НЕВСКОЕ
ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

ИННОВАЦИИ МОЛОДЫХ

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

НЕВСКОЕ
ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

ИННОВАЦИИ МОЛОДЫХ

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ 2022

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИННОВАЦИИ МОЛОДЫХ»

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Д.Е. Воробьева - ведущий инженер-программист
В.И. Соколова - инженер по подготовке кадров

ПОЧЕТНЫЕ ГОСТИ КОНФЕРЕНЦИИ

Сергей Владиславович Орлов - генеральный директор

СОСТАВ ЖЮРИ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель жюри:

А.В. Филимонов - главный инженер

Заместитель председателя жюри:

Э.И. Плоткин - заместитель главного инженера

Члены жюри:

О.Л. Иванников - заместитель генерального директора по персоналу и административным вопросам;
А.Е. Колоштивин - главный конструктор
С.Е. Томин - заместитель главного конструктора
С.К. Чупира - начальник отдела
О.Ф. Корнишов - начальник отдела
Д.Б. Денежкин - начальник отдела
И.Б. Мазурова - начальник отдела
И. А. Варламов - начальник отдела
М.Н. Крюкова - начальник отдела
С.А. Картошкин - начальник отдела
Е.С. Губин - начальник отдела
А.Ю. Потемкин - начальник отдела
А.Н. Некрасов - начальник отдела
Д.Е. Воробьева - ведущий инженер-программист

В настоящий сборник включены 17 докладов. При использовании данных материалов ссылка на сборник обязательна. Перепечатка материалов сборника допускается только с разрешения АО «Невское ПКБ».

ОБРАЩЕНИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА АО «НЕВСКОЕ ПКБ»

Уважаемые коллеги!

2022 г-это год 350 летия Петра Великого. На том месте, где мы сейчас с Вами находимся, в начале XVIII века была самая ПЕРВАЯ БАЗА Российского Военно-Морского Флота. А затем на берегу Галерной Гавани в начале XX века была ПЕРВАЯ БАЗА Российской Военно-Морской авиации. Гидросамолеты взлетали с той же самой водной глади, где когда-то базировались первые русские боевые корабли. Вообще слова в ПЕРВЫЙ раз - это наиболее характерная характеристика всего, что происходило и происходит здесь. Невское проектно-конструкторское бюро является первым в нашей стране ПКБ надводного военного кораблестроения. Именно здесь созданы флагманские корабли трех великих морских держав современности - России, Китая и Индии: авианосцы «Адмирал Кузнецов», «Ляонин», «Викрамадитья».

Это, так сказать, «намоленное» место российского кораблестроения и морской авиации, история которых началась с мечты Петра I о создании регулярного военного флота в России и своей кораблестроительной школы.

Одной из целей пребывания Петра I в составе «Великого посольства» в 1697-1698гг. было изучение европейской техники кораблестроения, для ее использования при создании флота в России. На верфях Голландии кораблестроительный процесс в это время базировался на системе практических правил и пропорций, которые применялись непосредственно при строительстве судна под руководством опытного мастера.

В этой системе отсутствовали предварительные чертежи на бумаге. Убедившись в отсутствии у голландских мастеров глубоких теоретических познаний, Петр I отправился в Англию, где более трех месяцев работал на королевской верфи в Дептфорде, изучал математику, основы теории корабля, способы построения теоретического чертежа. Выбор был сделан в пользу применения английских традиций кораблестроения. В России стали воздерживаться от приглашения голландских мастеров.

В последней трети XVII в. научный подход к проектированию и строительству военных судов формировался в Англии. Появление работ Р. Декарта, И. Ньютона и Г.Лейбница на начальном этапе становления теории корабля, применение дифференциального и интегрального исчисления, совершенствование механики способствовало использованию математического анализа в кораблестроительных науках. В конце XVII в. английским Адмиралтейством была принята методика построения теоретического чертежа А. Дина.

