюро систем контроля и автоматики;
- «Вьюга» — система взаимосвязанного управления пароэнергетической и гребной электрической установками, управления расходами питательной воды, регулирования уровня воды в деаэраторах и давления пара в магистралях, разработанная, изготовленная и поставленная ЦКБ «Луч»;

- «Десна» — система автоматического управления электроэнергетической установкой в комплексе со схемами электропитания ответственных потребителей, разработанная, изготовленная и поставленная ЦКБ «Луч»;
- «Кашалот» — комплекс автоматического радиационного контроля, сбора, обработки и представления информации по радиационной обстановке, разработанный, изготовленный и поставленный Союзным центральным научно- исследовательским институтом приборостроения.

При создании систем автоматики атомного ледокола «Ленин» в основном были применены электромеханические и электрогидравлические элементы автоматики.

Однако, по условиям плавания в Арктике, особенно в годы с тяжёлыми ледовыми условиями, ледокольные качества а/л «Ленин» были недостаточны. Для раннего гарантированного открытия арктической навигации, обеспечивающей использование всего летнего периода на сибирских реках, а также для увеличения скорости проводки транспортных судов необходимо было иметь ледоколы, способные преодолевать льды толщиной до 210 см.

В 1964 г. в ЦКБ «Айсберг» началось проектирование серии новых мощных атомных ледоколов. Для новых ледоколов пр. 1052 («Арктика», «Сибирь») Концерном НПО «Аврора» была впервые создана комплексная система управления техническими средствами (КСУ ТС) «Север».

Разработка КСУ ТС «Север» для атомного ледокола пр.1052 проводилась Концерном с учетом опыта модернизации ледокола «Ленин», имевшего аналогичную АППУ (ОК-900).

Атомный ледокол «Арктика» (проект 1052) с новой энергетической установкой был сдан в эксплуатацию в 1974 году и до своего знаменательного похода на Северный полюс прошёл серьёзную проверку использования по прямому назначению на трассах Севморпути. Швартовые и ходовые испытания ледокола подтвердили выполнение системами управления в полном объеме предусмотренных функций, показали надёжность их работы, достаточность информации, выведенной на пульты управления и щиты контроля, а также удобство управления ТС с пультов и щитов управления и сигнализации.

На его основе создана серия атомных ледоколов: «Сибирь», «Россия», «Советский Союз», «Ямал». Ледокол «Сибирь» был сдан в эксплуатацию в 1977 г.

При автоматизации атомного ледокола «Россия» (пр.10521) — первого в серии из трех построенных, учитывался опыт создания предыдущих судов.

Атомный ледокол «Арктика»

Атомный ледокол «Советский Союз»

Атомный ледокол «Ямал»

В дальнейшем на Балтийском заводе были построены еще 2 серийных ледокола пр.10521 — «Советский Союз» (1989 г.) и «Ямал» (1992 г.). Системы управления и контроля на них были установлены такие же, как и на ледоколе «Россия». При их создании в основном были применены полупроводниковые и релейные элементы автоматики.

В течение многолетней эксплуатации ледоколов установленные на них системы управления и контроля, созданные в НПО «Аврора», работали надежно и значительно превысили назначенные ресурсные показатели.

Для атомного ледокольно-транспортного лихтеровоза-контейнеровоза «Севморпуть» пр.10081 Концерном была разработана КСУ ТС «Север-81».

Состав автоматизируемых технических средств был традиционным: ППУ, ПТУ, ЭЭС, общесудовые и специальные системы (ОС и ОСС).

В состав КСУ ТС «Север-81» входили: система управления и защиты реактора; система управления, защиты и контроля ППУ и ПТУ; система управления расходом питательной воды и регулирования параметров цикла пар-конденсат; система управления и контроля ЭЭС; система управления и контроля ОС и ОСС; информационно-вычислительная система (ИВС); система регулирования температуры в ледовых ящиках; система централизованного питания.

В середине 1980-х гг. было начато проектирование атомных ледоколов с ограниченной осадкой — пр.10580 («Таймыр» и «Вайгач»). Для управления ТС АППУ центрального отсека НПО «Аврора» была разработана КСУ ТС «Север-80». В состав КСУ ТС «Север-80» входили: система управления АППУ, системы управления и защиты реактора, системы управления и контроля ЭЭС, системы управления ОС и ОСС, информационно-вычислительной система, система централизованного питания.

В КСУ ТС БЫЛА ЗНАЧИТЕЛЬНО ОБНОВЛЕНА ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА В ЧАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ НАДЕЖНОСТИ. С ЭТОЙ ЦЕЛЬЮ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ БЫЛИ ВЫПОЛНЕНЫ ПО МАЖОРИТАРНОЙ ТРЁХКАНАЛЬНОЙ СХЕМЕ, А ТРАНЗИСТОРЫ БЫЛИ ЗАМЕНЕНЫ ОПЕРАЦИОННЫМИ УСИЛИТЕЛЯМИ.

В рамках реализации этих проектов накоплен уникальный опыт по созданию аппаратуры управления и защиты реакторов, управления технологическими процессами паропроизводящих и паротурбинных установок, электростанций, общесудовых систем, а также аппаратуры централизованного контроля и бесперебойного питания. Этот опыт в условиях интенсивного развития новых средств микропроцессорной техники, обмена данными, операционных систем реального времени и пр. позволил на определенном этапе перейти от релейно-контактной элементной базы и компонентов «жесткой логики», применяемых в указанных выше системах, на качественно новый уровень создания систем с широким применением средств вычислительной техники не только для целей контроля, но и управления.

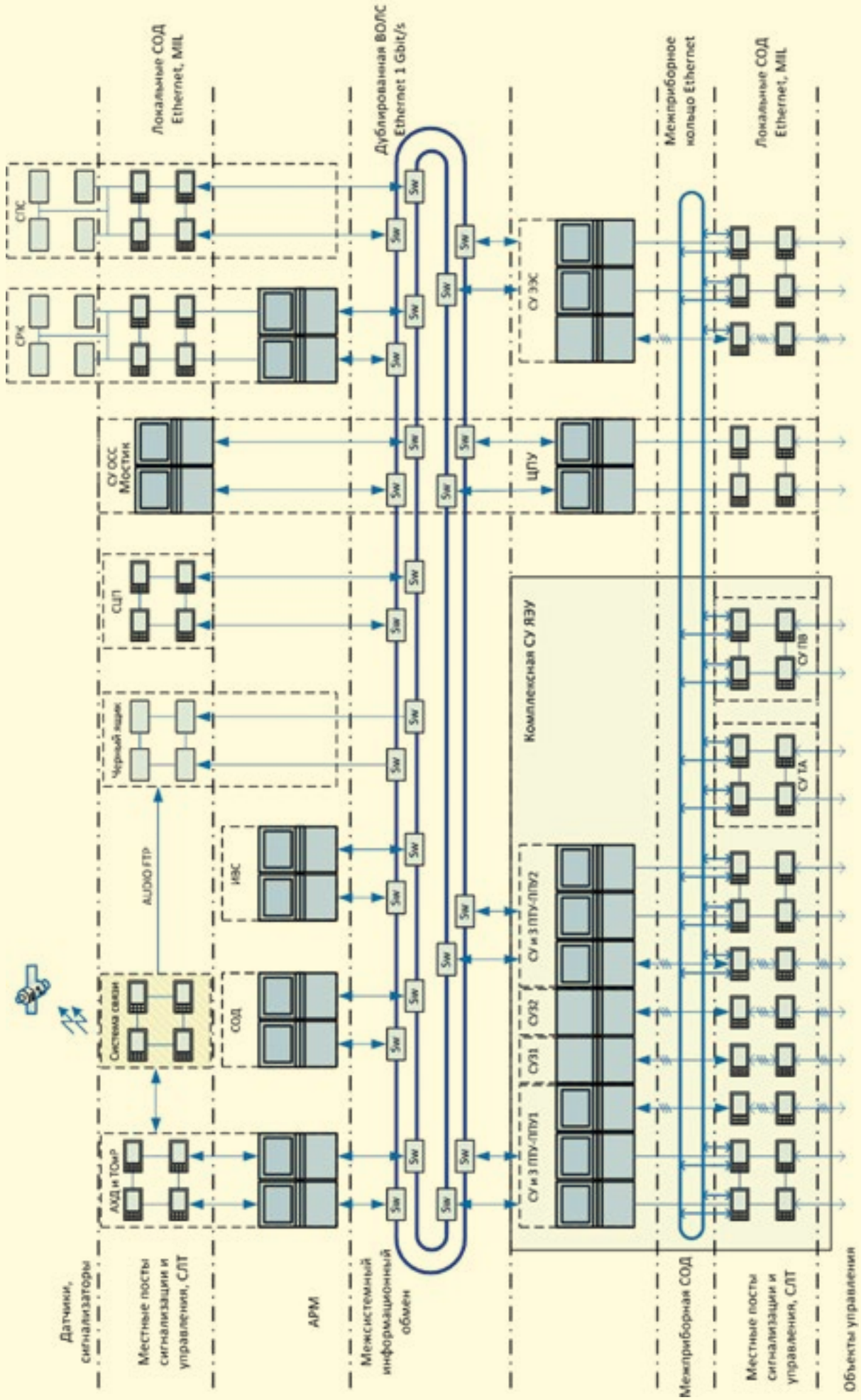
Новым этапом развития комплексных систем управления техническими средствами атомных ледоколов стал переход Концерном к созданию систем управления на основе использования средств вычислительной техники для целей управления и контроля.

Первой такой системой стала комплексная система управления «Север-М1» для атомного ледокола пр. 10521 «50 лет Победы».

Практически 100%-й переход от традиционных «жестких» мнемосхем на лицевых панелях пультов к видеокадрам, представляемым на мониторах, исключение физических органов управления (ключей, кнопок, тумблеров), а также возможность представления информации по любой системе КСУ ТС на любом АРМе позволили значительно увеличить объем представляемой информации и возможности оперативного управления в соответствии с требованиями заказчика с одновременным уменьшение массы и габаритов аппаратуры, т.е. создать благоприятные человеко-машинные интерфейсы, повышающие надежность управления и снижающие нагрузку на операторов.

КСУ ТС «Север-М1» в целом и входящие в нее системы разработаны в рамках единой концепции, включающей в себя следующие общие принципы и положения:

- обеспечивается степень автоматизации основных технологических процессов, которая позволяет сохранить организацию управления основными ТС, принятую на эксплуатируемых заказах;
- разработана комплексная система, составные части которой реализуются на единых системотехнических решениях;
- основу КСУ ТС составляет комплекс программно-технических средств, построенный на современной элементной базе с учетом последних достижений современных информационных технологий;
- имеет распределенную многоуровневую иерархическую структуру, соответствующую структуре технологического объекта и характеру управления им;



Структурная схема КСУ ТС «Котлин-220» и АСУ ТП УАЛ

- КСУ ТС в части обеспечения ядерной безопасности соответствует требованиям всех нормативных документов Ростехнадзора и РМРС;
- КСУ ТС и все виды ее обеспечения выполнены открытыми и приспособленными к модернизации, развитию и наращиванию;
- КСУ ТС строится с учетом минимизации трудозатрат на её обслуживание.

Особенностью структуры КСУ ТС в части реализации информационных функций является распределенная иерархическая структура обработки информации.

В настоящее время АО «Концерн «НПО «Аврора» для УАЛ «Арктика», «Сибирь», «Урал» спроектированы, изготовлены и поставлены на завод-строитель КСУ ТС «Котлин-220» и АСУ ТП УАЛ, в состав которых входят системы:

- управления и защиты реактора «Марс-220»;
- управления и контроля ТС ПТУ и вспомогательных систем «Бриз-220»;
- управления исполнительными органами систем безопасности РУ и контроля за их работой «Шквал-220»;
- управления расходом питательной воды в реакторную установку и регулирования локальных параметров РУ и ПТУ «Вьюга-220»;
- регулирования ГТГ «Альмак-220»;
- централизованного управления электроснабжением КСУ ТС с обеспечением бесперебойности электропитания аппаратуры, важной для безопасности, до восстановления основного питания «Тангенс-220»;
- управления общесудовыми системами «Таймыр-220»;
- управления электроэнергетической системой «Двина-220»;
- информационно-вычислительная система «Алдан-220»;
- обеспечения эксплуатации и административно-хозяйственной деятельности ледокола «Парус-220»;
- регистрации информации в условиях проектных и запроектных аварий «Буревестник-220».

Современное развитие ледокольного флота России и ядерной энергетики, осуществляемое в рамках федеральных целевых программ, вызвано приоритетными направлениями деятельности гражданского флота и энергетического обеспечения удаленных прибрежных районов России, связанными в ближайшие десятилетия с обеспечением северного завоза, освоения шельфа и разработки Павловского месторождения на Новой Земле, добычи и транспортировки жидких углеводородов Арктики, восстановления инфраструктуры аэродромов и портов Новосибирских островов, Земли Франца Иосифа и других районов Крайнего Севера.

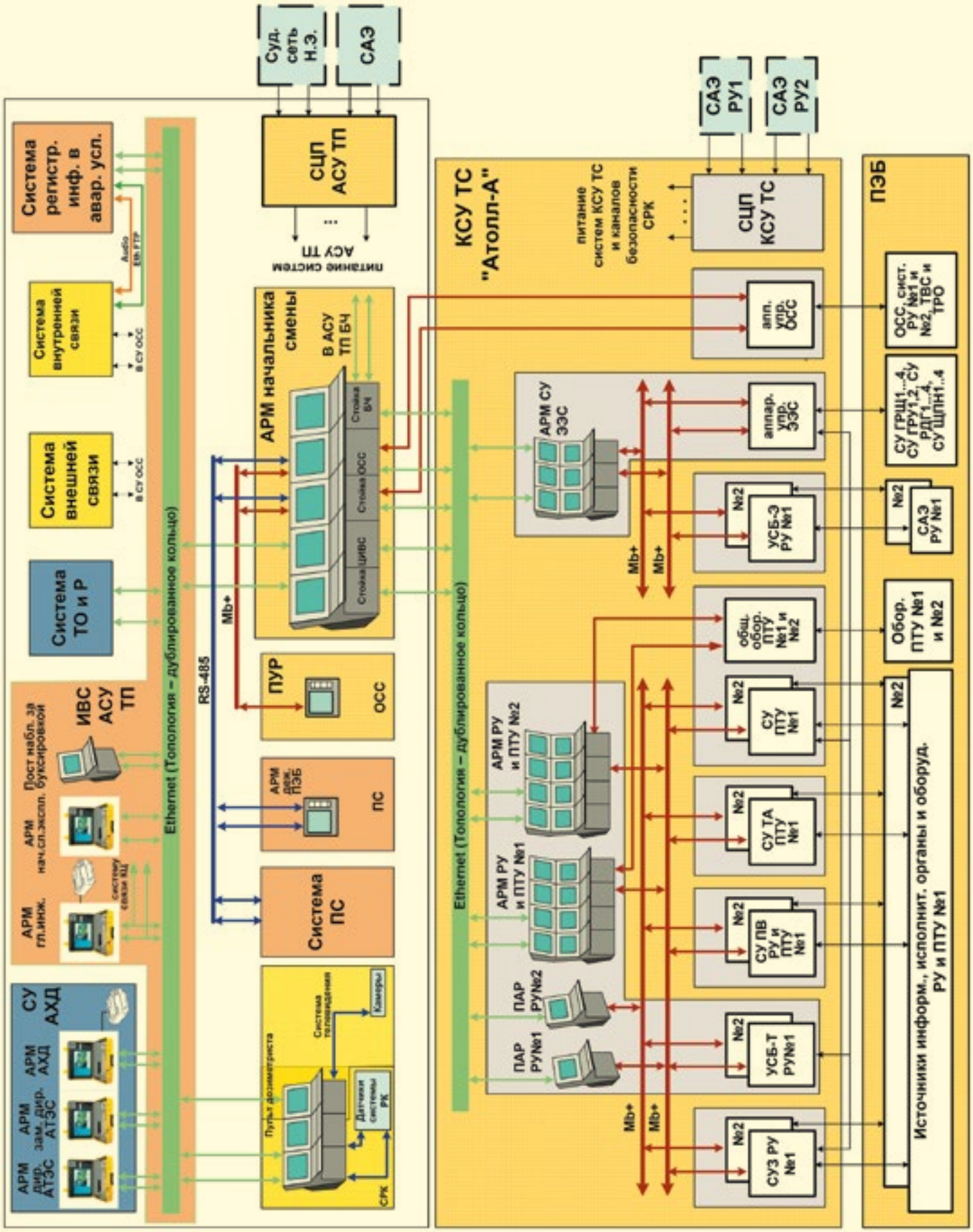
В этой связи в соответствии с федеральной целевой программой «Безопасность и развитие ядерной энергетики» осуществлено строительство и ввод в эксплуатацию в г. Певек Чукотского автономного округа плавучего энергоблока «Академик Ломоносов», для которого Концерн выполнил одну из важнейших задач по созданию автоматизированной системы управления технологическими процессами плавучего энергоблока АСУ ТП ПЭБ «Лагуна».

Создание АСУ ТП «Лагуна» велось на базе апробированных аппаратно-программных решений, с учетом опыта предприятия по созданию аналогичных систем.

АСУ ТП «Лагуна» является интегрированной системой, все составные части которой тесно взаимодействуют друг с другом и обеспечивают автоматизацию всего комплекса технических средств ПЭБ и всех видов деятельности ПЭБ как промышленного энергетического предприятия. В АСУ ТП реализован принцип единого центра по формированию сигналов аварийной защиты и ограничения мощности реактора.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ, РАЗРАБОТАННАЯ АО «КОНЦЕРН «НПО «АВРОРА», ОБЕСПЕЧИВАЕТ ФУНКЦИИ АВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ НЕ ТОЛЬКО ПО НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ РЕАКТОРА, КАК ЭТО ТРАДИЦИОННО ПРИНЯТО В ТРАНСПОРТНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ, НО И ПО ВСЕМ ОСТАЛЬНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ.

Помимо традиционных для АО «Концерн «НПО «Аврора» систем управления, в состав АСУ ТП входят и другие системы, такие как системы внешней и внутриобъектовой связи, промышленного телевидения, радиационного контроля, пожарной сигнализации, регистрации информации в условиях проектных и запроектных аварий («черный ящик»), единой информационной системы технического обслуживания и ремонта ПЭБ и административно-хозяйственной деятельности.



Структурная схема АСУ ТП ПЭБ «Лагуна»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ АСУ ТП И КСУ ТС

Основные направления технической политики АО «Концерн «НПО «Аврора» в проектах КСУ ТС и АСУ ТП нового поколения базируются на наиболее прогрессивных решениях, отражающих современные тенденции развития систем управления техническими средствами.

К ним относятся:

- интеграция управляющих и информационных систем в единый комплекс, предусматривающий высокую степень структурной и аппаратной унификации различных систем;
- использование, как правило, единой аппаратно-программной платформы для всех систем комплекса;
- организация единой системы обмена данными (СОД) между абонентами в цифровом коде по стандарту «ETHERNET»;
- использование в максимально возможной степени сквозных алгоритмов обработки информации, позволяющих исключить дублирование задач и функций;
- адаптация к изменению условий функционирования (количества и вида входных/выходных сигналов, алгоритмов и пр.), возможность модернизации;
- концентрация аппаратуры, связанной с формированием сигналов аварийной защиты по нейтронно-физическим и технологическим параметрам и распределением управления по этим сигналам, в системе управления и защиты (СУЗ) реактора.

Современный подход в Концерне к формированию структуры КСУ ТС и АСУ ТП, основанный на идее интеграции, позволяет сформировать структуру регулирования ЯЭУ, исходя из того, что процесс управления ЯЭУ и всеми ее средствами относится по своей природе к категории централизованных процессов. Ответственность за обеспечение качества регулирования параметров ЯЭУ на режимах автоматического управления сосредотачивается в едином центре с возможностью в рамках одной системы обеспечивать качество функционирования всей установкой в целом.

В настоящее время в Концерне при создании систем автоматического управления ЯЭУ и вспомогательного оборудования учитываются такие изменения их технических характеристик, как повышение требований к точности поддержания отдельных регулируемых параметров, характеризующих состояние ЯЭУ; уменьшение постоянных времени основных аккумуляторов энергии (тепловой, кинетической и т.д.) за счет повышения удельной энерговооружённости объектов; изменения динамики автоматизированных ЯЭУ в условиях удовлетворения жестким требованиям по динамическим и статическим характеристикам, предъявляемым к поддержанию основных регулируемых параметров.

Широкое внедрение вычислительной техники с большими вычислительными возможностями для реализации современных систем регулирования способствует внедрению высоко интегрированных систем автоматического управления ЯЭУ, где:

- система централизованного регулирования реализует функции по регулированию основных параметров ЯЭУ, непосредственно определяющих качество функционирования на всех режимах, и программированию этих параметров в соответствии с режимом работы установки (температура теплоносителя, давление пара, мощность реактора, расход теплоносителя, частота вращения турбогенераторов и т.д.);
- локальные системы управления осуществляют непосредственное управление приводами регулирующих органов и поддержание значений параметров, специфичных для данного агрегата (ограничительные регуляторы, регуляторы оконечных режимов и т.д.).

АСУ ТП создается как единая квазицентрализованная система, все составные части которой реализуются на единых системотехнических решениях, и которая обеспечивает комплексную автоматизацию как основного судового оборудования, так и всех вспомогательных средств и систем, обеспечивающих жизнедеятельность объекта.

АРХИТЕКТУРНО АСУ ТП СТРОИТСЯ КАК СИСТЕМА, ИМЕЮЩАЯ ИЕРАРХИЧЕСКУЮ МНОГОУРОВНЕВУЮ СТРУКТУРУ, СООТВЕТСТВУЮЩУЮ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЕ ОБЪЕКТА.

В АСУ ТП применяются интегрированные магистральные методы сбора данных и обмена информацией между системами АСУ ТП, основанные на использовании сетевых интерфейсов.

Основу АСУ ТП составляет комплекс программно-технических средств, построенный на современной элементной базе с учётом последних достижений информационных технологий.

Особое внимание в АО «Концерн «НПО «Аврора» при проектировании и изготовлении АСУ ТП уделяется вопросам ядерной безопасности.

Новый подход к структурной организации интегрированной КСУ ТС не исключает традиционных направлений улучшения её технических характеристик, а именно:

- совершенствование программно-аппаратных средств, включая сокращение массогабаритных характеристик и энергопотребления, обеспечение максимально возможных показателей безотказности, безаварийности, повышение совместной надежности аппаратуры и программного обеспечения;
- переход к разработке систем на основе отечественной элементной базы и устройств в условиях проведения работ по созданию такой базы и устройств, обладающих необходимыми характеристиками;
- расширение функциональных возможностей систем за счет реализации в них автоматизации процессов борьбы за живучесть, встроенных тренажерных режимов и др.;
- совершенствование эргономических характеристик и дизайна, внедрение прогрессивных средств отображения информации и органов управления;
- совершенствование организации систем и устройств питания, которые сегодня составляют до 30–40% объема и стоимости аппаратуры комплексных систем, обеспечение бесперебойности питания;
- радикальное улучшение показателей периферийных устройств за счет исполнительных органов с уменьшенной потребляемой мощностью, создания и использования источников информации с цифровым выходом, исключающих необходимость преобразования сигналов.

В соответствии с принятой в Концерне технологией создания систем управления для их отладки используется имитационно-моделирующий комплекс, представляющий собой виртуальную модель объектов и элементов системы управления.

Имитационно-моделирующий комплекс на базе аппаратно-программных средств, обеспечивает решение в реальном масштабе времени задач виртуального моделирования процессов, протекающих в корабельных и судовых системах и системе управления, управление этими процессами и представление результатов моделирования. Основу этого комплекса составляют математические модели оборудования судна.

ВСЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА В СБОРЕ ПРОХОДИТ НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ И ВСЕ ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ НА КОМПЛЕКСНОМ СТЕНДЕ КОНЦЕРНА И МОЖЕТ БЫТЬ ПОСТАВЛЕНА НЕПОСРЕДСТВЕННО ЗАКАЗЧИКУ.

Обеспечение ядерной безопасности (ЯБ) на всех этапах жизненного цикла создаваемых в АО «Концерн «НПО «Аврора» изделий, предназначенных для поставки на объекты атомной энергетики, является одной из стратегических целей политики Концерна в области качества, что достигается путем внедрения и реализации целого ряда технических и организационных мер, направленных на безусловное и приоритетное соблюдение требований федеральных, межотраслевых, отраслевых норм и правил в области использования атомной энергии.

Постоянное повышение требований к безопасности, надежности и живучести ядерных энергетических установок (ЯЭУ), усложнение алгоритмов функционирования и диагностирования реализуются за счет использования в микропроцессорных системах управления средств сетевого обмена информацией.

Вычислительная управляющая сеть обеспечивает сбор информации о состоянии объекта управления и о состоянии аппаратуры СУ; обработку этих данных для представления на пульт оператора, в систему управления ЯЭУ и в систему регистрации; автоматическое управление реакторной установкой во всех режимах ее эксплуатации (пуск, разогрев, энергетический режим, расхолаживание).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОНЦЕРНА

За период эксплуатации корабельных РУ с ВВР и наземных стендов-прототипов накоплен огромный опыт моделирования работы РУ в различных режимах. Этот опыт позволяет для вновь проектируемых реакторных установок обосновывать принимаемые технические решения расчетно-аналитическим путем.

Ядерные энергоблоки нового поколения предназначены для размещения, например, на кораблях малого водоизмещения, глубоководных станциях и аппаратах, в том числе для обеспечения всех видов работ по разработке месторождений полезных ископаемых на дне Мирового океана, а также на объектах малой транспортабельной ядерной энергетики — в качестве энергоисточников для отдаленных районов нашей страны. Для задач освоения арктических шельфов ведется разработка проекта ядерной энергетической установки автономного подводного необитаемого модуля для подводного (подлёдного) освоения месторождений полезных ископаемых арктических морей.

Перспективными являются направления деятельности по созданию:

- автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) судов и морской техники для освоения месторождений нефти и газа на шельфе;
- АСУ ТП плавучих энергоблоков;
- систем диспетчерского управления (АСДУ), систем координированного управления судами, обслуживающими месторождения углеводородов на шельфе, автоматизированные информационные системы мониторинга обстановки в акватории подводно — технических работ (АИСМ),
- комплексных тренажёров для подготовки и обучения операторов-судоводителей и операторов-технологов АСУ ТП, АСДУ, АИСМ.

По первому направлению требуется адаптация отработанных ранее программно-аппаратных решений к требованиям, обусловленным технологическими процессами работы судов в акваториях месторождений. Потребуется модификация отечественных разработок АСУ ТП и придание им свойств системной базовости на основе новых программно-аппаратных решений. Это позволит удовлетворить заданные требования по эффективности и безопасности эксплуатации, присущие морской гражданской технике с необходимым уровнем конкурентоспособности и импортозамещения.

При создании АСУ ТП судов основными задачами, подлежащими решению, являются:

- разработка АСУ ТП транспортных, научно-исследовательских, океанографических, геологоразведочных судов, плавучего энергоблока, предназначенных для обеспечения грузоперевозок, обустройства и эксплуатации добычных комплексов для освоения морских месторождений полезных ископаемых, а также выработки электрической и тепловой энергии в арктических регионах;
- создание АСУ ТП применительно к процессам управления движением и координированного маневрирования судов в группе;
- разработка технологии создания электронной конструкторской, технической документации и электронных руководств оператора для АСУ ТП различного назначения;
- определение оптимальной структуры систем и комплексов для функционирования АСУ ТП судов технологического и вспомогательного флота, в том числе при организации диспетчерской связи судов с береговыми центрами и при взаимодействии судов в одном технологическом процессе ведения подводно-технических работ;
- обоснование и разработка состава конкурентоспособной аппаратно-программной платформы для АСУ ТП.

По второму направлению, проектируемые для освоения шельфа арктических морей России плавучие энергоблоки и ледоколы будут оснащаться АЭУ, для которых должны создаваться отвечающие современным требованиям системы управления. Разработка таких систем должна осуществляться на основе апробированных технических решений, при этом инновационными должны стать технологии создания, позволяющие обеспечить современные требования по безопасности и долговечности, конкурентоспособные цены и возможность эксплуатации в отдаленных районах Арктики, где затруднено или невозможно сервисное обслуживание. С учётом этого создание АСУ ТП плавучих энергоблоков потребует модернизации подходов в организации функциональной и технической структур, обеспечению качественного и бесперебойного электропитания.

Самостоятельной задачей здесь является создание цифровой системы оперативного контроля и защиты (СУЗ), с представлением информации обслуживающему персоналу о состоянии текущих и прогнозных технологических параметров ЯЭУ.

Третьим направлением создания систем в гражданском сегменте рынка, рассматривается создание систем диспетчерского управления (АСДУ) и систем координированного управления судами, обслуживающими месторождения на шельфе.

Для обеспечения координированного маневрирования научно-исследовательских, океанографических, геологоразведочных судов при эксплуатации в акваториях месторождений и пунктах разгрузки потребуется реализовать в АСУ ТП возможность работы программных комплексов, предоставляющих доступ в Интернет с использованием протокола GPRS и модемов связи. Это вызвано разработкой комплекса алгоритмов оптимального и безопасного управления маневрирования судов с буксируемым подводным технологическим оборудованием и при совместной работе с подводными аппаратами.

По четвёртому направлению, основными направлениями создания интеллектуальных адаптивных тренажерных комплексов (ИАТК) являются:

- создание моделей ситуационного управления при имитации в ИАТК процессов координированного функционирования АСДУ и АИСМ при взаимодействии с судовыми АСУ ТП;
- создание электронных руководств для отработки на ИАТК практических навыков по управлению движением судов различных классов и назначения, а также по управлению технологическими процессами обустройства морских добычных комплексов, ведению подводно-технических работ, выполнению транспортных операций;
- разработка методик отработки на ИАТК режимов совместного управления операторов АСУ ТП судов и операторов диспетчерских центров в непредвиденных и аварийных ситуациях эксплуатации морской техники, при чрезвычайном изменении обстановки в акватории шельфа арктических морей РФ;
- разработка технологии обучения операторов судовых систем управления и диспетчерских систем береговых центров, добычных комплексов действиям в условиях интенсивных приёма и передачи информации при воздействии радиопомех, изменении метеорологической обстановки и состояния погоды;
- разработка и формирование критериев оценки степени подготовки операторов при обучении на интеллектуальных адаптивных тренажерных комплексах.

АО «Концерн «НПО «Аврора» прошло большой путь от начала его создания в виде отдела ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова до одного из крупнейших предприятий промышленности в области автоматизации кораблей, судов и других объектов, а также в области создания тренажерных комплексов для учебных центров подготовки экипажей. В процессе становления пройден путь технического совершенствования создаваемых изделий от отдельных локальных устройств управления и регулирования до интегрированных многосвязных систем управления всего отечественного атомного флота. Достигнутый к настоящему времени уровень, а также перспективные направления развития позволят Концерну и в будущем занимать ведущие позиции в автоматизации атомных судов и специальных объектов.

Список литературы

1. *Дядик А.Н., Сурин С. Н. Энергетика атомных судов. «Судостроение», 2014 г.*
2. *Кашка М.М., Мантула Н. В., Пономаренко А. В. Опыт и перспективы эксплуатации в Арктике атомного ледокольного флота России. Журнал «Арктика: экология и экономика» № 3 (7), 2012, Изд-во Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем безопасного развития атомной энергетики» РАН, Москва.*
3. *Князевский К., Фадеев Ю. и др. Проектные решения РУ РИТМ-200, призванные обеспечить эксплуатацию УАЛ. «Арктика: экология и экономика», № 3, 2014 г.*
4. *Сурин С.Н., Тудер Ю. Л. Автоматизация систем безопасности судовых атомных установок. «Судостроение», СПб., № 6, 1990 г.*
5. *Сурин С.Н. и др. Основные особенности автоматизации плавучих атомных станций. Юбилейный чно-технический сборник. «НПО «Аврора», СПб.,1995 г.*
6. *Сурин С. Н. Основные принципы создания комплексной системы управления техническими средствами. Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб., ФНПЦ «НПО «Аврора», СПб, 2000 г. Вып.1*
7. *Сурин С.Н. и др. Основные принципы построения систем управления технологическими процессами плавучей атомной теплоэлектростанции. Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб., ФНПЦ «НПО «Аврора», СПб, 2000 г. Вып.2.*
8. *Шилов К. Ю., Черныш Ю. Н. Унификация систем управления техническими средствами судов. «Наука и транспорт. Морской и речной транспорт». 2013. № 1 (5).*

Гриненков А. В.,
начальник научно-исследовательского отдела

Машошин А.И.,
д.т.н., профессор, начальник научно-исследовательского центра»

Шафранюк А.В.,
к.т.н., начальник группы

Аннотация. В статье излагается опыт моделирования сложных радиоэлектронных комплексов подводных лодок, обеспечивающих их разработку, отработку, испытания, эксплуатацию и модернизацию. В качестве примера рассматривается моделирование гидроакустического комплекса подводной лодки.
Ключевые слова: радиоэлектронные комплексы подводных лодок, стенд моделирования, программный имитатор.

Annotation. The article describes the experience of modeling complexes of submarines that ensure their development, development, testing, operation and modernization. As an example, the modeling of a hydroacoustic complex of a submarine is considered.
Key words: radio-electronic complexes of submarines, modeling stand, software simulator.

Современные радиоэлектронные комплексы подводных лодок (ПЛ), создаваемые АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», являются сложными аппаратно-программными система ми, сложность которых с течением времени неуклонно возрастает. Причём усложнение идёт, главным образом, за счёт совершенствования программного обеспечения (ПО), объём которого в отдельных комплексах достигает несколько миллионов строк на алгоритмическом языке высокого уровня и для своей разработки требует усилий большого коллектива алгоритмистов и программистов. Комплексы, как правило, являются многорежимными, при этом все режимы, как правило, должны быть совместными, т.е. должно быть предусмотрено их одновременное функционирование.

Авторы: ГРИНЕНКОВ А.В., МАШОШИН А.И., ШАФРАНЮК А.В.

ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ КОМПЛЕКСОВ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»

Перечисленные факторы обусловливают трудности в разработке ПО и, особенно, в его комплексной отладке. К этим трудностям добавляется появившаяся в последние десятилетия тенденция к сокращению продолжительности морской отработки и испытаний комплексов в реальных условиях функционирования. Ввиду этого, если не принять специальных мер, комплексы будут сдаваться заказчикам в недоработанном виде, что в полный рост проявится в процессе их эксплуатации и приведёт к появлению рекламаций и необходимости за счёт предприятия устранять выявленные недоработки. Но и в этом случае придётся столкнуться с проблемой установления причин некорректной работы комплексов, поскольку определить их по внешним проявлениям, зафиксированным личным составом ПЛ, зачастую не представляется возможным.

Наиболее эффективным выходом из описанной ситуации является перенос львиной доли отработки и испытаний комплексов на стенд предприятия-разработчика.

В АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор" необходимость в такой стратегии создания радиоэлектронных комплексов была осознана и принята к реализации в начале текущего века. В основе этой стратегии лежит всестороннее моделирование создаваемых комплексов в различных условиях их функционирования с упором на критические [1, 2].

Целью статьи является изложение опыта моделирования сложных радиоэлектронных комплексов на примере гидроакустического комплекса (ГАК) подводной лодки. Выбор в качестве примера ГАК обусловлен тем, что из всех радиоэлектронных комплексов ПЛ, разрабатываемых концерном, он характеризуется наибольшим объёмом ПО.

НАЗНАЧЕНИЕ СТЕНДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГАК

Для отработки ГАК на предприятии в инициативном порядке создан стенд моделирования или в современной терминологии цифровой полигон. Укрупнённая структурная схема стенда моделирования приведена на рис. 1. Стенд состоит из двух частей:

- приборов ГАК, размещаемых в прочном корпусе;
- программного имитатора (ПИ), генерирующего сигналы, поступающие с выхода приёмных гидроакустических антенн, а также других систем ПЛ, взаимодействующих с ГАК.

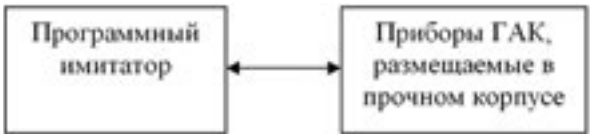


Рис. 1. Укрупнённая структурная схема стенда моделирования

Стенд моделирования ГАК начинает формироваться на этапе эскизного проектирования. Сначала в качестве приборов ГАК, размещаемых в прочном корпусе, используются их программные модели, реализуемые на макетах вычислительных средств ГАК. По мере разработки ГАК программные модели заменяются штатным программным обеспечением, а макеты вычислительных средств — штатными приборами. В результате к началу проведения стендовых испытаний ГАК на стенде стоят штатные приборы со штатным ПО. Наличие программного имитатора позволяет в ходе стендовых испытаний ГАК полноценно проверить выполнение большинства требований технического задания в условиях, максимально приближенных к реальным.

Стенд моделирования осуществляет поддержку ГАК на всех этапах его жизненного цикла. Он обеспечивает:

- на этапах эскизного и технического проектирования — проверку эффективности закладываемых в проект технических решений;
- на этапе изготовления ГАК — разработку и отработку штатного ПО;
- на этапе стендовых испытаний ГАК — подтверждение выполнения требований технического задания в предписанных условиях;
- на этапе морских испытаний ГАК — приведение результатов испытаний к условиям технического задания;
- на этапе эксплуатации ГАК — выяснение причин выявленной на практике некорректной работы программного обеспечения;
- на этапе модернизации ГАК — оценку эффективности предлагаемых новых технических решений.

Также стенд моделирования является основой для создания тренажёра для подготовки операторов ГАК.

СТРУКТУРА СТЕНДА МОДЕЛИРОВАНИЯ ГАК

Для обеспечения эффективного обнаружения целей различных классов в различных гидроакустических и помехо-сигнальных условиях обработка информации в современных ГАК ПЛ осуществляется одновременно во всех их режимах работы. На рис. 2 приведена алгоритмическая структура обработки сигналов, поступающих с выхода одной приёмной антенны ГАК ПЛ в одном из режимов его работы.

Многоканальный поток цифровых сигналов, поступающий с выхода приёмной антенны, проходит 6 этапов обработки. Сначала сигналы с частотой их дискретизации по времени поступают на вход алгоритмов адаптивной пространственно-частотно-временной обработки (АПЧВО). Их результатом являются пространственно-частотные спектры принимаемых сигналов, вычисленные в рабочем диапазоне частот (РДЧ) в секторе обзора антенны с заданными шагами по частоте, курсовому углу и углу места. Адаптация осуществляется к помехо-сигнальной обстановке, а точнее к пространственному распределению шумов моря и локальных помех. Для адаптации используются сложные матричные алгоритмы, разработка которых представляет самостоятельную задачу.

С ПОЯВЛЕНИЕМ В 80-Х ГОДАХ ПРОШЛОГО ВЕКА ЦИФРОВЫХ ГАК ПЛ АДАПТАЦИЯ К ГИДРОАКУСТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ, СОСТОЯЩАЯ В ВЫБОРЕ ОПЕРАТОРОМ ОПТИМАЛЬНЫХ ДЛЯ РЕШАЕМОЙ ЗАДАЧИ И ТЕКУЩИХ УСЛОВИЙ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА, УГЛА НАКЛОНА ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРАВЛЕННОСТИ АНТЕННЫ И ВРЕМЕНИ НАКОПЛЕНИЯ СИГНАЛА, БЫЛА ЗАМЕНЕНА НА ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ ОБРАБОТКУ СИГНАЛОВ ВО ВСЕХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ, ЧАСТОТНЫХ И ВРЕМЕННЫХ КАНАЛАХ.

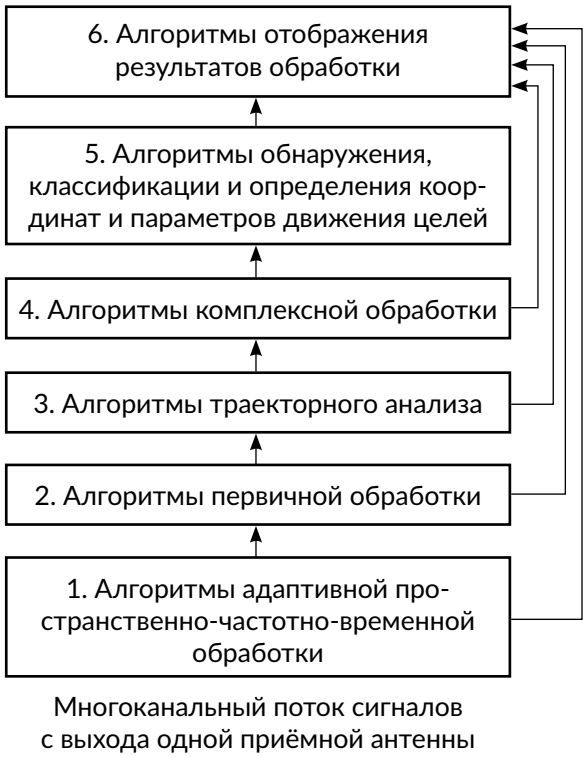


Рис. 2. Алгоритмическая структура обработки сигналов с выхода одной приёмной антенны ГАК ПЛ в одном из режимов работы

Из полученных в результате АПЧВО пространственно-частотных спектров формируются так называемые пеленгационные рельефы, представляющие собой распределение по курсовым углам энергии сигналов, пришедших с одного вертикального направления в нескольких (как правило, трёх) широких частотных диапазонах.

Результаты АПЧВО циклически, с периодом формирования пеленгационных рельефов (единицы секунд), поступают на вход первичной обработки, которая состоит в обнаружении в каждом пеленгационном рельефе локальных энергетических превышений среднего (фонового) уровня рельефа, называемых элементарными сигналами (ЭС). Одновременно с обнаружением ЭС осуществляется измерение их статических (т.е. измеренных в одном пеленгационном рельефе) параметров. К этим параметрам относятся: курсовой угол (КУ), соответствующий максимуму ЭС, угловая (акустическая) протяженность, индикаторное отношение сигнал/помеха (ОСП), абсолютный уровень, приведенный к входу антенны.

Поток обнаруженных ЭС с их статическими параметрами передаётся на вход траекторного анализа, результатом которого является построение траекторий ЭС с одновременным сглаживанием их статических параметров и оценкой их динамических параметров (т.е. скоростей изменения статических параметров) во времени. Из всех построенных траекторий выделяются статистически устойчивые. Их сглаженные статические и динамические параметры передаются на вход комплексной обработки, осуществляющей их идентификацию с траекториями, наблюдаемыми на выходе других антенн и других режимов ГАК. При положительных результатах идентификации параметры идентичных траекторий объединяются.

ПОСЛЕ ЭТАПА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ МАССИВ СОПРОВОЖДАЕМЫХ КОМПЛЕКСНЫХ ТРАЕКТОРИЙ С ИХ ПАРАМЕТРАМИ ПОСТУПАЕТ НА ВХОД АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ.

Более подробно алгоритмы обнаружения, классификации и определения координат и параметров движения целей описаны в [3].

Результаты каждого этапа обработки преимущественно в графическом виде отображаются оператору.

Из рассмотрения алгоритмической структуры обработки информации в ГАК ПЛ вытекают следующие требования к ПИ, обеспечивающему разработку и отработку алгоритмов и ПО:

1) ПИ должен обеспечивать адекватное моделирование тактических эпизодов, гидроакустических условий, шумоизлучения и звукоотражения всех заданных классов целей, шумовых и реверберационных помех, излучающих и приёмных трактов ГАК.

2) Для обеспечения отработки совместного функционирования всех режимов работы ГАК ПИ должен быть способен одновременно генерировать данные в реальном масштабе времени на выходе всех приёмных антенн в рамках единого тактического эпизода.

3) Учитывая, что алгоритмы и ПО, реализуемые на разных этапах обработки (рис. 2), разрабатываются специалистами разной компетенции, для обеспечения их параллельной работы ПИ должен генерировать входные данные одновременно для каждого этапа обработки. Для этого в ПИ, наряду с алгоритмами генерации данных на выходе приёмных антенн ГАК, для каждого этапа обработки, начиная со второго, должны быть программно реализованы алгоритмические модели, заменяющие собой штатные алгоритмы, реализуемые на всех предыдущих этапах.

4) ПИ также должен моделировать данные, поступающие от систем, обеспечивающих работу ГАК. К таким системам относятся навигационный комплекс и системы единого времени.

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ИМИТАТОРА И ОРГАНИЗАЦИЯ ЕГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Укрупнённый алгоритм генерации входных сигналов ГАК ПЛ приведён на рис. 3. Наличие нескольких (по числу приёмных антенн) веток моделирования обусловлено тем, что каждая приёмная антенна ориентирована на решение специфической задачи и, как следствие, имеет свои уникальные характеристики в части частотного диапазона и сектора обзора пространства по курсовому углу, углу места и дистанции.

Работа ПИ начинается с моделирования в блоке 1 заданного тактического эпизода (ТЭ). Основой для моделирования является заранее подготовленное формализованное описание ТЭ, включающее описание гидроакустических условий (ГАУ) в районе, количество моделируемых подводных, надводных и воздушных объектов (стационарных и мобильных) с описанием для каждого объекта его первичного и вторичного гидроакустических полей, маневрирования в процессе развития ТЭ, расписания работы его активных гидроакустических средств освещения ближней и дальней обстановки и гидроакустической связи. Формализованное описание ТЭ разрабатывается с использованием баз данных, содержащих типовые описания ГАУ, типовое маневрирование объектов разных классов, их акустических полей, параметров их гидролокаторов и т.д. Большинство параметров в базах данных представлено своими вероятностными распределениями, что позволяет вносить в моделирование случайную компоненту. Базы данных являются пополняемыми, что позволяет расширять область применения ПИ.

Моделирование ТЭ осуществляется циклически с циклом в единицы секунд. Результатами моделирования на каждом цикле являются параметры взаимного расположения каждого моделируемого объекта и ПЛ-носителя ГАК, параметры их шумоизлучения и звукоотражения, параметры работающих гидролокаторов, а также признаки поступления на вход соответствующих антенн ГАК ПЛ-носителя эхосигналов и сигналов гидролокаторов моделируемых объектов [4, 5].

Результаты моделирования ТЭ используются в блоках 2-i для расчета передаточной характеристики гидроакустического канала для каждого моделируемого объекта и каждой i-ой приёмной антенны. Также в блоках 2-i рассчитывается анизотропия шумов моря на входе каждой приёмной антенны.

С использованием передаточной характеристики канала в блоках 3-i рассчитываются параметры сигналов каждого объекта и всех видов помех на входе каждой приёмной антенны. Далее в блоках 4-i рассчитанные параметры используются для генерации сигналов на вход каждого этапа обработки информации в ГАК.

На рис. 4 изображён алгоритм генерации выходных сигналов антенны на примере одной приёмной антенны ГАК. Блоки 1, 2 и 3 рис. 4 аналогичны одноимённым блокам на рис. 3. В блоках 4–9 осуществляется генерация входных данных для каждого этапа обработки в ГАК ПЛ. При этом, если в блоке 4 моделируется штатный многоканальный поток цифровых данных с выхода антенны, то в блоках 5–9 генерация осуществляется с использованием подхода, позволяющего не воспроизводить штатную обработку данных на предыдущих этапах, а использовать их идеализированные теоретические модели.

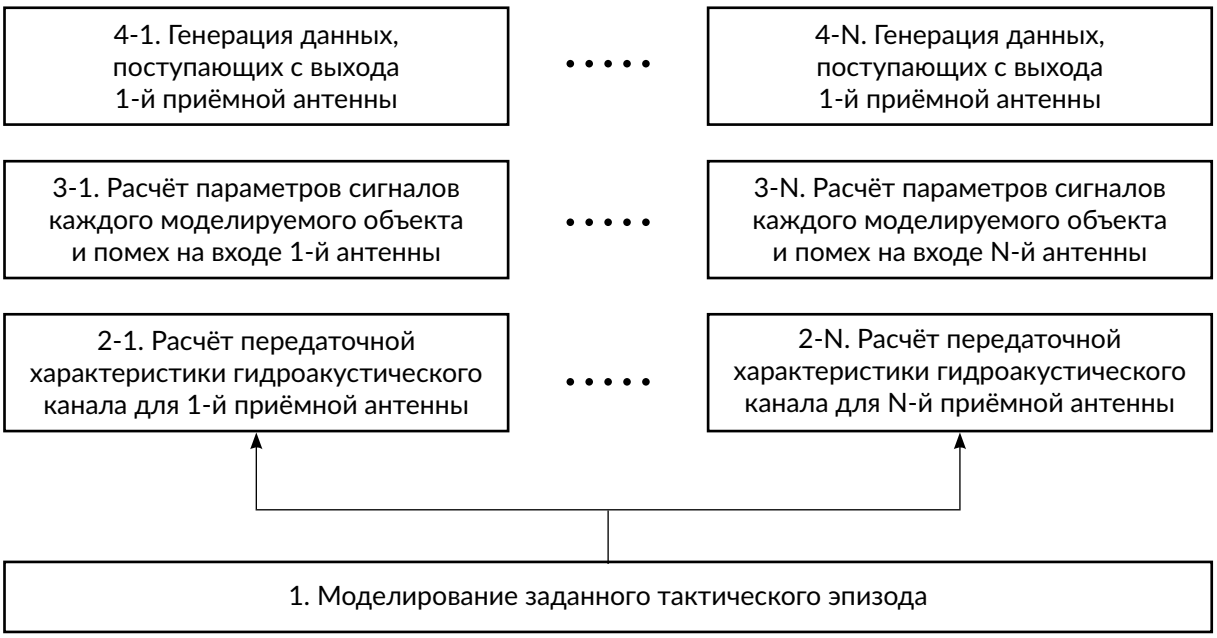


Рис. 3. Укрупнённый алгоритм генерации входных сигналов ГАК ПЛ

Рис. 4. Структура алгоритма генерации выходных сигналов одной приёмной антенны ГАК

Из этого вытекают разные требования к производительности вычислительных средств, используемых для реализации в реальном масштабе времени блоков, изображённых на рис. 4. Если для реализации всех блоков, кроме 4-го, достаточно использовать высокопроизводительные ЭВМ общего назначения с пиковой производительностью в несколько десятков гигафлопс, то для реализации блока 4 требуется спецпроцессор цифровой обработки сигналов с пиковой производительностью в несколько десятков терафлопс. При отсутствии такого спецпроцессора генерация данных на вход алгоритмов АПЧВО осуществляется в камеральном масштабе времени, проще говоря, путём предварительного расчёта реализаций. Хотя такой подход имеет право на жизнь, он имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что пропадает возможность оперативной корректировки моделируемого тактического эпизода, например, поведения моделируемых объектов (изменение курса, скорости, глубины, применения оружия и средств противодействия, излучения гидроакустических сигналов) на основе получаемой информации.

АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В ПРОГРАММНОМ ИМИТАТОРЕ

Ниже приводится алгоритм моделирования входных сигналов режима шумопеленгования ГАК. Структура алгоритма приведена на рис. 4.

Алгоритм моделирования тактического эпизода (блок 1 на рис. 4)

Тактический эпизод (ТЭ) является основой для отработки ПО одного либо совокупности режимов работы ГАК ПЛ. Моделирование ТЭ осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом.

1) Оператором задаётся вариант ТЭ. Перечень вариантов включает:

- переход ПЛ в заданный район в условиях интенсивного надводного судоходства;
- поиск подводной лодки в районе или на рубеже;
- самооборона от ПЛ противника;
- самооборона от противолодочных кораблей противника;
- самооборона от противолодочной авиации;
- противоторпедная защита;
- противоминная оборона.

В соответствии с заданным вариантом в программу из базы данных (БД) загружаются:

- набор моделируемых объектов с указанием их классов и их акустических характеристик. В качестве моделируемых объектов выступают:
  - подводные лодки;
  - противолодочные надводные корабли;
  - гражданские суда;
  - противолодочные самолёты и вертолёты;
  - АНПА;
  - торпеды (корабельные и авиационные);
  - мины (якорные и донные);
  - имитаторы ПЛ;
  - приборы помех;
- схема маневрирования каждого объекта и применения им оружия, средств самообороны и противодействия;
- расписание работы гидролокаторов противолодочных сил;
- продолжительность ТЭ.

Оператор имеет возможность откорректировать состав моделируемых объектов, их акустические характеристики, схему маневрирования каждого объекта, а также продолжительность ТЭ.

2) Оператором задаётся вариант типовых гидроакустических условий (ГАУ) в районе (конкретные параметры ГАУ в соответствии с заданным типовым вариантом загружаются из БД). Перечень типовых вариантов ГАУ включает

- условия сплошной акустической освещённости в мелком море;
- условия рефракционных ограничений в мелком море;
- условия сплошной акустической освещённости в глубоком море;
- условия дальних зон акустической освещённости.

Оператор имеет возможность откорректировать любые характеристики заданного варианта типовых ГАУ.

3) Оператором задаётся шаг по времени моделирования ТЭ.

Результатами моделирования на каждом шаге развития ТЭ являются:

- количество моделируемых объектов (подводных, надводных, воздушных);
- их координаты и параметры движения, относительно ПЛ-носителя моделируемого ГАК;
- их акустические характеристики (спектры шумоизлучения, угловые зависимости эквивалентного радиуса, параметры излучаемых сигналов гидролокаторами.

Алгоритм расчёта передаточной характеристики гидроакустического канала (блок 2 на рис. 4)

Целью расчёта передаточной характеристики гидроакустического канала является получение лучевой структуры сигнала (под сигналом понимается излучаемый объектом шум, излучаемые сигналы гидролокаторов и отражённые эхосигналы) каждого моделируемого объекта, а также шумов моря на входе приёмной гидроакустической антенны в заданных гидроакустических условиях. Расчёт выполняется с использованием зарегистрированных в госреестре программ гидроакустических расчётов [6–8].

Расчёт лучевых структур осуществляется с циклом моделирования соответствующим циклу работы имитируемого приёмного канала и составляет величину порядка долей секунды-секунд. Для вычисления одной лучевой структуры одного источника используемая лучевая программа формирует около тысячи лучей, вышедших из источника, и с учётом гидроакустических условий прослеживает их траектории до приёмной антенны. Затем из этих лучей выбираются только те, что попали в раскрыв антенны, и вычисляются их параметры. Для каждого сигнального луча эти параметры включают: угол скольжения луча на входе антенны, длину траектории луча, время пробега сигнала по лучу между источником и приёмной антенной, количество отражений луча от дна и поверхности, частотно зависимую аномалию распространения сигнала.

Алгоритмы вычисления лучевой структуры сигнала источника приведены в [9, 10].

Пример расчёта аномалии распространения сигнала источника, расположенного на глубине 200 м, на входе приёмника, находящегося на глубине 300 м, в районе с вертикальным распределения скорости звука, изображённым на рис. 5, при волнении моря 3 балла, приведён на рис. 6.

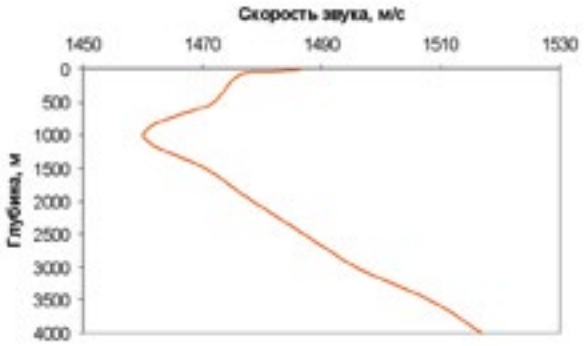


Рис. 5. Вертикальное распределение скорости звука

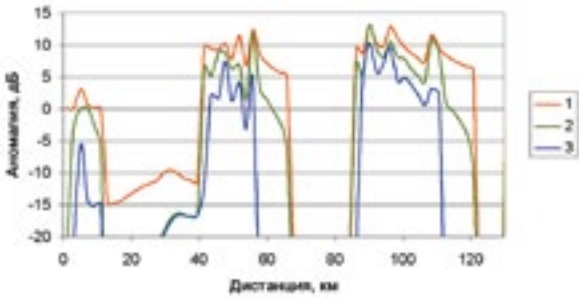


Рис. 6. Зависимость от расстояния между источником и приёмником аномалии распространения сигнала по сигнальным лучам (параметр графиков — номер луча)

Лучевая структура шумов моря включает заданное количество лучей в вертикальной плоскости, их углы прихода на вход антенны и частотно зависимую интенсивность каждого луча. Расчёт лучевой структуры шумов моря осуществляется в соответствии с моделью шумов моря, построенной на основе суперпозиции независимых источников шума, равномерно расположенных на поверхности моря (модель Крона-Шермана [11]). Алгоритм расчёта нормированной интенсивности $P_n(f, \psi_j)$ на частоте f и для каждого j-го луча (из не менее чем пятисот заданных лучей, углы скольжения которых на входе приёмной антенны равномерно распределены в интервале [–90°; +90°]), имеет вид [9]:

$$\rho_n\left(f,\psi_j\right)=\frac{\alpha_{пов}^{2m-1}}{4\cdot\pi\cdot\left(1-V_{дно}^2\cdot V_{пов}^2\cdot 10^{-0,1\cdot\beta(f)\cdot R_0}\right)}\times\begin{cases}10^{-0,1\cdot\beta(f)\cdot R_1} & при\ \psi_j\geq 0\\ 10^{-0,1\cdot\beta(f)\cdot R_2}\cdot V_{дно}^2 & при\ \psi_j<0\end{cases} \quad (1)$$

где

ψ_j — угол скольжения j-го луча на входе антенны;

$\alpha_{пов}$, $\alpha_{дно}$ — углы скольжения у поверхности и дна соответственно луча, приходящего на вход антенны под углом ψ_j;

$V_{пов}(\alpha_{пов})$, $V_{дно}(\alpha_{дно})$ — коэффициенты отражения j-го луча от поверхности и дна соответственно;

R_0 — расстояние по j-му лучу между его соседними выходами к поверхности;

R_1,R_2 — расстояния по j-му лучу до его первого выхода к поверхности (если луч пришел к антенне сверху либо снизу соответственно);

m — коэффициент, определяющий ширину характеристики направленности элементарных шумовых источников звука на поверхности $(m=1..3)$;

$\beta(f)$ — коэффициент пространственного затухания на частоте f.

Пример расчёта нормированной интенсивности шумов моря для вертикального распределения скорости звука, изображённого на рис. 5, при расположении приёмной антенны на оси подводного звукового канала приведён на рис. 7.

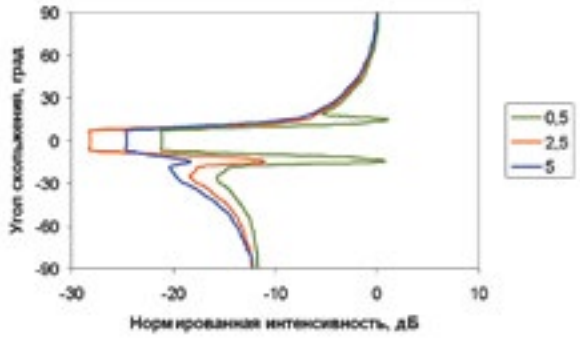


Рис. 7. Зависимость нормированной интенсивности шумов моря от угла скольженияна входе приёмной антенны (параметр графиков — частота в килогерцах)

Если расчёт лучевых структур шумов моря осуществляется только при изменении глубины носителя ГАК, то расчёт лучевых структур сигналов объектов выполняется с шагом моделирования, порядка долей секунд, секнуд. Поскольку количество моделируемых источников может достигать десяти и более, суммарное время расчёта лучевых структур сигналов объектов может быть весьма большим. Ввиду этого при моделировании приняты меры по сокращению времени гидроакустических расчётов. Основой для сокращения времени расчёта служат следующие факторы:

- перечисленные выше параметры сигнальных лучей делятся на частотно независимые и частотно зависимые. К последним относится только аномалия распространения сигнальных лучей объектов;
- частотно независимые параметры зависят только от взаимного расположения источника и приёмника и при модели плоского дна имеют периодическую структуру (при модели неровного дна периодическую структуру имеют лучи, не касающиеся дна);
- частотная зависимость аномалии распространения сигнала на фиксированной дистанции в логарифмическом её представлении носит практически линейный характер и её достаточно точно можно аппроксимировать кусочно-линейной функцией с 5–10-ю узлами на весь рабочий диапазон частот приёмной антенны.

Перечисленные факторы позволяют реализовать следующий алгоритм расчёта передаточной характеристики гидроакустического канала для сигналов объектов.

1) До начала моделирования:

- определяются минимальная R_{min} и R_{max} максимальная дистанции между приёмной антенной и моделируемыми источниками на всём интервале времени моделирования. Это достигается путём ускоренного проигрывания помехосигнальной ситуации (блок 1 на рис. 4);
- формируется массив глубин моделируемых источников на всём протяжении моделирования. Если у одного из источников имеет место плавное изменение глубины в некотором интервале глубин, этот интервал глубин представляется массивом дискретных значений с шагом 10–20 м;
- для каждой комбинации глубин источника и приёмной антенны с заданным шагом по дистанции Δr в интервале $[R_{min}, R_{max}]$ с использованием лучевой программы рассчитываются лучевые структуры сигнала источника на входе приёмной антенны. Шаг по дистанции Δr выбирается в несколько раз меньшим характерного интервала сохранения конгруэнции лучей на входе антенны в заданных гидроакустических условиях [9]. Аномалия каждого луча на входе антенны рассчитывается на 5–10 частотах, равномерно расположенных вдоль рабочего диапазона частот антенны. Массив рассчитанных лучевых структур с привязкой к глубинам источника и приёмника и дистанции между ними сохраняется в памяти вычислителя.

2) В процессе моделирования:

- для текущего взаимного расположения гидроакустической антенны и одного (каждого) из источников по глубине и дистанции из массива рассчитанных лучевых структур выбираются две лучевые структуры, обе из которых соответствуют текущим глубинам антенны и источника, и являются ближайшими (справа и слева) по дистанции к текущей дистанции между антенной и источником;
- параметры искомой лучевой структуры определяются путём интерполяции на текущую дистанцию с использованием параметров двух выбранных лучевых структур.

Описанный подход к расчёту передаточной характеристики гидроакустического канала позволяет сократить время её расчёта примерно на порядок.

Алгоритм расчёта параметров сигналов каждого моделируемого объекта и помех на входе приёмной антенны (блок 3 на рис. 4)

Для конкретности остановимся на режиме шумопеленгования.

Сигнал на выходе одного элемента приёмной антенны шумопеленгования представляет собой аддитивную сумму шумовых сигналов всех моделируемых источников, а также шумов моря и помехи, обусловленной шумами носителя ГАК.

Рассмотрим модели на входе антенны во временной, частотной и пространственной областях шумового сигнала одного источника.

Модель шумового сигнала источника во временной области на входе приёмной антенны имеет вид [12]:

$$u(t)=\sum_{k=1}^{N_{сл}}\left\{\left[1+\sum_{i=1}^{N_{ВЛМ}}A_{ВЛМ_i}\sin\left(2\pi F_{ВЛМ_i}(t-\Delta t_k)\right)+\sum_{j=1}^{N_{МК}}A_{МК_j}\sin\left(2\pi F_{МК_j}(t-\Delta t_k)\right)\right]\times u_k(t-\Delta t_k)+\sum_{m=1}^{N_{ДС}}A_{ДС_m}\sin\left(2\pi f_{ДС_m}(t-\Delta t_k)\right)\right\} \quad (2)$$

где

$N_{сл}$ — количество сигнальных лучей, попавших в раскрыв антенны;

$u_k(t)$ — несущая шумового сигнала, пришедшего к антенне по k-му лучу;

Δt_k — запаздывание сигнала, пришедшего к антенне по k-му лучу, относительно наиболее энергонесущего луча;

$N_{ДС}$ — количество дискретных (узкополосных) составляющих (ДС) в спектре несущей сигнала, излучаемого источником;

$f_{ДС_m}$ — частота m-й ДС в спектре несущей сигнала;

$A_{ДС_m}$ — амплитуда m-й ДС в спектре несущей сигнала.

$N_{ВЛМ}$ — количество ДС вально-лопастной амплитудной модуляции (ВЛМ) сигнала, излучаемого источником;

$F_{ВЛМ_1}$ — частота первой ДС (основания) ВЛМ;

$A_{ВЛМ_i}$ — амплитуда i-й ДС ВЛМ;

$N_{МК}$ — количество ДС амплитудной модуляции качкой на волнении (МК) сигнала, излучаемого источником;

$F_{МКj}$ — частота j-й ДС МК;

$A_{МКj}$ — амплитуда j-й ДС МК.

Пространственно-частотный энергетический спектр несущей k-го луча сигнала источника на выходе одного элемента приёмной антенны имеет вид:

$$S_{нес}(f)=S_0(f_i)\cdot H_k(f_i)\cdot\mu^2(f)\cdot D(f_i,\alpha_s,\psi_j) \quad (3)$$

где

$S_0(f)$ — энергетический спектр несущей сигнала, излучаемого источником:

$$S_0(f)=P_0^2\cdot f^{-1} \quad (4)$$

f — частота, кГц;

P_0 — приведённый уровень шумоизлучения источника, Па;

$H_k(f)$ — передаточная характеристика (по мощности) канала распространения сигнала для k-го луча сигнала:

$$H_k(f)=H_k(f)=\frac{10^{-0,1\cdot\beta(f)\cdot L_k}\cdot E_k(f,R)}{10^3\cdot R^2} \quad (5)$$

$\beta(f)$ — коэффициент пространственного затухания сигнала в функции частоты для заданных гидроакустических условий, дБ/км;

L_k — длина траектории k-го луча, км;

$E_k(f,R)$ — аномалия (по мощности) распространения k-го луча сигнала, относительные единицы мощности (результат гидроакустических расчётов);

R — горизонтальное расстояние между источником и приёмником, км;

$\mu(f)$ — чувствительность одного элемента антенны в функции частоты, В/Па;

$D(f,\alpha_s,\psi_k)$ — значение нормированной характеристики направленности одного элемента антенны в горизонтальном α_s и вертикальном ψ_k направлениях прихода k-го луча сигнала.

С учётом (1) энергетический спектр шумов моря на выходе одного элемента приёмной антенны запишется в виде

$$S_{шм}(f)=P_{шм}^2\mu^2(f)\int_0^{360}\int_{-90}^{90}D(f,\alpha,\psi)\cos(\psi)\rho_\alpha(f,\psi)\,d\alpha\,d\psi \quad (6)$$

где $P_{шм}$ — приведённый уровень шумов моря, соответствующий заданному волнению поверхности моря.

Энергетический спектр помехи, обусловленный шумами носителя ГАК, определяется по формуле:

$$S_{пн}(f)=P^2_{пн}\cdot f^{-1} \quad (7)$$

где $P_{пн}$ — заданный приведённый уровень помехи, обусловленный шумами носителя ГАК, Па.

Алгоритм генерации данных на вход АПЧВО (блок 4 на рис. 4)

Алгоритм генерации функционирует циклически, моделируя на каждом цикле шумовой сигнал на выходе каждого элемента приёмной антенны, являющийся смесью сигналов всех моделируемых объектов, шумов моря и помехи, обусловленной шумами носителя ГАК.

Последовательность генерации шумовых сигналов имеет следующий вид.

1) Моделируются временные реализации сплошной части спектра несущей наиболее энергонесущего сигнального луча одного источника на выходе нулевого элемента антенны (т.е. элемента, расположенного в фазовом центре антенны):

- моделируются выборки реальной и мнимой частей комплексного спектра $G_1(f_i)$, $i=1,...,N$, несущей наиболее энергонесущего сигнального луча ($N=2^p$, где p — целое число):

$$\begin{aligned} Re\{G_1(f_i)\} &= Re\{G_1(f_{N-i})\} = \begin{cases} norm(0; A_1(f_i)), f_i \in [f_н, f_в] \\ 0, f_i \notin [f_н, f_в] \end{cases} \\ Im\{G_1(f_i)\} &= Im\{G_1(f_{N-i})\} = \begin{cases} norm(0; A_1(f_i)), f_i \in [f_н, f_в] \\ 0, f_i \notin [f_н, f_в] \end{cases} \end{aligned}, \quad i = 1,...,\frac{N}{2}, \quad (8)$$

где

$norm\ (m;\sigma)$ — датчик нормально распределённых случайных чисел с математическим ожиданием m и среднеквадратическим отклонением σ;

$A_1(f_i)$ — амплитудный спектр несущей наиболее энергонесущего сигнального луча;

$f_н$, $f_в$ — нижняя и верхняя граничные частоты полосы пропускания приёмного тракта;

- при помощи обратного быстрого преобразования Фурье (IFFT) вычисляется временная реализация сплошной части несущей наиболее энергонесущего луча сигнала источника на выходе одного элемента антенны

$$u_1(t_i) = IFFT\{G_1(f_i)\},\ i=1,..., N. \quad (9)$$

2) Моделируются дискретные составляющие в спектре несущей и амплитудной огибающей сигнала источника:

- в середине реализации $u_1(t_i)$ выделяется N_1 отсчетов $i_{beg},...,i_{end}$ ($N_1=i_{end} - i_{beg}+1$), отстоящих от концов реализации $u_1(t_i)$ на интервал, равный рассчитанному в блоке 2 на рис. 4 максимальному относительному запаздыванию сигнальных лучей Δt_{max}:

$$\begin{aligned} i_{beg} &= [f_d \Delta t_{max}] \\ i_{end} &= i_{beg}+N-1 \end{aligned} \quad (10)$$

где $[x]$ — символ операции вычисления целого числа, ближайшего к x;

- смоделированная реализация сплошной части несущей $u_1(t_i)$ суммируется с набором узкополосных процессов, соответствующих ДС в спектре несущей. При этом фаза каждого узкополосного процесса $\Delta\phi_{ДС_m}$ выбирается таким образом, чтобы i_{beg}-й отсчёт был продолжением того же узкополосного процесса на i_{end}-м отсчёте на предыдущем цикле моделирования

$$u_2(t_i) = u_1(t_i) + \sum_{m=1}^{N_{ДС}} A_{ДС_m} \sin\left(2\pi f_{ДС_m} t_i + \Delta\varphi_{ДС_m}\right),\ i=1,...,N; \quad (11)$$

- моделируется модулирующий процесс, состоящий из узкополосных процессов, соответствующих ДС ВЛМ. При этом, как и в случае с ДС в спектре несущей, фаза каждого узкополосного процесса $\Delta\phi_{ВЛМ_p}$ выбирается таким образом, чтобы i_{beg}-й отсчёт был продолжением того же узкополосного процесса на i_{end}-м отсчёте на предыдущем цикле моделирования

$$U_{ВЛМ}(t_i) = \sum_{p=1}^{N_{ВЛМ}} A_{ВЛМ_p} \sin\left(2\pi p f_{ВЛМ_1} t_i + \Delta\varphi_{ВЛМ_p}\right),\ i=1,...,N; \quad (12)$$

- моделируется модулирующий процесс, состоящий из узкополосных процессов, соответствующих ДС МК. При этом, как и в случае с ДС в спектре несущей, фаза каждого узкополосного процесса $\Delta\phi_{МК_j}$ выбирается таким образом, чтобы i_{beg}-й отсчёт был продолжением того же узкополосного процесса на i_{end}-м отсчёте на предыдущем цикле моделирования

$$U_{МК}(t_i) = \sum_{j=1}^{N_{МК}} A_{МК_j} \sin\left(2\pi f_{МК_j} t_i + \Delta\varphi_{МК_j}\right),\ i=1,...,N; \quad (13)$$

- формируется амплитудно-модулированный сигнал $v_1(t_i)$, соответствующий наиболее энергонесущему сигнальному лучу одного источника на выходе элемента антенны, расположенного в её фазовом центре:

$$v_1(t_i)=[1+U_{ВЛМ}(t_i)+U_{МК}(t_i)]u_2(t_i),\ i=1,...,N. \quad (14)$$

3) Аналогично выполняется моделирование временных реализаций на выходе 0-го элемента антенны остальных $N_{сл}-1$ сигнальных лучей сигнала источника, попавших в раскрыв антенны. Для сохранения корреляции между лучами за основу при моделировании каждого j-го сигнального луча берётся смоделированный на шаге 1 комплексный спектр наиболее энергонесущего луча, приведённый по форме к амплитудному спектру j-го луча:

$$\begin{aligned} Re\{G_j(f_i)\} &= Re\{G_j(f_{N-i})\} = \frac{A_j(f_i)}{A_1(f_i)} \cdot Re\{G_1(f_i)\} \\ Im\{G_j(f_i)\} &= Im\{G_j(f_{N-i})\} = \frac{A_j(f_i)}{A_1(f_i)} \cdot Im\{G_1(f_i)\} \end{aligned}, \quad i = 1,...,\frac{N}{2}, \quad (15)$$

где $A_j(f_i)$ — амплитудный спектр несущей j-го сигнального луча.

4) Моделируется временная реализация сигнала источника на выходе каждого S-го элемента антенны:

- определяется величина относительного запаздывания $\tau_{S,0}$ сигнала источника при распространении между S-м и 0-м элементами антенны;
- выполняется суммирование временных реализаций всех сигнальных лучей, попавших в раскрыв антенны, на выходе S-го элемента антенны. При этом учитываются относительные запаздывания сигнальных лучей Δt_i относительно первого (наиболее энергонесущего) луча и запаздывания

$\tau_{S,0}$ прихода сигнала на S-й элемент по сравнению с 0-м элементом антенны. Причём для исключения разрывов фазы узкополосных модулирующих процессов в каждой реализации используются только N_1 отсчётов:

$$x_s(t_i) = IFFT\left\{\sum_{k=1}^{N_{ca}} FFT\{v_k(t_i)\} exp\left(-2\pi f\left(\Delta t_k + \tau_{s,0}\right)\right)\right\},$$
$$i=i_н,\ldots,i_к \qquad (16)$$

5) Моделируются временные реализации шумов моря на выходе каждого S-го элемента антенны $y_s(t_i)$. Поскольку моделирование шумов моря с учётом реальной, весьма сложной для моделирования, корреляцией между элементами антенны [13], требует большого времени моделирования при моделировании применён приём, позволяющий на один–два порядка сократить время моделирования. Приём состоит в следующем. Известно [14], что спектр шумов моря на выходе реального приёмного тракта определяется в виде

$$S_{шм/out}(f)=S_{шм}(f)/K(f) \qquad (17)$$

где

$S_{шм}(f)$ — энергетический спектр шумов моря на выходе одного элемента антенны;

$S_{шм/out}(f)$ — энергетический спектр шумов моря на выходе линейной части приёмного тракта (т.е. после суммирования сигналов всех элементов антенны);

$K(f)$ — коэффициент помехоустойчивости антенны.

Также известно [14], что, если сигналы на выходе элементов антенны не коррелированны (что имеет место на частоте f_0, на которой половина длины волны сигнала равна расстоянию между соседними элементами антенны), то энергетический спектр сигнала на выходе приёмного тракта будет определяться в виде

$$S_{шм/out}(f)=S_{шм}(f)/K(f_0) \qquad (18)$$

Следовательно, для получения на выходе приёмного тракта спектра $S_{шм/out}(f)$ можно моделировать шумы моря на выходе элементов антенны как некоррелированные со спектром

$$S'_{шм}(f)=S_{шм}(f)\cdot K(f_0)/K(f) \qquad (19)$$

В результате шумы моря на выходе элементов антенны моделируются как некоррелированные со спектром $S'_{шм}(f)$

6) Моделируются временные реализации $Z_S(t_i)$ помехи, обусловленной шумами носителя, на выходе каждого S-го элемента антенны. Моделирование осуществляется аналогично моделированию шумов моря. Т.е. сигналы моделируются как некоррелированные со спектром

$$S'_{пн}(f)=S_{пн}(f)\cdot K(f_0)/K(f) \qquad (20)$$

7) Суммируются временные реализации шумов всех объектов, шумов моря и помехи, обусловленной шумами носителя

$$w_S(t_i)=x_S(t_i)+y_S(t_i)+z_S(t_i), i=i_H,\ldots,i_K \qquad (21)$$

Алгоритм генерации данных на вход первичной обработки (блок 5 на рис. 4)

На вход первичной обработки поступают результаты АПЧВО в виде спектров смеси сигналов и помех, соответствующих разным горизонтальным и вертикальным направлениям.

Как указывалось выше, генерация данных в блоках, начиная с 5-го на рис. 4, должна осуществляться без генерации шумовых сигналов на выходе элементов приёмной антенны, что достигается путём пересчёта вычисленных в блоке 3 на рис. 4 параметров сигналов и помех на входе приёмной антенны в данные, поступающие на вход соответствующего этапа алгоритма. Для пересчёта используются общепризнанные модели обработки сигналов, поступающих с выхода приёмной антенны.

Генерация поступающих на вход первичной обработки спектров смеси сигналов и помех, соответствующих разным горизонтальным и вертикальным направлениям, осуществляется следующим образом.

1) Вычисляется математические ожидания спектра смеси сигналов и помех на выходе приёмного тракта:

$$S_{sn}(f,\alpha,\psi) = \sum_{iobj=1}^{N_{obj}} \sum_{j=1}^{N_{ray/iobj}} H(f) S_{нес/iobj,j}\left(f,\alpha_{iobj},\psi_{iobj,j}\right)\cdot$$
$$D_{ant}\left(f,\alpha,\psi,\alpha_{iobj},\psi_{iobj,j}\right) + \frac{H(f)\cdot\left[S_{шм}(f)+S_{пн}(f)\right]}{\kappa(f)} \qquad (22)$$

где

$S_{sn}(f,\alpha,\psi)$ — математическое ожидание спектра смеси сигналов и помех, соответствующего горизонтальному направлению α и вертикальному направлению ψ;

N_{obj} — количество моделируемых объектов;

$N_{ray/iobj}$ — количество сигнальных лучей $iobj$-го объекта;

$H(f)$ — АЧХ приёмного тракта по мощности;

$S_{нес/iobj,j}(f,\alpha_{iobj},\psi_{iobj,j})$ — спектр несущей j-го луча $iobj$-го объекта на выходе одного элемента антенны, вычисляемой по формуле (3);

$D_{ant}(f,\alpha,\psi,\alpha_{iobj},\psi_{iobj,j})$ — характеристика направленности антенны (по мощности), т.е. отклик антенны на частоте f на плосковолновой сигнал с направления при компенсации антенны в направлении $\alpha\psi$.

2) Осуществляется рандомизация вычисленных математических ожиданий спектров:

$$\hat{S}_{sn}(f,\alpha,\psi) = norm\left(S_{sn}(f,\alpha,\psi), \frac{S_{sn}(f,\alpha,\psi)}{\sqrt{N_{nak}}}\right) \quad (23)$$

где

$\hat{X}_{SN}(f\alpha\psi)$ — рандомизированное значение спектра смеси сигналов и помех, соответствующего горизонтальному направлению α и вертикальному направлению ψ;

N_{nak} — количество накоплений спектра.

Алгоритм генерации данных на вход траекторной обработки (блок 6 на рис. 4)

На вход траекторной обработки на каждом цикле поступают информативные параметры сигналов обнаруженных объектов. Генерация параметров осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом.

1) По известным формулам вычисляются отношения сигнал/помеха (ОСП) моделируемых объектов и соответствующие им вероятности их обнаружения $P_{обн}$.

2) С использование датчика случайных чисел и вычисленной вероятности обнаружения разыгрывается обнаружение/не обнаружения объекта на текущем цикле

$$\begin{array}{l} \text{если } rav\ [0;1] \le P_{обн}, \text{ объект обнаружен} \\ \text{если } rav\ [0;1] > P_{обн}, \text{ объект не обнаружен} \end{array} \quad (24)$$

где $rav[0;1]$ — датчик случайного числа, равномерно распределённого в интервале $[0;1]$.

3) Если объект обнаружен, вычисляются математические ожидания и ОСП для каждого информативного параметра сигнала и соответствующие ОСП среднеквадратические погрешности их измерения.

4) С использование датчика случайных чисел генерируются оценки информативных параметров

$$\hat{X} = norm(X;\ \sigma_X) \quad (25)$$

где

$X, \hat{X}$ — математическое ожидание параметра и его оценка;

σ_X — СКП оценки параметра X.

Алгоритм генерации данных на вход комплексной обработки (блок 7 на рис. 4)

На вход комплексной обработки поступают статические (т.е. измеренные на одном цикле обработки) информативные параметры всех объектов, обнаруженных в разных режимах работы ГАК.

Алгоритм генерации данных на вход алгоритмов обнаружения, классификации и определения координат и параметров движения целей (блок 8 на рис. 4)

НА ВХОД АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ, КЛАССИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ПОСТУПАЮТ СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВСЕХ ОБЪЕКТОВ, ОБНАРУЖЕННЫХ В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ГАК.

Оценки динамических параметров (к которым относятся скорости изменения пеленга, уровня, частоты) генерируются аналогично оценкам статических параметров.

Алгоритм генерации данных на вход отображения результатов обработки (блок 9 на рис. 4)

На вход отображения результатов обработки поступают:

- сгенерированные как описано выше пеленгационные рельефы, спектры несущей и огибающей сигналов объектов, авто- и взаимнокорреляционные функции сигналов, оценки информативных параметров в функции от времени. Все данные выдаются в виде, пригодном для графического отображения;
- результаты обнаружения, классификации и определения координат и параметров движения моделируемых объектов, формируемые с использованием датчиков случайных чисел с использование вычисленных ОСП сигналов объектов и заданных зависимостей от ОСП вероятности правильного обнаружения либо ошибки определения координат и параметров движения объектов. Например, оценка дистанции до объекта формируется в соответствии с алгоритмом (25), в котором σ_X является функцией вычисленного ОСП.

УСТАНОВЛЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ИМИТАТОРА

Адекватность функционирования ПИ, т.е. правильность генерируемых им данных, является необходимым условием его использования. Поскольку ПИ генерирует многоканальный поток данных со скоростью до десятков гигабит в секунду, проверка адекватности его функционирования представляет собой самостоятельную сложную задачу.

Рассмотрение различных вариантов решения этой задачи в [9] привело к выводу, что проверку адекватности ПИ целесообразно осуществлять путём сравнения результатов обработки данных, сгенерированных ПИ, с некоторыми тестовыми величинами, посчитанными на основе общепризнанных моделей применительно к тем же тактическим и помехосигнальным условиям. Этими величинами выступают следующие результаты обработки входных сигналов, получаемые на выходе приёмного тракта:

- пеленга и курсовые углы моделируемых объектов;
- отношения сигнал/помеха в рабочих диапазонах частот;
- частоты и превышения над фоном дискретных составляющих в спектре несущей, спектрах амплитудной огибающей и корреляционной функции.

Такой подход применим к проверке адекватности функционирования блоков 1–6 и частично 9 на рис. 4. Что касается блоков 7 и 8, в которых реализуются нетривиальные логические алгоритмы, то проверка их адекватности осуществляется путём сравнения моделируемых данных с результатами работы соответствующих штатных алгоритмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирование сложных радиоэлектронных комплексов — наиболее эффективный путь обеспечения их качественной разработки, испытаний и поддержки в процессе эксплуатации.

В работе изложен опыт АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор" по созданию стендов моделирования сложных радиоэлектронных комплексов подводных лодок. В качестве примера рассмотрен гидроакустический комплекс.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 22–29–00320).