Первые фрегаты для Балтийского флота в качестве прототипа имели английский фрегат «The Royal Transport», подаренный Петру I в 1697-1698 гг. английским королем Вильгельмом III. Одним из результатов «Ве-

ликого посольства» было не только приобретение чертежей и другой технической документации, но и полноценного военного корабля, ставшего образцом при создании кораблей отечественного флота.

В апреле 1698 г. Монетный двор в Лондоне, где в это время был хранителем И. Ньютон, трижды посетил Петр I.

К сожалению, подробности его визита и общения с Исааком Ньютоном не сохранились. Известно, однако, что в 1713 г. первые шесть печатных экземпляров 2-го издания «Математических начал натуральной философии», то есть, на современном языке, «Математических основ физики», Ньютон выслал царю Петру I в Россию. Спустя ровно двести лет, выдающийся ученый, почетный член Английского общества корабельных инженеров, академик А.Н. Крылов перевел с латинского на русский язык это сочинение гениального Ньютона, снабдив текст 207 примечаниями и пояснениями. В начале Великой Отечественной войны А.Н. Крылова эвакуируют в Казань, где он работал в качестве постоянного эксперта технического совещания и члена комиссии по научно-техническим и военно-морским вопросам Академии наук СССР. В Казань в 1942 г. эвакуируют также Невское ПКБ (тогда ЦКБ-17), сотрудники которого постоянно консультировались с академиком А.Н. Крыловым. Таким удивительным образом передается эстафета отечественной школы кораблестроения, продолжающей традиции научного подхода к проектированию и строительству кораблей, заложенной еще Петром I.

Вам, молодежи продолжить петровские традиции научного подхода к работе и использования новейших достижений мирового кораблестроения.

В 2021 году АО «Невское ПКБ» продолжило сохранять позиции одного из ведущих отечественных предприятий, выполняющих разработку проектной и конструкторской документации для нужд ВМФ Российской Федерации. Без сомнения важнейшей задачей, стоявшей перед Обществом в отчетном году, было продолжение выполнения работ в рамках восстановления технической готовности тяжелого авианесущего крейсера «Адмирал Флота Советского Союза Кузнецов. В 2021 год АО «Невское ПКБ» осуществляло разработку рабочей конструкторской документации и техническое сопровождение строительства кораблей десантного направления и полностью обеспечило строительство на АО «ПСЗ Янтарь» двух больших десантных кораблей (БДК) модернизированного проекта 11711, техническое сопровождение и авторский надзор БДК «Иван Грен» и «Петр Моргунов».

АО «Невское ПКБ» в 2021 году наряду с работами по обеспечению выполнения государственного оборонного заказа осуществило переход на следующую ступень диверсификации портфеля проектов, в первую очередь в части атомного гражданского судостроения. Было обеспечено техническое сопровождение строительства УАЛ ЛК 60 проекта 22220, начаты работы по МПЭБ проекта 20871, прошел заводские ходовые испытания головной химовоз проекта 00216М, представлен заказчику проект НЭС.

Во исполнение указаний Президента РФ в 2022 году продолжит расти доля и номенклатура гражданской продукции в портфеле заказов Невского бюро.

Продолжится дальнейшая интеграция с ведущими судостроитель-ными заводами. Предстоит сделать новый шаг в части ВТС и принять участие в работах по испытаниям авианосца проекта 71 в Индии, передача которого флоту намечена на лето 2022 года. Мы завершаем для Инозаказчика уникальную принципиально новую систему оценки аэродинамической обстановки на полётной палубе.

Наряду с реализацией производственных задач на рынке военного и гражданского судостроения перед нами продолжает остро стоять задача технологической модернизации производственных мощностей и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Развитие производственной системы в Объединенной судостроительной корпорации находится под пристальным вниманием Генерального Директора А.Л. Рахманова. Из года в год в Невском проектно-конструкторском бюро растет вовлеченность в развитие производственной системы. Молодежь подает предложения по улучшению, в составе рабочих групп проектов производственной системы оп-

тимизирует основные производственные и вспомогательные процессы. Молодым специалистам отдается приоритет в обучении на тренинг-площадке «Фабрика процессов» на базе СПбГМТУ, которая является имитационной моделью реального производственного процесса и создана с целью формирования нового, так называемого «бережливого мышления» у работников судостроительной отрасли. С 2020 года в программе конкурса появляются доклады посвященные развитию производственной системы. Производственная система интегрирована в систему кадрового резерва.