Список литературы

1. *Построение стенда моделирования гидроакустических систем, Шафранюк А.В., Прокопович В.В. // В сборнике трудов конференции ИММОД-2021, Санкт-Петербург, 2021, С. 357-362.*
2. *Быкова В. С., Мартынова Л. А., Машошин А. И., Пашкевич И. В., Диспетчер мультиагентной системы управления автономного необитаемого подводного аппарата: структура, алгоритмы, результаты моделирования // Гироскопия и навигация, том 28, №3 (110), 2020, сс. 109-121.*
3. *Брага Ю.А., Машошин А.И., Подшивалов Г.А. Алгоритм информационной поддержки оператора гидроакустического комплекса подводной лодки // Морская радиоэлектроника. 2018, №3 (65). С. 8-12.*
4. *Methods of clutter modeling for development testing of hydroacoustic systems, Shafranyuk, A.V., Prokopovich, V.V. // Journal of Physics: Conference Series, 2021, pp.*
5. *Качанов Б.О., Ахмедова С.А., Туктарев Н.А., Новиков В.А., Моделирование фликкер-шума методом суперпозиции нормальных стационарных процессов // Гироскопия и навигация, том 26, №2 (101), 2018, сс. 59-76.*
6. *Гидроакустические расчёты для станции шумопеленгования. Свидетельство о регистрации № 2021617661 от 26.04.2021г. Правообладатель – Акционерное общество «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор».*
7. *Гидроакустические расчёты для гидролокатора. Свидетельство о регистрации № 2021616807 от 27.04.2021г. Правообладатель – Акционерное общество «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор».*
8. *Гидроакустические расчёты для станции обнаружения гидролокационных сигналов. Свидетельство о регистрации № 2021617446 от 14.05.2021г. Правообладатель – Акционерное общество «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор».*
9. *Акустика океана под ред. Л.М.Бреховских. М.: Наука. 1974.*
10. *Матвиенко В.Н., Тарасюк Ю.Ф. Дальность действия гидроакустических средств. - Л.: Судостроение, 1976.*
11. *Cron B.F., Sherman C.H. Spatial-correlation function for various noise models // JASA. 1962. V.34. P. 1732.*
12. *Кудрявцев А.А., Лугинец К.П., Машошин А.И. Об амплитудной модуляции подводного шумоизлучения гражданских судов // Акустический журнал. 2003. Т. 49, № 2. С. 224-228.*
13. *Малышкин Г.С. Оптимальные и адаптивные методы обработки гидроакустических сигналов. Т.1. Оптимальные методы. – ОАО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор". 2009. 400 с.*
14. *Смарышев М.Д., Добровольский Ю.Ю. Гидроакустические антенны. Л., Судостроение. 1984.*

Аннотация: в статье рассматриваются история создания, современное состояние и перспективы развития крылатых ракет морского базирования ВМС зарубежных стран. Рассматриваются основные проблемы и пути их решения в части компоновочных построений, систем управления, навигации, наведения и целеуказания.
Ключевые слова: крылатые ракеты, ВМС

Abstract: The article deals with the history of creation, current state and prospects for the development of sea-based cruise missiles of the Navy of foreign countries. The main problems and ways of their solution in terms of layout constructions, control systems, navigation, guidance and target designation are considered.
Keywords: cruise missiles, Navy

Савченко О.В.,
к.т.н., генеральный директор ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

Половинкин В.Н.,
д.т.н., профессор, научный руководитель ФГУП «Крыловский государственный научный центр»
Заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАРАН

Авторы: САВЧЕНКО О.В., ПОЛОВИНКИН В.Н.

ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ ВМС СТРАН МИРА

Идею создания беспилотной, автоматически управляемой «летающей бомбы» впервые предложил в 1910 г. французский инженер Рене Лоран. В 1913 г. школьный учитель физики немец Вирт (Wirth) разработал комплекс радиоуправления беспилотным летательным аппаратом. Во Франции летом 1914 г. на самолёте американской компании Curtiss был впервые опробован гироскопический автопилот американца Элмера Сперри, позволявший удерживать самолёт на заданном курсе, без вмешательства пилота. Практические разработки идеи создания автоматически управляемой «летающей бомбы» велись сразу в нескольких странах. Например, первые практические шаги были сделаны американским изобретателем Питером Хьюиттом, предложившим в апреле 1915 г. оригинальный проект создания «летающей бомбы».

В СССР в 1932 г. в Группе изучения реактивного движения была организована бригада крылатых ракет с жидкостным ракетным двигателем. 29 января 1939 г. состоялся первый испытательный полет советской крылатой ракеты «212», разработанной под руководством С.П. Королёва.

Однако первой в мире крылатой ракетой, производившейся серийно и применявшейся в реальных боевых действиях, стала «Фау-1», разработанная Германией. Принято считать, что первые успешные запуски армейских ракет ближней дальности были осуществлены в 1942 г. с борта германской подводной лодки U-551. Уже в 1943 г. немцами был разработан реальный план по обстрелу Нью-Йорка крылатыми ракетами Фау-1.

В США на базе Фау-1 в 1947 г. создается первая национальная система стрельбы крылатыми ракетами с подводных лодок (ПЛ), которая получила название «Loon». После 1953 г. на вооружение американских ПЛ поступили ракеты «Regulus». Для их запуска были переоборудованы дизель-электрические подводные лодки (ДЭПЛ) USS Tunny (SSG-282) и USS Barbero (SSG-317). Позднее в качестве носителей этих ракет были построены ДЭПЛ Growler и Grayback, а затем и АПЛ Halibut.

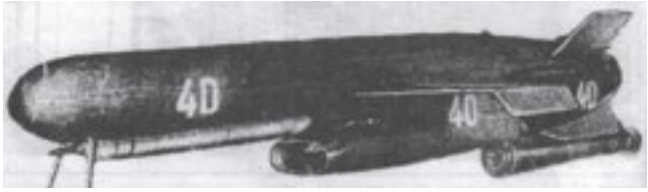
В 1947 г. в КБ-2 Министерства сельхозмашиностроения СССР (в годы войны входило в систему Наркомата боеприпасов) были проведены испытания немецкой противокорабельной ракеты Hs-293 (Хеншель Hs.293A-1). С борта самолета

Секретная американская ПЛРК LPSS-574 "GRAYBACK"

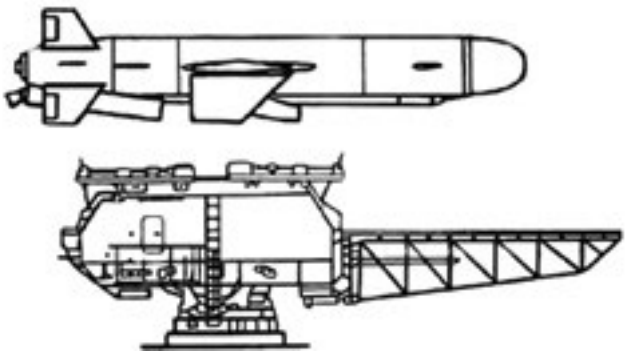
Ту-2, оборудованного командной системой «Киль», было сделано несколько пусков данных ракет. Учитывая положительные результаты Постановлением СМ № 1175–440 от 14 апреля 1948 г. были начаты работы по созданию реактивной авиационной морской торпеде РАМТ-1400 «Щука».

Фактически это было продолжением работ по трофейной ракете Hs-293A. Отечественные разработчики предложили два варианта ракеты: «Щука-А» (РАТМ-1400А) и «Щука-Б» (РАТМ-1400Б), из которых «Щука-А» должна была иметь только радиокомандную систему наведения. 3 февраля 1956 г. вышло Постановление СМ № 175–104, согласно которому ракета «Щука-А» принятию на вооружение не подлежала, а доработка «Щуки-Б» прекращалась. Таким образом, система «Щука» стала первой попыткой создания в СССР управляемой ракеты специально для средних бомбардировщиков. В 1956 г. работы по РАМТ-1400 были прекращены, хотя она стала основой разработки серийной крылатой ракеты морского базирования КСЩ для вооружения эсминцев пр. 56Э, 56М и 57.

ПЛА USS Halibut (SSGN-587)



Корабельный самолет-снаряд «Щука»



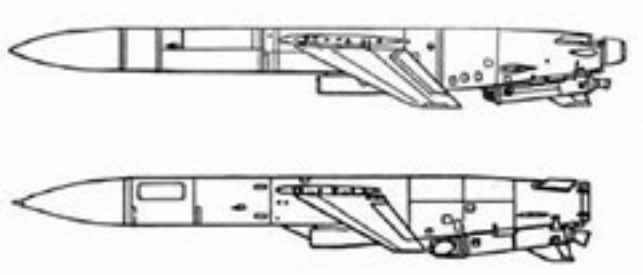
Ракета КСЩ и корабельная ПУ

Ракета КСЩ была принята на вооружение эсминцев проекта 56 в 1958 г. Позже данными ракетами вооружались эсминцы проектов 56М и 57 бис.

Во второй половине 50-х гг. в ГС НИИ-642 разрабатывалась крылатая противокорабельная ракета КМ-7, как усовершенствованный сверхзвуковой вариант ракеты КСЩ. Разработка ракеты была прекращена в 1957 г.

В 1947 г. в КБ авиазавода № 51 приступили к разработке морского самолета-снаряда 15ХМ. Позже работу переданы в КБ авиазавода № 293, где на основе 15ХМ создается опытная противокорабельная ракета береговой обороны "Шторм".

Таким образом, СССР начав работы по крылатым ракетам с немецкой «Фау-1», противокорабельной ракеты Hs-293 (Хеншель Hs.293A-1) в кротчайшие сроки создал сверхзвуковую крылатую ракету «П-5» (SS-N-3C по классификации НАТО) со складывающимся крылом и ядерным зарядом, для поражения площадных целей. По сути это первое нестратегическое ядерное ракетное оружие ВМФ СССР, принятое на вооружение в 1959 г. и установленное на ДЭПЛ проекта П613 (Whiskey) — переоборудованной торпедной подводной лодки проекта 613.



Крылатые ракета П-5, П-6

Первый запуск П-5 состоялся 22.11.1957 г. Ракеты «П-5» стояли на вооружении ВМФ с 1959 по 1966 гг., ими оснащались дизельные подводные лодки проектов 644, 651, 665 и атомные лодки проекта 659. На базе проекта «П-5» были созданы противокорабельные ракеты типа П-6 «Прогресс» (SS-N-3A «Shaddock» по классификации НАТО), ими оснащались атомные подводные лодки проекта 675 и переоснащались взамен «П-5» дизель-электрические лодки проекта 651.

Дальнейшем развитием ракеты П-5 также стал ракетный комплекс с крылатой противокорабельной ракетой для надводных кораблей П-35.4К44, принятый на вооружение ракетных крейсеров проекта 58 в 1962 г. Позже такими ракетами были вооружены крейсеры проектов 1134 («Адмирал Зозуля»), 1134А («Кронштадт»).

В 1961–1962 гг. проходили летные испытания опытного ракетного комплекса с крылатой противокорабельной ракетой для вооружения морских катеров П-25. 4К70. Ракета оснащалась фугасной БЧ и предназначалась для вооружения катеров проектов 205, 1231 и замены крылатой ракеты П-15. Ракетные катера проекта 183-Р «Комар» — стали первыми в мире ракетными катерами, то есть новым типом оружия ВМФ и ВМС.

Серийный катер проекта 183Р

Помимо кораблей с ракетным вооружением, производившихся в СССР для дружественных стран, ряд зарубежных флотов строил носители комплексов ПКР семейства П-15 по собственным проектам.

В 1975 г. были разработаны крылатые ракеты морского базирования П-500 Базальт (SS-N-12 «Sandbox») со стартовой массой 4,8 тонны. Их получили некоторые лодки проекта 675 вместо устаревших ракет «П-6». Также, эти ракеты являлись главным вооружением ракетных крейсеров проекта 1164 «Атлант» (до перевооружения на П-1000 «Вулкан») и главным ракетным калибром авианесущих крейсеров проекта 1143 «Кречет».

За «Базальтом» последовали ракеты подводного старта: П-70 «Аметист», П-120 «Малахит», П-700 «Гранит», П-750 «Метеорит-М» (не пошедшая в серию).

«Малахит»

«Базальт»

«Гранит»

«Яхонт»

В ВМФ РФ на вооружении находятся следующие типы крылатых ракет подводных лодок:

- тяжёлые противокорабельные ракеты П-700 «Гранит», размещённые на ПЛАРК проекта 949А «Антей» (по 24 ракеты).
- П-800 Оникс и их экспортная модификация «Яхонт». 24 ракеты размещены на К-452, также планируется оснащение этими ракетами строящихся субмарин проекта 885 «Ясень», вдобавок к стоящим на головной АПЛ «Северодвинск».
- С-10 «Гранат».
- Калибр-ПЛ — универсальная КР, улучшенный вариант экспортного «Club-S», приспособлен для запуска из торпедных аппаратов ДЭПЛ проектов 877 «Палтус», 636.3 «Варшавянка» и АПЛ проекта 885 «Ясень».

С-10 «Гранат»

Отечественные противокорабельные ракетные комплексы морского базирования представлены в таблице.

Противокорабельные ракетные комплексы морского базирования (пкрк)

КБ	Ракетный комплекс	ПКР (индекс)	Пусковая установка	Начало летных испытаний	Год принятия на вооружение	Носитель (примечание)
ОКБ-2–155	«Стрела»	«КСС»	СМ-58	1956	-	КР пр. 67. Начало разработки — 30.12.1954 г. Вариант авиационной КР КС со стартовым пороховым ускорителем ПРД-15, складным крылом, фугасно-кумулятивной БЧ. Система управления — комбинированная, телеуправление (или автопилот) и полуактивная АРЛ ГСН. Старт. вес — 3262 кг. Длина — 8,483 м, макс. диаметр — 1,20 м, размах крыла — 1,96/4,74 м. Дальность стр.— 120 км, скорость — 1130 км/ч. Разработка прекращена в 1957 г.
КБ-2 МСХМ	4К32 «Щука»	«КСЩ»	СМ-59	1956	1958	ЭМ пр. 56-Э, 56-М, 57-бис. Начало разработки — 30.12.1954. На базе авиационной ПКР «Щука-А». С активной РЛ ГСН «РГ-Щука», отделяемой фугасной БЧ, ТРД АМ-5А тягой 2,0–2,6 т + РДТТ ПРД-19М тягой 25–34 т. Старт. вес — 2860–2900 (3100) кг, БЧ — 620 кг. Длина с ускорителем — 7,69 м, макс. диаметр — 0,66 (0,9) м, размах крыла — 1,9/4,057–4,2 м. Дальность стр.— 75 км (260–280 м/с). Серия на заводе № 642 в 1958–59 гг.
ГСНИИ-642		КМ-7		-	-	Не реализован, 1956 г. ТРД РДС-1, 2 РДТТ, дальность пуска до 140 км
ОКБ-2–155	4К30 (4К40)	П-15 «Дракон»		1956	1960	РКА пр. 183-Р. Начало разработки — 1955 г. С РЛ ГСН МС-2, автопилотом АП-15, фугасно-кумулятивной БЧ 4Г-15, 2-режимным ЖРД С2.722 (С2.722В — КБ Химмаш) тягой 1200/600 кг + СПРД-30 тягой 28–30 т. Старт. вес — 2125 кг, БЧ — 480 кг. Длина с ускорителем — 6,55 м, диаметр — 1,69 м. Дальность стр.— от 8 до 35–40 км (320 м/с, h=100–200 м). Серия на заводах № 256 (с 1956 г.) и 116 (1959–62 гг.)
		П-15	КТ-97			РКА пр. 205. ПУ ангарного типа
	(4К40Т)	П-15ТГ	КТ-97	1959		РКА пр. 205-У, с тепловой ГСН «Кондор»
	4К30У (4К41, 4К40У)	П-15У	КТ-97М (КТ-67, КТ-15)	1961	1965	РКА пр. 205-У. Модернизированный (со складывающимся крылом, радиовысотомером), ПУ с цилиндрическим контейнером
	(4К41Т)	П-15УТ	КТ-97М			С тепловой ГСН «Снегирь»
	«Термит» (4К51)	П-15М	КТ-97М, КТ-97Б (КТ-15М БРК)	1969	1972	ЭМ пр. 56У, БПК пр. 61-М, пр. 61-МП, РКА пр. 206МР и др. С обычной 4Г51М или ядерной БЧ (15 кт). РЛ ГСН ДС–М, автопилот АПР-25. Старт. вес — 2500 кг, БЧ — 500 кг. Скорость — 320 м/с (h=25–50 м). Длина — 6,655 м. Серия с 1970 г.
		П-15МТ	КТ-97М			С тепловой ГСН «Снегирь». Серия с 1970 г.
		П-20				Экспортный вариант П-15М. Серия на заводе № 116
	4К51	П-21				Экспортный, серия на заводе № 116
		П-22				Экспортный, серия на заводе № 116
ОКБ-301					-	ДПЛ пр.624 (П-4). Дальность стр.— до 300 км, с ПВРД. Проект, нач. 50-х гг.
ОКБ-2–155		П-40	СМ-69 СМ-76		- -	КР пр. 63. ПКР большой дальности (250–300 км, 1700–2000 км/ч), корабельный вариант авиационной КР К-10. Работы прекращены в 1959 г.
ОКБ-52	4К48 (4К88)	П-6		1959	1964	АПЛ пр. 675, ДПЛ пр. 651. Начало разработки — 1956 г. Вариант для ПЛ. С фугасно-кумулятивной БЧ 4Г-48 (930 кг) или ЯБЧ (4К88, 350 кт), ТРД 4Д48 + два подвесных РДТТ. Старт. вес — 5300 кг. Длина — 10,2 м. Дальность стр.— 35–380 км (1,5М). Серия на заводах № 47, 292 (с 1961 г.) и 126
	4К48М	П-6М				Модернизированный
ОКБ-52 ГКАТ	4К44	П-35	СМЭ-140	1959		РУК. Начало разработки — 1956 г. Вариант для НК. С ядерной (20 кт) или фугасно-кумулятивной БЧ 4Г-48, ГСН ГАС-35, ТРД и 2 ТТУ 4Л-44 тягой 30 т. Старт. вес — 4035–4200 кг, БЧ — св. 500 кг. Длина — 9,45–10,0 м, диаметр — 0,76 (0,88), размах — 2,67 м. Дальность стр.— 15–250 (80–350) км. Скорость — 500 м/с. СМЭ-101–1-контейнерная ПУ на опытовом судне ОС-15 (сухогруз «Илеть»). Серия на заводах № 642 (с 1961 г.) и 47
		П-35	СМ-70		1962	РКР пр.58. 4-контейнерная ПУ
		П-35	КТ-35			РКР пр.1134. 2-контейнерная ПУ

КБ	Ракетный комплекс	ПКР (индекс)	Пусковая установка	Начало летных испытаний	Год принятия на вооружение	Носитель (примечание)
		П-35Т		-	-	Проект, с противолодочной торпедой
ОКБ-52	4К66 «Аметист»	П-70	СМ-101	1960	1968	Начало разработки — 1.04.1959. С подводным «мокрым» стартом, марш. РДТТ 293-П (топливо — ЛТС-2КМ) + 4 боковых ТТУ подводного старта и 4 ТТУ воздушного старта, фугасно-кумулятивной БЧ 4Г66 (ок. 1000 кг) или ЯБЧ. СМ-101 — ПУ плавающего стенда. Старт. вес — 3700 кг. Длина — 7,0 м. Дальность стр.— 80 км (1160 км/ч). Серия с 1962 г. на заводах № 642 (с 1961 г.), 116, 47 и 126
		П-70	СМ-107			ПЛ пр. 613
		П-70	СМ-97			АПЛ пр. 661
		П-70	СМ-97А			АПЛ пр. 670А
ОКБ-52	4К70	П-25	КТ-62К	1961	-	РКА пр. 205-Э. Начало разработки — 26.08.1960. Развитие П-15. С РДТТ (топливо — ЛТС-16К), фугасно-кумулятивной БЧ 4Г70. Дальность стр.— 40 км. Опытное производство на з-де № 301 и 642 (1961–62). Работы прекращены в 1965 году
ОКБ-52	4К85 «Малахит»	П-120		1968	1972	Начало разработки — 28.02.1963. МРК пр. 1234. С подводным «мокрым» стартом (с глубины до 50 м), системой управления АПЛИ-5, РДТТ 4Д85, тепловой ГСН «Дрофа». Старт. вес — ок. 3200 кг. Длина — ок. 9 м. Дальность стр.— до 120–150 км (1100 км/ч). 3х1 ПУ. Серия на заводе № 47
		П-120		-	-	Проект, с СПВРД
		П-120	СМ-97			АПЛ пр. 670М. Подводный старт
ОКБ-52	4К77 «Базальт»	П-500	СМ-241, СМ-248	1969	1975	Сверхзвуковая КР. Начало разработки — 28.02.1963. ТАВКР пр. 1143, РКР пр. 1164, АПЛ пр. 675-М и 651. Развитие П-35/П-6 (РУК), надводный старт. ТРД КР-15–300 тягой 2250 кг + два подвесных ТТУ общей тягой 36,6 т. Старт. вес — ок. 6000 кг, БЧ — 500 кг. Длина — 11,7 м, Размах крыла — 2,6 м. Дальность стр.— 550 км (2М), БЧ — 500 кг. Серия на заводе № 47
	4К80 «Базальт»	П-500	СМ-241, СМ-248			Модернизированный: более мощный стартовый агрегат, увеличенная дальность полета (550 км)
		П-500П		-	-	С СПВРД. Проект, 1965 г.
ОКБ-52	4К44 «Прогресс»	3М44	СМ-70	1976	1982	РКР пр. 58 и 1134. РУК (модернизированная ПКР П-35). Со стартовыми РДТТ 4Л44
ОКБ-52	«Гранит» («Гранит-2»)			-	-	Проект, 1966–67 гг. С СПВРД 4Д04, скорость 4М
	«Гранит»	П-700 (3М45, 3М15)	СМ-233, СМ-233А, СМ-225	1975	1983	ТАКР пр. 1144, ТАВКР пр. 1143.5, АПЛ пр. 949. Начало разработки — 1969 г. Сверхзвуковая КР, РУК (развитие ПКР П-6), подводный «мокрый» старт. С обычной (750 кг) или ядерной БЧ (3М15, 500 кт), ТРД КР-93 + хвостовая ТТУ. Старт. вес — 7000 кг. Длина — 10,5 м, диаметр — 0,88 м, размах крыла — 2,59 м. Дальность стр.— 550 км (с ядерной БЧ — 625 км). Серия на з-де № 47
	«Гранит-2»					Модернизированный, кон. 90-х гг.
МКБ «Радуга»	П-270 (П-100) «Москит»	3М80	КТ-190, КТ-206	1978	1984	ЭМ пр. 956, БПК пр. 1155.1, МРК пр. 1239. Начало разработки — 1973 г. СПВРД 3Д80 диаметром КС 800 мм (2,35М), дальность стр.— 10–90 км (h=20 м). Старт. масса — 3950 кг, БЧ — 300 кг. Длина — 9,385 м, диаметр — 0,76 м, размах крыла — 2,1 м. Серия на заводах № 256 (опытная партия, 1975 г.) и 116 (с 1982 г.). 4х1 ПУ
			КТ-152М, КТ-215			МРК пр. 1241.9, 1240, экраноплан пр. 903. 2х1 ПУ
	«Москит-Э»	3М80Е				Экспортный (ЭМ пр. 956-Э). Дальность стр.— 120 км (2,23М), по другим данным — 90 км (2,1М)
		3М80Е1				Экспортный
	«Москит-М»	3М90 (3М82)				Модернизированный, дальность стр.— до 250 км
		3М80МВЕ				Экспортный. ЭМ пр. 956-ЭМ. Дальность стр.— 200 км, скорость 2900 км/ч, мин. высота полета — 10–20 м
ОКБ-52	«Вулкан»	П-1000 (3М70)	СМ-248	1982	1987	АПЛ пр. 675 МКВ (4), РКР пр. 11641 (не реализован). РУК (развитие П-500). Начало разработки — 15.05.1979. С увеличенным весом, ТТУ с управляемыми соплами. Дальность стр.— до 700 км (2М). Серия на заводе № 47

КБ	Ракетный комплекс	ПКР (индекс)	Пусковая установка	Начало летных испытаний	Год принятия на вооружение	Носитель (примечание)
ОКБ «Звезда»	3К24 «Уран»	Х-35 (3М24, «изделие 78»)	КТ-184 (3С-24)	1985	2004	РКА пр. 206МР (Р-44), СКР пр. 1135, МКР пр. 1234.7 и 1241.8, СКР пр. 11661, СКР пр. 01090, СКР пр. 20380. Начало разработки — 1983 г. Дозвуковая ПКР, с РЛГСН АРГС-35 (У-502, У-505), ТРДД-50АТ (Р-95ТМ-300, «изд. 36МТ»), ТТУ. Старт. вес — 635 кг, БЧ АШК 120.00–145 кг. Длина — 4,4 м, диаметр — 0,42 м. Дальность стр.— 5–130 км (285 м/с). 4х1 ПУ
	«Уран-Э»	Х-35Э (3М24Э)	КТ-184 (3С-24Э)			
		3М24ЭМБ	КТ-184 (3С-24Э)			
НПО машиностроения	К-310 «Яхонт» («Оникс»)	П-1100 (П-800, 3М55)	СМ-315 (3-контейнерная)		2002	АПЛ пр. 670М (К-452), пр. 885, МРК пр. 1234.7, СКР пр. 1244.1. Начало разработки — 1983 г. Сверхзвуковая (2,5М) ПКР с СПВРД 3Д55 и дальностью 300 км. Старт. вес — ок. 3000 кг, БЧ — ок. 200 кг. Длина ТПК — 8,9 м. Принят в опытную эксплуатацию в 1996 г. Серия в ПО «Стрела» (Оренбург)
	«БраМос» (PJ-10 “BrahMos”)	PJ-10		2001		БПК пр. 61-Э. Российско-индийской разработки, 1998 г. По состоянию на конец 2006 г. проведено 13 испытательных пусков. Скорость – ок. 3600 км/ч. С 2007 г. в Индии разрабатывается авиационный вариант
	«БраМос-2»	PJ-10				Модернизированная, 2008 г. Скорость – св. 5000 км/ч
НПО машиностроения	«Болид»					Проект, 80-е гг. Высотная КР (высота полета до 21 км), развитие П-700. Дальность стр. – 800 км
НПО машиностроения	«Альфа»	П-900 (3М51)				Сверхзвуковая ПКР с дальностью стр. более 100 км. Проект, 1993 г.
МКБ «Новатор»	«Альфа»					Проект на базе стратегической КР «Гранат». Аналог американской BGM-109 “Tomahawk”
	3К14 «Калибр-ПЛ»	3М-14	ТПК или 533-мм ТА			ПЛ пр. 671РТМ. Дозвуковая КР (0,6-0,8М) для стрельбы по наземным целям с РДТТ Р-95-300 (РДК-300, «изд. 37»), инерциально-доплеровской + (ГЛОНАСС) + АРЛ СН, стартовым РДТТ
	«Калибр-ПЛЭ»	3М-14Э	ТПК или 533-мм ТА	2000		ПЛ пр. 08773.Экспортный вариант. С инерциально-доплеровской + GPS (ГЛОНАСС) + АРЛ СН АРГС-14Э. Старт. вес – 1780 кг. Длина – 6,2 м. Дальность стр. – 275 км (180-240 м/с). Фугасная БЧ – 450 кг
	«Калибр-НК»	3М-14Т	УВП 3С14			НК
	«Калибр-НКЭ»	3М-14ТЭ	УВП 3С-14Э, 3С-14КЭ, 3С-14ПЭ			НК. Экспортный вариант. 3С-14Э – УВП корабельной конструкции, 3С-14КЭ – модульная контейнерная УВП (на 4 ракеты), 3С-14ПЭ – палубная наклонная ПУ
МКБ «Новатор»	П-10 «Бирюза»	3М-54	ТПК или 533-мм ТА			ПЛ. ПКР на базе стратегической КР «Гранат» с ТРДД-50 («изд. 37»), стартовым РДТТ, ГСН АРГС-54. Боевая ступень – отделяемая сверхзвуковая с разгонным РДТТ (ок. 700 м/с – 2,35М)
	«Клаб-С» («Club-S»)	3М-54Э	ТПК или 533-мм ТА	2000		ДЭПЛ пр. 877ЭКМ, 636М, 677. Экспортный вариант, ГСН АРГС-54Э. Дальность стр. - 220 км (180-240 м/с). Старт. масса – 2300 кг, проникающая фугасная БЧ - 200 кг. Длина – 8,22 м
		3М-54Т	УВП 3С-14			НК
	«Клаб-Н» («Club-N»)	3М-54ТЭ	УВП 3С-14Э, 3С-14КЭ, 3С-14ПЭ			СКР пр. 11356. Экспортный вариант. Дальность стр. – 220 км. Старт. масса – 1951 кг, БЧ – 200 кг
	«Клаб-С» («Club-S»)	3М-54Э1	ТПК или 533-мм ТА			ПЛ. Без отделяемой боевой ступени, дальность стр. – 300 км. Старт. масса – 1780 кг, проникающая фугасная БЧ – 400 кг. Длина – 6,2 м
		3М54Т1	УВП 3-С14			НК. 2-я ступень – ПЛУР 91РТЭ2, БЧ – 200 кг
	«Клаб-Н» («Club-N»)	3М-54ТЭ1	УВП 3-С14Э, 3С-14КЭ, 3С-14ПЭ			НК. Экспортный вариант. Дальность стр. – 275 км. Старт. масса – 1505 кг, БЧ – 400 кг
	«Клаб-К»	3М54Т, 3М54Т1	УПМ			К – «контейнерный», 2010 г. УПМ - универсальный пусковой модуль в виде стандартного морского контейнера
	«Циркон-С»					Перспективный РК, 2010 г. С гиперзвуковой ПКР

Новейшей отечественной разработкой является ракета «Циркон» или 3М22 — российская гиперзвуковая противокорабельная крылатая ракета, разрабатываемая «НПО машиностроения». Входит в состав комплекса 3К22 «Циркон». Ранее заявлялось, что принятие на вооружение предполагается в 2022 г.

Данной ракетой планируется заменить тяжёлую противокорабельную ракету П-700 «Гранит». «Циркон» может запускаться с тех же пусковых установок УКСК, что и новейшие российские противокорабельные ракеты П-800 «Оникс» и «Калибр» (3М54). Возможными носителями комплекса могут являться:

- ПЛА К-561 «Казань»
- ТАРКР «Адмирал Нахимов»;
- ТАРКР «Пётр Великий» (в ходе модернизации 2019–2022 годов);
- атомные эсминцы проекта 23560 «Лидер»;
- АПЛ проекта 885М «Ясень-М»;
- АПЛ 949А «Антей»;
- АПЛ пятого поколения «Хаски» в модификации для уничтожения авианосных ударных групп;

«Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов»

Тяжёлый авианесущий крейсер «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов» после модернизации получит универсальные пусковые установки 3С14, в номенклатуру вооружения, которых входит крылатая ракета «Циркон». Аналогично ракета может быть размещена и на корабли проекта 1155М. Возможен и наземный вариант комплекса.

Тактическая противокорабельная ракета средней дальности YJ-82

Противокорабельная ракета "Harpoon" ("Гарпун")

В США подводные лодки несут ракеты типов Tomahawk и Sub-Harpoon. Во Франции лодки оснащены крылатыми ракетами типа MBDA Exocet SM39. Китайские ПЛ оснащены крылатыми ракетами YJ-82. Китайские ракеты выпускаются в следующих модификациях:

- YJ-8: основной вариант.
- YJ-8A: модификация YJ-8 со складывающимся крылом.
- C-801: экспортное обозначение YJ-8 и YJ-8A. Индекс использовался при поставке на экспорт версии YJ-8. После принятия на вооружения YJ-8A на экспорт поставлялись только версии со складывающимся крылом, но экспортное обозначение не менялось.
- YJ-81 (экспортное обозначение C-801K): модификация воздушного базирования, без ускорителя.
- YJ-82 (экспортное обозначение C-801Q): модификация без ускорителя для подводного старта с подводных лодок.

Противокорабельные ракеты воздушного базирования зародились как класс оружия в конце Второй мировой войны: немецкая «Хеншель» Hs293, японская «Окка». ПКР морского базирования начали развиваться в 1950-х гг., в первую очередь, благодаря стараниям советских специалистов. Во второй половине 1950-х гг. в СССР создается противокорабельная ракета П-15 «Термит» контейнерного хранения, которая могла быть установлена на любой надводный корабль или катер. В последующем были созданы сверхзвуковые противокорабельные ракеты К10С и П-35.

В конце 60-х — начале 70-х гг. на Западе создаются ПКР «Гарпун» (США), «Экзосет» (Франция), «Отомат» (Италия), в 1981 г. принята на вооружение крылатая ракета большой дальности «Томагавк» (США).

Противокорабельная ракета "Harpoon" производится в четырех основных вариантах:

- RGM-84 для надводных кораблей;
- UGM-84 для подводных лодок;
- AGM-84 для самолетов;
- RGM-84 для береговой обороны.

«Экзосет» также была создана в нескольких конструктивно отличающихся вариантах:

- MM-38 для вооружения надводных кораблей (1975 г.). Радиус действия — до 42 км.
- AM-38 для вооружения вертолётов. Не принята на вооружение.
- SM-39 для подводных лодок. Запускается из стартовой капсулы, заряжаемой в торпедный аппарат.
- AM-39 для самолётов и вертолётов (1979 г.). Радиус действия — до 70 км.
- MM-40 для береговой обороны и надводных кораблей. Единственная версия ракеты с турбореактивным двигателем. Имеет увеличенную дальность пуска (на модификации block III до 180 км). Принята на вооружение в 2008 г.

Ракета Exocet MM 40 block 3.

Противокорабельная ракета «Otomat»

В итальянском флоте ракеты «Отомат» имеют название Teseo.

Otomat Mk 1/Teseo Mk 1 — базовая модель ракеты, принятая на вооружение в 1976 г. Не имела канала связи с носителем и поэтому её радиус действия был ограничен 60 км.

Otomat Mk 2 Block I — первая модификация имеющая канал связи с носителем. Радиус действия до 180 км. Принята на вооружение в 1978 г.

Otomat Mk 2 Block II — вариант ракеты со складывающимися крыльями, в одну пусковую установку могли устанавливаться по две ракеты.

Otomat Mk 2 Block III — версия ракеты, система управления которой имеет инерциальную навигационную систему и усовершенствованный канал наведения TESEO позволяющий наводить ракету не только с вертолёта, но и непосредственно с корабля. Также, в боевой части использовано взрывчатое вещество уменьшенной чувствительности, что снизило вероятность детонации БЧ из-за попадания пуль или осколков.

СВЕРХЗВУКОВОЙ ОТОМАТ — ПРЕДПОЛАГАВШАЯСЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ РАКЕТЫ В СВЕРХЗВУКОВОЙ ВАРИАНТ, С УВЕЛИЧЕНИЕМ СКОРОСТИ ПОЛЁТА ДО M=1,8. НО, ПРОВЕДЁННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАЛИ, ЧТО УМЕНЬШЕНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ЗАМЕТНОСТИ РАКЕТЫ БОЛЕЕ ВЫГОДНО, ЧЕМ УВЕЛИЧЕНИЕ СКОРОСТИ И РАБОТЫ ПО ПРОЕКТУ БЫЛИ ПРЕКРАЩЕНЫ.

Otomat Mk 3 (она же Ulisse) — версия ракеты, разрабатывавшаяся в 1990-х годах, совместно британо-франко-итальянской группой компаний-разработчиков (Thorn EMI, Matra, OTO Melara) для ВМС Италии и США. Thorn EMI отвечала за неконтактный взрыватель с датчиком цели. Проект предусматривал интеграцию технологий малой заметности, увеличение дальности действия, оснащение ракеты помехоустойчивой комбинированной радиолокационной-инфракрасной ГСН, обеспечение возможности атаковать наземные цели. ВМС США рассматривал возможность принятия ракеты на вооружение как «промежуточной» по дальности между RGM-84 «Harpoon» и TASM, но к 1999 году закрыл программу.

MILAS — противолодочный вариант ракеты радиусом действия 55 км, в качестве БЧ которой использована лёгкая противолодочная торпеда. Разрабатывалась совместно с французским флотом, но в итоге французы предпочли ей французскую ПЛУР Malafon. Применяется только итальянским флотом.

Otomat Mk 2 Block IV (также известна, как Teseo MK2/A) — новая версия ракеты, разработанная в 2000-х гг. Ракета использует усовершенствованную систему целеуказания TESEO, более не нуждающуюся в вертолёте и осуществляющую контроль полёта ракеты с борта корабля-носителя. В случае промаха по цели, эта модификация ракеты обладает возможностью атаковать цель повторно: в систему управления запрограммированы координированные варианты действий и маневры уклонения на стадии атаки. Наличие приёмника спутниковой системы позиционирования GPS, также даёт ракете возможность атаковать береговые цели, по известным координатам. В производство ракета поступила в 2006 г.

Противокорабельная ракета «Otomat» имеет три основных варианта исполнения Mk1 (1973), Mk2 (1982) и Mk3 (1989), которые внешне почти не отличаются.

Отечественными ПКР разработки 70-х — 80-х гг. являются комплексы П500, П-700 «Гранит» и П-800 «Оникс». Наиболее совершенным образцом российских ракетных комплексов данного типа до недавнего времени являлся П-1000 «Вулкан». Для поражения кораблей водоизмещением до 20000 т. в СССР/России создана ракета П-270 «Москит».

Таким образом, возродившиеся в конце 1970-х гг. в СССР и США как самостоятельный класс стратегических наступательных вооружений, авиационные и морские крылатые ракеты (КР) большой дальности со второй половины 1980-х гг. рассматриваются и в качестве высокоточного оружия (ВТО), предназначенного для поражения особо важных малоразмерных целей обычными (неядерными) боезарядами. Оснащенные высокомощными неядерными боевыми частями (БЧ) с массой ВВ порядка 450 кг крылатые ракеты AGM-86C (CALCM) и AGM-109C "Томагавк" продемонстрировали высокую эффективность в боевых действиях против Ирака, а также на Балканах (1999 г.) и в других частях света. Первые КР имели сравнительно высокую стоимость (более 1 млн. долл.), низкую точность попадания (круговое вероятное отклонение — КВО — от десятков до сотен метров) и в несколько раз меньшую, чем у их стратегических прототипов, дальность боевого применения (соответственно, 900–1100 и 2400–3000 км), что было обусловлено использованием более тяжелой неядерной БЧ.

Носителями КР AGM-86C (стартовая масса 1460 кг, масса БЧ 450 кг, дальность 900–1100 км) в настоящее время являются лишь стратегические бомбардировщики-ракетоносцы B-52H, а AGM-109C оснащаются надводные корабли класса "эскадренный миноносец" и "крейсер", снабженные универсальными вертикальными контейнерными пусковыми установками, а также многоцелевые атомные подводные лодки (АПЛ), применяющие ракеты из подводного положения.

На сегодняшний день и в обозримой перспективе безусловными мировыми лидерами в области разработки, производства и боевого применения крылатых ракет морского базирования (КРМБ) являются США, РФ, Франция, Италия, Китай.

Программа создания первых КРМБ «Томахок» была принята в США в 1972 г. Ее целью являлась разработка системы высокоточного оружия, способного наносить удар по объектам промышленной и военной инфраструктуры, а также по ряду других наземных целей. Первые крылатые ракеты «Томахок» RGM/UGM-109ABlock 1 (обозначение RGM — для ракет корабельного базирования, а UGM — лодочного) с дальностью стрельбы 2 600 км. начали поступать на вооружение ВМС США в 1983 г. и были выполнены в ядерном варианте, что было обусловлено требованиями национальной военной стратегии США в условиях существования двухполярного мира. Данные ракеты предназначались для уничтожения особо важных объектов военного и промышленного назначения. В качестве основного носителя КРМБ «Томахок» с ядерной боевой частью в США рассматривались атомные подводные лодки (ПЛА). Стрельба ракетами была возможна из штатного 533-мм торпедного аппарата ПЛА.

Производство КРМБ «Томахок» с ядерной боевой частью (ЯБЧ) было прекращено в 1989 г. (всего было произведено около 380 ракет).

С 1986 г. на вооружение надводных кораблей основных классов и ПЛА ВМС США начали поступать КРМБ «Томахок» Block 2 с обычными боевыми частями и дальностью стрельбы до 1 500 км. Точность стрельбы ракетами (круговое вероятное отклонение — КВО) составляла 20–25 м. КРМБ «Томахок» Block 2 производились в двух вариантах:

- RGM/UGM-109C с полупроникающей БЧ для поражения среднезащищенных стационарных береговых целей;
- RGM/UGM-109D с кассетной БЧ для поражения систем ПВО противника, боевой техники, а также различных групповых целей. В данной БЧ 24 кассеты, в каждой из которых размещается семь боевых элементов (всего 168 боевых элементов).

МОРСКОЙ УДАРНЫЙ «ТОМАГАВК» ЭТО ОДИН ИЗ ТРЕХ ВАРИАНТОВ КРЫЛАТОЙ РАКЕТЫ ДЛЯ ВМС США, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ И В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ. ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПРОТИВОКОРАБЕЛЬНАЯ РАКЕТА, КОТОРАЯ ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ НОВУЮ СИСТЕМУ НАВЕДЕНИЯ, ДОЛЖНА НАЧАТЬ ПОСТУПАТЬ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ В 2023 Г. В СВОДКЕ ВМС США ГОВОРИТСЯ, ЧТО НОВАЯ СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ "ТОМАГАВКА" ПОЗВОЛЯЕТ ПОРАЖАТЬ ДВИЖУЩИЕСЯ МОРСКИЕ ЦЕЛИ».

Основные тактико-технические характеристики крылатых ракет

Наименование	Стартовая масса, кг	Б масса, кг / тип	Дальность стрельбы, км	Скорость полета, м/с	Система наведения	Точность стрельбы (КВО), м
Крылатые ракеты морского базирования						
"Томахок" ВСМ-109В(бл.П)	до 1500	450 / кассетная	около 1500	200–290	инерц+ корреляцион-ная+ "Навстар"	до 10
" Томахок " ВСМ-109С(бл. 1)	до 1600	450 / полубронеб.	около 1500	200–290	инерц+ корреляционная+ "Диджисмек"	до 10
"Томахок " ВбМ-109С (бл)	до 1600	450 / фугасная	около 1300	200–240	инерц+ корреляционная+ "Диджисмек"	до 10
" Томахок " ВСМ-1095	до 1200	450 / кассетная	1300–1500	200–240	то же, (мод.3 приемник "Навстар")	до 10
Крылатые ракеты воздунного базирования						
SLAM ER AGM-84H	до 650	до 230 / бронебойная	до 200	250–280	комбинированная	до 3
AGM-86C		около 1350	около 1500	200–250	инерц+ корреляцион-ная+ "Навстар"	до 10

«Томагавк» — это, по сути, не отдельная крылатая ракета, а целое семейство многоцелевых высокоточных дозвуковых крылатых ракет большой дальности стратегического и тактического назначения подводного, надводного, сухопутного и воздушного базирования.

Подчеркнем, что американская корпорация General Dynamics Corporation в 1970-е гг. победила в конкурсе на разработку данной ракеты, которая продолжалась до 1980 г. После завершения процесса разработки, с марта 1980 г. по 1983 г., началось её серийное производство. В марте 1983 г., ракета была принята на вооружение. Всего было произведено более 7300 ед.

В ВС и ВМС США ракетами данного семейства оснащаются надводные, подводные и сухопутные силы. Среди надводных кораблей данными ракетами снабжались:

- 2 эсминца типа "Зумвальт" с ПУ Mk.57 с 80 ячейками каждый — итого 160 ракет.
- 22 ракетных крейсера типа "Тикондерога" с ПУ Mk.41 с 122 ячейками каждый. Однако типовая нагрузка составляла — 26 ракет. Итого 2648 ракет.
- 64 эсминца типа "Арли Берк" с ПУ Mk.41 с 90 или 96 ячейками каждый. Во время универсального варианта вооружения корабль несет 8 ракет, а в боевом — 56. Итого — от 512 до 3584 ракет.

Подводными носителями ракет являются:

- 32 атомные подводные лодки типа "Лос-Анджелес" с 12 ракетами каждая. Итого — 384 ракет.
- 4 модернизированные АПЛ типа "Огайо" с 154 ракетами (по 7 ракет на 22 шахты). Итого — 616 ракет.
- 3 АПЛ типа "Сивульф" с 50 ракетами к торпедным аппаратам. Итого — до 150 ракет.
- 14 АПЛ типа "Вирджиния" с 12 ракетами. Итого — 108 ракет.
- АПЛ SSN-758 "Эшвилл" типа "Лос-Анджелес".

Всего — около 7560 ракет. Следует отметить, что «Томагавки» не идеальные ракеты. У них есть недостатки, одно из которых — малая вероятность преодоления эшелонированной системы противоракетной обороны противника, которая включает в себя истребительную авиацию и тактические наземные средства ПВО.

30 ноября 2020 г. с борта эсминца USS Chafee (DDG 90) типа Arleigh Burke ВМС США произведен первый успешный испытательный пуск модернизированной крылатой ракеты морского базирования Tomahawk Block V. ВМС США ещё в ноябре 2018 г. официально утвердили обозначение Block V для новых модификаций крылатой ракеты морского базирования Tomahawk, выполненной в рамках программы модернизации крылатых ракет семейства версии Tomahawk Block IV до 2034 г.

Tomahawk Block V

Модернизация ракет Tomahawk Block IV в вариант Block V будет осуществляться их производителем корпорацией Raytheon в двух модификациях. Индекс Block Va (обозначение RGM-109E/UGM-109E) получат крылатые ракеты, переоборудуемые в вариант Maritime Strike Tomahawk (MST), оснащаемые новой многоканальной системой наведения для возможности поражения надводных целей. Конкретные параметры и типы каналов новой головки самонаведения для MST не раскрываются, но предположительно, она будет сочетать активный и пассивный радиолокационные и тепловизионный каналы самонаведения в сочетании с мощным процессором обработки данных и новым блоком инерциального наведения.

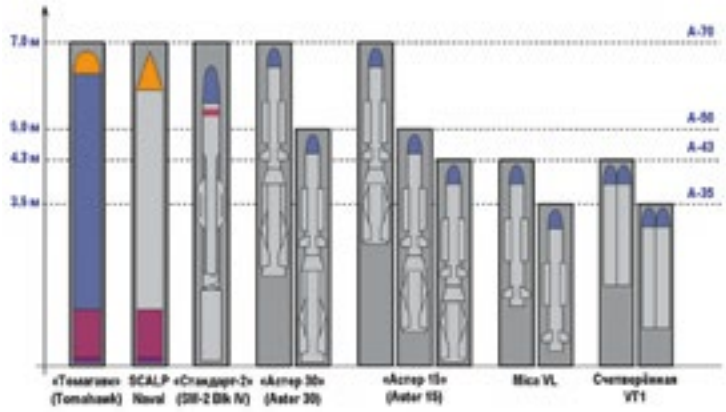
Предполагается, что Raytheon должна поставить первые 32 комплекта для модернизации ракет в вариант Maritime Strike Tomahawk в 2020 фин. году; 50 комплектов — в 2021 фин. г., и 80 комплектов — в 2022 фин. г., с общей оценочной стоимостью 457,9 млн. долл.

Достижение статуса первоначальной операционной готовности (IOC) ракеты MST запланировано на третий квартал 2022 фин. г., с началом серийных поставок комплектов для модернизации ракет по варианту Block Va в 2023 фин. г.

Индекс Block Vb (обозначение RGM-109M/UGM-109M) получат ракеты, сохраняющие основное назначение для поражения наземных целей и оснащаемые новой проникающей боевой частью Joint Multiple Effects Warhead System (JMEWS), обладающей также повышенными фугасными возможностями. JMEWS сочетает кумулятивный предварительный заряд с проникающей боеголовкой. За счет программируемого взрывателя обеспечивается воздушный или наземный (непроникающий) подрыв боевой части. Отработка и испытания боевой части JMEWS велись по контракту, полученному Raytheon еще в 2009 г., в декабре 2017 г. ВМС США выдали контракт на доработку JMEWS. Достижение IOC ракет Block Vb с боевой частью JMEWS ожидается в 2022 фин. г.

Кроме этого, европейская компания MBDA поставит ВМС Италии новую версию Mk2/E противокорабельного ракетного комплекса «Тесео», также известного на международном рынке как OTOMAT.

Противокорабельная ракета «Тесео» Mk2/E



Типы ракет и типоразмеры контейнеров Sylver

Mk-141 Guided Missile Launching System (GMLS) for RGM-84 Harpoon SSM

Крылатая ракета Scalp Naval

Как утверждают разработчики, ракета "Тесео" версии Mk2/E способна эффективно поражать как морские, так и сухопутные цели на большой дальности (конкретный радиус действия MBDA не уточняет; базовая модификация "Тесео" эффективна на дистанции до 50 км.). Масса турбореактивной ракеты составляет около 800 кг. Систему "Тесео" Mk2/E планируют устанавливать на итальянских эсминцах нового поколения. Кроме того, рассматривается вариант замены предыдущей версии Mk2/A в арсенале фрегатов класса FREMM и "Горизонт". Также модернизированная ракета включена в состав вооружения новых многоцелевых патрульных кораблей класса PPA (Pattugliatori Polivalenti d'Altura), первый из которых должны ввести в строй в ноябре 2021 г.

Новейшие английские эсминцы проекта 45 «Daring» при вводе в эксплуатацию не в полной мере укомплектованы всеми образцами вооружений, которые можно на них разместить. Эсминцы несут одну пусковую установку «Sylver A50» на 48 ячеек для зенитных ракет «Aster», но при этом на корабле предусмотрено место для установки дополнительных пусковых устаановок, с целью увеличения числа ячеек до 72.

Sylver (от фр. système de lancement vertical — система вертикального пуска) — корабельная установка вертикального пуска ракет, разработанная французской компанией Naval Group. Выпускаются установки четырёх типоразмеров в зависимости от максимальной длины запускаемой ракеты. Модели A-35 и A-43 предназначены для ЗУР самообороны, A-50 — для ЗУР средней дальности системы PAAMS, A-70 — для ударных крылатых ракет SCALP. Индекс модели соответствует длине ракеты в дециметрах.

Например, уже после завершения строительства кораблей было принято решение об оснащении эсминцев «Daring» противокорабельными ракетами «Harpoon» на наклонных пусковых установках.

Вместо дополнительных пусковых зенитных ракет, могут быть установлены модули крылатых ракет Mk 41 с ракетами «Tomahawk» или модули для тактических крылатых ракет «SCALP Naval», что придаст эсминцам проекта 45 возможности для нанесения ударов по наземным целям.

Аналогичный подход можно наблюдать и в практике надводного кораблестроения Германии, Франции, Японии, Италии, Южной Кореи, Китая и др. стран.

В Китае с 1977 г. реализуются национальные программы создания собственных крылатых ракет большой дальности. Первая китайская КР, известная как Х-600 или «Хонг Ньяо-1» (ХН-1), была принята на вооружение сухопутных войск в 1992 г. Она обладает максимальной дальностью 600 км и несет ядерную боевую часть мощностью 90 кТ. Для КР разработан малогабаритный турбовентиляторный двигатель, летные испытания которого начались в 1985 г. Х-600 оснащена инерциально-корреляционной системой наведения, вероятно, дополненной блоком спутниковой коррекции. В системе конечного самонаведения, как предполагают, использована телевизионная камера.

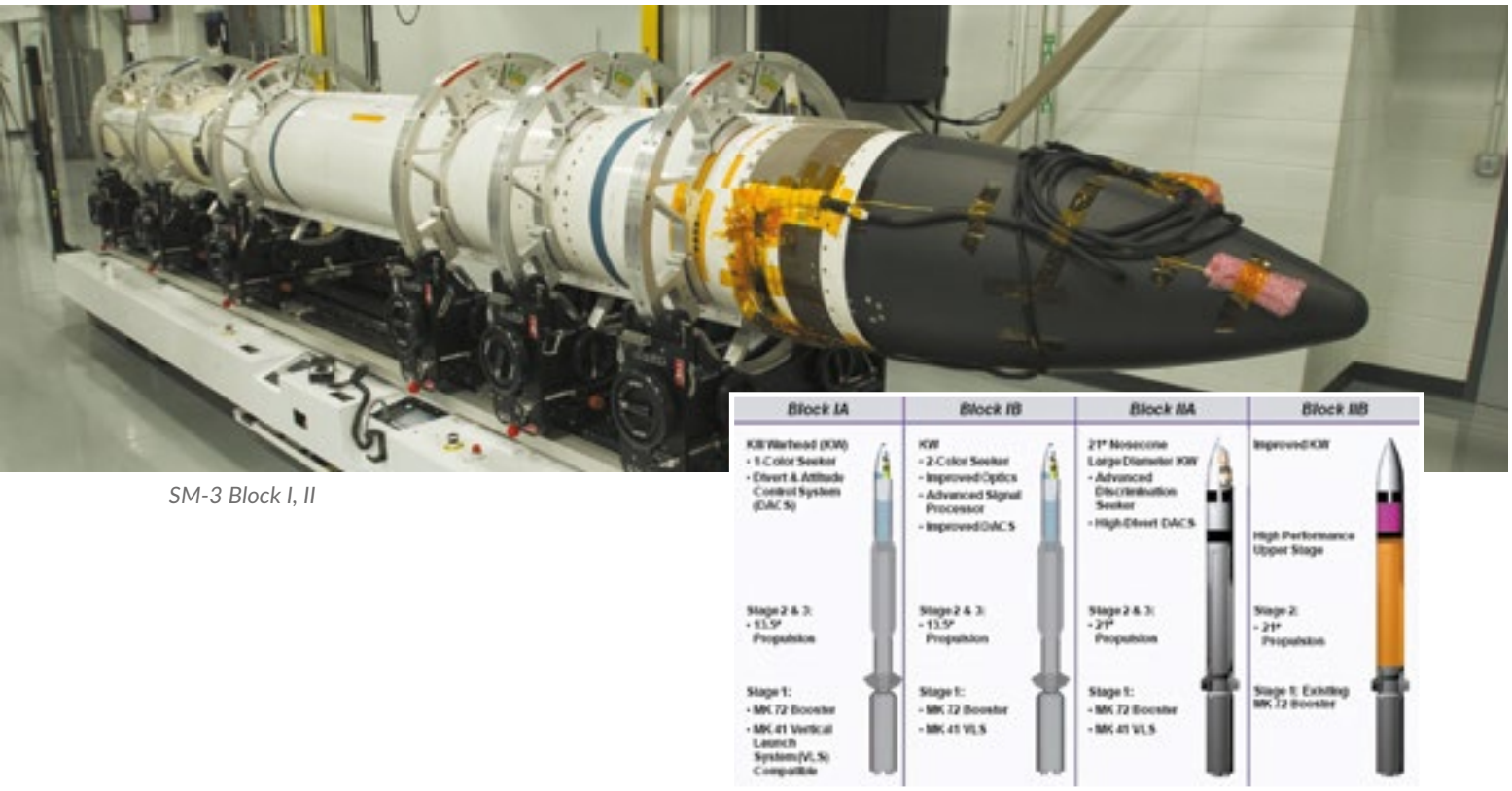
Первоначально работы по созданию крылатых ракет велись в Китае хаиньской Электромеханической академией и привели к созданию тактических противокорабельных ракет «Хаинь-1» (вариант советской ПКР П-15) и «Хаинь-2». Позже была разработана сверхзвуковая ПКР «Хаинь-3» с прямоточным воздушно-реактивным двигателем и «Хаинь-4» с ТРД.

С целью повышения боевых возможностей сил американского флота планируется в кратчайшие сроки увеличить финансирование разработок и производства корабельного оружия, активизировать вооружение и перевооружение морских носителей перспективными системами противовоздушной и противоракетной обороны (ПВО-ПРО). Несомненно, нацеленность на усиление морского компонента, обозначенная американским президентом и руководством МО США, окажет влияние на корректировку планов строительства ВМС, включая развитие корабельных систем ПВО-ПРО.

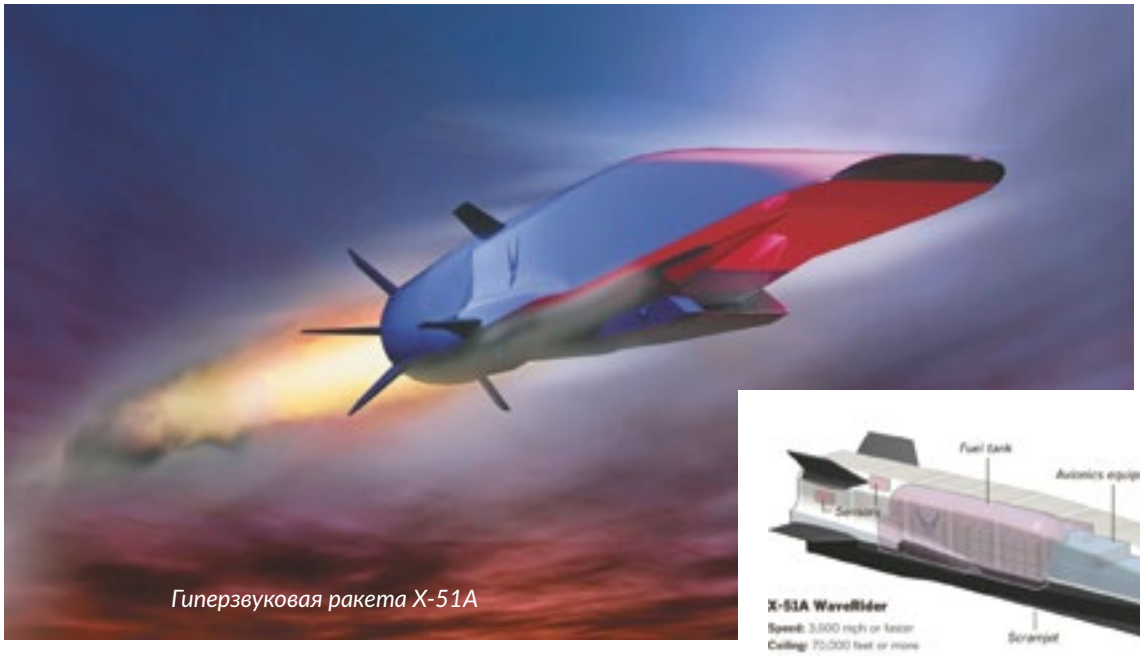
Решение задач ПВО-ПРО в ВМС США возлагается на боевые корабли, оснащенные системами управляемого ракетного оружия (УРО) и боевыми информационно-управляющими системами (БИУС) типа «Иджис» (Aegis). К ним относятся, прежде всего, крейсера УРО типа «Тикондерога» (Ticonderoga) и эскадренные миноносцы (ЭМ) УРО типа «О. Бёрк» (Arleigh Burke).

На 2017 г. в составе ВМС США насчитывалось 22 крейсера УРО типа «Тикондерога» и 62 ЭМ УРО типа «О. Бёрк» четырех модификаций. При этом, около трети из них оснащена оборудованием и пакетом программного обеспечения для решения задач противоракетной обороны. В июне 2020 г. ВМС США заключили контракт с Huntington Ingalls Industries на сумму 936 млн. долл. на строительство ракетного эсминца DDG-135 «Тед Кохрейн». Как отмечает Naval News, он станет 85-м эсминцем класса «Арли Бёрк» и десятым кораблем в версии Flight III. К 2027 г. количество эсминцев «Арли Бёрк» в составе ВМС США возрастет до 85 ед.

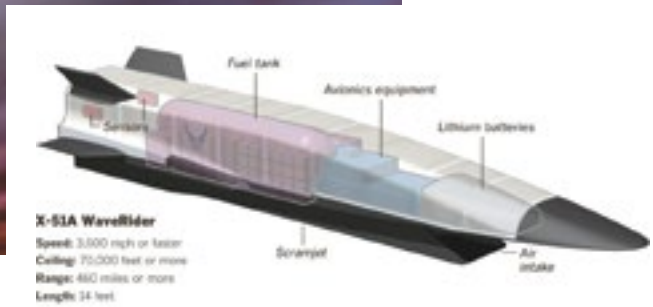
После поступления на вооружение ракет SM-3 около 30 крейсеров и эсминцев американского флота получили возможность выполнять функции ПРО театра военных действий. ТТХ SM-3 различных модификаций отражены на рисунке.



SM-3 Block I, II



Гиперзвуковая ракета X-51A



Другим важнейшим ударным элементом «Быстрого глобального удара» является перспективная гиперзвуковая ракета X-51A со скоростью полета 6500–7500 км/час. Однако проведенные в США испытания этой ракеты пока не дали положительного, устойчивого результата. И хотя программа разработки X-51A не закрыта, ее появления можно ожидать только в среднесрочной перспективе, а принятие ее на вооружение и поставки в войска в достаточном количестве лишь в отдаленной перспективе.

26 апреля 2021 г. был опубликован отчет конгресса США «Гиперзвуковое оружие: история вопроса и проблемы для Конгресса».

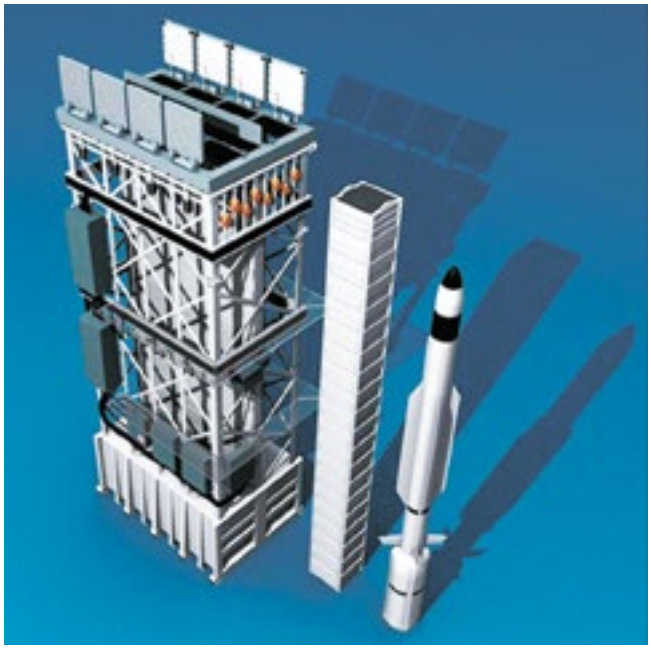
В последние годы в США приняты и реализуются следующие перспективные программы разработки современного гиперзвукового оружия:

1. Программы авиационных ракет ВВС США: Air-Launched Rapid Response Weapon (ARRW), Hypersonic Conventional Strike Weapon (HCSW), Tactical Boost Glide (TBG), Hypersonic Air-breathing Weapon Concept (HAWC).
2. Наземные ракетные комплексы Армии США: Long Range Hypersonic Weapon (LRHW), Operational Fires (OpFires), Strategic Long Range Cannon (SLRC).
3. Программа ВМС США: Intermediate Range Conventional Prompt Strike (IRCPS).

Характеристики крылатых ракет морского базирования для поражения наземных целей

Наименование ракеты (комплекса)	3мМ10 ('Гранат")	"Томагавк" TLAM-N Block I	3М-14Э (club)	3М14 ("Калибр")	"Томагавк" TLAM-E Block IV
Год принятия на вооружение	1984	1983	2006[1]	2012[2]	2004
Длина без стартового ускорителя, м	7,2	5,56	4,8*	7,2*	5,56
Длина со стартовым ускорителем, м	8,09	6,25	5,9*/6,2[3]	8,1*	6,25
Диаметр корпуса, мм	514	5218	514	514	518
Диаметр стартовой капсулы, мм	533	533	533	533	533
Размах крыла, м	3,3	2,67	2,5*	3,3**	2,67
Полётная масса (начальная), кг	1320[4]	1180	1140[4]	1320**	1315
Стартовая масса (с ускорителем), кг	1700	1450	1520[5]/1770[3]	1700**	1588
Масса фугасной боевой части, кг	–	–	450	450**	450
Мощность ядерной боевой части, кТ	100–200	150	–	100–200**	–
Скорость полёта, М	0,7	0,7	0,7	0,7**	0,7
Дальность полёта с фугасной БЧ, км	–	–	300	>1500	1600
Дальность полёта с ядерной БЧ, км	3000	2500	–	2600	–

** Значения, полученные пересчётом с имеющихся изображений. ** Предположительные значения, принятые по аналогии с ракетами, разработанными ранее. 1 Год заключения контракта на 28 ракет с ВМС Индии. 2 Год завершения госиспытаний первого корабля с комплексом «Калибр-НК» – РК "Дагестан" (11661К). 3 Со стартовой капсулой. [4] Пересчёт с опытной ракеты КС-122РТ. [5] Пересчёт с капсулы 3М–549 (С).*



УВП Mk41 компании BAE Systems

К числу важнейших преимуществ УВП Mk41 относят большой боезапас, возможность широкого варьирования номенклатуры боезапаса, высокий темп стрельбы, возможность перезагрузки боезапаса в море.

УВП Mk41 применяется на кораблях ВМС США и других стран для запуска Standard Missile SM-2, SM-3 и SM-6, ASROC, RIM-7 Sea Sparrow, ESSM и Tomahawk.

Необходимость разработки УВП Mk41 диктовалась ограниченными возможностями балочных и контейнерных ПУ ракет, таких как: низкая скорострельность; недостаточная живучесть; ограничения боезапаса, как по количеству, так по номенклатуре; наличие запрещённых секторов стрельбы.

Ракеты находятся в стальных контейнерах, куда помещаются в береговом арсенале и не требуют проверки на корабле. В каждом из модулей может одновременно производиться предстартовая подготовка 2 ракет, темп пуска 1 ракета в секунду с одной ПУ.

Прогноз развития и финансирования программ создания высокоточного оружия МО США до 2025 г. отражен в таблицах.

Помимо ВМС США, крылатыми ракетами большой дальности оснащены стратегические бомбардировщики США. В настоящее время в боевом составе ВВС США насчитывается около 130 стратегических бомбардировщиков, способных применить за вылет около 1200 КРВБ. На данный момент, согласно открытым источникам, в ВВС США находится 74 бомбардировщика B-52H. Количество более современных B-1B сегодня сократилось до 45 единиц. Самый новый — B-2A — всего 19 самолетов.

Под эгидой Европейского оборонного агентства (EDA) официально стартовал проект PILUM, в рамках которого планируется разработка электромагнитного рельсотрона, способного поражать цели на дистанции до 200 км. По данным Naval News, на данном этапе франко-германский Научно-исследовательский институт Сен-Луи должен провести теоретические и экспериментальные изыскания, чтобы устранить научные и технологические пробелы, препятствующие реализации концепции электромагнитного рельсотрона как артиллерийской системы дальнего действия.

Данная стадия исследований рассчитана на 24 месяца. Полученные результаты изучат Европейская комиссия, EDA и заинтересованные члены Евросоюза, которым предстоит определить дальнейшую судьбу проекта.

Прогноз финансирования программ создания высокоточного оружия МО США

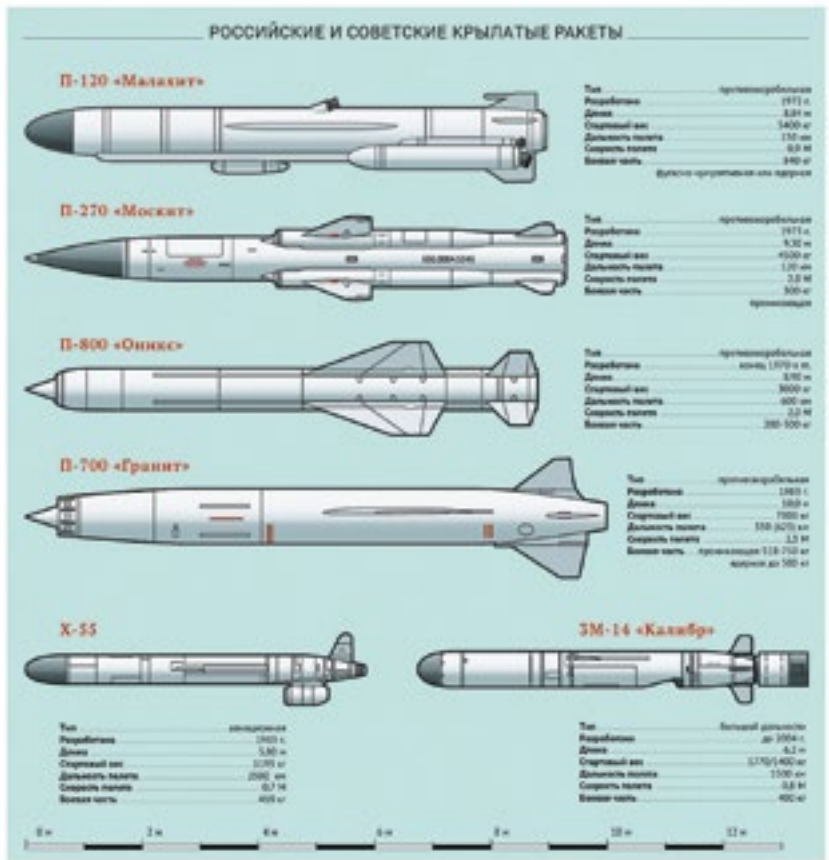
Финансовый год	2021	2022	2023	2024	2025
Финансирование млрд. дол.	4,1	3,3	3,9	3,9	3,6
Количество образцов	41 300	20 456	23 306	18 376	16 325

Пятилетняя программа приобретения морского высокоточного оружия

Тип ракеты	Финансирование, млн. дол. (количество образцов) по финансовым годам					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Tomahawk Block IV	386,16 (90)	374,0 (90)	5,03 (–)	5,02 (–)	5,06 (–)	5,36 (–)
SM-6	488.31	539,83 (125)	625,14 (132)	600,76 (135)	905,19 (200)	840,14 (183)
NSM	38,14 (18)	32,91 (15)	60,12 (34)	74,30 (44)	80,77 (48)	79,78 (48)

Ракета BGM-109 «Томагавк» в полёте

Концепция применения рельсотрона PILUM, Евросоюз



Рельсотрон представляет собой орудие, использующее для разгона снаряда электромагнитные силы. В нем снаряд на первом этапе выстрела становится частью электрической цепи, двигаясь между двумя контактными рельсами (отсюда и название установки). Для выстрела орудие нуждается в кратковременной подаче высоких напряжения и тока, которые не может обеспечить простое подключение к электрической сети.

Наиболее успешно исследования в данном направлении проводит Китай. В феврале 2019 г. стало известно об успешном испытании рельсотрона китайскими ВМС. Снаряд из их электромагнитной пушки развил скорость 2,5 км/с и поразил цель на дальности 200 км. О дальнейшем развитии проекта пока ничего не известно.

Для сравнения на рисунках приведены характеристики крылатых ракет РФ, СССР и США.

Крылатая ракета типа «Гарпун»

Тактико-технические характеристики ракеты "Гарпун"

	A/U/RGM-84A и B	A/U/RGM-84C и O	A/U/ RGM-84D2	A/U/RGM-84E
Длина ракеты, м: с ускорителем	4,57	4,57	5,18	5,23
без ускорителя	3,84	3,84	4,44	4,49
Диаметр ракеты, м	0,34	0,34	0,34	0,34
Размах крыла, м	0,91	0,91	0,91	0,91
Стартовая масса, кг	667	667	742	765
Масса боевой части, кг	225	225	235	225
Дальность полета, км, максимальная	120	150	280	150
минимальная	13	13	-	-
Скорость полета на маршевом участке, число М	0,85	0,85	0,85	0,85
Система наведения: на маршевом участке полета	Инерциальная	Инерциальная	Инерциальная	Инерциальная с коррекцией от СНС НАВСТАР
на конечном участке полета	Активная-радио-локационная	Активная-радио-локационная	Активная-радио-локационная	Тепловизионная, с телеуправлением

Безусловно, роль и значение крылатых ракет большой дальности в неядерном снаряжении в обозримом будущем будет возрастать. Однако эффективное применение этого оружия возможно лишь при наличии глобальной космической навигационной системы (в настоящее время подобными системами располагают США и Россия, а в скором времени к ним присоединится и Объединенная Европа), высокоточной геоинформационной системы районов боевых действий, а также многоуровневой системы авиационной и космической разведки, выдающей данные о положении целей с их точной (порядка нескольких метров) географической привязкой. Поэтому создание современного высокоточного оружия большой дальности — удел лишь относительно развитых в техническом отношении стран, способных разрабатывать и поддерживать в рабочем состоянии всю информационно-разведывательную инфраструктуру, обеспечивающую применение такого оружия.

ВО ВСЕХ ВЕДУЩИХ СТРАНАХ НАТО ПРОВОДЯТСЯ ИНТЕНСИВНЫЕ РАБОТЫ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ОБРАЗЦОВ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ ПКР С СИСТЕМАМИ САМОНАВЕДЕНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМИ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННУЮ СЕЛЕКЦИЮ ЦЕЛЕЙ, УВЕЛИЧЕННУЮ СКОРОСТЬ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ПОВЫШЕННУЮ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ.

Рассматриваются две концепции построения активной радиолокационной системы самонаведения для ПКР нового поколения:

- одна базируется на использовании фазированных антенных решеток для антенны сантиметрового диапазона, что обеспечивает быстрый поиск цели и защиту от РЭП;
- другая основана на применении электронного управления лучом антенны миллиметрового диапазона в интегральном исполнении на кремневой подложке, что позволяет удовлетворить таким требованиям, как высокая скорость сканирования луча, механическая стойкость к очень высоким уровням ускорения (например, при старте ПКР), низкая стоимость в массовом производстве.

Уделяется большое внимание созданию двухканальных систем, в которых используются одновременно бортовая РЛС сантиметрового диапазона и один из дополнительных каналов: оптический, телевизионный, тепловизионный в инфракрасном диапазоне частот. Вместо одного из дополнительных каналов может использоваться РЛС миллиметрового диапазона или лазерный локатор.

Исследования западных фирм показали, что сочетание лазерного локатора с тепловизионным каналом, формирующих изображение, обеспечивает в многоканальной системе самонаведения улучшение характеристик на этапах поиска и сопровождения. Добавление активного лазерного локатора с высоким пространственным разрешением улучшает распознавание целей в сложной обстановке, даже в условиях противодействия, и обеспечивает возможность измерения скорости и дальности, что может быть использовано для улучшения точности наведения ПКР. Лазерные локаторы традиционно уступают радиолокационному по дальности действия, степени независимости и защищенности от погодных условий, защищенности от средств противодействия и от влияния фона морской поверхности.

Появление тепловизионных каналов, стойких к воздействию РЭП, использующих температурные, цветовые и размерные факторы для выделения целей и обеспечивающих улучшенную (цифровую) обработку сигналов, повысило способность подавления помех от фона. В то же время преимущество радиолокационных систем в дальности действия стало ослабевать с появлением морских надводных целей с малой эффективной поверхностью рассеивания.

Тепловизионная камера (ТВК) двухканальной системы самонаведения может находиться как снаружи носового обтекателя ПКР, так и внутри него. В последнем случае обеспечивается аэродинамическое совершенство формы ПКР, но датчик маскирует часть апертуры радиолокационной антенны. В процессе применения радиолокационного канала такая схема расположения ТВК может оказаться неработоспособной ввиду высокого уровня мощности радиоизлучения от антенны бортовой РЛС (обычно у зарубежных ПКР ~ 250 Вт). Поэтому в ряде конструкций двухканальных систем самонаведения этот датчик имеет боковое расположение на пилоне ракеты.

Одно из преимуществ систем с общей апертурой в том, что для ПКР с такой ГСН возможно более быстрое выполнение маневров, чем для ПКР с боковым расположением инфракрасных (ИК) датчиков, поскольку в последнем случае требуется обеспечивать крен при развороте (чтобы находящийся сбоку ИК датчик всегда был обращен в сторону цели), а это несколько замедляет маневр.

Одной из самых больших проблем, связанных с созданием эффективных в боевой обстановке зарубежных двухканальных ГСН, специалисты считают задачу совмещения данных от обеих информационных систем таким образом, чтобы при их использовании не требовалось устранение недостоверности результатов математической обработки.

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ВЕДУТСЯ ИНТЕНСИВНЫЕ РАБОТЫ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ГСН РЕЖИМОВ СИНТЕЗИРОВАНИЯ АПЕРТУРЫ АНТЕННЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНОГО НАВЕДЕНИЯ РАКЕТЫ НА КОНЕЧНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ.

В перспективе ожидается объединение в одной системе самонаведения возможностей излучений в двух или более областях электромагнитного спектра и создания многоспектральных систем для повышения эффективности боевого применения разрабатываемых ПКР. За рубежом могут быть созданы системы самонаведения с тремя информационными каналами: радиолокационным, тепловизионным в инфракрасном диапазоне длин волн и лазерным.

Для этого в ведущих странах НАТО, прежде всего в США и Германии, в системах наведения управляемых ракет различного класса широко применяются тепловизионные ГСН. У них высокая разрешающая способность, обеспечивающая эффективное распознавание и поражение заданной цели в группе, широкое поле обзора в режиме сканирования, увеличенная дальность захвата цели. В ней реализуются автоматический комплексный анализ получаемого от цели сигнала с частотой обновления изображения цели более 200 кадров в секунду, выбор точки прицеливания и отстройка от помех, возможность работы одновременно в нескольких участках ИК-диапазона.

Список литературы

1. *А.Л. Рахманов, В.Н. Половинкин, А.Б. Фомичев «Военно-морские силы стран мира». 2020 г., 900 с.*
2. *«Новый оборонный заказ. Стратегии» 30.08.2017 г.*
3. *Боеприпасы повышенной стойкости к опасным внешним воздействиям: особенности конструирования, испытаний и эксплуатации / [Б.В. Мацеевич и др.]. — Красноармейск: ОАО «КНИИМ», 2014. — 168 с.*
4. *Никольский В.И., Новичков Н.Н. Военные флоты мира. 2009–2010 гг. Справочник. М.: «Информационное агентство АРМС-ТАСС, 2009. —1097 с.*
5. *Апальков Ю.В. Эсминцы проектов 56, 57бис и их модификации. — М.: Моркнига, 2009. — 186 с.*
6. *Шевченко И. Крылатые ракеты морского базирования // Зарубежное военное обозрение. — М.: «Красная Звезда», 2011. — Вып. 876, № 11. — С. 83–87.*
7. *Шевченко И. Современное состояние и перспективы развития крылатых ракет морского базирования ВМС США // Зарубежное военное обозрение. — М.: «Красная звезда», 2009. — Вып. 749, № 8. — С. 66–73.*
8. *На полигонах мира: Испытания КРМБ «Томахок» в США // Зарубежное военное обозрение. — М.: «Красная звезда», 2009. — Вып. 744, № 3.*
9. *Gibson, James N. Nuclear Weapons of the United States: An Illustrated History. — Atglen, Pennsylvania: Schiffer Publishing Ltd., 1996. — 240 с.*

Авторы: СОКОЛОВ А.В., ТАРАНОВСКИЙ Д.О., ЯШНИКОВА О.М.

АНАЛИЗ ОПЫТА КОМПАНИИ SAFRAN В ОБЛАСТИ ТОЧНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

АО «Корпорация морского приборостроения» — это интегрированная структура, в состав которой вошли более 30 предприятий с общей численностью сотрудников более 20 тысяч человек. Основу Корпорации составляют концерны — крупнейшие производители интегрированных боевых информационных и управляющих систем, радиолокационного и гидроакустического оборудования, систем навигации и связи: АО «Концерн НПО «Аврора», АО «Концерн «Моринформсистема-Агат», АО «Концерн «Океанприбор» и АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», каждый из которых имеет большую многолетнюю историю [1].

Процессы слияния мелких фирм в большие интегрированные структуры в настоящее время проходят не только в приборостроении, но и во всех высокотехнологичных отраслях как в нашей стране, так и по всему миру. Достаточно вспомнить, например, Объединённую судостроительную корпорацию (ОСК), которая владеет государственными судостроительными активами и государственными пакетами акций в частных компаниях, или Объединённую авиастроительную корпорацию (ОАК), объединяющую ведущие авиастроительные предприятия России и являющуюся одной из крупнейших компаний в Европе.

Слияние и формирование мощных промышленных групп компаний идет во всем мире, при этом крупнейшими по капитализации и объемам реализации военной продукции (по данным на 2019 г.) являются американские корпорации Lockheed Martin, Boeing, Northrop Grumman, Raytheon и General Dynamics. Среди европейских корпораций выделяются Airbus, BAE Systems, Leonardo, Thales, Safran. Последняя вызывает наибольший интерес в связи с тем, что компания лидирует в ряде областей морского приборостроения, компетенции в которой являются основой научно-производственного потенциала концернов, входящих в состав АО «КМП».

В статье рассмотрены основные достижения и решения в области морского приборостроения, представленные корпорацией Safran. Проведенный анализ основан не только на информации с официального сайта компании и от сторонних новостных агентств, но и на данных из научно-технических публикаций.

ОБ ИСТОРИИ ФИРМЫ

Safran SA — французская промышленная корпорация, работающая в области электроники и высоких технологий. Корпорация проектирует, разрабатывает и производит авиационные и ракетные двигатели, а также различное аэрокосмическое и оборонное оборудование или его компоненты.

Корпорация в её современном виде была образована в результате слияния компаний Snecma и Sagem в 2005 году. Приобретение корпорацией

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления деятельности международной корпорации Safran, образовавшейся в результате слияния ряда крупных европейских компаний, работающих в области электроники и высоких технологий. Подробно проанализированы компетенции Safran в области точного приборостроения. Показаны сопоставимые примеры продукции АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор».
Ключевые слова. Safran, точное приборостроение, гироскоп, навигационная система, перископ, беспилотный аппарат

Abstract. The paper presents the main areas of activity of Safran international corporation formed by merging a number of large European companies in the sphere of electronics and high technologies. The Safran competence in precision instrument engineering is analyzed. The comparable examples of products manufactured by Concern CSRI Elektropribor are demonstrated.
Keywords. Safran, precision instrument engineering, gyroscope, navigation system, periscope, unmanned vehicle

Соколов А.В., к.т.н., генеральный директор АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

Тарановский Д.О., начальник редакционно-издательской группы к.т.н.

Яшникова О.М., начальник отдела научно-технической информации

компании Zodiac Aerospace в 2018 году значительно расширило ее авиационную деятельность.

Сегодня Safran SA — это корпорация, имеющая несколько десятков тысяч сотрудников в 27 странах мира [2].

Компания Sagem (Société d'Applications Générales de l'Electricité et de la Mécanique) была создана в 1925 году Марселем Момом [3]. Фирма изначально была ориентирована на производство механического оборудования, но в скором времени после начала своей работы стала специализироваться на точном приборостроении для французского флота. В 1939 году Sagem вышла на рынок телефонной связи и передачи данных. После Второй мировой войны компания стала все активнее участвовать в оборонной и авиационной промышленности Франции. В 1961 году компания Sagem была избрана правительством в качестве производителя инерциальных навигационных систем для первых баллистических ракет Франции, а также оптических и навигационных систем для первых подводных лодок с баллистическими ракетами.

Компания Snecma ведет свою историю с 1905 года, когда Луи Сеген создал компанию Gnome, которая стала производителем первого роторного двигателя для самолетов Gnome Omega. Первый перелет через Средиземное море и первые «мертвые петли» (Петр Нестеров и Адольф Пегу) были совершены на самолетах, оснащенных двигателями фирмы Gnome.

В 1945 году, после нескольких преобразований компании, была создана компания Snecma (Société Nationale d'Etude et de Construction de Moteurs d'Aviation), которая объединила большинство французских производителей авиационных двигателей. В 2000 году эта компания получила название корпорации «Snecma Group» и осуществила ряд приобретений, чтобы сформировать более крупную группу с множеством взаимодополняющих предприятий.

САМОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЙ ИСТОРИЕЙ РАЗВИТИЯ ОБЛАДАЕТ КОМПАНИЯ ZODIAC AEROSPACE, КОТОРАЯ В 2018 ГОДУ ОБЪЕДИНИЛАСЬ С SAFRAN. ЭТА ФИРМА ВЕДЕТ СВОЮ БИОГРАФИЮ С СОЗДАНИЯ В 1896 ГОДУ КОМПАНИИ “MALLET, MÉLANDRI ET DE PITRAY”, ПРОИЗВОДИВШЕЙ ПЕРВЫЕ ДИРИЖАБЛИ ДЛЯ СПОРТА И ТУРИЗМА. ZODIAC AEROSPACE, ИМЕЮЩАЯ В СВОЕМ СОСТАВЕ 32,5 ТЫСЯЧИ СОТРУДНИКОВ И ОБЛАДАЮЩАЯ ГОДОВЫМ ОБОРОТОМ В БОЛЕЕ ЧЕМ 5 МЛРД. ЕВРО, СТАЛА ОДНИМ ИЗ КРУПНЕЙШИХ ПРИОБРЕТЕНИЙ КОНЦЕРНА SAFRAN.