Успешное развитие производственной системы, сбалансированная инновационная и инвестиционная деятельность, а также слаженная, с полной самоотдачей работа коллектива являются залогом будущих успехов.

В свете предстоящих работ мы с надеждой и, не побоюсь сказать, с уверенностью, смотрим на вас - нашу смену и надеемся на предстоящей конференции услышать от молодых специалистов интересные и свежие идеи и предложения.

Генеральный директор
С.В. Орлов

НЕВСКОЕ
ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

СОДЕРЖАНИЕ
«ИННОВАЦИИ МОЛОДЫХ»

1. Н.Д. КИСАШЕВА
   Ю.В. ЯКОВЛЕВА
   Стратегия развития бренда АО «Невское ПКБ» 10

2. А.И. МЕТЕР
   Особенности разработки конструкторской документации по электрочасти при проектировании модернизированного плавучего энергоблока 13

3. К.А. КОМАРОВ
   Эффективность применения абсорбционных холодильных установок на кораблях с атомными энергоустановками 17

4. А.И. БОЛЬШЕВ
   Исследование возможностей программного комплекса FlowVision для решения задач АО «Невское ПКБ» 22

5. А.И. ОДИНЦОВ
   Исследование алгоритмов управления движением подводного робота 27

6. Ф.Л. МАРУШИН
   Д.В. МЕЛЬНИКОВА
   Повышение качества выпускаемой документации при проектировании с применением инструментов 3D моделирования 33

7. А.А. КОРОБОВ
   Обзор современных корабельных средств борьбы с беспилотными летательными аппаратами 36

8. В.В. ГАВРИЛЬЧИК
   Расчет буксировочного сопротивления и выбора двигателя с помощью программы FlowVision 41

9. А.Г. БАЗЛОВА
   Изоляция для кораблей и судов. Снижение весовой нагрузки 45

10. Е.А. МОСЯКОВА
    Нанесение схемных обозначений кабелей на всю длину наружных оболочек 48

11. М.А. ПАВЛОВСКИЙ
    Обзор CAE Fidesys. Внедрение автоматизации процессов расчета конструкции палубы 52

12. И.Е. ТИТОВ
    А.А. КАРПОВ
    Перспективы развития светосигнальных комплексов и оборудования на кораблях ВМФ 55

13.А.А. НЕКЛЮДОВ
Оптимизация производственного процесса по выпуску документации в отделе достройки 59

14.Т.А. СУХОВА
Развитие новых концепций по системам освещения для перспективных проектов бюро 61

15.Р.А. КАИПОВ
Информационное взаимодействие между организациями, участвующими в строительстве, ремонте и модернизации заказов в судостроении 66

16.А.С. КОМИССИН
Предложения по оснащению кораблей ВМФ аппаратурой системы объективного контроля по типу «РДР» 69

17.ФОТО УЧАСТНИКОВ 74

18.ИЗ ИТОГОВОГО ПРОТОКОЛА 76

Н.Д. КИСАШЕВА инженер-конструктор 3 категории
Ю.В. ЯКОВЛЕВА инженер-конструктор 3 категории

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ БРЕНДА АО «НЕВСКОЕ ПКБ»

ВЛИЯНИЕ БРЕНДИНГА

В современном мире в условиях непрерывной конкуренции даже у самых сильных и известных компаний возникает сложная задача: как сохранить эффективность деятельности и удержать свое положение на рынке.

Брендинг направлен на повышение и укрепления позиции компании в своей нише. Главная его цель – создать мощный, запоминающийся образ предприятия в подсознании потребителя.