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Корпорация Safran является многопрофильной промышленной организацией, направления деятельности которой охватывают разработку и производство по ряду направлений, имеет большой опыт проведения различных испытаний приборной техники, а также предоставляет инженерные услуги, например, адаптацию решений компании к потребностям конкретных заказчиков, квалифицированное сопровождение специалистами и экспертами корпорации разработок заказчика с самого начала и до конца проектного цикла [2, 3].

Деятельность компании имеет на три больших направления:

1. Авиационная техника и оборудование. Компания производит авиационные двигатели, в т.ч. двигатели для коммерческих и военных самолетов и вертолетов, беспилотных летательных аппаратов и крылатых ракет, для узкофюзеляжных коммерческих самолетов нового поколения: Airbus A320neo, Boeing 737 MAX и COMAC C919, а также ведет разработки двигателей нового поколения для ближне- и среднемагистральных самолетов.

Авиационное оборудование, производимое компанией, включает электронное оборудование и бортовые информационные системы, навигационное оборудование для различных объектов, оптоэлектронные системы. Safran поставляет шасси, колеса и тормоза, системы визуализации и программное обеспечение для кабин, а также широкий спектр систем безопасности (эвакуационные трапы, спасательные плоты и жилеты, системы аварийной остановки, кислородные маски) и систем управления (управление подачей топлива, телеметрия).

Интерьерные решения для авиации являются еще одним серьезным направлением, в первую очередь это кресла для экипажа и пассажиров. Компания производит всё необходимое для оснащения салонов самолетов: багажные полки, двери, туалеты, кухни, тележки и кухонное оборудование для производства продуктов питания и напитков, оснащение зон отдыха и багажных зон и т.д.

2. Оборонно-промышленный комплекс, в т.ч. инерциальные технологии (механические, лазерные, волоконно-оптические, резонансные и др.) для навигационных систем, адаптированных ко всем условиям эксплуатации. Компания разрабатывает прицелы и системы управления огнем для обеспечения высокоточного сопровождения и поражения целей артиллерии, бронетехники и авиации. Производимое ей оптоэлектронное оборудование используется также для обнаружения, обработки и стабилизации изображений в оптико-электронных системах и приборах оборонного применения (подводные лодки и надводные корабли, боевые машины, самолеты и т.д.). Safran участвует в разработках технологий для беспилотных систем, решая широкий спектр задач: наблюдение, разведка, защита, обнаружение угроз и многое другое. Safran поставляет двигательные установки для ракет, в том числе ракету класса «воздух–воздух» малой дальности Mistral, ракету класса «воздух–земля» большой дальности Scalp и ее модификацию Storm Shadow. Safran также производит твердотопливные двигательные установки для широкого спектра тактических ракет, развернутых ВВС, флотом и армией: Milan (легкая противотанковая ракета), MICA (зенитная ракета), AASM (управляемая ракета класса «воздух–воздух»), MdCN (морская крылатая ракета).

3. Космические исследования, в т.ч. технологии создания ракетных двигателей, высококачественной космической оптики и модульных радиочастотных систем для управления спутниками и космическими зондами. Safran разрабатывает и производит двигатели и двигательные подсистемы, используемые на всех этапах жизни спутника, от позиционирования на орбите до ухода с орбиты.

Как видно из приведенного списка, значительную часть продукции и разработок компании Safran составляет гражданская техника для авиационной и космической отраслей.

Далее более подробно рассматриваются компетенции корпорации Safran в области оборонно-промышленного комплекса как наиболее интересные в части пересечения с направлениями деятельности АО «КМП». В статье также приведены аналогичные компетенции, развиваемые в АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» [4].

Инерциальные датчики и системы

Корпорация Safran имеет отлаженное производство чувствительных элементов на основе механической, лазерной, волоконно-оптической, резонансной технологий.

Филиал Safran Electronics & Defense в Германии производит до 4000 волоконно-оптических гироскопов (ВОГ) и инерциальных измерительных блоков (ИИМ) на их основе. ИИМ — это многоосный волоконно-оптический инерциальный измерительный блок с 6 степенями свободы, содержащий, помимо гироскопов, MEMS-акселерометры с обратной связью. ИИМ разработан для промышленного, гражданского и военного применения и обеспечивает высокую стабильность сигнала при низком уровне шума (стабильность смещения нуля от 1 град/час до 0,1 град/час). ИИМ является важным компонентом в системах стабилизации башенных орудий и систем стабилизации собственного производства компании. Кроме того, они интегрируются в оптоэлектронные системы наблюдения и тепловизоры, обеспечивая стабилизацию видеоканала для наблюдения за полем боя независимо от времени суток.

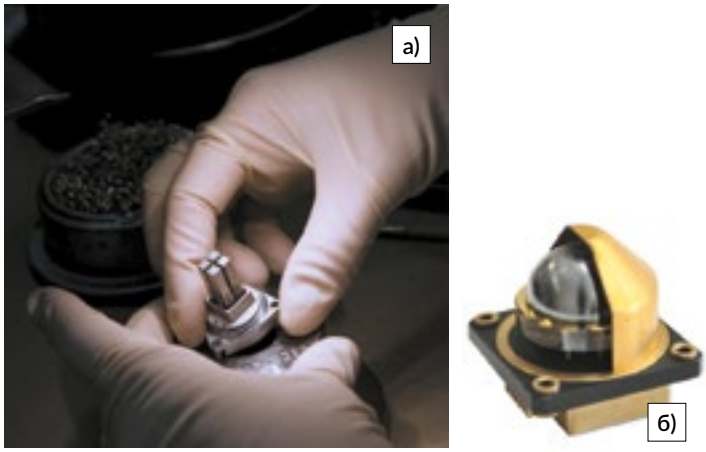


Рис. 1. Гироскопы Quapason (а) и HRG Crystal (б)

Наибольших успехов компании Safran удалось добиться в разработке кориолисовых вибрационных гироскопов (КВГ) [5]. Приступив к разработке концепции КВГ еще в 1985 году, сегодня компания обладает технологиями для крупносерийного производства датчиков такого типа. Так, только в 2018 году Safran Electronics & Defense поставила клиентам более 16 400 гироскопов Quapason (рис. 1, а). С момента начала серийного производства было произведено более 140 000 единиц этого гироскопа.

В Quapason используется состоящий из четырех стержней металлический резонатор, который был выбран из-за простоты изготовления с учетом характеристик среднего точностного диапазона. В этой конструкции низкая добротность пьезоматериала, используемого для датчиков и исполнительных механизмов, мало влияет на добротность всего резонатора. Поэтому при резонансной частоте 7 кГц этот резонатор имеет постоянную времени в несколько секунд. Кроме того, датчики и приводы расположены симметрично, чтобы поддерживать оптимальную механическую изоляцию и, следовательно, лучшую стабильность работы гироскопа [5]. Этот инерциальный датчик характеризуется высокой надежностью и компактностью — двумя характерными чертами вибрационных технологий. В основном используется для стабилизации изображений и линий прицеливания на дистанционно управляемых турелях, а также в курсовертикалях военных или гражданских самолетов.

Заметным событием последних лет стало создание компанией Safran Electronics & Defence высокоточного твердотельного волнового гироскопа (ТВГ) [6]. Главным недостатком классического ВТГ является высокая стоимость, обусловленная, в основном, чрезвычайно высокой точностью изготовления и сборки. Тем не менее компании Safran удалось найти конструктивное решение для устранения данного недостатка. Оригинальная конструкция позволяет снизить стоимость изготовления устройства, что делает его вполне доступным для массового потребителя. Полусферический резонаторный гироскоп HRG Crystal (рис. 1, б) имеет высокие характеристики C-SWaP и высокую надежность. Можно перечислить основные точностные характеристики ВТГ фирмы Safran: нестабильность масштабного коэффициента — 1 ppm (СКО); скорость ухода по углу — 0,0001 град/√ч, стабильность смещения нуля — 0,001

Рис. 2. Инерциальные датчики АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор».
а) испытания волоконно-оптического гироскопа,
б) электростатический гироскоп в разрезе,
в) пластина с микромеханическими чувствительными элементами,
г) демонстрационный образец ядерно-магнитного гироскопа

В АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» создан и запущен в эксплуатацию центр волоконно-оптических технологий. Концерн обладает всеми необходимыми технологиями фотоники, используемыми для изготовления ВОГ, начиная с изготовления кварцевой преформы, легируемой различными газами высокой очистки, вытяжки оптического волокна, его намотки на катушку интерферометра, стыковки оптических и электронных компонентов и заканчивая регулировкой и сдачей ВОГ.

В АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» разработан и выпускается волоконно-оптический гироскоп (рис. 2, а) класса точности 0,01 град/ч с диаметром катушки чувствительного элемента 150 мм [9]. Результаты испытаний ВОГ и анализ литературы показывают, что его основные точностные характеристики сопоставимы с зарубежными и отечественными аналогами.

Производством концерна освоено изготовление уникальных прецизионных гироскопов с электростатическим подвесом ротора (ЭСГ) (рис. 2, б), высокоточных поплавковых гироскопов и акселерометров маятникового типа. ЭСГ был создан на основе технических решений, защищенных 130 авторскими свидетельствами на изобретения. Среди 290 технологических процессов, составляющих технологию его изготовления, около половины уникальны [10].

В концерне запущена фабрика по производству микромеханических чувствительных элементов и освоен весь маршрут разработки и изготовления микромеханических датчиков: от проектирования архитектуры, расчета параметров, разработки файлов с послойной топологией для фотошаблонов до нанесения фоторезиста, глубокого травления, резки пластин с чувствительными элементами и корпусирования микросхем (рис. 2, в). Выпущены первые образцы микромеханических акселерометров, впереди — микромеханический гироскоп и датчик давления.

АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР» ВЕДЕТ ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ГИРОСКОПА НА НОВОМ ФИЗИЧЕСКОМ ПРИНЦИПЕ — ЭФФЕКТЕ ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА (РИС. 2, Г) [4].

град/ч (СКО). Завод по производству этих гироскопов, названный в честь французского ученого Каспара-Гюстава де Кориолиса, был построен в 2012 году и полностью введен в эксплуатацию в 2014 году. Объем производства постоянно растет и уже в 2017 году превысил 1000 инерциальных систем на основе ВТГ [7].

Поскольку ноу-хау, полученные в ходе исследований КЛГ и ВТГ, могут быть применимы к любому типу осесимметричных резонаторов, в том числе разработанных с помощью микроэлектромеханических (МЭМС) технологий, это открывает перед компанией широкие возможности в области создания МЭМС-гироскопов.

Разработкой МЭМС-датчиков занимается подразделение компании — Safran Sensing Technologies, объединившее вошедшие в состав Safran в 2013 г. швейцарскую компанию Colibrys и в 2021 г. норвежскую компанию Sensonor. Корпорация выпускает широкий спектр инерциальных датчиков, основанных на микромеханических технологиях, а также инерциальные модули с их использованием.

Линейки МЭМС акселерометров MS1000, TS1000, датчиков вибрации VS1000 и сейсмических датчиков SI1000 нашли применение в разнообразных областях военной и гражданской техники.

Также компания производит трехосные гироскопические модули (от одного до трех в общем корпусе) серии STIM2xx и инерциальные измерительные модули серии STIM3xx, включающие в себя гироскопы, акселерометры и/или инклинометры. Сферы применения охватывают системы управления ракетными комплексами и космическими аппаратами, использование на морских и авиационных подвижных объектах, в промышленной автоматике и на автомобильном транспорте [8].

Морские навигационные системы

Концерн Safran имеет большой опыт по созданию инерциальных навигационных систем (ИНС). Одним из примеров широкой востребованности продукции компании является разработанное фирмой Sagem семейство бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) Sigma на кольцевых лазерных гироскопах.

БИНС Sigma 30 — это инерциальная навигационная система для использования с артиллерийскими установками, включая гаубицы, реактивные системы залпового огня, минометы и легкие орудия. В настоящее время производится для более чем 25 стран, включая Францию (CAESAR, 2R2M, MLRS), Сербию (Nora B52), Швецию (FH77 BD, Archer), Индию (Pinaka MBRL), польский танк PT-91M (сборка для Малайзии) и США (топографическая съемка) [11].

БИНС Sigma 40 (рис. 3) для морского применения была одобрена к поставке военно-морскими силами 35 стран и на выставке Euronaval 2012 была признана самой продаваемой морской инерциальной навигационной системой в мире [12]. БИНС Sigma 40 имеет несколько версий для различных эксплуатационных требований на всех типах надводных кораблей от корвета до авианосца. Версия Sigma 40XP предназначена для дизель-электрических и атомных подводных лодок. Французский флот использует систему Sigma 40 для всех основных кораблей: многоцелевых фрегатов FREMM и Horizon, кораблей управления и проецирования сил Mistral, атомных ударных подводных лодок класса Rubis-Améthyste и проекта атомной подводной лодки класса Suffren (программа Barracuda). На международных рынках Sigma 40 используется для корветов Baynunah (ОАЭ), патрульных катеров Skjold (Норвегия), новых фрегатов-невидимок и подводных лодок Scorpène (Индия), а также патрульных катеров PKX, фрегатов FFX для модернизации подводных лодок U-209 (Южная Корея) и т.д. [12].

Сегодня Safran оснащает инерциальными системами и датчиками более 1000 торговых судов, надводных и подводных кораблей, стоящих на службе около 40 военно-морских сил по всему миру [13].

Компактная бесплатформенная навигационная система BlueNaute (рис. 4, а) предназначена для всех типов надводных судов, легко интегрируется в мостиковые системы. Благодаря использованию технологии ВТГ Crystal навигационная система не подвержена влиянию экстремальных условий и обеспечивает высокоточную навигацию.

Разработанное для надводных кораблей от патрульных катеров до авианосцев, семейство навигационных систем Argonyx (рис. 4, б) обеспечивает точную выработку координат и точную ориентацию для стабилизации датчиков и выставки оружия даже в условиях полного отсутствия сигналов ГНСС. Argonyx имеет оптимизированный интерфейс с системой боевого управления и совместим с интерфейсами Ethernet, RS-422, NMEA.

Рис. 3 БИНС Sigma 40

Благодаря отсутствию движущихся частей в чувствительном элементе ВТГ система Argonyx обеспечивает высокое среднее время наработки на отказ.

НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВТГ CRYSTAL КОМПАНИЯ SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE РАЗРАБОТАЛА НОВЫЙ ТИП ИНЕРЦИАЛЬНОГО ЯДРА ПОД НАЗВАНИЕМ DUAL CORE, СПОСОБНЫЙ ДОСТИГАТЬ БОЛЕЕ ВЫСОКИХ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК, СОПОСТАВИМЫХ С ОБЕСПЕЧИВАЕМЫМИ ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ГИРОСКОПАХ [14].

Принцип Dual Core основан на внутренней характеристике резонаторных гироскопов — способности к самокалибровке: когда одна триада гироскопов осуществляет измерения, три других гироскопа самокалибруются, что значительно повышает точность инерциальной системы. В системе Black-OnyxDual-Core использованы шесть ВТГ (вместо трех используемых в классической схеме) и точные маятниковые акселерометры A600, благодаря чему создано новое поколение ИНС, способное решать самые требовательные по точности задачи. Так, на военно-морской выставке Euronaval 2018 компания Safran представила навигационную систему Black-Onyx Dual Core для подводных лодок, которая предлагает рынку ранее недостижимые характеристики: точность выработки координат лучше, чем 0,5 морских миль/120 ч.

Инерциальные навигационные системы Black-Onyx (рис. 4, в) и Black-Onyx Dual Core предназначены для всех типов подводных лодок океанского класса, включая модели с воздухонезависимой силовой установкой (AIP).

Системы Argonyx и Black-Onyx полностью взаимозаменяемы с навигационными системами Sigma 40 и предназначены в ближайшем будущем заменить эти навигационные системы предыдущего поколения.

Сравнительные характеристики систем представлены в таблице 3.

Рис. 4 Системы BlueNaute (а), Argonyx (б) и Black-Onyx (в)

Таблица 3. Сравнительные характеристики навигационных систем морского применения

	BlueNaute Premium	BlueNaute Titanium	BlueNaute Platinum	Argonyx HP	Argonyx XP	Black-Onyx HP	Black-Onyx XP	Black-Onyx Dual Core HP	Black-Onyx Dual Core XP
Точность позиционирования			1 м.миля / 1 ч	1 м.миля / 24 ч	1 м.миля / 48 ч 1 м.миля / 72 ч	1 м.миля / 24 ч	1 м.миля / 48 ч 1 м.миля / 72 ч	1 м.миля / 240ч	<1 м.миля / 360 ч
Курс, СКО (*secφ)	0,2°	0,08°	0,08°	0.01°		0.01°		0.01°	
Углы качки, СКО	0.01°			0.01°		0.01°		0.01°	
Среднее время наработки на отказ	200 000 ч			200 000 ч		200 000 ч		200 000 ч	

Рис. 5. Модельный ряд БИНС различного назначения

АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» является единственным в России производителем и поставщиком навигационных комплексов подводных лодок. Навигационные комплексы, разработанные предприятием, позволяют безопасно и с высокой эффективностью решать задачи не только подводного кораблевождения, но и применения различных систем вооружения, что обеспечивает высокую боевую готовность подводных сил ВМФ. Их главными достоинствами являются точность, высокая степень автоматизации, надежность и возможность эксплуатации в любых широтных и климатических зонах. Вхождение в состав концерна АО «ЦНИИ «Дельфин» расширило компетенции предприятия в области навигации. Теперь разработка и производство навигационных комплексов для большинства надводных кораблей ВМФ РФ — тоже зона ответственности концерна.

В ЦНИИ «Электроприбор» создан модельный ряд БИНС различного назначения (рис. 5) на базе волоконно-оптических гироскопов, которые находят своё применение на кораблях ВМФ и автономных необитаемых подводных аппаратах (АНПА). В ближайшей перспективе важной задачей для концерна должна стать замена карданных систем на БИНС в навигационных комплексах надводных кораблей, дизель-электрических, а затем и атомных многоцелевых подводных лодок (ПЛ) [4].

Навигационные системы авиационно-космического применения

В интересах гражданской авиации корпорация Safran производит курсовертикаль APIRS (рис. 6, а), которая предоставляет все необходимые данные для управления самолетом или вертолетом по трем осям крена, тангажа и курса. Система APIRS построена на 3 волоконно-оптических гироскопах и 3 МЭМС-акселерометрах собственного производства. Среднее время наработки на отказ — более 20 000 часов. Накопив несколько миллионов летных часов, APIRS соответствует сертификационным требованиям для комплектации коммерческих самолетов, вертолетов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Следующим, более современным поколением навигационных систем гражданской авиации является интегрированная ИНС/ГНСС навигационная система SkyNaute (рис. 6, б), которая отвечает всем требованиям безопасности и надежности для самолетов, вертолетов и БПЛА. Используемые в SkyNaute волновые твердотельные гироскопы HRG Crystal обеспечивают высокую надежность и точность.

Продолжением развития систем гражданской авиации стало создание системы для космических исследований SpaceNaute (рис. 6, в), которая дополняет семейство навигационных систем компании, основанных на технологиях ВТГ.

Рис. 6. Системы APIRS (а), SkyNaute (б) и SpaceNaute (в)

SpaceNaute выбрана в качестве «инерциального эталона» для Ariane 6, новой ракеты-носителя Европейского космического агентства, и охватывает все космические приложения — от вывода на орбиту до исследования космоса [7]. Точностные характеристики системы: нестабильность смещения нуля менее 0,01°/ч, нестабильность измерения ускорения менее 50μg. SWaP-характеристики системы: объем 3 л, масса 15 кг, потребляемая мощность 15 Вт. Благодаря отсутствию движущихся частей в чувствительных элементах SpaceNaute обеспечивает высокую точность и надежность в сложных условиях, характерных для космического запуска (механических, тепловых, электромагнитных и радиационных).

Следует отметить, что у компании имеется значительный опыт в космической отрасли. В 1960-х гг. компания Sagem (сегодня входит в Safran) первой в Европе создала ИНС для ракеты-носителя одноразового использования. Благодаря этому Франция стала третьей космической державой в мире после СССР и США, успешно осуществив в ноябре 1965 г. первый запуск ракеты-носителя «Диамант» и вывод на околоземную орбиту спутника массой 45 кг [7].

ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ВОЕННОЙ АВИАЦИИ В КОНЦЕРНЕ SAFRAN РАЗРАБОТАНЫ СИСТЕМА GADIRS И СИСТЕМЫ СЕМЕЙСТВА SIGMA 95.

Навигационная система GADIRS (рис. 7, а) создана для обеспечения потребностей военно-транспортной авиации в высоконадежной навигации при неблагоприятных условиях. GADIRS обеспечивает высокий уровень безопасности и целостности даже в случае полетов на очень малой высоте при низкой видимости или заходов на посадку по суммарным взлетно-посадочным полосам без помощи посадочных систем. Гибридная навигационная система на её основе содержит радионавигационные функции защиты от помех, технологию GPS SAASM (Selective-Availability/AntiSpoofing Module — селективная доступность/защита дезинформирующих помех), а также антенну CRPA (Controlled Radiation Pattern Antenna — антенна с управляемой диаграммой направленности излучения).

Проверенное временем семейство инерциальных и интегрированных ИНС/ГНСС навигационных систем Sigma 95 обеспечивает требуемую производительность и точность для самых современных военных истребителей, боевых вертолетов, БПЛА и самолетов тактической авиации. Навигационные системы Sigma 95L (рис. 7, б) и Sigma 95N (рис. 7, в) построены на основе кольцевых лазерных гироскопов, а также встроенного GPS-приемника, что в сочетании с многорежимным фильтром Калмана позволяет оптимизировать возможности начальной выставки.

Сравнительные характеристики систем представлены в таблице 1.

Рис. 7. Системы GADIRS (а), Sigma 95L (б), Sigma 95N (в)

Таблица 1. Сравнительные характеристики навигационных систем авиационно-космического применения

	SkyNaute	GADIRS	Sigma 95L	Sigma 95N
Погрешность координат	< 2 м.миль/ч	< 2 м.миль/ч	< 1,6 м.мили/ч	< 1 м.мили/ч
Погрешность скорости	< 8 уз	< 5 уз	< 4 уз	< 3 уз
SWaP	3л/3кг/20Вт	10л/10кг/40Вт	6.3л/8.5кг/35Вт	16л/15кг/45Вт

Навигационные системы наземного применения

Семейство Epsilon представляет инерциальные измерительные модули, предназначенные для применения в интегрированных навигационных системах наземного применения с длительным сроком службы. ИИМ Epsilon (рис. 9, а) обеспечивает выработку данных об ориентации и курсе в течение нескольких часов благодаря применению кварцевых камертонных гироскопов Quapason [5] даже в условиях отсутствия ГНСС. ИИМ Epsilon также используется в системах наведения орудий малого калибра, системах управления различных транспортных средств, в качестве вспомогательного средства при прицеливании и вождении.

Инерциальные навигационные системы Geonyx (рис. 9, б) на основе ВТГ предназначены для решения таких задач как навигация, геолокация целей и артиллерийское наведение. ИНС Geonyx способна работать в условиях полного отсутствия сигналов ГНСС, отличаясь при этом высокой надежностью. Geonyx является самой компактной ИНС в своем классе и может быть установлена в любом положении на транспортных средствах, турелях и артиллерийских орудиях [16].

Geonyx обеспечивает короткое время начальной выставки в любой конфигурации (с ГНСС или без). Благодаря описанной выше технологии ВТГ Crystal на Geonyx не влияют вибрации и удары, характерные для артиллерийских орудий, что обеспечивает значительный срок службы.

Сравнительные характеристики систем представлены в таблице 2.

В АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» разработана и поставляется новая бескарданная система ориентации космического аппарата дистанционного зондирования Земли «БИС-ЭГ» на специально разработанном электростатическом гироскопе с малым сплошным ротором [15]. Система предназначена для выработки информации об угловом положении космического аппарата относительно базовой инерциальной системы координат и не имеет ограничений по угловому движению космического аппарата.

БИС-ЭГ представляет собой часть системы управления угловым движением космического аппарата относительно базовой инерциальной ориентации, периодически уточняемой с использованием блока определения координат звезд. Такие системы прошли испытания и эксплуатируются в составе космических аппаратов «Ресурс-ДК».

Рис. 8. БИС-ЭГ без защитного кожуха

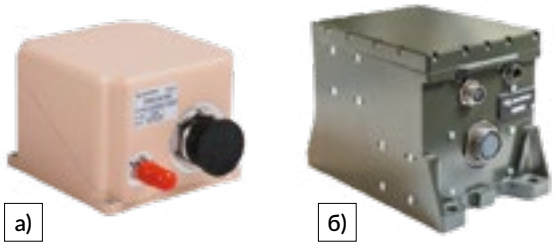


Рис. 9. Системы Epsilon (а) и Geonyx (б)

Таблица 2. Сравнительные характеристики навигационных систем наземного применения

	Инерциальные модули Epsilon			Инерциальные навигационные системы Geonyx				
	Epsilon One	Epsilon 10	Epsilon XP	Geonyx One	Geonyx SP	Geonyx HP/M	Geonyx XP	Geonyx XP+
Курс, СКО (@70°)	< 0.85°	< 0.85°	< 0.85°	4 MIL*	2 MIL	1 MIL	0,9 MIL	0,5 MIL
Углы качки, СКО	0.3°	0.3°	0.2°	1 MIL	0,75 MIL	0,5 MIL	0,35 MIL	0,2 MIL
Работа без сигнала ГНСС	минуты		часы	неограниченно				
SWaP	1 л / 1.5 кг			6 л / 6.4 кг				
Среднее время наработки на отказ	> 100 000 ч			> 100 000 ч				

* Для ИНС точности указаны в единицах Mil (миллирадианы), используемых для обеспечения прицеливания.

В АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» разработано семейство транспортных курсоуказателей на волоконно-оптических гироскопах ТКУ (рис. 10, а) и МТКУ (рис. 10, б). Изделия используются в качестве автомобильной системы гироскопической гиростабилизации и курсоуказания.

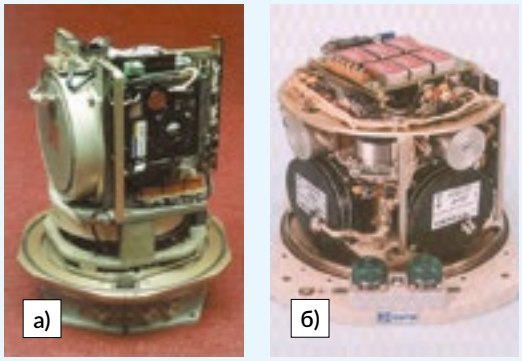


Рис. 10. Транспортные курсоуказатели ТКУ (а) и МТКУ (б)

Оптоэлектронное оборудование

Safran Electronics & Defense является эксклюзивным поставщиком перископов для ВМС Франции [17]. Для новых или модернизированных подводных лодок поставляются радарные мачты, проникающие перископы и оптронные мачты (рис. 11).

В настоящее время корпорация заменила в своей линейке оптические проникающие перископы оптико-электронными мачтами непроникающего типа. Новые мачты более компактны и размещены в боевой рубке, а размещенные в мачте датчики управляются через многофункциональные пульты в режиме реального времени или с минимальной задержкой, чтобы максимально сократить время нахождения корабля на перископной глубине. Обеспечивается совместимость для модернизации уже находящихся на вооружении подводных лодок и инновационных подводных лодок нового поколения.

Рис. 11. Перископные системы компании Safran

Оптоэлектронная мачта Series 30 SOM (Search Optronic Mast) обеспечивает панорамное наблюдение и идентификацию целей, имеет дневной телевизионный канал и тепловизор высокого разрешения, телевизионный канал для низкого уровня освещенности, лазерный дальномер и может принимать радиосигналы и сигналы GPS, а также использовать датчики радиоэлектронной борьбы ESM.

Командирский перископ Series 30 AOM (Attack Optronic Mast) представляет собой оптронную мачту, не проникающую в корпус. Он предназначен для наблюдения и скрытного сбора информации, является самым малозаметным в своей категории. Идеально подходит для всех типов подводных лодок, имеет несколько датчиков в небольшом корпусе.

Series 10 CSR — компактный подводный радар — также представляет собой мачту, не проникающую в корпус. Он использует современную технологию сжатия импульсов для снижения обнаруживаемости корабля системами радиоэлектронной борьбы.

Особенность этих новых изделий в том, что они дают проектировщикам кораблей большую свободу с точки зрения расположения оборудования и их положения на корпусе рубки подводной лодки. Отсутствие проникающих устройств также повышает безопасность корабля [18].

Перископы корпорации Safran устанавливаются на океанские подводные лодки класса KSS-IIII южнокорейской компанией Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering. Кроме того, они нашли применение на следующих классах подводных лодок: SSK класса P75 Scorpene/Kalvari (Индия), SSK класса Gotland и SSK класса A26 Blekinge (Швеция), SEA 1000 класса Attack (Австралия) [17].

ПОМИМО ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК, КОРПОРАЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРУЕТСЯ НА РАЗРАБОТКЕ ПРИБОРОВ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ, ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИСТЕМ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БИНОКЛЕЙ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ, ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ПРИЦЕЛОВ (СМ. ТАБЛИЦУ 4) И Т.П.

Охлаждаемые/неохлаждаемые тепловизоры для прицельной системы или оптической системы наблюдения за территорией

Сенсоры прицелов для дистанционных боевых модулей (RWS), турелей среднего калибра, гаубиц и боевых танков. Могут быть интегрированы с инерциальным блоком для стабилизации оружия и измерения скорости движения цели.

Панорамные стабилизированные прицелы, позволяющие осуществлять наблюдение, захват, целеуказание и наведение для танков и БМП.

Таблица 4. Линейки оптоэлектронных устройств компании Safran

Satis XLR Satis GS Satis LW	Охлаждаемые/неохлаждаемые тепловизоры для прицельной системы или оптической системы наблюдения за территорией
Mineo Vigeo Sensor Box Paseo Sensor Box	Сенсоры прицелов для дистанционных боевых модулей (RWS), турелей среднего калибра, гаубиц и боевых танков. Могут быть интегрированы с инерциальным блоком для стабилизации оружия и измерения скорости движения цели.
Vigeo Paseo Paseo Crystal	Панорамные стабилизированные прицелы, позволяющие осуществлять наблюдение, захват, целеуказание и наведение для танков и БМП.

В АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» создан первый в России перископный комплекс для подводных лодок, имеющий в своем составе не только командирский перископ, но и многофункциональную оптронную мачту, не проникающую в прочный корпус ПЛ (рис. 12). Комплекс обеспечивает наблюдение за надводной обстановкой в различных частотных диапазонах (телевизионный и инфракрасный), определение дистанции до цели с использованием лазерного дальномера, прием сигналов глобальных спутниковых навигационных систем и поиск надводных и воздушных целей по радиочастотному излучению. Сегодня созданные в ЦНИИ «Электроприбор» перископные комплексы поставляются на все отечественные строящиеся и модернизируемые ПЛ, а также на экспорт, за эти годы изготовлено 49 перископов [4].

В начале XXI века важным направлением работ концерна стало создание оптических систем посадки палубной авиации, разработан ряд систем посадки самолетов и вертолетов.

Еще одним из направлений развития оптроники в концерне являются астрономо-геодезические системы. В концерне разработан оптико-электронный астровизир, предназначенный для высокоточного определения астрономического азимута и приборных поправок гиротеодолитов и гирокомпасов. Оптико-электронный астровизир по своим точностным характеристикам не имеет мировых аналогов [19]. За последние 15 лет на предприятии создано несколько астрономо-геодезических систем для высокоточного автоматизированного измерения астрономических азимутов и уклонения отвесной линии в наземных условиях (Рис. 13).

Рис. 12. Перископный комплекс АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

Рис. 13 Астрономо-геодезическая система

Беспилотные аппараты

В корпорации Safran разработан тактический мультисенсорный БПЛА Patroller (рис. 14, а), который предназначен для разведки, наблюдения и целеуказания, может использоваться для миссий по наземному наблюдению и обеспечения безопасности на море. Patroller оснащен оптическим модулем EO/IR высокого разрешения в сочетании с датчиком COMINT (COMmunication INTelligence) и радаром с синтезированной апертурой (SAR), обнаруживающим движущиеся цели, благодаря чему он предоставляет данные о тактических ситуациях, а также проводит операции радиоэлектронной борьбы.

Для задач морского наблюдения Patroller оснащен многорежимным обзорным радаром, позволяющим обнаруживать морскую активность на большом расстоянии в большой зоне. Эта версия также включает автоматическую систему идентификации (AIS) для классификации судов. Основные характеристики БПЛА: время работы до 15 ч, полезная нагрузка 210 кг, высота полета до 16000 футов, автоматические взлет и посадка.

Специально для комплектации беспилотных аппаратов (помимо БПЛА Patroller — для программ Eurodrone и европейских БПЛА MALE) компанией Safran разработана новейшая оптико-электронная система Euroflir 610, способная различить регистрационный номер судна или отдельного человека, терпящего бедствие, на расстоянии нескольких километров. Он позволяет выполнять поисковые и спасательные операции на море с возможностью наблюдения в любых условиях видимости благодаря наличию мультиспектрального телескопа очень большой дальности и высокоэффективной стабилизации линии визирования. В системе используется видеокамера высокой четкости (HDTV) и формирователь изображения в средневолновом инфракрасном диапазоне (MWIR), а также ряд дополнительных камер для суровых морских условий эксплуатации [20].

На международной выставке Eurosatory 2016, посвященной обороне и безопасности, Safran Electronics & Defense представила eRider (рис. 14, б) — полноприводный гибридный автомобиль в классе легких ударных машин с многоцелевыми возможностями реконфигурации. Им можно управлять как обычным транспортным средством или можно использовать его в качестве робота с частичной или полной автономией, например, для выполнения различных миссий по сбору данных.

ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ ИМЕЕТ ЗАПАС ХОДА ДО 300 КМ И МОЖЕТ РАЗВИВАТЬ СКОРОСТЬ ДО 70 КМ/Ч, ПРИ ЭТОМ ОБЛАДАЯ ДОСТАТОЧНОЙ СКРЫТНОСТЬЮ БЛАГОДАРЯ НИЗКИМ ТЕПЛОВЫМ И АКУСТИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ.

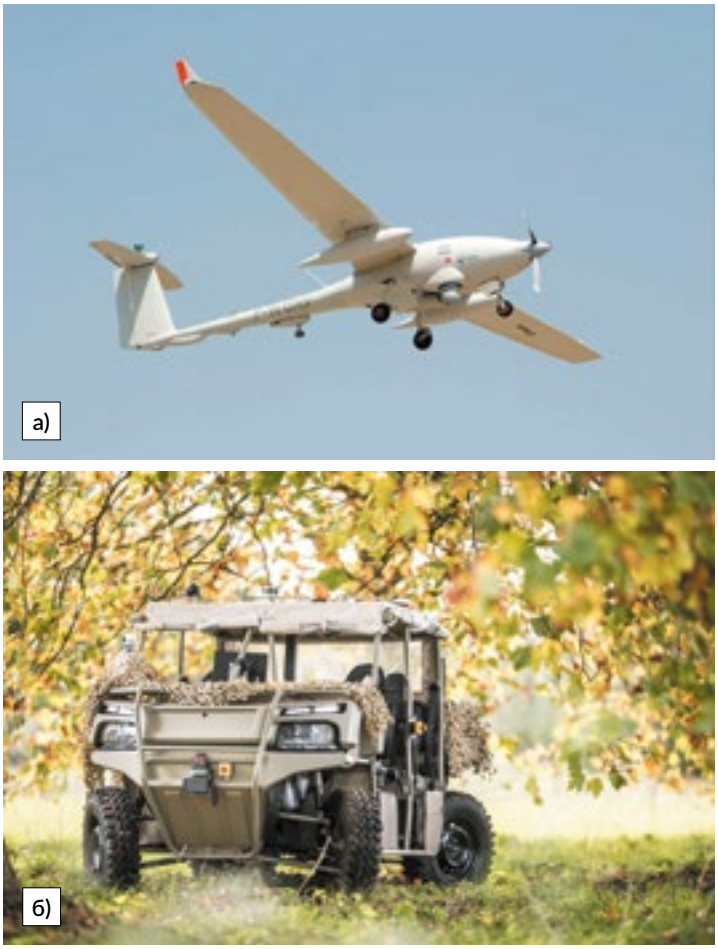


Рис. 14. Беспилотные аппараты Patroller (а) и eRider (б)

С недавнего времени новым направлением работ АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» стало создание интегрированных приборных комплексов радиоэлектронного вооружения АНПА, обеспечивающих освещение внешней обстановки. Сегодня разрабатываются подсистемы навигации, связи, гидроакустики, управления и вычислительные средства для АНПА 5 различных типов.

Также ведутся работы по созданию различных типов полезной нагрузки АНПА, в том числе магнитометров, гравиметров, эхолотов, систем технического зрения и т.д.

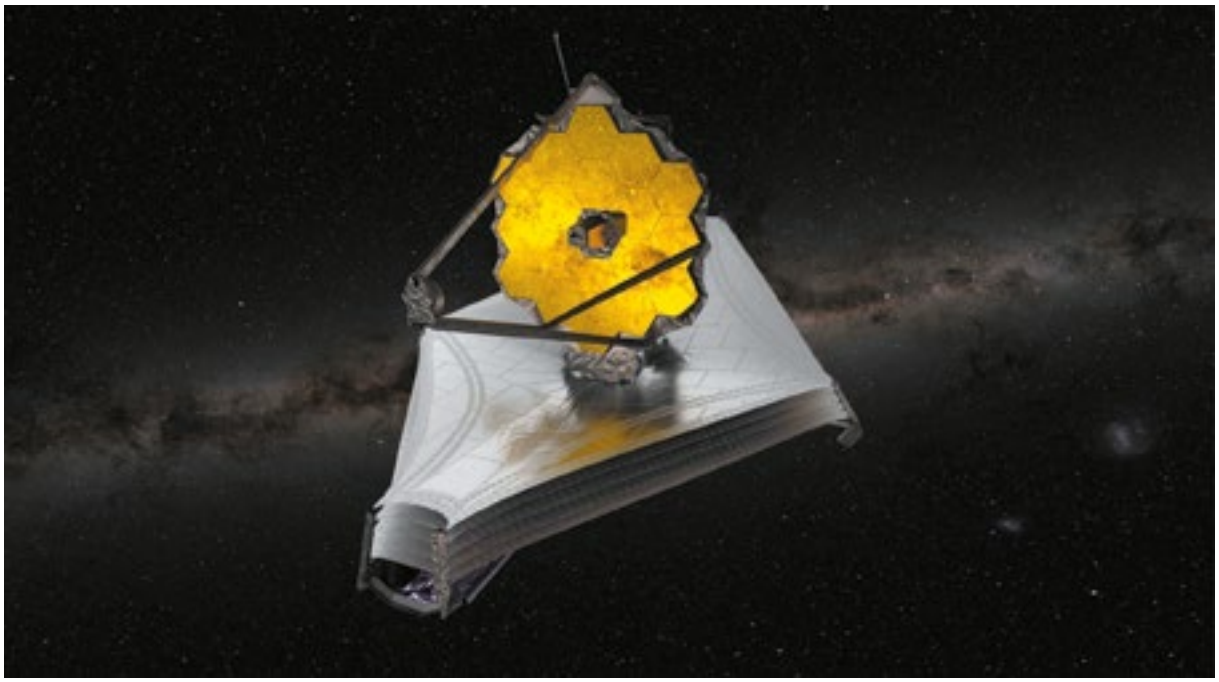


Рис. 15. Телескоп «Джеймс Уэбб»

Космическая техника

Уже более 50 лет Safran принимает участие в создании космической техники, разрабатывает и внедряет ракетные двигатели, высокоточную космическую оптику и модульные радиочастотные системы для управления спутниками и космическими зондами, наземные станции спутникового слежения, а также системы обработки телеметрии с ракет-носителей и спутников наблюдения.

25 декабря 2021 года с космодрома Куру в космическом центре Гвианы НАСА канадское и европейское космические агентства запустили телескоп «Джеймс Уэбб» (рис. 15), который приходит на смену заканчивающему свою миссию телескопу «Хаббл». Одним из четырех научных инструментов, установленных на борту нового телескопа, является спектрометр ближнего инфракрасного диапазона NIRspec, способный наблюдать очень далекие и тусклые галактики. Высокоточные зеркала этого прибора были изготовлены и установлены подразделением Safran Reosc. Кроме того, компанией были выполнены криогенные вакуумные испытания устойчивости характеристик зеркал при температурах до –250 °С.

Рис. 16. Система измерения микроускорений «Синус»

Концерн проводит исследования по созданию высокочувствительных акселерометров на электростатическом подвесе для космического применения и использования их в составе тензорных гравитационных градиентометров. Применение такого акселерометра в условиях космоса позволяет решить широкий круг прикладных, связанных с изучением Земли и других планет, и фундаментальных задач современной физики [21].

В АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР» РАЗРАБОТАНА СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОУСКОРЕНИЙ «СИНУС» ДЛЯ МОНИТОРИНГА МИКРОГРАВИТАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА (РИС. 16). МОДИФИКАЦИИ СИСТЕМЫ УСПЕШНО ИСПОЛЬЗУЮТСЯ НА БОРТУ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ТИПА «ФОТОН» И МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Слияние и формирование мощных промышленных групп компаний является современной тенденцией во всем мире.

В статье были подробно рассмотрены те направления деятельности компании Safran, которые близки компетенциям, имеющимся в АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», и показаны сопоставимые примеры продукции концерна. Проводя параллели между АО «Корпорация морского приборостроения» и Safran, можно отметить как сопоставимое количество сотрудников и входящих в состав предприятий, так и широкий ассортимент выпускаемой продукции, востребованный в морской авиационной и космической промышленности, атомной энергетике, автомобилестроении и других областях.

Для обеих корпораций ключевым вектором является использование синергетического эффекта от совокупности имеющихся компетенций для повышения эффективности производства и конкурентоспособности создаваемой продукции.

ЗНАЧИТЕЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ В КОРПОРАЦИЯХ УДЕЛЯЕТСЯ ПРОВЕДЕНИЮ ПРОРЫВНЫХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАЗРАБОТОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНИКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. ТАКЖЕ ПРИОРИТЕТНОЙ ЯВЛЯЕТСЯ ОБУЧЕНИЕ, ПОДГОТОВКА И ПЕРЕПОДГОТОВКА КАДРОВ ПО КЛЮЧЕВЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ РАЗВИТИЯ КОРПОРАЦИЙ.

Схожесть компетенций корпораций в ряде областей морского приборостроения, а также острая необходимость в импортозамещении продукции иностранного производства создает значимые предпосылки для успешной конкуренции продуктов корпораций как на внутреннем, так и, при должных усилиях, на внешних рынках.

Список литературы

1. *Стругов Л.В. Корпорация морского приборостроения: первоочередные задачи и направления развития. // Морское оборудование и технологии. № 3, 2021. С. 6-17.*
2. *2021 Integrated Report, https://www.safran-group.com/sites/default/files/2022-04/SAFR_RI-2021_UK.pdf*
3. *https://www.safran-group.com/*
4. *Соколов А.В. Текущее состояние и перспективы развития АО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор" // Морское оборудование и технологии. 2021. № 3 (28). С. 46-55.*
5. *Бетия Ж., Гро А., Гроссе Ж.. Новое поколение инерциальных блоков на основе вибрационных датчиков, используемых в качестве резервных измерителей. // Гироскопия и навигация. № 1 (52), 2006. стр. 12-20.*
6. *Пешехонов В.Г. Перспективы развития гироскопии // Гироскопия и навигация. 2020. Том 28. №2 (109). С. 3-10. DOI 10.17285/0869-7035.0028*
7. *Делэйе Ф. Бортовая инерциальная система координат SpaceNaute® для европейской ракеты-носителя «Ариан-6» на основе волнового твердотельного гироскопа. // Гироскопия и навигация. Том 26, № 4 (103), 2018. стр. 3-13.*
8. *Черний В. "Эффект бабочки" по-норвежски: гироскопические модули компании SENSONOR // Компоненты и технологии. 2019. № 3 (212). С. 26-29.*
9. *Унтилов А.А., Егоров Д.А., Рупасов А.В., Новиков Р.Л., Нефоросный С.Т., Азбелева М.П., Драницына Е.В.. Результаты испытаний волоконно-оптического гироскопа // Гироскопия и навигация. Том 25, № 3 (98), 2017, С.78-85*
10. *Пешехонов В.Г. Создатель прецизионного гироскопа // Гироскопия и навигация. 2020. Т. 28. №1. С. 121-128. DOI 10.17285/0869-7035.0021*
11. *https://en.wikipedia.org/wiki/SAGEM_Sigma_30*
12. *https://www.navyrecognition.com/index.php/news/naval-exhibitions/euronaval-2012/717-sagems-sigma-40-navigation-systems-surpass-8-million-hours-of-operation-in-service.html*
13. *https://www.armadainternational.com/2018/10/safran-launches-a-new-family-of-naval-inertial-navigation-systems/*
14. *Foloppe Y. and Lenoir Y., HRG Crystal™ DUAL CORE: Rebooting the INS revolution, 2019 DGON Inertial Sensors and Systems (ISS), pp. 1-24, doi: 10.1109/ISS46986.2019.8943660.*
15. *Ландау Б.Е., Белаш А.А., Гуревич С.С., Левин С.Л., Романенко С.Г., Цветков В.Н. Электростатический гироскоп в системах ориентации космических аппаратов // Гироскопия и навигация. Том 29. №3 (114), 2021. С. 69-79. DOI 10.17285/0869-7035.0071*
16. *https://www.edrmagazine.eu/sofins-2021-safran-unveils-geonyx-m-a-gnss-denied-ahrs-ins-system-for-naval-and-amphibious-applications*
17. *https://www.navalnews.com/event-news/euronaval-2020/2020/10/euronaval-video-safran-search-and-attack-optronic-masts-for-submarines/*
18. *https://www.australiandefence.com.au/news/making-the-most-of-masts-and-periscopes*
19. *Соколов А.В., Василевская А.Г., Гайворонский С.В., Яшникова О.М. Создание гражданской техники - опыт диверсификации АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» // Морское оборудование и технологии. 2022. № 4 (33). С. 32-38.*
20. *https://www.asdnews.com/news/defense/2022/03/07/safrans-euroflir-510-tiger-helicopters-new-optronic-sight*
21. *Краснов А.А., Розенцвейн В.Г. Современное состояние и перспективы развития электростатических акселерометров космического применения. // Гироскопия и навигация. Том 30. №2 (117), 2022. С. 3-33.*

Милованов М.А.,
начальник отдела
АО «ЦНИИ «Курс»

Кирюшкин А.И.,
техник АО «ЦНИИ «Курс»

Мыкольников Я.В.,
инженер 1 кат.
АО «ЦНИИ «Курс»

Аннотация. В данной статье проводится краткий обзор УКВ радиоустановок зарубежного и отечественного производства, представленных на отечественном рынке. Описан вариант построения судовой УКВ радиоустановки для морской связи, разрабатываемый в АО «ЦНИИ «Курс». Приведены особенности реализации аналоговой части радиоустановки.
Ключевые слова. УКВ радиоустановки, АО «ЦНИИ «Курс».

Annotation. This article provides a brief overview of VHF radio installations of foreign and domestic production, presented on the domestic market. A variant of the construction of a ship's VHF radio installation for maritime communications, developed in JSC "Central Research Institute "Kurs", is described. The features of the implementation of the analog part of the radio installation are given.
Keywords. VHF radio installations, JSC "Central Research Institute "Kurs".

Рис. 1. Морские УКВ радиостанции зарубежного производства.
а) JRC JHS-800S
б) FURUNO FM-8900S
в) SAILOR 6222
г) SAMYUNG STR-6000A

Рис. 2. Внешний вид ПВ-КВ радиоустановки

Авторы: МИЛОВАНОВ М.А., КИРЮШКИН А.И., МЫКОЛЬНИКОВ Я.В.

РАЗРАБОТКА МОРСКОЙ СУДОВОЙ УКВ РАДИОУСТАНОВКИ С ЦИВ НА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЕ

Анализ рынка радиооборудования ГМССБ показывает, что предприятия отечественной промышленности производят незначительное количество приборов и систем средств ГМССБ и серийно их не выпускают, а в основном, занимаются установкой и обслуживанием зарубежных образцов аппаратуры ГМССБ на гражданских судах России. В настоящее время на рынке морского связного оборудования присутствуют такие ведущие мировые производители как FURUNO, JRC, ICOM, STANDARD HORIZON (Япония) [1–3], SAMYUNG (Южная Корея) [4], RAYMARINE, COBHAM (SAILOR, Великобритания) [5]. Внешний вид некоторых морских УКВ радиостанций приведен на рисунке 1.

Результаты проведенного обзора УКВ морских радиостанций свидетельствуют о серьезном отставании отечественной аппаратуры на мировом рынке в данном сегменте промышленности и об отсутствии разработок перспективного радиоэлектронного оборудования с использованием прогрессивных технологий. Ранее были совершены ряд попыток создания отечественных ГМССБ радиоустановок, например, ПВ-КВ радиоустановка «Акванавт» [6], разработанная в рамках одноименного ОКР АО «ЦНИИ «Курс». Внешний вид приведен на рисунке 2. Однако, реализация оборудования на отечественной элементной базе тех лет с применением имеющихся на тот момент времени технологий изготовления конструкции оказалась неконкурентоспособной.

В тоже время активное использование морских транспортных путей и освоение природных ресурсов на океанских шельфах, повышенные требования к безопасности на море, эффективности функционирования ГМССБ, а также геополитические события в мире последних лет обязывают создавать необходимое отечественное ГМССБ радиооборудование с высокой степенью локализации производства и элементной базы.

ТАКИМ ОБРАЗОМ, В 2021 ГОДУ БЫЛИ ОТКРЫТЫ ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ РАБОТЫ (ОКР) ПО СОЗДАНИЮ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ СУДОВОЙ МОРСКОЙ СВЯЗНОЙ АППАРАТУРЫ С ДАЛЬНЕЙШИМ СЕРИЙНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ, ПОСТАВЛЕННЫХ В РАМКАХ ПРОЕКТА ПО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ В ДАННОЙ ОТРАСЛИ.

ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ СУДОВОЙ УКВ РАДИОУСТАНОВКИ

В АО «ЦНИИ «Курс» в рамках ОКР «Связь-У» создается морская УКВ радиоустановка. При разработке УКВ радиоустановки были применены как классические схемотехнические решения, так и современные технологии цифровой обработки сигналов. Данный подход позволяет техническим характеристикам радиоустановки соответствовать требованиям РМРС и международным резолюциям по безопасности мореплавания. Описываемая радиоустановка относится к средствам морской подвижной связи с угловой модуляцией и предназначена для использования в морском районе А1. Основные технические характеристики приведены в таблице 1.

СТРУКТУРНО РАДИОУСТАНОВКА СОСТОИТ ИЗ МОДУЛЯ РАДИОКАНАЛА, МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛА, ВТОРИЧНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ, ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ, ВТОРИЧНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ. ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ВНЕШНИМ СУДОВЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ПРЕДУСМОТРЕН МОДУЛЬ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИВЕДЕНА НА РИСУНКЕ 3.

Таблица 1. Основные характеристики УКВ радиоустановки

Характеристика	Значение	Примечание
Диапазон рабочих частот, МГц	156-174	156,025-158 морской диапазон
Шаг сетки частот, кГц	25/12,5/6,25	
Выходная мощность передатчика, Вт	25/1	
Чувствительность приемника, мкВ не хуже	2	при соотношении сигнал/шум 20дБ
Чувствительность приемника при приеме сигналов ЦИВ, мкВ не хуже	1	при вероятности ошибок не более 10–2
Напряжение питания, В	24	постоянный ток

Рис. 3. Структурно-функциональная схема УКВ радиоустановки

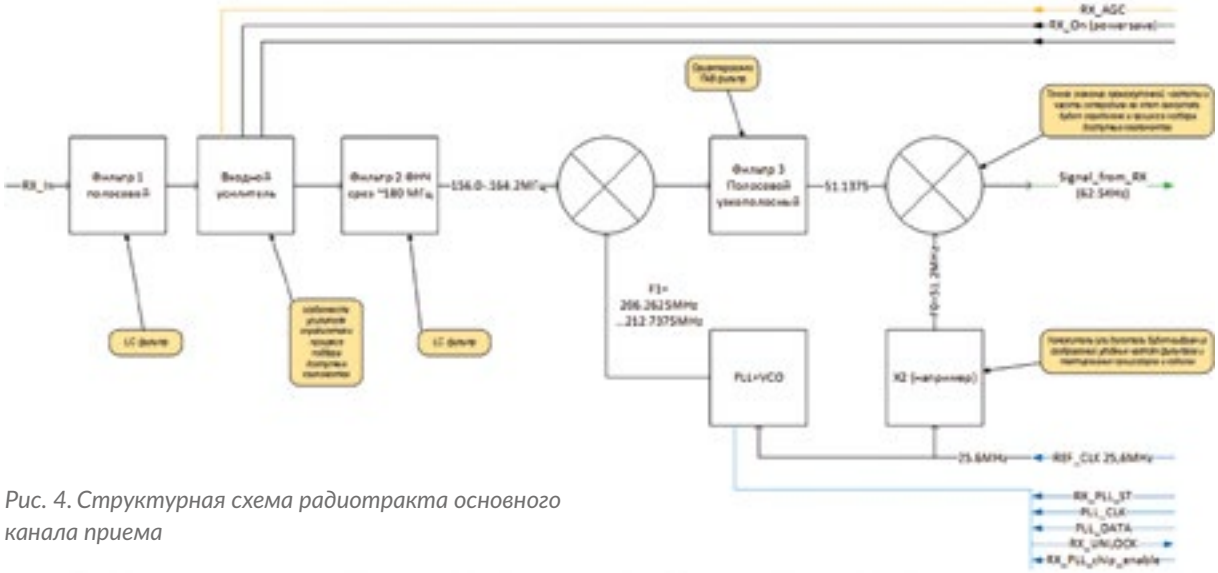


Рис. 4. Структурная схема радиотракта основного канала приема

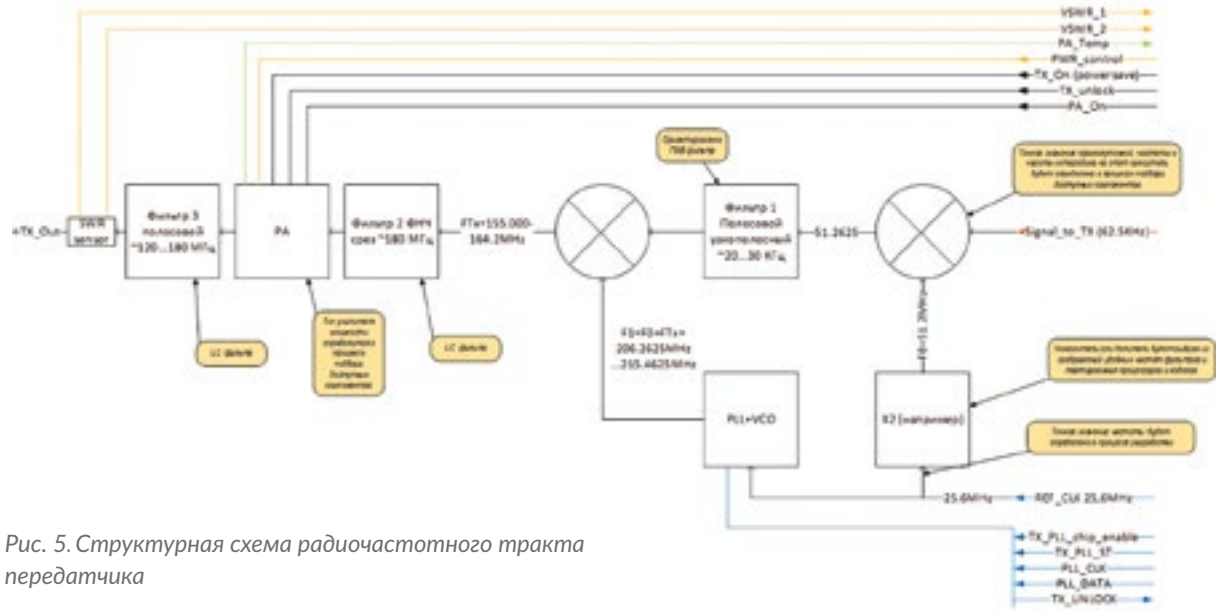


Рис. 5. Структурная схема радиочастотного тракта передатчика

Краткое описание радиоустановки. В основе лежат супергетеродинные схемы приемников с двукратным преобразованием частоты на поднесущую 62,5 кГц для основного канала и 37 кГц для канала с цифровым избирательным вызовом (ЦИВ) с дальнейшим их преобразованием в АЦП и последующей цифровой обработкой (демодуляция, фильтрация, декодирование). В передающей части используется цифровой синтез модулирующего сигнала на поднесущей с последующим преобразованием в аналоговый с дальнейшим переносом спектра сигнала на рабочую частоту и усиление по мощности.

Приемный радиочастотный тракт основного приемного канала реализован по супергетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты (рисунок 4). Преобразователи частоты представляют собой балансные смесители с подавлением центральной частоты. Входная цепь представляет собой связку из входного диапазонного фильтра, входного усилителя с малым коэффициентом шума и фильтра низких частот (ФНЧ) с частотой среза 180 МГц. Входной усилитель имеет возможность автоматической регулировки усиления. Затем усиленный входной сигнал в диапазоне 156 МГц — 164,2 МГц поступает на первый смеситель. Сигнал гетеродина, выполненного по схеме синтезатора частот с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ), перестраиваемый в диапазоне частот от 206,2625 МГц до 212,7375 МГц.

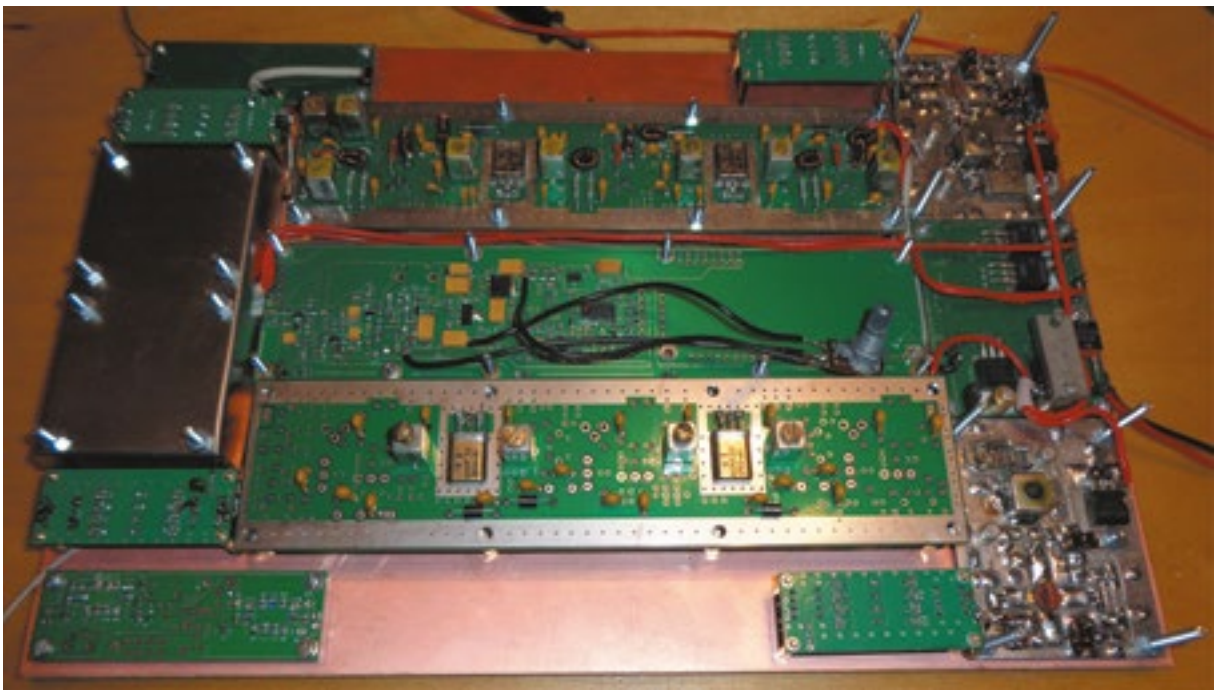


Рис. 6. Макет морской судовой УКВ радиоустановки

Первый смеситель нагружен на фильтр первой промежуточной частоты выполнен на так называемых ПАВ-фильтрах (поверхностно-акустические волны), что обеспечивает хорошую селекций помех типа «соседний канал». Через буферный усилитель с небольшим коэффициентом усиления, компенсирующего потери в фильтрах и потери преобразования, сигнал первой ПЧ поступает на вход второго смесителя.

Сигнал гетеродина второго смесителя формируется путем умножения частоты опорного кварцевого генератора, который в свою очередь, также является опорным генератором для синтезатора частоты первого гетеродина. Такое решение обеспечивает когерентность процесса преобразования и уменьшает общую нестабильность частоты, вносимую в тракте приемника.

После второго преобразования принятый сигнал на частоте 62,5 кГц после фильтрации и усиления поступает на вход АЦП. Фильтр второй ПЧ может быть выполнен на активных фильтрах на операционных усилителях (ОУ), что также позволяет улучшить прямоугольность амплитудно-частотной характеристики и подавление помехи «соседняя станция».

УКВ РАДИОУСТАНОВКИ

Исходный модулированный по частоте (ЧМ) сигнал формируется блоком цифровой обработки на поднесущей частоте 62,5 кГц, а затем с помощью двойного преобразования частоты переносится на рабочие частоты в диапазоне 156 МГц — 164,2 МГц. Двойное преобразование осуществляется на балансных смесителях с последующей фильтрацией нужной боковой составляющей, что обеспечивает хорошее подавление внеполосного излучения и формирует необходимый профиль спектра излучаемого сигнала. После преобразований по частоте ЧМ сигнал поступает на усилитель мощности с выходным согласующим фильтром. Мощность передатчика регулируется цепью обратной связи, образованной детектором выходной и отраженной от антенного тракта мощности, цифровой обработкой уровня продетектированного высокочастотного сигнала с последующей регулировкой через цифро-аналоговый преобразователь смещения на усилителе мощности передатчика. Выходная мощность передатчика может регулироваться в диапазоне от 12,5 до 25 Вт, а также устанавливаться в режим пониженной мощности 1 Вт.

ПЕРЕДАЮЩИЙ РАДИОТРАКТ УКВ РАДИОУСТАНОВКИ. ВЫБОР РЕШЕНИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ОБЛИК ПЕРЕДАЮЩЕГО РАДИОТРАКТА, ТАКЖЕ ОСУЩЕСТВЛЯЛСЯ С УЧЕТОМ ДОСТУПНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ, ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СХЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРЕШЕННЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПОНЕНТОВ. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ВАРИАНТА ПЕРЕДАЮЩЕЙ ЧАСТИ ПРИВЕДЕН НА РИСУНКЕ 5.

Конструкция. Разрабатываемая в рамках ОКР «Связь-У» УКВ радиоустановка представляет собой конструкцию, состоящую из двух частей: выносной передней панели и основного блока. При проектировании была учтена возможность разнесения передней панели с основным блоком, соединенными по интерфейсу Ethernet. Такая конструкция дает возможность размещения небольшой панели управления с радиотелефонной трубкой на приборной доске судна, а основной блок с приемопередатчиком в удобном месте или в приборном отсеке, что в какой-то степени позволить снизить нагрузку по электромагнитной совместимости на оборудование, размещаемое на мостике судна. Проведенное макетирование на отечественной элементной базе подтвердило заданные технические характеристики и работоспособность изделия с другими УКВ радиоустановками, в том числе зарубежного производства. Пример макета представлен на рисунке 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении стоит отметить, что создаваемая в АО «ЦНИИ «Курс» в рамках ОКР «Связь-У» морская судовая УКВ радиоустановка на современной отечественной элементной базе и доступных импортных комплектующих (поставляемые из Китая) по технико-экономическим показателям претендует на конкурентоспособное изделие, востребованное на российском рынке. С уходом зарубежных компаний из России становится крайне проблематичным эксплуатация и обслуживание импортного оборудования (ремонт, замена и т.п.). В то время как отечественный образец УКВ радиоустановки может занять вполне достойное место на рынке отечественного морского радиооборудования с доступной возможностью обслуживания, ремонта для длительной эксплуатации.

Список литературы

1. *УКВ радиостанция JRC JHS-800S. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: https://seacomm.ru/catalog/ukv-radiostanciya-gmssb/jrc-jhs-800s/ (дата обращения 26.01.2023).*
2. *УКВ радиостанция FURUNO FM-8900S. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: https://seacomm.ru/catalog/ukv-radiostanciya-gmssb/furuno-fm-8900s/ (дата обращения 26.01.2023).*
3. *УКВ радиостанция SAILOR 6222. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: https://seacomm.ru/catalog/ukv-radiostanciya-gmssb/sailor-6222-vhf-dsc-class-a/ (дата обращения 26.01.2023).*
4. *УКВ радиостанция SAMYUNG STR-6000A. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: https://seacomm.ru/catalog/ukv-radiostanciya-gmssb/samyung-str-6000a/ (дата обращения 26.01.2023).*
5. *УКВ радиостанция Standard Horizon GX6000. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: https://radio-mir.ru/standard-horizont-gx6000/ (дата обращения 26.01.2023).*
6. *Основные тенденции и перспективы развития и модернизации глобальной морской системы связи при бедствии (ГМССБ) / Г. К. Венскаускас, И. В. Дулькейт, А. Р. Шигабутдинов [и др.] // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. – 2018. – № 1(14). – С. 16-26. – EDN WAOQTB.*

Авторы: ПОПОВ В.А., СЕЛЕЗНЕВ И.А.

«ОСТЕХБЮРО» – ПЕРВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В СОВЕТСКОЙ РОССИИ

(К 90-ЛЕТИЮ СОВЕТСКОЙ ГИДРОАКУСТИКИ АО «КОНЦЕРН «ОКЕАНПРИБОР»)

Изучая историю организации научных исследований в интересах обороны страны в 20-е гг. прошлого столетия, авторы нашли информацию о нескольких структурах, образовавшихся в то время в г. Петрограде и послуживших в дальнейшем прародителями для ряда крупных приборостроительных объединений — как в Санкт-Петербурге, так и в Москве. Следует упомянуть три из них, на наш взгляд, наиболее важных: «Центральную радиолабораторию», «Центральную лабораторию проводной связи» и «Остехбюро», так как их деятельность была связана с приборостроением для нужд Военно-морского флота (в то время Морских сил Республики). Наиболее интересной нам представляется история организации «Остехбюро» — во-первых, в силу масштабности и необычности задач, которыми оно тогда занималось, а во-вторых, потому, что оно стало основой для образования первого в Советской России гидроакустического предприятия и еще двух современных приборостроительных концернов [1].

Рис. 1. В.И. Бекаури

Рис. 2. В. Ф. Миткевич

Из истории акционерного общества (АО) «Концерн «Океанприбор» известно, что перед возникновением в 1933 г. его непосредственного предшественника — завода «Водтранприбор» [2] — произошел ряд событий.

В июле 1921 г. в Петрограде было основано «Особое техническое бюро по военным изобретениям специального назначения» Всесоюзного совета народного хозяйства («Остехбюро» ВСНХ) во главе с Владимиром Ивановичем Бекаури (рис. 1), в котором была сформирована группа специалистов по гидроакустике. Руководил работами с 1921 г. профессор Владимир Федорович Миткевич (рис. 2), впоследствии академик, первый лауреат Ленинской премии.

Аннотация. В статье рассмотрены исторические аспекты зарождения гидроакустического приборостроения в Советской России в начале прошлого столетия. В июле 1921 г. в Петрограде было основано «Особое техническое бюро по военным изобретениям специального назначения» Всесоюзного совета народного хозяйства, в котором была сформирована группа специалистов по гидроакустике. Вводятся в научный оборот новые данные о предшественниках ряда современных приборостроительных концернов, в том числе АО «Концерн «Океанприбор». Представлены примеры разработок «Остехбюро» в предвоенные годы.
Ключевые слова: центральная радиолаборатория, научно-технический комитет морских сил, «Остехбюро», телеуправление, гидроакустические станции.

Abstract. The article considers historical aspects of the origin of sonar equipment engineering in Soviet Russia in the beginning of the last century. «Special technical Bureau of special-purpose military inventions» of all-USSR Board of national economy was founded in July 1921 in Petrograd. A group of specialists in hydroacoustics was formed in the Bureau. New information on predecessors of a number of modern equipment engineering concerns including JSC «Concern «Oceanpribor» was introduced for scientific use. Development models of «Special technical Bureau» of prewar period are presented.
Keywords: central radio laboratory, scientific and technical Committee of naval forces, «Special technical Bureau», remote operation, sonar systems.

Попов В. А.,
капитан 1 ранга в отставке, кандидат технических наук, ведущий инженер НИОПТН АО «Концерн «Океанприбор»

Селезнев И.А.,
д.т.н., зам. генерального директора АО «Концерн «Океанприбор»-руководитель приоритетного технологического направления.

В октябре 1923 г. был образован Научно-технический комитет морских сил (НТКМ), в состав которого входила секция связи и навигации, а в круг вопросов секции — гидроакустика. Начальником секции в 1924 г. был назначен выдающийся специалист по радиосвязи Имант Георгиевич Фрейман (рис. 3), в 1927 г. его сменил Аксель Иванович Берг (рис. 4), впоследствии академик АН СССР.

В июне 1925 г. секция связи и навигации НТКМ выдала заказ на изготовление так называемых «пьезоэлектрических камер» (гидроакустических преобразователей) в лабораторию акустики Государственного экспериментального электротехнического института (ГЭЭТИ) и в физическую лабораторию Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ).

В лаборатории уже с начала года работал Сергей Яковлевич Соколов (рис. 5), впоследствии чл.-корр. АН СССР, профессор. Излучатели конструкции Соколова заложили основу для проведения морских исследований в области использования ультразвуковых колебаний. В этом же году «Остехбюро» провело первый опыт с гидрофонами, установленными на подводной лодке № 5 Балтийского флота, а уже в декабре 1926 г.— испытания «подслушивающей станции» (шумопеленгатора с линейными антеннами) в районе Шепелевского маяка.

В августе 1927 г. прибыли приобретенные в Англии академиком А. Н. Крыловым гидроакустические приборы, в том числе излучатели Фессендена и аппаратура

Рис. 3. И. Г. Фрейман

Рис. 4. А. И. Берг

американской фирмы «Submarine Signal Company». В октябре по инициативе А. И. Берга в г. Ленинграде в подчинении секции связи НТК МС был создан Научно-испытательный полигон связи (НИПС), в дальнейшем в его составе начал функционировать гидроакустический отдел во главе с Анатолием Ивановичем Пустоваловым (рис. 6).

В марте 1928 г. специалистами НИПС с участием С. Я. Соколова был смонтирован ламповый генератор для возбуждения пьезоэлектрических преобразователей, и подо льдом Невы с его помощью были проведены испытания, давшие дальность связи 3...5 км. Эти испытания создали основу для исследований в области гидроакустики для обнаружения подводных объектов и звукоподводной связи. В октябре 1928 г. «Остехбюро» на базе НИПС завершило испытания еще двух опытных стационарных гидроакустических станций (ГАС).

В1929 г. С. Я. Соколов возглавил акустический отдел Центральной радиолаборатории (ЦРЛ), входящей в Трест заводов слабого тока. На совещании под председательством А. И. Берга в январе 1929 г. начальником военно-морской части Треста заводов слабого тока Н. Ф. Шукаловым было заявлено: «...производить самостоятельные разработки в области гидроакустики нецелесообразно, а необходимо базироваться на наиболее подходящих образцах заграничной фирмы, которые выявит для последующей закупки комиссия ВМФ». Такая точка зрения обосновывалась высокой стоимостью и длительностью собственных НИОКР в области гидроакустики. Но работы по созданию отечественных гидроакустических средств продолжались, в том числе и с учетом иностранного опыта.

В 1930 г. С. Я. Соколов организует кафедру электроакустики при ЛЭТИ (ныне это кафедра электроакустики и ультразвуковой техники (ЭУТ) Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»).

В июле 1931 г. «Остехбюро» и НИПС подписали протокол об успешном испытании гидроакустической системы обнаружения целей барьерного типа с приемом информации на надводном корабле. Разработчик — профессор М. М. Богословский. Тогда же в ЦРЛ была организована группа из 6 человек, которая

Рис. 5. С. Я. Соколов

Рис. 6. А. И. Пустовалов

Рис. 7. Г. Н. Лисаневич

Рис. 8. В. Н. Тюлин

занималась освоением закупленной заграничной гидроакустической аппаратуры. Группу (лабораторию) возглавляли Георгий Николаевич Лисаневич (рис. 7) и Владимир Николаевич Тюлин (рис. 8).

В декабре 1931 г. Коллегия «Наркомвода» выделила 1 млн. руб. Мастерской точных приборов и моделей «Водтранприбор» для строительства первого завода гидроакустического профиля в России. На эти деньги в мае 1932 г. в Ленинграде на Языковом переулке (ныне ул. Сердобольская, 64) был заложен фундамент и начато строительство завода «Водтранприбор» [3].

В 1932 г. в ЛЭТИ состоялся первый выпуск инженеров-акустиков. В том же году работы в области гидроакустики (как относящиеся к непрофильной продукции завода) были переданы с Радиотелеграфного завода имени Коминтерна в Центральную радиолабораторию. 7 октября 1932 г. был подписан протокол о создании производственной базы для серийного выпуска гидроакустической аппаратуры по проектной документации ЦРЛ. Протокол подписали: от НТКМ — А. И. Берг, от Всесоюзного электрослаботочного объединения (вышестоящая организация, куда входила ЦРЛ) — В. Н. Романовский, от Управления вооружением ВМС — Н. И. Тубель, от завода «Водтранприбор»[1] — его будущий директор Я. Л. Плам. А на втором совещании (27 октября) уже решался вопрос о передаче Центральной радиолабораторией гидроакустической тематики и всего ее персонала на завод «Водтранприбор».

Из приведенной хронологической информации видно, что существовало тесное взаимодействие в деятельности «Остехбюро» во главе с В. И. Бекаури, Научно-технического комитета морских сил, в котором работали И. Г. Фрейман и А. И. Берг, и Центральной радиолаборатории, в которой работали С. Я. Соколов, В. Н. Тюлин и Г. Н. Лисаневич.

---

[1] 1 января 1937 г. завод «Водтранприбор» вошел в состав 5 Главного Управления Наркомата оборонной промышленности и был преобразован в завод № 206 (открытое наименование), а 1 декабря 1959 г. завод № 206 получил условное наименование Почтовый ящик (п/я) № 731. Постановлением Совета министров СССР от 08.09.1964 и Приказом министра судостроительной промышленности от 31.01.1966 № 0056 завод № 206 (п/я № 731) стал именоваться заводом «Водтрансприбор» (п\я № В-8694).

При этом до образования завода «Водтранприбор» первой организацией, начавшей производить военно-морские гидроакустические системы для обнаружения подводных лодок и мин, было именно «Остехбюро».

Появление организации «Остехбюро» было связано с тем, что 13 ноября 1920 г. председатель Совнаркома В.И. Ленин сделал запрос в отдел изобретений Высшего Совета народного хозяйства о поступивших, рассмотренных и нерассмотренных изобретениях, а также о состоянии их внедрения. Ему сообщили об изобретениях, имеющих важное народно-хозяйственное значение. В том числе и об изобретении заведующего Экспериментальной мастерской научно-технического отдела ВСНХ конструктора-изобретателя В.И. Бекаури — «военно-морской мине и устройстве сигнализации для нее». 13 июля 1921 г. Совет труда и обороны (СТО) ВСНХ заслушал доклад об этом изобретении и уже 18 июля 1921 г. заместитель председателя СТО А.И. Рыков подписывает Постановление № 231/276 об организации Технического бюро во главе с В.И. Бекаури для выполнения всех работ «по новому военно-морскому изобретению». Малому Совнаркому предлагается под смету, составленную бюро, выделить 25 млн. руб., определить штат бюро в количестве 77 человек (50 рабочих и 27 специалистов и служащих). В августе дополнительно к Постановлению СТО Бекаури получает Мандат № 10197 за подписями председателя СТО В.И. Ленина и председателя ВСНХ Н.П. Богданова.

Мандат гласил: «Дан на основании постановления Совета труда и обороны от 18 июля 1921 г. изобретателю Владимиру Ивановичу Бекаури в том, что ему поручено осуществление в срочном порядке его, Бекаури, изобретения военно-секретного характера. Для выполнения этого поручения т. Бекаури предоставляется:

1. Организовать техническое бюро и отдельную мастерскую.
2. Производить различные по ним расчеты работ.
3. Получить по нарядам от государственных снабжающих органов материалы, инструменты, инвентарь и прочее необходимое оборудование.
4. Производить соответствующие опыты и испытания.
5. Приглашать для участия в работе высококвалифицированных сотрудников, служащих и рабочих. Всем учреждениям и должностным лицам предлагается оказывать В.И. Бекаури всемерное содействие в осуществлении возложенной на него задачи».

На первое время Техническое бюро разместилось на третьем этаже электротехнического корпуса бывшей Центральной научно-тактической лаборатории Военного Ведомства России, которая находилась в городе Петрограде на Госпитальной улице, дом 3/8 (ныне это адрес АО «Концерн «Гранит-Электрон»). До образования Технического бюро в том же электротехническом корпусе в соответствии с решением коллегии СТО ВСНХ от 8 декабря 1920 г. с января 1921 г. функционировала «Экспериментальная мастерская по новейшим изобретениям» (ЭКСМАНИ). Ее проект

В.И. Бекаури разработал вместе с академиком В.Н. Ипатьевым — директором Государственного научно-технического института (ГОНТИ), а также профессорами В.И. Ковалевским и М.М. Тихвинским. Мастерская была создана при ГОНТИ для консультации изобретателей, конструирования и изготовления моделей новых образцов техники, создаваемых на основе заявок на изобретения. Ее заведующим был назначен В.И. Бекаури. Общее руководство мастерской осуществлял Ученый совет научно-технического отдела (НТО) ВСНХ РСФСР, возглавляемый профессором В.И. Ковалевским. В состав совета входили академик В.Н. Ипатьев, научный руководитель бюро, профессор В.Ф. Миткевич, профессоры М.М. Тихвинский, В.С. Игнатовский и конструктор-изобретатель, техник по образованию В.И. Бекаури. Официально «Экспериментальная мастерская» начала функционировать с 1 января 1921 г. В это трудное для страны время НТО ВСНХ выделил Бекаури 150 тыс. швейцарских франков для закупки оборудования за рубежом. После появления «Остехбюро» ЭКСМАНИ вошла в его состав. Она состояла к этому времени из конструкторско-экспериментального, физико-технического, оптического отделов и, соответственно, мастерской.

15 августа 1921 г. Бекаури издает свой первый приказ по Техническому бюро, называя его «Особым техническим бюро». В приказе он объявляет, что приступает к исполнению обязанностей руководителя «Особого технического бюро по военным изобретениям специального назначения», объявляет также состав Комиссии общего наблюдения, научного руководства и учета помощи «Остехбюро», которую назначил СТО ВСНХ. Наименование Технического бюро Особым было узаконено СТО лишь 19 октября 1921 г. «Остехбюро» вошло в историю как одно из крупных советских оборонных предприятий, занимающихся созданием новой военной техники и вооружения для армии и флота.

Скажем несколько слов о руководителе «Остехбюро». Владимир Иванович Бекаури родился 27 декабря 1882 г. в семье крестьянина, имевшего грамоту о дворянстве, в селе Али (по некоторым сведениям — в селе Китохи) в 90 км от Тбилиси. В 1905 г. Бекаури окончил Михайловское железнодорожное техническое училище. Высшего образования не имел. Согласно анкете, участник революции 1905 г. в Грузии. С 1907 г. жил в Санкт-Петербурге, занимался конструированием и изготовлением металлических сейфов. Автор нескольких изобретений в области телеграфии

и железнодорожного транспорта. В 1910 г. он получил свой первый патент — на аппарат для обозначения времени на движущейся телеграфной ленте. Четыре года спустя второй — на аппарат для регистрации и учета простоев вагонов на железной дороге. Всего же Бекаури было получено 16 патентов и еще 46 в соавторстве.

На 1922 г. штатное расписание уже предусматривало для «Остехбюро» 95 человек. Начальнику «Остехбюро» предоставлялось право привлекать на договорных началах к работе любых специалистов. Учитывая важность выполняемых работ, в 1925 г. создается Правительственная комиссия под председательством Н. П. Горбунова для оказания помощи «Остехбюро». Ставилась задача: на его базе создать мощную экспериментально-исследовательскую и производственную базу для разработки новых образцов военной техники и вооружения. В 1927 г. Правительственная комиссия принимает решение о переводе «Остехбюро» в Москву (кроме подразделений, занимающихся морской тематикой). В мае 1932 г. Реввоенсовет, которому в это время «Остехбюро» было подчинено, заслушав отчет о его работе, отметил большие достижения в деле создания новых видов военной техники и вооружения, укрепления обороноспособности страны.

6 апреля 1933 г. шесть специалистов «Остехбюро» были награждены орденами, в том числе орденом Ленина — В. И. Бекаури, орденом Красной Звезды — В. Ф. Миткевич.

К этому времени «Остехбюро» превратилось в крупную научно-исследовательскую и проектно-конструкторскую организацию со специализированными отделами, лабораториями и конструкторскими бюро, с хорошей производственной и экспериментальной базой, мастерскими, заводами, плавсредствами, в которые входили корабли, катера и собственная радиостанция. 10 марта 1936 г. за успешное выполнение ряда крупных работ по вооружению Красной армии новыми образцами боевой техники 68 сотрудников «Остехбюро» были награждены орденами, из них: 2 — орденом Ленина, 7 — орденом Трудового Красного Знамени, 12 — орденом Красной Звезды и 47 — орденом «Знак Почета».

В 1935 Г. БЫЛ ЗАВЕРШЕН ПЕРЕВОД ВСЕХ ОСНОВНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ «ОСТЕХБЮРО» ИЗ ЛЕНИНГРАДА В МОСКВУ. ТАМ ОНО РАЗМЕЩАЛОСЬ НА УЛИЦЕ САДОВО-ЧЕРНОГРЯЗСКАЯ, ДОМ № 6 (ОКОЛО МЕТРО «КРАСНЫЕ ВОРОТА»), ГДЕ ЗАНИМАЛО НЕСКОЛЬКО ЗДАНИЙ.

Следует отметить, что в предвоенный период «Остехбюро» претерпело ряд преобразований. В 1937 г. решением СТО ВСНХ оно было преобразовано в «Остехуправление», в составе которого были созданы научно-исследовательские институты. На базе Московского отделения «Остехбюро» был создан научно-исследовательский институт НИИ-20 с филиалом в Ленинграде (на базе Ленинградского отделения «Остехбюро»). Был также создан НИИ-22 авиационного приборостроения. Постановлением правительства от 31 августа 1939 г. «Остехуправление» было ликвидировано. НИИ-20 передали в 7-е Главное управление народного комиссариата авиационной промышленности (ГУ НКАП), НИИ-22 — в ведение 8-го Главного управления НКАП. Ленинградский филиал НИИ-20 был объединен с НИИ-10 и уже как НИИ-49 был передан в ведение наркомата судостроительной промышленности. В настоящее время из НИИ-49 выросло АО «Концерн «Гранит-Электрон», из НИИ-20 — Всероссийский научно-исследовательский институт радиотехники (ВНИИРТ), входящий в состав Концерна «Алмаз-Антей», из НИИ-22 — ФГУП «НИИ «Поиск».