В нашем докладе предлагаем уделить внимание задаче увеличения узнаваемости бренда Невского проектно-конструкторского бюро, применению брендированной продукции в условиях информационного перенасыщения и бесконечной рекламы.

В брендинг входит много маркетинговых процессов по типу:

- Создания лого компании, вербальных символов, слогана, стиля, подбор цветов
- Опыт применения брендированной продукции
- Выбора носителей для использования основной символики компании и передачи ее ключевой идеи
- Продвижения компании на рынке с применением брендированных элементов

СОЗДАНИЕ ФИРМЕННОГО СТИЛЯ

Невское ПКБ – старейшее в нашей стране бюро надводного военного кораблестроения. В основе исторически сложившегося образа и стиля «Невского проектно-конструкторского бюро» лежит рациональный, конструктивный функционализм XX века, особенно характерный для индустриальной эпохи.

В 2018 году был разработан фирменный стиль предприятия.

Его отличительными особенностями являются простота форм, лаконичность деталей, сдержанная острота и строгость представленных графических решений, характер и стилистика знаков и элементов и их ярко выраженное символические значения.

Фирменный стиль является комплексом необходимых элементов, средств и способов создания уникального и запоминающегося образа компании.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БРЕНДИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

Брендинг включает целый комплекс маркетинговых мероприятий по развитию имиджа и закреплению долгосрочных отношений с потребителем. Благодаря ему создается уникальный стиль, повышается ценность продукта и формируется доверие к компании.

Наглядная иллюстрация того, почему так важен брендинг, — примеры, которые известны во всем мире, — Яндекс, Газпром, Сбер, Тинькофф. Потребители знают эти названия и сходу могут сказать, какую про-

дукцию компании предлагают на рынке и за что они получили такую популярность и любовь. А это зависит от того, как фирмы позиционируют себя на рынке и какие эмоции вызывают у потребителей.

ВЫБОР НОСИТЕЛЯ БРЕНДИНГА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕВОЙ АУДИТОРИИ

Для многих компаний брендинг стал неотъемлемой частью корпоративной культуры. В своем докладе мы предлагаем разделить сувенирную продукцию по категориям:

- Для сотрудников
- Для контрагентов
- Для заказчиков

Сотрудникам приятно носить одежду с логотипом компании и пользоваться фирменными аксессуарами, осознавая себя важной частью одной большой семьи и носителем философии бренда. Кроме того, это положительно влияет на повышение лояльности сотрудников и степени их вовлечения в развитие компании.

Каждому сотруднику приятно получить подарочный набор с фирменными аксессуарами отражающих заботу и внимание, находясь вне стен предприятия. Примерами таких подарков может быть зонт, коврик для пикника, чехол для чемодана, многофункциональная подставка для мобильного устройства (попсокет), фирменные браслеты, термос и многое другое.

Более повседневные аксессуары могут вручаться сотрудникам в качестве самостоятельного подарка на праздники или при достижении определенных успехов.
Первым контактом с брендом может стать приветственный набор или welcome pack, помимо рекламной продукции, он может включать важную информацию, например, о ценностях компании и ее политике, такой подарочный набор — больше, чем просто подарок: он играет ключевую роль в первый рабочий день и стимулирует правильное восприятие компании.

В состав базовых принадлежностей и welcome pack могут входить брендированные аксессуары, такие как ручка, ежедневник, термокружка и брендированный пропуск.
Для мотивирования сотрудников к занятию спортом, ведению здорового образа жизни и поддержания корпоративного духа был разработан набор для спортивных мероприятий. Помимо брендированной формы в спортивный набор можно включить толстовку, рюкзак, бейсболка и бутылка.

Очень важно поддерживать хорошие отношения со своими деловыми партнерами, поэтому памятные полезные сувениры, оформленные в корпоративном стиле компании, способны укрепить положительные эмоциональные связи с важными людьми, которые являются твердой основой успеха и процветания нашего бюро.