Но в начале работы «Остехбюро» (период с 1921 по 1929 г.) в его составе было организовано три основных научно-технических отдела для разработки морского, самолетного и радиотелемеханического вооружения. Эти отделы занимались и внедрением своих разработок в армии и на флоте. Отделы военно-морского и самолетного вооружения совершенствовали и создавали новые виды минно-торпедного и трального вооружения, разрабатывали новейшие типы мощных авиабомб, самолетные оптические прицелы, средства для воздушной транспортировки тяжелого наземного оружия (артиллерии, танков, радиостанций и др.). Отдел радиотелемеханического вооружения разрабатывал различные средства управления на расстоянии боевыми объектами, специальные средства радиосвязи для армии и флота. Отдел еще назывался «отделом волнового управления». Им руководил В. Ф. Миткевич. Именно этот отдел занимался разработкой и изготовлением первых гидроакустических систем для обнаружения подводных лодок.

Председатель Военно-научного исследовательского Комитета при Реввоенсовете СССР К. И. Янсон, ознакомившись в 1929 г. с работами «Остехбюро», представил наркому по Военным делам К. Е. Ворошилову докладную записку следующего содержания: «В течение периода времени с 1921 по 1929 год «Остехбюро» благодаря предприимчивости и энергии его руководителя В. И. Бекаури выросло в крупнейшее предприятие, имеющее в данное время в своем распоряжении большое количество лабораторий, два завода, специальные мастерские и громадные, по нашему пониманию, плавучие и воздушные средства для производства всевозможных опытов. Работа «Остехбюро» носит чрезвычайно разнообразный характер, но в основном направлена на усиление обороноспособности Советского Союза... «Остехбюро» является в своем

роде единственным учреждением в Союзе, способным на данной стадии своего развития разрешить серьезные технические проблемы, стоящие перед нами в области отыскания новых средств борьбы. Заслуга В.И. Бекаури как создателя этого учреждения должна быть оценена по достоинству».

В 1930 г. Реввоенсовет утвердил новое Положение об «Остехбюро». В его структуре появились новые отделы, и их стало 5. Первый отдел занимался разработкой механизмов, приспособлений и приборов управления кораблями; второй — торпедным вооружением; третий — минным вооружением; четвертый — авиационным вооружением; пятый — физико-электротехнический отдел — радиосвязью и телемеханикой.

В МОСКОВСКОМ ОТДЕЛЕНИИ «ОСТЕХБЮРО» К 1931 Г. УЖЕ ФУНКЦИОНИРОВАЛИ ЛАБОРАТОРИИ: ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ ФУГАСОВ, СУХОПУТНОЙ ТЕЛЕМЕХАНИКИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ТЕЛЕМЕХАНИКИ, СВЯЗИ, ШИФРОВАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ, ИМПУЛЬСНОЙ РАДИОСВЯЗИ, САМОЛЕТНОЙ АВТОМАТИКИ И ВООРУЖЕНИЯ. В ДАЛЬНЕЙШЕМ ЛАБОРАТОРИИ БЫЛИ ПРЕОБРАЗОВАНЫ В ТРИ ОТДЕЛА: РАДИОЛИНИЙ, СУХОПУТНОЙ ТЕЛЕМЕХАНИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ. ДАЖЕ НАЗВАНИЯ ЛАБОРАТОРИЙ И ОТДЕЛОВ ГОВОРЯТ О ШИРОКОМ ПЕРЕЧНЕ И МНОГОТЕМНОСТИ РАБОТ «ОСТЕХБЮРО».

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы проводились по созданию нового минно-торпедного оружия, трально-параванного вооружения и средств радио-телемеханического управления для Военно-морского флота; автопилотов для самолетов; специальной аппаратуры для войск связи и инженерных войск. Впоследствии проработавший на протяжении ряда лет в «Остехбюро» генерал-майор технических войск И.Н. Артемьев писал в своих воспоминаниях: «В 1924–1925 годах только начали работать первые радиовещательные станции, и появившиеся средства управления взрывами по радио были настолько новы, что многие не верили в их реальность. Однако председатель РВС СССР и наркомвоенмор М.В. Фрунзе придавал этому изобретению большое значение в обороне, оказывал «Остехбюро» конкретную помощь и требовал ускорить разработку макетов и образцов приборов для принятия их на вооружение РККА».

Расскажем о наиболее интересных образцах техники, разработанных «Остехбюро», и связанных с ними событиях.

МИНА «БЕМИ» (НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВЛЕНО ПО ПЕРВЫМ СЛОГАМ ФАМИЛИЙ ЕЕ СОЗДАТЕЛЕЙ БЕКАУРИ И МИТКЕВИЧА)

Самой первой разработкой «Остехбюро» являлась мина с дистанционным взрывателем. Вообще, первые в мире радиоуправляемые фугасы были испытаны французскими флотскими специалистами еще в самом начале XX в., но их слабостью были крайне несовершенные взрыватели, которые могли быть приведены в действие ложными радиосигналами. Бекаури и Миткевич сделали новый шаг. Срабатывание мины «БЕМИ» было основано на низкочастотной селекции с применением на приемных устройствах специальных резонаторных реле, которые отзываются только на строго определенные комбинации частот.

Уже через четыре года после создания «Остехбюро» были изготовлены и испытаны первые образцы приборов для управления взрывами на расстоянии. Об удачных опытах доложили народному комиссару по военным и морским делам М.В. Фрунзе. Он приказал подготовить показательные испытания макета прибора для управления взрывами по радио. На испытаниях нового оружия, состоявшихся в июле 1925 г. в Ленинграде, присутствовали сам наркомвоенмор и группа высших командиров армии и флота. Условия для их проведения были следующими: пять фугасов с радиовзрывателями уложили в отдаленном уголке ленинградского порта; в Финском заливе, в 25 км от этого места, находился тральщик «Микула». Его радиостанция должна была послать условные сигналы в определенное время, установленное комиссией. Во время демонстрации все фугасы были взорваны по радио в той последовательности и в то время, которые указывались в распоряжении М.В. Фрунзе. Повторные успешные испытания прошли в ноябре 1925 г. на Комендантском аэродроме. На них присутствовали К.В. Ворошилов, Г.К. Орджоникидзе и Б.М. Шапошников. Мина Бекаури, патент на которую руководитель «Остехбюро» получил в 1920 г., после многих доработок и усовершенствований была принята на вооружение под названием «Мина образца 1926 г.».

Успех был достигнут, однако советские конструкторы поставили перед собой новую задачу — увеличить дальность действия радиопередатчика. Вскоре приборы были значительно усовершенствованы, и новые испытания прошли уже в марте 1927 г. в районе Малой Вишеры, в 170 км от Ленинграда (оттуда поступала команда по радио на подрыв

фугасов). А в мае этого же года Бекаури продемонстрировал комиссии, в которой присутствовали М. И. Калинин и А. И. Микоян, взрыв мины на подмосковном полигоне по радиокомандам из Ленинграда на дальности свыше 600 км. В 1929 г. радиоуправляемые мины типа «БЕМИ» после всесторонних испытаний и доработок были приняты на вооружение РККА, а весной следующего года началось их серийное производство в Ленинграде. К тому времени подобного оружия не было ни в одной стране мира. В 1932 г. в Красной армии появились целые подразделения, вооруженные разными типами радиофугасов. Сокращенно их называли ТОС — техника особой секретности.

Рис. 9. А. Ф. Шорин

До начала Великой Отечественной войны в подразделения ТОС поступили новые образцы радиофугаса Ф-10. Он весил 16 кг, комплект питания к нему — 18 кг, гарантированная работоспособность — 60 сут. В связи с обострением ситуации на Дальнем Востоке в январе 1934 г. 50 радиофугасов типа «БЕМИ» в составе отдельной роты были отправлены в Особую Краснознаменную Дальневосточную армию. Радиофугасы стали единственным радиоуправляемым оружием, которое эффективно использовалось в Великой Отечественной войне. Представим некоторые сведения об их применении:

- 17 июля 1941 г. с расстояния в 150 км были взорваны 3 радиофугаса типа «БЕМИ» весом по 250 кг каждый в здании поселка Струги Красные Псковской области, где располагался штаб германского 56-го механизированного корпуса. Официально считается, что это был первый в истории случай боевого применения радиофугасов;
- 24 сентября 1941 г. в 4 ч утра в только что занятом немцами Киеве на Крещатике взлетел на воздух магазин «Детский мир», где расположилась городская комендатура, а также еще ряд зданий, занятых немцами;
- 22 октября 1941 г. в Одессе был взорван радиофугасом дом № 40 на Марзлиевской улице, где разместилась германская комендатура;
- 13 ноября 1941 г. в 4 ч 20 мин в Харькове было взорвано несколько фугасов «БЕМИ». На воздух взлетело несколько зданий, под обломками которых оказались погребены десятки офицеров и важных чинов немецкой администрации, в том числе комендант Харькова, генерал-лейтенант фон Браун. Автором и главным исполнителем этой операции был чекист, полковник И. Г. Старинов.

Радиоуправляемых мин Ф-1 до окончания Великой Отечественной войны было произведено 5000 шт. После ликвидации «Остехбюро» радиофугасы «БЕМИ» совершенствовались рядом других организаций. Лаборатория Военной академии связи и Центральная лаборатория проводных средств (директор — Александр Федорович Шорин) (рис. 9) разработали и другие приборы для управления взрывами по радио. Они отличались от приборов «БЕМИ» не только устройствами передачи сигналов для инициации взрыва, но и принципом их действия.

РАЗРАБОТКА АВИАЦИОННОГО ТОРПЕДНОГО ВООРУЖЕНИЯ

Первая успешная торпедная атака с воздуха была совершена англичанами. 8 августа 1915 г. в Мраморном море торпедой, сброшенной с высоты 5 м, был потоплен турецкий транспорт. В русском флоте идея торпедоносной авиации зародилась также в годы Первой Мировой войны. На Балтике и на Черном море были созданы первые подразделения морской авиации. К концу войны в КБ Д. Л. Григоровича был создан первый в мире специально спроектированный самолет-торпедоносец, гидроаэроплан специального назначения. Он мог нести торпеду весом около 1 т. Однако революционные события прервали все работы с авиационным торпедометанием. Возобновились они лишь в 1920-е гг. в «Остехбюро».

Начало работам положило изобретение В. И. Бекаури в 1924 г. прибора, обеспечивающего движение торпеды по спирали. Идея изобретения состояла в следующем — предлагалось механическое устройство, вставляемое в торпеду и заставляющее ее после прямого хода вблизи от объекта нападения переходить на движение по спирали. При прямом ходе на судне-цели могли заметить торпеду и уклониться от встречи с ней. При спиральном движении торпеды с большой скоростью вероятность поражения цели существенно возрастала.

В 1921 Г. В КРОНШТАДТЕ НАЧАЛИСЬ МОРСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ЦИРКУЛИРУЮЩИХ ТОРПЕД. ВСКОРЕ ПО ЗАКАЗУ МОРСКИХ СИЛ РККА «ОСТЕХБЮРО» ПРИСТУПИЛО К РАЗРАБОТКЕ ЦЕЛОЙ СЕРИИ ТАКИХ СИСТЕМ. ДЕЙСТВОВАЛИ ОНИ ВСЕ ПО ЕДИНОМУ ПРИНЦИПУ: ТОРПЕДА СБРАСЫВАЛАСЬ С САМОЛЕТА НА ПАРАШЮТЕ И ПОСЛЕ ПРИВОДНЕНИЯ НАЧИНАЛА КРУГОВОЕ ДВИЖЕНИЕ.

Первой серийной системой высотного торпедометания, принятой на вооружение в 1932 г., стала система ТАВ-15 (торпеда авиационная высотного торпедометания). Она предназначалась для самолетов МТБ-1, МТБ-3 и МР-6. Сброс торпеды осуществлялся с высоты 2000–3000 м на трех парашютах. После приводнения в зависимости от установленного в ней прибора торпеда двигалась по одной из двух траекторий: либо по сходящейся спирали, либо по раскручивающейся. ТАВ-15 стала не только первой отечественной, но и первой в мире системой высотного торпедометания.

В конце 1920-х гг. «Остехбюро» приступает к созданию системы низкого торпедометания. Ее разработка осуществлялась на базе торпеды 45–12. С помощью специальных бугелей торпеда подвешивалась под фюзеляжем самолета и сбрасывалась без парашютов с высоты 10–15 м. Угол подвески рассчитывался таким образом, чтобы обеспечить пологий вход торпеды в воду без повреждений. Поскольку атакуемая цель была в прямой видимости, в воде торпеда шла как прямоидущая. В 1932 г. под шифром ТАН-12 (торпеда авиационная низкого торпедометания) система была принята на вооружение. Разработка торпед в «Остехбюро» потребовала создания нового силового двигателя гребного вала, устройства управления гироскопическим прибором, устройства для автоматического перехода торпеды с прямого курса на циркуляцию по спирали. Потребовалось разработать, изготовить и испытать еще ряд устройств для обеспечения взрыва торпеды во время ее прохождения под днищем неприятельского корабля.

Успешно были решены еще более сложные задачи по новому методу низкого и высокого бомбометания с самолетов-торпедоносцев. Низкое бомбометание осуществлялось на бреющем полете, высокое — с высоты 3–4 км. В то время тяжелых самолетов еще не было. «Остехбюро» поставило перед ЦАГИ задачу: создать такой самолет. По тактико-техническим требованиям и на средства «Остехбюро» ЦАГИ создал самолет АНТ-6. Для разных видов торпедных и бомбовых атак «Остехбюро» разработало самолетные оптические прицелы. Специально под торпедную тематику в 1926 г. в распоряжение «Остехбюро» был передан ленинградский завод «Торпедо» (до революции — завод «Старый Лесснер»), в настоящее время — завод «Двигатель», входящий в АО «Концерн «Морское подводное оружие — Гидроприбор». Это еще одна приборостроительная фирма, вышедшая из «Остехбюро».

РАДИОУПРАВЛЯЕМЫЕ КАТЕРА

В 1915–1918 гг. в состав кайзеровского флота были введены 17 телеуправляемых взрывающихся катеров, созданных по проекту доктора Сименса — главы компании «Сименс — Шукерт». Часть катеров управлялась по электропроводам длиной около 20 миль, а часть — по радио. Наиболее крупным успехом телеуправляемых катеров стала атака 28 октября 1917 г. в 40 милях от Остенде британского монитора «Эребус» водоизмещением 8586 т. Монитор получил сильные повреждения, но сумел вернуться в порт. 17 сентября 1919 г. Реввоенсовет Балтийского флота, на основании акта осмотра поднятого со дна после атаки Кронштадта английского торпедного катера, обратился в Реввоенсовет Республики с просьбой дать распоряжение о срочной постройке на наших заводах быстроходных катеров английского типа. Вопрос был рассмотрен весьма быстро, но 25 сентября 1919 г. главное управление кораблестроения сообщило в Реввоенсовет, что «ввиду отсутствия механизмов особого типа, до сих пор не изготавливаемых в России, постройка серии подобных катеров в настоящее время, безусловно, неосуществима». Тем дело тогда и кончилось. В 1922 г. глиссирующими катерами заинтересовалось «Остехбюро» Бекаури, у которого возникла идея о создании радиоуправляемых торпедных катеров, способных действовать против вражеских эскадр на минно-артиллерийских позициях. Во всяком случае, именно в 1924 г. флот передал в распоряжение «Остехбюро» трофейные катера.

ПО НАСТОЯНИЮ БЕКАУРИ 7 ФЕВРАЛЯ 1923 Г. ГЛАВНОЕ МОРСКОЕ ТЕХНИЧЕСКО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАРКОМАТА ПО МОРСКИМ ДЕЛАМ ОБРАТИЛОСЬ С ПИСЬМОМ В ЦАГИ О РАЗРАБОТКЕ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ КАТЕРОВ «...В СВЯЗИ С ВОЗНИКШЕЙ ПОТРЕБНОСТЬЮ ДЛЯ ФЛОТА В ГЛИССЕРАХ, ТАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ КОИХ — РАДИУС ДЕЙСТВИЯ 150 КМ, СКОРОСТЬ 100 КМ/Ч, ВООРУЖЕНИЕ ОДИН ПУЛЕМЕТ И ДВЕ 45-СМ МИНЫ УАЙТХЕДА, ДЛИНА 5553 ММ, ВЕС 802 КГ».

Немного позднее к работе по телеуправлению катеров подключился коллектив другого талантливого изобретателя — А. Ф. Шорина, директора «Центральной лаборатории проводной связи» (впоследствии создателя советского звукового кино). Хотя основной принцип — управление с помощью радиоволн — у обоих конструкторов был одинаков, разрабатываемые ими системы отличались одна от другой. Бекаури, стремясь облегчить работу оператора, включил в свой комплекс счетно-решающий прибор, который автоматически вырабатывал курс выхода телеуправляемого катера в атаку. В комплексе Шорина курс рассчитывал по карте оператор. Кроме того, Бекаури размещал станцию управления на корабле, а Шорин — на самолете, с которого, как он считал, можно раньше обнаружить корабли противника и вывести в атаку на них радиоуправляемые катера.

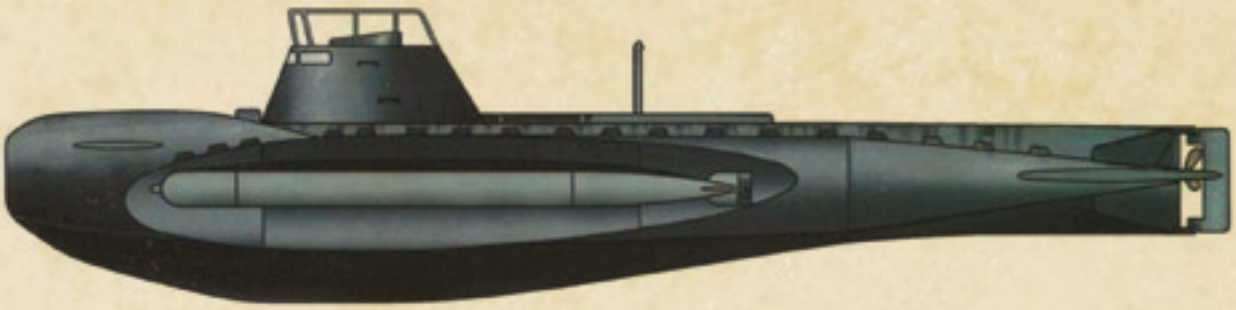
Поставив перед собой более простую задачу, Шорин уже к маю 1930 г. представил первый образец радиоаппаратуры для установки на серийном катере Ш-4 и самолете ЮГ-1. К августу 1931 г. отработал свой комплекс и Бекаури. Нарком по военным и морским делам К. Е. Ворошилов назначил комиссию для заключительных испытаний. Испытания проводили в Финском заливе. Катера, управляемые с самолета (аппаратурой А. Ф. Шорина) или с корабля (аппаратурой В. И. Бекаури), по радиокомандам отходили от причала, выходили в море, маневрировали, устремлялись в атаку и производили пуск торпед. Проводились атаки и по прикрытому дымовой завесой кораблю-цели.

ОПЕРАТОР НА САМОЛЕТЕ ОКАЗАЛСЯ В ЛУЧШЕМ ПОЛОЖЕНИИ, ЧЕМ ТОТ, ЧТО НАХОДИЛСЯ НА КОРАБЛЕ УПРАВЛЕНИЯ: НАБЛЮДЕНИЮ С КОРАБЛЯ МЕШАЛА ДЫМОВАЯ ЗАВЕСА. КОМИССИЯ ПРЕДЛОЖИЛА ПРИНЯТЬ НА ВООРУЖЕНИЕ КОМПЛЕКС А. Ф. ШОРИНА, А «ОСТЕХБЮРО» — ДОРАБОТАТЬ СВОЮ АППАРАТУРУ.

После этого радиоуправляемые торпедные катера (их тогда называли катерами волнового управления) запустили в серию, а на флотах началось формирование специальных отрядов и дивизионов, продемонстрировавших возможности нового оружия на зачетном флотском учении осенью 1937 г. Отрабатывался бой с «эскадрой противника на минно-артиллерийской позиции». Когда соединение, изображающее вражескую эскадру, появилось в западной части Финского залива, радиоуправляемые катера, прорвав дымовые завесы, устремились с трех сторон на корабли «противника» и атаковали их торпедами. Во время решения задачи телеуправления катерами на тральщике «Микула» силами специалистов «Остехбюро» была произведена разработка центральной станции для управления катерами. Мишень — вражеское судно — находится в движении, торпедный катер также движется, бег торпеды требует некоторого времени, зависящего от расстояния до мишени. Все расчеты направления и момента выпуска торпеды очень сложны, а электронных вычислительных машин тогда не существовало. Поэтому разрабатываемая центральная станция управления должна была решать задачу атаки механическим путем. Иными словами, на «Микуле» создавалась механическая вычислительная машина, в которой вместо транзисторов и интегральных схем использовались различные механические передачи — зубчатые, червячные, рычажные, цепные и специально разработанные — и которая должна была обеспечить точность решения и достаточную скорость работы. Руководил этой разработкой талантливый инженер А. И. Мирвис.

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЕ ПОДВОДНЫЕ ЛОДКИ

В начале 1934 г. в «Остехбюро» был создан специальный отдел, занимавшийся проектированием телеуправляемых подводных лодок. Руководил им инженер Ф. В. Щукин. В отделе в 1934–1936 гг. параллельно проектировались: автономное подводное специальное судно (АПСС); автономная подводная лодка (АПЛ); радиотелеуправляемая подводная лодка и малая подводная лодка водоизмещением 60 т. АПСС представляла собой сверхмалую (надводное водоизмещение 7,2 т, подводное — 8,5 т) подводную лодку (ПЛ), вооруженную одним носовым неподвижным торпедным аппаратом. Предполагалось управление ее по двум вариантам: обычному (единственным членом ее экипажа) и дистанционному. В последнем случае прорабатывалась возможность управления с так называемых «водителей» — надводных кораблей или самолетов. «Волновое управление» должно было осуществляться с помощью установленной на этих «водителях» специальной аппаратуры «Кварц», созданной специалистами того же «Остехбюро». В так называемом «телемеханическом» варианте сверхмалая подводная лодка вместо торпеды несла установленный на ее месте заряд взрывчатки весом 500 кг.



В 1935 г., когда проектирование сверхмалой ПЛ было завершено, приступили к строительству лодок на Ленинградском судостроительном заводе «Судомех». Были построены сразу две лодки этого проекта, которые в 1936 г. проходили заводские испытания. Однако на вооружение они приняты не были. В официальных отчетах по реализации проекта говорится, что «проблема дистанционного управления этой лодкой далека от положительного решения». До испытаний лодок с использованием «водителей» дело не дошло, и обе лодки были разобраны.

На том же заводе была построена и автономная подводная лодка «Пигмей». Надводное водоизмещение «Пигмея» составляло 18,6 т, длина — 16 м, ширина — 2,62 м. Скорость надводная — 5 уз, подводная — 6 уз. Дальность плавания экономическим ходом 60 миль. Предельная глубина погружения — 30 м. Автономность — 3 сут. Экипаж — 4 человека. «Пигмей» был вооружен двумя 450-мм торпедными аппаратами (бортовыми, с открытым хранением торпед) и одним 7,62-мм пулеметом. Первоначально и ее разрабатывали как «автономную подводную лодку, управляемую с самолета». Однако в дальнейшем работы над ней продолжались уже как над подлодкой, управляемой собственным экипажем. Занимались этим проектом те же сотрудники 1-го отдела «Остехбюро» во главе с Ф. В. Щукиным.

27 ИЮНЯ 1936 Г. ПРОЕКТ ОДОБРИЛ ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА ВМС РККА, ФЛАГМАН 1-ГО РАНГА И. М. ЛУДРИ. ПОСЛЕ ЭТОГО В ЛЕНИНГРАДЕ ПОД РУКОВОДСТВОМ ИНЖЕНЕРА А. Н. ЩЕГЛОВА БЫЛ ПОСТРОЕН ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ «ПИГМЕЯ».

По железной дороге лодку перевезли на Черное море, на Севастопольскую базу «Остехбюро». Здесь в октябре 1936 г. лодка прошла весь комплекс испытаний. В целях соблюдения секретности она именовалась только как «подводная лодка «Остехбюро».

В экипаж ее были назначены кадровые моряки из подводных сил Черноморского флота. Несмотря на то, что испытания «Пигмея» выявили ряд недостатков, которые помешали принять его в состав флота (испытания показали, что управление «Пигмеем» по радио с самолета практически невозможно, и его стали испытывать как обычную сверхмалую подводную лодку с экипажем на борту), в итоге руководство ВМС РККА приняло решение о постройке серии из 10 сверхмалых подводных лодок этого типа со сдачей первых 6 до конца 1936 г., а всей серии — в 1937 г. Несколько «Пигмеев» начали строиться на «Судомехе» в Ленинграде, но они так и не были «доведены до боеспособного состояния».

К началу Великой Отечественной войны ПЛ «Пигмей» официально числилась за наркоматом ВМФ как опытовая подводная лодка. В строй она официально не вводилась, в состав флота не зачислялась и хранилась на берегу. По одним данным, ее так и оставили на бывшей Севастопольской базе «Остехбюро» в Балаклаве, по другим — перевезли в Феодосию, где установили на территории испытательной базы морского оружия наркомата ВМФ. Летом 1942 г. «Пигмей» оказался в руках немцев. Дальнейшая судьба лодки неизвестна (по неподтвержденным данным, затонула при попытке немцев отбуксировать ее из Феодосии).

БЕСПИЛОТНЫЕ САМОЛЕТЫ

В начале XX в. англичане начали проводить опыты по созданию телеуправляемых самолетов-торпед, которые должны были наводиться по радио на вражеский корабль.

После ряда неудач работы над телеуправляемым самолетом в Англии затихли, и в полном масштабе возобновились лишь в 1932 г. В начале 1935 г. на выставке демонстрировался самолет, названный «Куинби» («пчелиная матка»). Он управлялся с земли: выполнял взлеты, посадки, виражи, пикирование и другие фигуры высшего пилотажа. Самолет был оборудован специальной аппаратурой для радиоуправления не только с земли, но и с другого самолета. Первоначально телеуправляемый самолет использовался как движущаяся мишень для зенитной артиллерии.

Над беспилотными технологиями также интенсивно работали американцы и немцы. За проектирование беспилотного самолета в Советском Союзе взялось «Остехбюро». Для создания телеуправляемых самолетов Бекаури потребовался тяжелый самолет. Поначалу хотели заказать его в Англии, но заказ сорвался, и в начале 1924 г. такой заказ был дан ЦАГИ. В ноябре 1924 г. А. Н. Туполев приступил к проектированию тяжелого бомбардировщика для «Остехбюро», получившего название АНТ-4, а позже — ТБ-1. Для «телемеханических самолетов» (ТМС) ТБ-1 в «Остехбюро» была создана телемеханическая система «Дедал». Подъем телемеханического самолета в воздух был сложной задачей, и ТБ-1 взлетал с пилотом. При подлете к цели на несколько десятков километров пилот выбрасывался с парашютом. Далее самолет, начиненный взрывчаткой, управлялся по радио с «ведущего» ТБ-1. Причем управление шло в диапазоне УКВ и могло осуществляться только при прямой видимости. Когда телеуправляемый ТБ-1 подлетал непосредственно к цели, с ведущей машины шел сигнал перехода на пикирование. Такие самолеты планировалось принять на вооружение в 1935 г.

В 1925 г. Бекаури предложил ЦАГИ начать работы по проектированию четырехмоторного военного самолета, так как машина предназначалась для перевозки по воздуху крупногабаритной военной техники — танков, тяжелых артиллерийских орудий вплоть до торпедных катеров. Этот самолет получил обозначение АНТ-6, а позже — ТБ-3. Командование ВВС первое время даже не знало о работах над ТБ-1 и ТБ-3. Научно-технический комитет ВВС проявил интерес к АНТ-6 лишь в июне 1926 г. Новый проект получил название «Звено». Как и ТБ-1, новый бомбардировщик совершал взлет и маршевый полет с пилотом. Но при подходе к цели пилот не выбрасывался с парашютом, а пересаживался в подвешенный к ТБ-3 истребитель И-15 (И-16) и на нем возвращался домой. Далее управление ТБ-3 производилось с ведущего самолета. Телеуправляемые бомбардировщики ТБ-3 предполагалось принять на вооружение в 1936 г.

Через два года после первых испытаний «Остехбюро» смогло добиться устойчивого ведения «летающей торпеды» в воздухе, однако взлет и посадка по-прежнему оставались проблемой. Как следствие, в июле 1935 г. начальник вооружения Красной армии М. Н. Тухачевский утвердил задание на комплекс ТМС-36. Он состоял из двух «телемеханических» ТБ-1 и самолета наведения ТБ-3.

«ЛЕТАЮЩИЕ БОМБЫ», ЗАГРУЖЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТКОЙ, ПОДНИМАЛИСЬ В ВОЗДУХ ПИЛОТАМИ (ДО ВЫСОТЫ 2000 М), ВЫБРАСЫВАВШИМИСЯ ЗАТЕМ НА ПАРАШЮТАХ. ДАЛЬШЕ К ЦЕЛИ ИХ ВЕЛИ ОПЕРАТОРЫ С БОРТА ТБ-3, ШЕДШЕГО СЗАДИ В ОТДАЛЕНИИ 10–20 КМ. ОБСУЖДАЛСЯ И «ОБРАТНЫЙ» ВАРИАНТ СИСТЕМЫ, БОЛЕЕ БЛИЗКИЙ К СОВРЕМЕННЫМ КОНЦЕПЦИЯМ УПРАВЛЯЕМЫХ КРЫЛАТЫХ РАКЕТ.

Одна из версий уже упомянутого «Звена» предусматривала подвеску на ТБ-3 «телемеханических» истребителей И-16, начиненных взрывчаткой. Таким образом, в этом случае большой самолет управлял маленькими, а не наоборот. Однако идея вновь столкнулась с габаритными ограничениями — И-16 был слишком мал для размещения соответствующей аппаратуры.

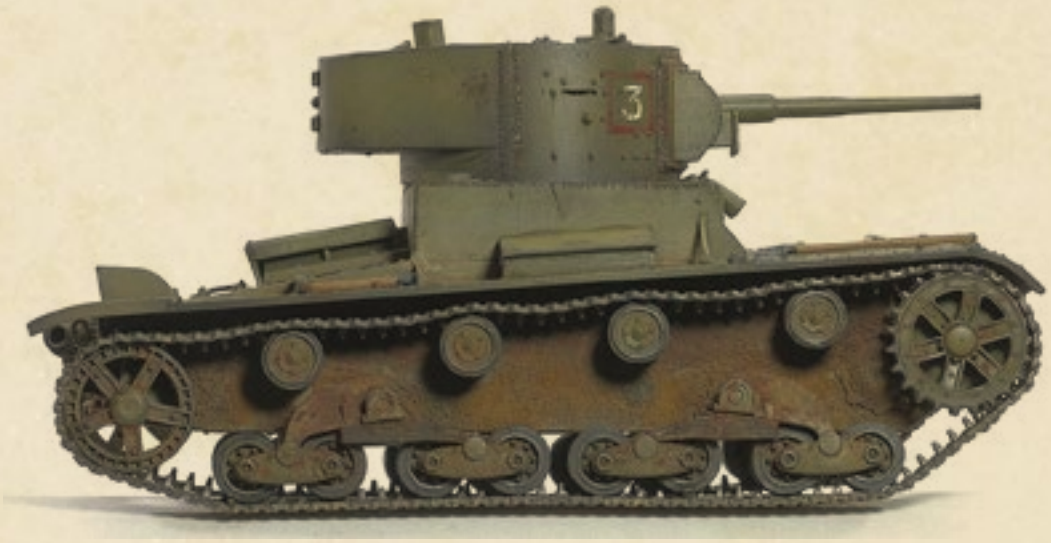
Интересный исторический факт: в июне 1937 г. В. П. Чкалов, Г. Ф. Байдуков и А. В. Беляков на самолете АНТ-25 выполнили рекордный перелет из Москвы в США (г. Ванкувер) через Северный полюс, покрыв расстояние около 10 тыс. км за 63 ч 25 мин. Во время пролета самолета над дрейфующей полярной станцией СП-1 ее радиостанция обеспечивала передачу сигналов радиомаяка. Послевоенные историки задавались вопросом: зачем стране потребовалось тратить ресурсы на установление таких рекордов? Ответ таков: в «Остехбюро» проектировался «телемеханический» самолет, который смог бы в автономном режиме лететь по сигналам радиомаяков. На вооружение он должен был поступить как раз в 1937 г. Задача оказалась невероятно сложной. Разработки в «Остехбюро» велись по многим направлениям. В. И. Бекаури патентует заявки на приспособление для автоматического парашюта, на способы минирования фарватеров сброшенными с большой высоты на парашютах минами, на способы постановки мин и торпедирования морских целей с самолетов. Для высокого и низкого бомбометания «Остехбюро» разработало самолетные оптические прицелы, определяющие начало перехода на направление атаки, вырабатывающие курс атаки и момент сбрасывания торпеды.

В рамках программы создания телемеханического самолета ТБ-3 было опробовано множество разных конструкций автопилотов — пневматических, гидравлических и электромеханических. К примеру, в июле 1934 г. в Монино испытывался самолет с автопилотом АВП-3, а в октябре того же года — с автопилотом АВП-7. Но до 1937 г. так и не было разработано ни одного более-менее приемлемого устройства. В итоге 25 января 1938 г. тему закрыли, а три использовавшихся для испытаний бомбардировщика передали ВВС.

РАДИОУПРАВЛЯЕМЫЕ ТАНКИ

В ходе Гражданской войны 1918–1920 гг. на всех фронтах белогвардейские войска применяли 200 танков английского и французского производства. У Бекаури уже в середине 1920-х гг. возникла идея создать телеуправляемый безэкипажный танк. Начало было положено испытаниями в 1929–1930 гг. телеуправляемого трофейного французского танка «Рено», но управлялся он не по радио, а по кабелю. А в 1931–1932 гг. испытывался уже танк отечественной конструкции МС-1. Он управлялся по радио и, двигаясь со скоростью до 4 км/ч, мог выполнять команды «вперед», «вправо», «влево», «стоп». Весной 1932 г. радиоаппаратурой телеуправления «Мост-1», а позднее — «Река-1» и «Река-2» был оснащен двухбашенный танк Т-26. В апреле 1932 г. на московском полигоне проводились его испытания. По результатам испытаний было заказано 4 телеуправляемых танка и 2 танка управления. Аппаратура системы «Остехбюро» образца 1932 г. позволяла выполнять уже 16 команд. Летом 1932 г. в Ленинградском военном округе был сформирован специальный танковый отряд № 4, целью которого стало изучение боевых возможностей телеуправляемых танков. Танки прибыли в расположение отряда только в конце 1932 г. С января 1933 г. в районе Красного Села начались испытания танков на местности.

НОВЫЙ ЭТАП В РАЗРАБОТКЕ ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫХ ТАНКОВ НАСТУПИЛ В 1934 Г. ПОД ШИФРОМ «ТИТАН» БЫЛ РАЗРАБОТАН ТЕЛЕТАНК ТТ-26, ОСНАЩЕННЫЙ ПРИБОРАМИ ПУСКА ОВ И СЪЕМНЫМ ОГНЕМЕТОМ. ТАНКИ ТТ-26 В 1935–1936 ГГ. БЫЛИ ВЫПУЩЕНЫ МАЛОЙ СЕРИЕЙ (55 МАШИН). УПРАВЛЕНИЕ ТЕЛЕТАНКАМИ ВЕЛОСЬ С ОБЫЧНОГО ТАНКА Т-26, ОСНАЩЕННОГО ПРИБОРАМИ УПРАВЛЕНИЯ. ПОЗЖЕ БЫЛО РЕШЕНО УСТАНОВИТЬ ОБОРУДОВАНИЕ ТТ-26 НА ТАНК Т-46, НО ОН НЕ БЫЛ ЗАПУЩЕН В СЕРИЮ. ПЕРЕЧИСЛЕННЫМИ РАЗРАБОТКАМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ «ОСТЕХБЮРО» НЕ ОГРАНИЧИВАЛАСЬ.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ресурс «Остехбюро» был поистине огромен. Работы обсуждались и направлялись видными учеными и военачальниками: М. В. Фрунзе, С. С. Каменевым, И. С. Уншхлитом, А. И. Бергом, Б. М. Шапошниковым, М. И. Калининым, К. Е. Ворошиловым, А. М. Микояном, Г. К. Орджоникидзе, М. Н. Тухачевским. В составе Остехбюро работали ученые и конструкторы: академики В. Н. Ипатьев, В. Ф. Миткевич, профессора Г. А. Забудский, М. М. Тихвинский, И. П. Граве, А. Ф. Шорин. На 4 февраля 1927 г. в «Остехбюро» числилось 447 человек, для того времени это был огромный коллектив. Бекаури удалось получить для нужд «Остехбюро» два корпуса Центральной электротехнической лаборатории военного ведомства в Петрограде со всеми ее сотрудниками. Когда Бекаури привлек к работе в «Остехбюро» профессора политехнического института В. Ф. Миткевича, тот рекомендовал нескольких преподавателей института для работы в «Остехбюро», а они стали отбирать наиболее способных студентов, заканчивающих институт. В 1929 г. по личному указанию С. М. Кирова в «Остехбюро» были направлены 15 только что окончивших высшие технические учебные заведения Ленинграда инженеров. Отечественных измерительных приборов тогда не существовало, Бекаури удалось получить их в большом количестве из-за границы. Кроме того, благодаря хорошей механической и монтажной мастерской некоторые оригинальные измерительные устройства изготавливались непосредственно в «Остехбюро».

В «Остехбюро» был передан завод «Пеко», переименованный позже в «Красный изобретатель», а также завод «Торпедо». В Ленинграде Бекаури построил механический завод, названный именем Ворошилова, который изготавливал оружие, разрабатываемое в «Остехбюро». С переездом части «Остехбюро» в Москву его материальная база разрослась еще больше за счет нескольких зданий на Садово-Черногрязской улице. Для морских работ в «Остехбюро» были переданы суда: тральщик «Микула», эсминец «Сибирский стрелок» (переименованный в «Конструктор»), сторожевой корабль «Инженер» и несколько торпедных катеров. На Неве ниже моста лейтенанта Шмидта была сооружена пристань, на Васильевском острове — база катеров, на одном из озер под Петроградом — торпедная база. Позднее возникла Севастопольская база «Остехбюро» на Черном море. Бекаури получил несколько самолетов и построил для них на военном аэродроме ангар. Имелась собственная радиостанция. Команды судов и самолетов были включены в штат «Остехбюро». Для выездных экспериментов были приобретены два легковых автомобиля фирмы «Фиат».

Волна репрессий и «чисток», прокатившаяся в 1937–1938 гг. через многие организации отечественной оборонной промышленности, армию и флот, была спровоцирована вбросом информации от немецкой и японской разведок о подготовке военного переворота в армии для смены советского руководства. Иосиф Сталин, зная от НКВД о борьбе группировок К. Е. Ворошилова и М. Н. Тухачевского в руководстве РККА, исходя из необходимости сохранения старых, но преданных кадров, дал «добро» на «раскрытие военно-фашистского заговора в армии, возглавляемого М. Н. Тухачевским». Маршал Советского Союза Михаил Николаевич Тухачевский, занимая руководящие посты в РККА, был идеологом и непосредственным руководителем военной реформы в армии и на флоте. Он твердо занимал позицию массового технического переоснащения вооруженных сил страны, был инициатором разработки и внедрения ракетного оружия, радиоуправляемых танков и самолетов, проводил учения по выброске массовых воздушных десантов, оперативному перемещению техники и живой силы с помощью авиации, железнодорожного и автомобильного транспорта. Он неоднократно присутствовал на испытаниях технических новшеств «Остехбюро» [4].

В КОНЦЕ 1937 Г. В. И. БЕКАУРИ БЫЛ АРЕСТОВАН ПО ОБВИНЕНИЮ В ШПИОНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОЛЬЗУ ГЕРМАНИИ И ПОСЛЕ СЛЕДСТВИЯ 8 ФЕВРАЛЯ 1938 Г. РАССТРЕЛЯН. ПОСЛЕ ЕГО АРЕСТА «ОСТЕХБЮРО» ПРОСУЩЕСТВОВАЛО МЕНЕЕ ДВУХ ЛЕТ. СПУСТЯ 18 ЛЕТ ДОЧЬ БЕКАУРИ НИНА ВЛАДИМИРОВНА ПОЛУЧИЛА ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗВЕЩЕНИЕ О НЕВИНОВНОСТИ СВОЕГО ОТЦА.

В документе говорилось: «Сообщаю, что в имеющихся у Военной коллегии Верховного Суда СССР материалах содержатся материалы о том, что осужденный 8 февраля 1938 года Бекаури Владимир Иванович за шпионскую деятельность в пользу Германии определением Верховного Суда СССР от 9 июня 1956 года реабилитирован. Приговор Военной коллегии Верховного Суда СССР по вновь открывшимся обстоятельствам отменен и дело о нем прекращено». Тогда кроме В. И. Бекаури был арестован ряд талантливых сотрудников «Остехбюро». В их числе были инженер-конструктор П. В. Бехтерев, начальник конструкторского сектора А. В. Веленский, инженеры-электрики С. И. Воскресенский, Н. А. Гиляров, главный инженер «Остехбюро» Красноперов и др.

В ходе последовавших за этим репрессий погибли («как имевшие частые деловые контакты с врагом народа») практически все специалисты и инженеры «Остехбюро», реализовывавшие идеи М. Н. Тухачевского и В. И. Бекаури [5]. После ликвидации «Остехбюро» многие военно-научные разработки были прекращены, а производство ряда образцов техники и вооружения было задержано на несколько лет.

Однако освоение производства отечественных гидроакустических средств на заводе «Водтранприбор» продолжалось и налаживалось. Своеобразным научно-техническим центром завода по разработке новых приборов стала гидроакустическая лаборатория. К 1936 г. в ее состав входили четыре группы, замыкавшиеся в организационном отношении на начальника лаборатории В. И. Дмитриева, а в техническом — на научного руководителя В. Н. Тюлина. Первая группа занималась разработкой акустических приемников и подчинялась непосредственно В. Н. Тюлину. Вторая группа во главе с М. Г. Григорьевым занималась созданием шумопеленгаторных ГАС. Третья группа во главе с А. Э. Солкиасом работала над созданием приборов звуковой подводной связи. В четвертой группе во главе с З. Н. Умиковым создавались ультразвуковые приборы наблюдения и связи, а также эхолоты. Необходимо отметить, что работы завода по освоению и созданию гидроакустических средств проходили с большим трудом. После ввода в эксплуатацию в 1933 г. завод постоянно находился в состоянии строительства и реконструкции, неоднократно переходил из одного ведомства в другое. Его серийное производство было перегружено другими заказами, недостатки, тормозившие работу, были в основном внутризаводского характера.

В 1938 г. Наркомат оборонной промышленности рассмотрел состояние производства гидроакустической продукции на заводе и издал приказ № 103, которым предусматривалась широкая организационно-техническая реорганизация завода, в том числе конструкторского бюро и гидроакустической лаборатории. В 1939 г. завод «Водтранприбор» впервые за время своего существования выполнил производственный план. Накопленный к 1941 г. опыт производства и эксплуатации ГАС, установленных на кораблях ВМФ, позволил заводу приступить к разработке новых, более совершенных средств, но начало Великой Отечественной войны с фашистской Германией внесло существенные коррективы в эти планы [3].

В связи с ухудшением обстановки на Ленинградском фронте правительство приняло решение об эвакуации завода в г. Омск. В блокированном Ленинграде оставались только специалисты, осуществлявшие монтаж ГАС, их ремонт и регулировку на кораблях и подводных лодках Балтийского и Северного флотов [6].

Список литературы

1. Попов В. А., Селезнев И. А. ОСТЕХБЮРО – первая организация в СССР, разрабатывавшая радиоэлектронное вооружение для Военно-морского флота // Академия наук и научные центры союзных республик (к 100-летию образования СССР): материалы XLIII Междунар. годичной науч. конф. Санкт-Петербургского отделения Российского национального комитета по истории и философии науки и техники РАН (24–28 октября 2022 г.). СПб., 2022. С. 178.
2. Концерн «Океанприбор». Исторический очерк. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Наука, 2013. 240 с.
3. Комляков В. А. Первый в России завод гидроакустических приборов. СПб.: Изд-во Политехн. университета, 2006. 307 с.
4. Соколов В. Б. Тухачевский. Жизнь и смерть «красного маршала». М.: Вече, 2003. 464 с. (Досье без ретуши).
5. Шошков Е. Н. Репрессированное Остехбюро // Исторические сборники. 1995. Вып. 3.
6. Попов В. А. Производство и поставка Военно-морскому флоту СССР гидроакустических средств в период Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.), примеры их боевого применения // Морское оборудование и технологии. 2022. № 2.

Автор: ПЕТРАКОВ А.А.

50 ЛЕТ С НАЧАЛА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «ТАЙФУН»

Аннотация Полувековая история акционерного общества «Тайфун», одного из ведущих предприятий интегрированной структуры АО «Концерн «Моринформсистема-Агат», неразрывно связана с Военно-Морским Флотом. За 50 лет трудовой деятельности на базе советского приборостроительного завода построено современное научно-производственное предприятие по выпуску корабельных радиолокационных средств и мобильных комплексов береговых войск для ВМФ России и на экспорт. Дальнейшее развитие АО «Тайфун» тесно связано с интеграцией создаваемых радиоэлектронных средств в системы боевого управления, проектируемые АО «Концерн «Моринформсистема-Агат» и АО «Корпорация морского приборостроения».
Ключевые слова: научно-производственное предприятие, мобильные комплексы береговых войск, радиолокационные системы

Петраков А.А.,
генеральный
директор АО «Тайфун»

Полувековая история АО «Тайфун» неразрывно связана с Военно-Морским Флотом. Производственная деятельность завода началась 1 февраля 1973 года. В первые годы, параллельно с возведением производственных корпусов и микрорайона для семей работников, на заводе освоен серийный выпуск корабельных радиолокационных станций и комплексов целеуказания ВМФ. Продукция изготавливалась по документации ведущих отраслевых институтов из Москвы, Киева, Ленинграда и устанавливалась на кораблях различных классов, от ракетных катеров и десантных кораблей до авианосцев. В 1980-х годах завод также выпускал противокорабельные береговые ракетные комплексы «Рубеж-Э».

В тяжелые 1990-е годы на предприятии сохранили производство и коллектив. «Продержаться на плаву» помогли экспортные и гражданские заказы, но основная ставка была сделана на создание новой военной техники. После приватизации руководству акционерного общества «Тайфун» удалось создать на базе советского приборостроительного завода современное научно-производственное предприятие, на порядок нарастив мощности и научный потенциал.

Сейчас основу портфеля заказов составляет продукция собственной разработки – мобильные комплексы береговых войск, корабельные радиолокационные станции, оптикоэлектронные средства

Рис. 2. Береговой ракетный комплекс нового поколения «Рубеж-МЭ» на заводской испытательной трассе

противодействия высокоточному оружию. Вхождение предприятия в состав «Концерна «Моринформсистема-Агат» и «Корпорации морского приборостроения» предоставило новые возможности по интеграции создаваемых радиоэлектронных средств в системы боевого управления, проектируемые крупнейшими отраслевыми холдингами.

Мы гордимся тем, что многие годы принимаем участие в строительстве кораблей, выпуская надежные и эффективные образцы радиоэлектронного вооружения. В их числе современные РЛС «Позитив-МЭ1», «Позитив-МЭ1.2», «Минерал-МЭ» и станции предыдущего поколения «Позитив-Э», «Гарпун», «Топаз», «Подкат». В рамках военно-технического сотрудничества СССР, а затем и Российской Федерации, заводом поставлено в 14 государств мира более 100 единиц радиоэлектронных средств и береговых комплексов.

АО «Тайфун» является головным изготовителем берегового ракетного комплекса «Бал-Э», созданного совместно с предприятиями АО «Корпорация «ТРВ». Специалистами завода разработан береговой комплекс целеуказания «Монолит-Б», который входит в состав ПБРК «Бастион». Комплексы «Бал-Э» и «Монолит-Б» приняты на вооружение береговых ракетно-артиллерийских войск и поставляются на флота ВМФ России. Ведутся работы по созданию береговых ударных и разведывательных комплексов следующего поколения.

Рис. 3. Разработанный по заказу ПАО «АЛРОСА» шахтный вентилятор на заводском испытательном стенде «аэродинамическая труба»

Предприятие участвует в создании корабельных систем радиоэлектронной борьбы. Для установки на корветы и фрегаты ВМФ поставляются оптико-электронные комплексы МДМ-2Э, предназначенные для противодействия высокоточному оружию с полуактивными лазерными системами самонаведения.

АО «Тайфун» также работает над освоением выпуска продукции двойного и гражданского назначения. По заказам предприятий ОПК и судостроительной отрасли выпускаются источники вторичного электропитания трехсот типов и модификаций. Для предприятий транспортного машиностроения спроектированы и серийно поставляются электроприводы путевых машин, предназначенных для обслуживания железных дорог. По заказу ПАО «АЛРОСА» разработан шахтный вентилятор для эксплуатации во взрывоопасных средах шахт и рудников.

Рис. 4. На открытой экспозиция музея истории и трудовых достижений АО «Тайфун» представлены антенные посты РЛС, выпускавшихся заводом в разное время

На АО «Тайфун» трудятся более 2500 работников, чьи трудовые заслуги отмечены наградами и званиями. В 2015 году трудовому коллективу завода присвоено почетное звание «Трудовая слава Калужской области» за вклад в развитие промышленного потенциала региона. В 2018 году АО «Тайфун» объявлена Благодарность Президента Российской Федерации В.В. Путина за большой вклад в разработку и создание новой специальной техники.

За 50 лет трудовой деятельности на базе советского приборостроительного завода построено современное научно-производственное предприятие, одно из ведущих в составе АО «Концерн «Моринформсистема-Агат». Все эти годы прошли вместе с Флотом. И сейчас выполняются новые проекты в интересах ВМФ. А значит есть уверенность, что АО «Тайфун» будет развиваться и впредь.

17 ФЕВРАЛЯ ИСПОЛНИЛОСЬ 60 ЛЕТ АНДРЕЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ ПЕТРАКОВУ.
РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «МОРСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ» СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЕТ АНДРЕЯ АЛЕКСЕЕВИЧА С ЮБИЛЕЕМ, ЖЕЛАЕТ ЕМУ ЗДОРОВЬЯ, КРЕПОСТИ ДУХА, ОПТИМИЗМА, НОВЫХ СВЕРШЕНИЙ НА БЛАГО НАШЕЙ РОДИНЫ.

Рис. 5. Памятная стела в честь присвоения АО «Тайфун» почетного звания «Трудовая слава Калужской области»

АО «КОНЦЕРН «ОКЕАНПРИБОР» РЕАЛИЗУЕТ ПОЛИТИКУ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ УНИВЕРСИТЕТОВ

С 15 по 18 ноября 2022 года состоялся деловой визит руководителей АО «Концерн «Океанприбор» в ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», который является одним из крупнейших учебных заведений России, сочетающий традиции классического образования и современные технологии. Заместитель генерального директора — руководитель приоритетного технологического направления Селезнев Игорь Александрович и заместитель генерального директора по инновациям и проектам гражданского назначения Ивакин Ян Альбертович встретились с ректором университета — Ендовицким Дмитрием Александровичем.

В ходе визита были установлены и определены параметры дальнейшего взаимодействия в рамках развития активного научного и научно-технического взаимодействия, как в целях привнесения новых инновационных технологий в деятельность Концерна, так и активное содействие в подготовке инженерных и научных кадров для сферы наукоемкого приборостроения.

Также были определены основные направления деятельности, подписано соглашение о конфиденциальности и протоколы о научно-техническом взаимодействии, определены ответственные исполнители со стороны Концерна и Университета, подготовлен и подписан договор о сотрудничестве.

«Платформой для нашего будущего взаимодействия стало наличие кафедры математической физики, которая развивает компетенции, связанные с подводной средой мирового океана. В частности, Воронежский государственный университет владеют рядом специфических математических методов анализа гидроакустических условий и расчета естественных волноводов в водной среде, применение которых может быть использовано в изделиях и разработках Концерна», — отметил Игорь Александрович Селезнев.

20 декабря 2022 года АО «Концерн «Океанприбор» подписало еще одно Соглашение о сотрудничестве с Российским государственным университетом нефти и газа имени И. М. Губкина, который определил план активного взаимодействия по тематике создания аппаратуры морской геологоразведки и внедрения инноваций на базе Губкинского университета. В рамках сотрудничества предполагается совместная научно-исследовательская деятельность в рамках реализации успешных исследований на базе Губкинского университета, формирование и совершенствование междисциплинарных исследовательских кластеров, достижение нового уровня качества подготовки обучающихся по программам высшего образования и дополнительного профессионального образования в интересах широкого внедрения средств морской гидроакустики, разработанных предприятиями АО «Корпорация морского приборостроения».

«В рамках уже подписанных соглашений нам предстоит интересная совместная работа, которая, безусловно, даст толчок к внедрению инноваций в Концерне. В дальнейшем мы планируем продолжать налаживать тесное, взаимовыгодное сотрудничество с ведущими Вузами страны», — заключил Ян Альбертович Ивакин.

АО «Концерн «Океанприбор» продолжит проведение работ по реализации системной политики наращивания взаимодействия и все более широкому привлечению инноваций, предлагаемых российскими университетами — ведущими научными центрами страны. Эта работа позволяет добиться взаимовыгодных результатов, а именно практического внедрения научно-технических разработок университетов в новые образцы морской наукоемкой приборной техники, а также устойчивого тренда пополнения кадрового потенциала Концерна.

Новости морского приборостроения

1 НОЯБРЯ 2022 Г.

Правительство РФ утвердило правила поддержки производства судового оборудования. Правительство России утвердило правила предоставления субсидий из федерального бюджета на комплексные проекты по разработке, созданию и внедрению судового комплектующего оборудования.

Эта мера, в частности, касается рыбоперерабатывающего, холодильного и рыбомучного оборудования, сообщается на Официальном интернет-портале правовой информации. Согласно документу, такие проекты должны занимать до 5 лет (с учетом срока модернизации производства — до 6 лет), срок субсидирования — 3 года. Объем реализации оборудования без учета модернизации должен составлять не менее 0,5 размера полученной субсидии, с учетом — 1 размера субсидии.

Размер субсидии может составлять до 80% затрат на проведение работ по разработке, созданию и внедрению в серийное производство оборудования в рамках такого проекта.С ее помощью можно компенсировать оплату труда работников, занятых на комплексном проекте и другие сопутствующие затраты (не более 50% общей суммы), а также аренду имущества и коммунальные услуги (до 20%), оплату услуг подрядчиков (не более 50%), аренду оборудования (не более 30%) и т.д. Получатели такой меры господдержки определяются по конкурсу, который проводит Минпромторг 2 раза в год.

7 НОЯБРЯ 2022

Пентагон добавляет 40 бронированных патрульных катеров в последний пакет военной помощи Украине.

США направят в Украину 40 бронированных речных катеров в рамках последнего пакета помощи.

Речные суда являются частью объявленного в пятницу пакета помощи на сумму 400 миллионов долларов. Это второй раз, когда США направляют речные суда в Украину в рамках постоянной помощи в ответ на российское вторжение.В пакете помощи не указаны типы речных судов, которые США направляют в Украину.

Заместитель пресс-секретаря Пентагона Сабрина Сингх не сообщила подробностей, но сказала, что то, как будут использоваться речные катера, зависит от украинских сил. США ранее отправили 18 речных лодок в июне. Как ранее сообщал USNI News, Metal Shark отправила шесть таких лодок. По сообщению Naval News, в Черном море уже работают шесть патрульных катеров.

9 НОЯБРЯ 2022

В России завершается создание системы космической морской разведки "Лиана" Система космической морской разведки "Лиана" в скором времени будет полностью развернута. Первый из двух активных разведывательных спутников "Пион-НКС" принят Минобороны РФ, изготовление второго обсуждается. Об этом сообщил ТАСС источник в ракетно-космической отрасли.

11 НОЯБРЯ 2022 ГОДА

В ВМФ совершенствуется система сервисного обслуживания и ремонта кораблей.

Главком ВМФ России адмирал Николай Евменов заслушал доклады руководителей по текущему состоянию дел в сегменте разработки ремонтно-технологической документации для кораблей новых проектов.

Главком ВМФ Николай Евменов поручил руководителям профильных органов управления и далее планомерно развивать систему сервисного обслуживания кораблей и судов ВМФ и совершенствовать качественные параметры этой работы, сообщает Департамент информации и массовых коммуникаций Минобороны РФ. ЦАМТО

14 НОЯБРЯ 2022

Сергей Зыбко назначен генеральным директором ФГБУ «Главсевморпуть» Ранее он был капитаном арктического танкерного флота ПАО «Совкомфлот». В ФГБУ «Главсевморпуть» сменился руководитель, подтвердили в госкорпорации «Росатом». С 1 августа 2022 года должность генерального директора ФГБУ занимал Александр Ольшевский. С 14 ноября руководителем учреждения стал Сергей Зыбко. «ПортНьюс»

16 НОЯБРЯ 2022

Минпромторг: в России строится 297 судов, нужно в четыре раза больше. В стадии строительства в России в настоящее время находится 297 судов. Общая потребность в судах по предварительным оценкам — 1200 единиц.

Данные о строительстве судов в ходе "Транспортной недели-2022" привел директор департамента судостроительной промышленности и морской техники Министерства промышленности и торговли РФ Борис Кабаков. Чиновник отметил, что по ряду проектов имеются риски несоблюдения сроков строительства.В стадии постройки строит находится 73 рыбопромысловых судна (семь из них планируется сдать в 2022 году), строится атомный ледокольный, аварийно-спасательный и пассажирский флот, суда класса «река-море». Портфель заказов судостроительного комплекса «Звезда», специализирующегося на крупнотоннажном судостроении, составляет 64 судна.

В настоящее время приблизительная потребность в судах оценивается в 1200 единиц с прогнозом в сторону увеличения. Важными вопросами, по мнению представителя Минпромторга, являются создание новых судостроительных мощностей, унификация проектов судов и импортозамещение судового комплектующего оборудования. «ПортНьюс»

21 НОЯБРЯ 2022

Россия отозвала признание иностранных классификационных обществ.

Министерство транспорта России расторгло соглашения с иностранными классификационными обществами RINA и Bureau Veritas (BV) о наделении их полномочиями по классификации и конвенционном освидетельствовании судов под флагом России, сообщил "ПортНьюс" источник, близкий к министерству. Информация об этом также содержится в письме одной из отраслевых ассоциаций руководителям судоходных компаний (копия имеется в распоряжении "ПортНьюс").

Отметим, что RINA и BV — единственные классификационные общества, с которыми Россия заключила подобные соглашения.Напомним, ранее BV предприняло меры по выводу судов, имеющих отношение к РФ, из своего судового реестра. В области аэронавтики общество прекратило проведение инспекции самолетов, эксплуатируемых российскими авиакомпаниями. В ресурсодобывающей отрасли BV значительно сократило свою деятельность в сегменте добычи нефти и газа.Созданное в 1828 году Bureau Veritas является одним из крупных международных обществ в сфере классификации, сертификации, лабораторного тестирования и проведения инспекций и освидетельствований. Bureau Veritas оказывает услуги своим 400 тыс. клиентам.

RINA предоставляет услуги в секторах энергетики, морского транспорта, сертификации, транспорта, инфраструктуры и промышленности. В 2021 году оборот общества составил 530 млн. евро.

22 НОЯБРЯ 2022

Владимир Путин в режиме видеосвязи принял участие в церемонии поднятия флага на атомном ледоколе "Урал" проекта 22220 и спуске на воду "Якутии". "Арктика" и "Сибирь" уже обеспечивают навигацию по Северному морскому пути. "Чукотка" находится в стадии строительства.

22 НОЯБРЯ 2022

Отечественное судостроение ожидает поддержка в 2023–2025 годах.

На поддержку отечественного судостроения ежегодно в 2023–2025 годах выделят по 3,5 млрд. рублей. Эти средства заложили в госбюджет на ближайшие годы. По данным портала Государственной Думы, во втором чтении был принят проект федерального бюджета на 2023 год и плановый период 2024 и 2025 годов, сообщает пресс-служба Госдумы РФ. В ходе рассмотрения Комитетом по бюджету был поддержан блок поправок сенаторов и депутатов из разных фракций, предусматривающих перераспределение 58,9 млрд. рублей по отдельным направлениям.По федеральному проекту «Стимулирование спроса на отечественную продукцию судостроительной промышленности» будет выделено по 3,5 млрд. рублей ежегодно с 2023 по 2025 год. На господдержку реализации на территории Арктической зоны РФ инвестиционных проектов будет направлено: в 2023 году — 2,618 млрд. рублей, в 2024 году — 2,502 млрд. рублей, в 2025 году — 1 млрд. рублей. Комитет также поддержал поправки Правительства о перераспределении и распределении ранее зарезервированных средств. В рамках этих поправок, в частности, в 2023 году выделяются субсидии Росморпорту в объеме 2,5 млрд. рублей на проведение дноуглубления Волго-Каспийского морского судоходного канала. АО "Особая экономическая зона "ЛОТОС"

1 ДЕКАБРЯ 2022

На Севмаше прошло заседание Межведомственной рабочей группы по проектам создания отечественного обитаемого подводного аппарата и комплекса с телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом, выполняемых по заказу ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург». В совещании приняли участие представители ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург», Севмаша, АО «ОСК», НИЦ «Курчатовский институт», СПМБМ «Малахит», АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества».На заседании под руководством заместителя Председателя Правления — начальника Департамента ПАО «Газпром» Олега Аксютина рассматривались актуальные вопросы и перспективы развития проектов создания ОПА и КТНПА с учетом вопросов технологической независимости. Строительство обитаемого подводного аппарата осуществляется на Севмаше. ОПА предназначен для выполнения работ, связанных с эксплуатацией морских магистральных газопроводов. Проект КТНПА находится на стадии эскизного проектирования. Унификация требований для проектов по созданию ОПА и КТНПА позволит использовать ряд готовых технических решений из реализуемого проекта по созданию обитаемого подводного аппарата.

21 ДЕКАБРЯ 2022

Состоялось заседание Морской Коллегии при Правительстве Российской Федерации. На заседании были рассмотрены вопросы о строительстве судов для перевозок по Северному морскому пути, о создании отечественных судовых двигателей, о реализации Концепции развития водолазного дела в Российской Федерации на период до 2035 года и др. В заседании принял участие член Морской коллегии, генеральный директор АО «КМП» Л. В. Стругов. На заседании выступил научный руководитель АО «ЦНИИ «Курс» Л. М. Клячко.

22 ДЕКАБРЯ 2022

Исполняющим обязанности генерального директора РС назначен Сергей Куликов. По данным «ПортНьюс», полномочия генерального директора Российского морского регистра судоходства (РС, Регистр) Константина Пальникова прекращены с 21 декабря 2022 года. Исполняющим обязанности генерального директора РС назначен Сергей Куликов, сообщили собеседники агентства в отрасли. Сергей Куликов ранее занимал должность заместителя генерального директора по флоту в эксплуатации РС. До этого работал в Дальневосточном филиале РС.Константин Пальников родился 16 августа 1966 года. Окончил Ленинградское высшее инженерное морское училище имени адмирала С. О. Макарова. Работал на рядовых и командных должностях на судах морского флота в российских и иностранных судоходных компаниях.В 2007–2009 годах возглавлял ООО «Волга-Нева», в 2009–2011 годах — ОАО «Северо-Западное пароходство». С 16 марта 2011 года по 30 сентября 2015 года являлся директором Департамента государственной политики в области морского и речного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации.

16 ЯНВАРЯ 2023

Правительство профинансирует инфраструктурные проекты для развития Северного морского пути, сообщила пресс-служба Кабмина. На создание цифровой экосистемы СМП, которая объединит все электронные сервисы для участников логистического рынка, направят 3,8 млрд. рублей. Разработку планируется завершить к середине 2025 года. Речь идет о создании «ледового навигатора». Платформа позволит получать: актуальные данные о погодных условиях, расположении судов и загруженности портов, логистические услуги, в числе которых оформление разрешений на проход судов, мониторинг, диспетчеризация, управление работой флота.

16 ЯНВАРЯ 2023

Объединенная судостроительная корпорация (ОСК) передаст 51% акций судостроительного Балтийского завода "Росатому", заявил глава ОСК Алексей Рахманов в интервью, опубликованном на сайте корпорации.

26 ЯНВАРЯ 2023

На российских кораблях установлена только отечественная навигационная техника — главный штурман ВМФ. Техника показывает высокую надежность в любой точке Мирового океана. Об этом заявил главный штурман ВМФ контр-адмирал Эдуард Луйк. "На кораблях ВМФ установлена навигационная техника только российского производства, которая показывает свою высокую надежность и в Арктике, и на экваторе, гарантированно обеспечивает навигационными данными оружие и вооружение в любой момент времени",— сказал Луйк в интервью газете "Красная звезда".

26 ЯНВАРЯ 2023

Отечественная радиолокационная станция «Беринг» допущена к использованию на судах. Беринг. РЛД — собственная разработка Sitronics KT (входит в Sitronics Group). Программно-аппаратный комплекс устанавливается на судах и решает широкий спектр навигационных задач. Российский морской регистр судоходства одобрил использование системы и выдал разработчику свидетельство о типовом одобрении. Об этом порталу «Морские вести России» сообщили в пресс-службе Sitronics Group.

НА ВЫСТАВКЕ EURONAVAL 2022 КОМПАНИИ УДЕЛИЛИ ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ ПЛАТФОРМАМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ НА МОРСКОМ ДНЕ

Одна из важных тем, затронутых в рамках выставки, заключалась в выполнении операций на морском дне, а именно — защите важных объектов инфраструктуры в свете подрыва газопровода «Северный поток» у берегов Швеции в прошлом месяце.

Многие страны серьёзно озадачены уязвимостью своих сетей и кабелей в последние годы. Так в феврале 2022 г во Франции была принята новая концепция выполнения операций на морском дне, нацеленная на расширение возможностей ВМС Франции (выполнение задач на глубине до 6000 м).

В рамках развития данной концепции одним из шагов является заключение контракта между Главным управлением вооружений Франции (DGA) и норвежской компанией Kongsberg Maritime на сумму €4 млн. В рамках контракта планируется выполнение предварительных испытаний АНПА Hugin Superior, который способен работать на глубине до 6000 м.

Основными проблемами при проведении таких испытаний является давление (около 614 кг на см2), а также передача данных. Кроме того сложности возникают вследствие других факторов. Крис Лэйд продолжает: «Это и течения, поскольку системы не остаются неподвижными; акустическая аппаратура, применяемая в гидролокаторах, поскольку параметры меняются вследствие солёности и глубины; видимость и, конечно, условия окружающей среды».

Под задачи ВМС Франции подходит и безэкипажный гибридный аппарат Manta. Этот аппарат является совместной разработкой Агентства инновационных разработок Главного управления вооружений Франции и компании Marine Tech. Этот аппарат способен работать на глубине до 6000 м и плавать под поверхностью воды, не оставляя турбулентного следа. Его форма, похожая на крыло, обеспечивает исключительную манёвренность. Он способен перемещаться как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной, что позволяет легко исследовать подводные скалы. Проблема с давлением решена посредством щелей в конструкции аппарата, что позволяет проникать воде (давление внутри аппарата отсутствует). Антенна длиной до 3 м включает камеру и системы связи на мачте. Определённых требований к датчикам нет. Заказчики могут сами размещать любые требуемые им датчики на аппарате. Время автономной работы составляет 8 ч, однако к концу 2023 г. оно будет увеличено до 24 ч.

Филипп Румег, коммерческий директор по работе с ТНПА в новой компании Exail (ранее IXblue) заявил, что АНПА DriX может также работать на глубине 6000 м. Для других ТНПА глубина обычно составляет до 1000 м вследствие того, что дальность передачи данных по подводным кабелям слишком большая.

Несмотря на то, что компания Saab является лидером на мировом рынке подводной робототехники, большинство её продуктов работает на сравнительно небольших частотах. Это объясняется тем, что компания ушла от применения гидротехнологий к электричеству. Это более эффективно, надёжно и благоприятно для окружающей среды.

Модель подводного аппарата Manta компании Marine Tech на выставке Euronaval 2022.

Новейшим аппарат компании является eWROV — электрический АНПА массой 4.4 тонны с двумя дистанционными манипуляторами и рабочей глубиной 3000 м (с опцией до 5500 м).

МНОГОЛУЧЕВОЙ ЭХОЛОТ: ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Richard Snijder, Huibert-Jan Lekkerkerk, статья, опубликованная в журнале Hydro International, № 4, 2022 г.

Статья посвящена научно-исследовательской работе по использованию машинного обучения для создания автономной цепочки выявления признаков. Обучение машины по данным МЛЭ находится всё ещё только на первой стадии исследований и обладает большим потенциалом для выявления признаков. Цель исследования — создать инструмент обучения машины, подтверждающий концепцию, которую назвали MODI (алгоритм обнаружения объектов по данным МЛЭ). С помощью MODI должно выполняться обнаружение обломков кораблекрушений на дне моря. В качестве сферы интересов было выбрано Северное море. Задание на научно-исследовательскую работу было выдано Королевским ВМФ Нидерландов.

Искусственный интеллект (ИИ) является собирательным термином для алгоритмов, которые в состоянии применить обоснование, подобное используемому человеком, к конкретной задаче. Это один из методов науки о данных. Обучение машины является разделом ИИ и описывает процесс понимания, интерпретации и обработки данных. Алгоритм обучения машины для выявления признаков использует свёрточную нейронную сеть (CNN). В CNN алгоритм выполняет прогноз на основе двух меток; в этой ситуации точки данных МЛЭ были маркированы как «морское дно» и «признак». Сеть CNN использует фильтры для распознавания образцов в наборах данных; эти фильтры состоят из весов и смещений, которые корректируются на этапе обучения.

Из статистического анализа следует, что надёжность MODI в настоящее время составляет примерно 50%. Однако при визуальном анализе, человек может различить невооруженным глазом присутствие признаков на основе большого кластера точек, отмеченных как «признак» в месте расположения обломков кораблекрушения; уровень шума относительно низкий. На

основе этих результатов первоначальный вывод таков: инструмент обучения машины обладает существенным потенциалом для ускорения процесса обнаружения объектов. Однако для повышения надёжности инструмента требуются дальнейшие исследования и обучение с использованием данных по разным кораблекрушениям.

НЕБОЛЬШИЕ ГИДРОЛОКАТОРЫ КОРЕННЫМ ОБРАЗОМ ИЗМЕНЯЮТ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОВЕДЕНИИ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПОД ВОДОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗЭКИПАЖНЫХ НАДВОДНЫХ АППАРАТОВ

Статья от представителей компании Norbit в журнале Marine Technology Reporter, вып. за ноябрь/декабрь 2022 г.

По всему миру компаниям необходимо выполнять точную гидрографическую съёмку, чтобы гарантировать безопасную работу их морских средств, быстрое обнаружение и реагирование на любые проблемы. Традиционно обследование выполняется с судов среднего размера с командой на борту. Что касается безэкипажных надводных аппаратов (БНА), то для них идеально подходит гидролокатор WINGHEAD i77h компании Norbit, имеющий небольшие габариты, массу и малую потребляемую мощность. Это гарантирует, что выполнение работ у стенок набережной, мостов и подводных конструкций в целом, можно провести более дешёвым, безопасным и безвредным для окружающей среды способом.

В последние годы небольшие гидролокаторы компании Norbit позволили использовать нестандартные суда для испытания нашего оборудования, включая каяки и гидроциклы. Гидролокатор WINGHEAD разработан специально для проведения обследований с высоким разрешением для любых подводных конструкций, включая стенки набережной, мосты, нефтяные платформы и т.д. БНА — это обычно маленькие, лёгкие, с ограниченной мощностью и ресурсом аппараты. Чтобы обеспечить требуемую эффективность, большинству из них нужна многолучевая система, не увеличивающая тягу и гидродинамическое сопротивление, и система с как можно более низкой потребляемой мощностью. Гидролокатор WINGHEAD соответствует всем этим требованиям и стал предпочтительным выбором для многих производителей и операторов БНА.

Оператор БНА занят управлением судном, он контролирует прогресс съёмки, ищет другие лодки и т.д., таким образом, гидролокатор должен быть фактически автономным и не требовать большого внимания. В компании NORBIT приложили значительные усилия к разработке линейки WINGHEAD, создав фактически не требующую ручного управления систему. Это позволяет оператору сосредотачиваться на других задачах, без необходимости разбираться с усовершенствованными средствами управления гидролокатором. Гидролокатор WINGHEAD легко переносится и быстро устанавливается на любой платформе. Он поставляется в защитном контейнере, простом и безопасном для транспортировки в самолёте. Есть несколько дополнительных функций, таких как полная стабилизация движения (килевая, бортовая качка и отклонение от курса). Кроме того, система может быть объединена с дополнительным лидаром, который, при объединении этих двух систем, даёт полную картину инфраструктуры, бесшовную поверхность топографии ниже и выше ватерлинии. Это помогает интерпретировать результаты.

Приводятся результаты обследования стенки набережной. Традиционно подводное обследование проводили водолазы, опускаясь под воду для визуального осмотра стенок набережной или оценки состояния подводной инфраструктуры. Использование одних только водолазов — не всегда самое идеальное решение. Такие сложности, как плохая видимость, недоступность, подводные условия и т.д. могут вызвать проблемы. В последнее время желание проводить эти обследования легче и быстрее заставило обратить внимание на использование гидролокаторов на БНА.

Гидролокатор WINGHEAD i77h

Совместное применение гидролокатора компании NORBIT с шириной луча 0.5° и технологии изогнутой антенной решётки делает это процесс практически идеальным. Изогнутая решётка предоставляет последовательное разрешение ширины луча в полосе обзора по сравнению с традиционными системами с плоскими решётками. Кроме того, при изогнутой решётке нет необходимости физически поворачивать гидролокатор для обследования структуры по вертикали, таким образом, эта система больше подходит для обследования стенки набережной, чем традиционные системы. Гидролокатор WINGHEAD генерирует до 1024 лучей на один зондирующий сигнал, обеспечивая сверхвысокую плотность озвучивания, например, стенки набережной, что важно для надежного обследования. Гидролокатор WINGHEAD формирует лучи 0.5°x0.9° на частоте 400 кГц, обеспечивая данные с чрезвычайно высоким разрешением. Новая технология, объединенная в WINGHEAD, даёт набор данных в виде плотного множества точек, что помогает обследованию и позволяет обнаружить объекты меньшего размера.

Таким образом, использование новой технологии и объединение с существующей технологией теперь дают возможность точного обследования стенки набережной и гавани.

НОВЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ АППАРАТЫ, ЗАПУСКАЕМЫЕ ИЗ ТОРПЕДНЫХ АППАРАТОВ МНОГОЦЕЛЕВЫХ АПЛ США «ВЕРМОНТ» (SSN-792) USNI NEWS, 2 НОЯБРЯ 2022

В ближайшем будущем флот атомных ударных подводных лодок США сможет запускать и поднимать подводного робота из торпедного аппарата, заявили на этой неделе представители ВМС.

Razorback размером с торпеду уже более года проходит испытания на ударных АПЛ ВМС, но для подъема 600-фунтового UUV требуется укрытие на палубе и водолазы. Нынешняя процедура снижает полезность системы, заявил командующий подводными силами вице-адмирал Билл Хьюстон

во вторник на ежегодном симпозиуме Военно-морской подводной лиги. «Средний БПА может разместиться на любой из наших подводных лодок. Это приоритет для нас. У нас нет проблем с запуском БПА. Это просто. Возвращение является критическим аспектом»,— сказал Хьюстон на ежегодном симпозиуме Военно-морской подводной лиги. Ранее в этом году ВМС испытали систему возвращения среднего БПА через торпедный аппарат и близки к развертыванию системы в «самом ближайшем будущем», сказал адмирал Дуг Перри, директор по подводным боевым операциям Управления начальника военно-морских операций.

«Пока подводная лодка движется, БПА должен найти этот торпедный аппарат и войти в него»,— сказал Перри журналистам, описывая процесс. «У нас система работает. Мы еще не использовали это на уровне флота. Мы ожидаем, что в самом ближайшем будущем эта система заработает». Существующие UUV Razorback основаны на серии подводных роботов Remus 600, построенных HII, заявил в среду контр-адмирал Кейси Мотон, исполнительный директор программы беспилотных и малых боевых кораблей. По словам Мотона, ВМС объединяют программы по обезвреживанию неразорвавшихся боеприпасов и программ ударных АПЛ по контракту с Leidos и L3 Harris. «Они разрабатывают и строят системы на базе одного UUV..»,— сказал он.

Leidos и L3 Harris работают по контракту стоимостью 358 миллионов долларов на разработку систем для MUUV для обоих заказчиков на основе конструкции REMUS600.

КИТАЙ ВПЕРВЫЕ В МИРЕ ВВЕЛ К ЭКСПЛУАТАЦИЮ БЕСПИЛОТНОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ СУДНО «ЧЖУХАЙЮНЬ».

Как сообщает Центральное телевидение Китая, корабль оснащен системами автономной навигации дистанционного управления. Все основные системы, в том числе двигательная и энергетическая, разработаны в КНР.

Длина судна составила 88,5 метра, ширина — 14 метров, высота — 6,1 метра. Судно может развивать максимальную скорость в 18 узлов, в экономичном режиме — 13 узлов.

Корабль планируется использовать для различных задач по исследованию океана, в том числе для океанографической съемки. Также оно может заниматься картографией, забором проб и патрулированием.

17 ЯНВАРЯ 2023 ПЛАВУЧИЕ БАЗЫ ВМС США ПРЕДЛОЖИЛИ ПРЕВРАТИТЬ В НОСИТЕЛИ ДРОНОВ.

Naval News

National Steel and Shipbuilding Company (NASSCO, принадлежит General Dynamics) предложила командованию ВМС США основные варианты модификации экспедиционных морских баз типа ESB, которые позволят использовать эти суда для размещения подводных автономных аппаратов крупного водоизмещения типа XLUUV, БПЛА и даже истребителей F-35B с укороченным взлетом и вертикальной посадкой. Как сообщает Naval News, NASSCO представила свои концепции преобразования судов типа ESB на ежегодном симпозиуме Ассоциации надводного флота США, прошедшем на прошлой неделе. Предложенные модификации включают, в частности, измененную надстройку на корме для экипажа, чтобы обеспечить поддержку операций с использованием БПЛА. Но самыми интересными новшествами, как заявляют разработчики, могут стать варианты с установкой отсека для беспилотных подводных аппаратов (включая сверхбольшие дроны "Орка") или с адаптацией палубы для посадки истребителей Корпуса морской пехоты F-35B (либо AV-8B "Харриер").

11 НОЯБРЯ 2022 УКРАИНСКИЕ МОРСКИЕ ДРОНЫ (USV)

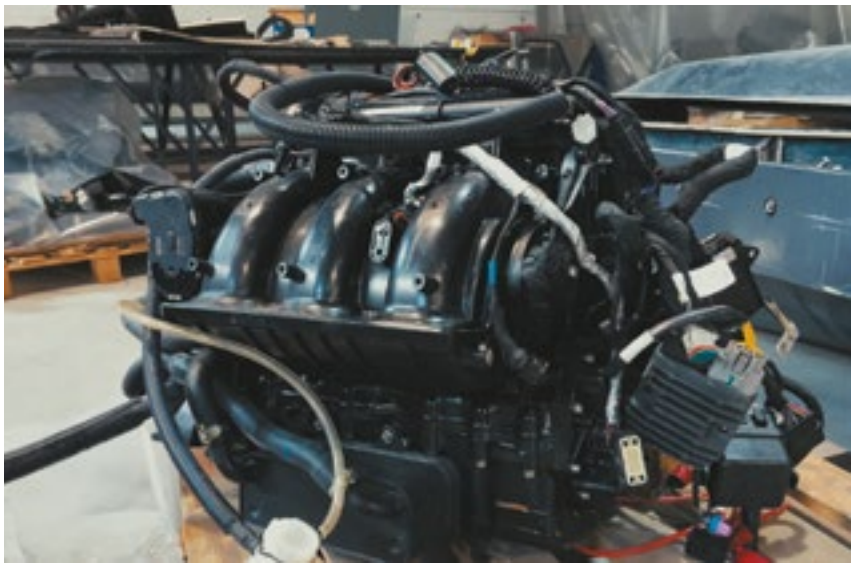
Х.И. Саттон

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Длина: . . . . . .5,5 м
Полная масса: . . . . . до 1000 кг
Радиус действия: . . . . . до 400 км
Дальность плавания: . . . . . до 430 морских миль (800 км)
Автономность: . . . . . до 60 часов
Боевая нагрузка: . . . . . .до 200 кг
Максимальная скорость: . . . 43 узла (80 км/ч)
Методы навигации: автоматическая GNSS, инерциальная, визуальная
Передача видео: до 3 видеопотоков HD
Криптозащита: . . . . . 256-битное шифрование

Беспилотники были горячей темой для ВМС в течение последних нескольких лет. Но разработки были сосредоточена на других миссиях — от наблюдения до противоминных мероприятий, от борьбы с подводными лодками до охраны гавани. Ударные конструкции отсутствовали в списках требований флота. Но эти требования были написаны в мирное время. Украинские беспилотники — продукт войны. Споры о живучести беспилотников в мирное время часто приводят к чрезмерно сложным и чрезмерно дорогим решениям. А этот беспилотник небольшой, целенаправленный и одноразовый. Их можно построить в гараже, если это необходимо. Украинские источники называют цену за единицу в 250 000 долларов США..

Предыдущий анализ ключевых компонентов представляется в целом правильным. Они используют водомет от гидроцикла Sea Doo. 3-цилиндровый бензиновый двигатель Rotax сохранен. Хотя это персональные гидроциклы высшего класса, большая часть затрат приходится на системы управления и производство.



Силовая установка — 3-цилиндровый двигатель Rotax от гидроцикла Sea Doo

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ КОРПОРАТИВНОГО ЖУРНАЛА

АО «КОРПОРАЦИЯ МОРСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

Стругов Л.В.,
генеральный директор АО «КМП», к.э.н.

ЗАМЕСТИТЕЛИ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

Пешехонов В.Г.,
научный руководитель АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», академик РАН

Мухаметшин И.Т.,
заместитель. Главнокомандующего ВМФ

Ханычев В.В.,
Генеральный директор АО «ЦНИИ «Курс», к.т.н.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Храмов М.Ю.,
генеральный директор АО «Концерн «Моринсис-Агат», к.т.н.

Шилов К.Ю.,
генеральный директор АО «Концерн «НПО «Аврора», д.т.н., профессор

Соколов А.В.,
генеральный директор АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», к.т.н.

Шатохин А.В.,
генеральный директор АО «Концерн «Океанприбор», к.э.н.

Стругов В.И.,
заместитель генерального директора ФГУП «Росморпорт»

Чекмарев А.Л.,
заместитель генерального директора АО «Рособоронэкспорт»

Орыщенко А.С.,
генеральный директор ЦНИИ КМ «Прометей» им. И.В. Горынина национального исследовательского центра «Курчатовский институт», член-корреспондент РАН

Копанев А.А.,
генеральный директор А0 «НПФ «Меридиан», д.т.н., профессор

Новиков Е.С.,
главный конструктор направления АО «Концерн «Моринсис-Агат», д.т.н., профессор

Бобрович В.Ю.,
директор по стратегическому развитию, научному и информационному сопровождению «НПО «Аврора», д.т.н., профессор

Учредители журнала:
АО «Корпорация Морского приборостроения», АО «ЦНИИ «Курс»
Издатель: АО «ЦНИИ «Курс»
105187, Москва, ул. Кирпичная, д.34а,
тел.: +7(495) 365-11-53,
факс: +7(495) 365-43-14,
e-mail: mail@kyrs.ru
www.kyrs.ru

Magazine founder and publisher:
JSC «CSRI «Kurs»
34a, Kirpichnaya Str., Moscow, 105187,
tel: + 7(495) 365-11-53,
fax: +7(495) 365-43-14,
e-mail: mail@kyrs.ru
www.kyrs.ru