ПРОДВИЖЕНИЕ НА РЫНКЕ, УВЕЛИЧЕНИЕ УЗНАВАЕМОСТИ

Для увеличения узнаваемости бренда мы выделяем группу сувенирной продукции для использования во внешней среде, то есть на улице, в общественных местах и транспорте. А также оклейку корпоративных автомобилей брендированной пленкой. Важно транслировать бренд нашего бюро в массы, для привлечения внимания потенциальных заказчиков и продвижения на рынке.

Задача рекламного сувенира – создать позитивное настроение.

Чтобы повысить свои показатели ВАЖНО уделять внимание внешнему виду и качеству изготавливаемых сувениров. Она не должна быть одноразовой и некачественной, поскольку в таком случае потенциальный клиент будет крайне разочарован. Лучше отдавать предпочтение многофункциональным вещам длительного использования.

Добротный, хорошо сделанный подарок, говорит об ответственном отношении и выполнении работ на высоком уровне.

А.И. МЕТЕР техник-конструктор 1 категории

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ЭЛЕКТРОЧАСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ПЛАВУЧЕГО ЭНЕРГОБЛОКА

Вопрос строительства передвижных тепло-электростанций возник перед промышленностью в период бурного индустриального роста после второй мировой войны. Требовалось обеспечить тепло- и электроснабжение рабочих поселков при освоении новых земель для добычи различных природных ресурсов, а также для обеспечения военных объектов и промышленных предприятий, в том числе в районах крайнего севера. Идея первых передвижных атомных электростанций в СССР была озвучена на Кировском заводе, г. Ленинграде, в 1955 году.

Рассматривалось два варианта: первый - передвижная атомная электростанция для транспортировки по железной дороге (Кировский завод, г. Ленинград), второй - передвижная атомная электростанция на гусеничном ходу (Обнинский физико-энергетический институт, г. Обнинск). В итоге, для нужд энергообеспечения военных объектов, к реализации был принят вездеходный гусеничный комплекс, состоящий из четырех гусеничных платформ, получивший название ТЭС-3 (см. рисунок 1). Одновременно с ТЭС-3 Обнинский физико-энергетический институт для нужд военного ведомства разрабатывал проект плавучей атомной электростанции АЭС «Север». Разработки энергосистемы для ТЭС-3 и АЭС «Север» опирались на опыт создания ядерного реактора ледокола «Ленин».

Несмотря на успешное завершение испытаний ТЭС-3 в 1965 году, Министерство обороны СССР в 1967 году сначала отказалось от реализации проекта плавучей атомной станции, а в 1969 году приняло решение о консервации гусеничного варианта. В дальнейшем предпринимались шаги к созданию передвижных АЭС, но до реализации и испытаний ни один из проектов в СССР доведен не был.

Рисунок 1. Общий вид гусеничной АЭС «ТЭС-3»

Следует отметить, что отказ от мобильного атомного реактора не означал отказ от самой идеи передвижных и плавучих электростанций. Так, например, в 1969 году на Тюменском судостроительном заводе была спущена на воду плавучая генераторная электростанция (ПЛЭС) «Северное сияние» по проекту 1527, разработанному ЦКБ-51 (ныне АО «КБ Вымпел»). Всего по данному проекту с 1969 по 1983 гг. было построены 6 электростанций, последняя выведена из эксплуатации в 2013 г. (см. рисунок 2).

Рисунок 2. ПЛЭС «Северное сияние» в эксплуатации

Первой плавучей атомной электростанцией электростанцией считается американская «ядерная баржа» MH-1A Sturgis, представлявшая собой переоборудованный пароход SS Charles H. Cugle. Переоборудование было завершено в 1961 году. В 1967 АЭС MH 1A Sturgis была введена в эксплуатацию и отбуксирована в зону Панамского канала (см. рисунок 3). По данным на 2019 год ядерный реактор с MH-1A Sturgis демонтирован, а сам корпус готовится к утилизации.

Рисунок 3. АЭС MH 1A Sturgis в годы работы в зоне Панамского канала

Сегодня в мире перед промышленностью вновь стоит задача обеспечения энергоснабжения удаленных и труднодоступных районов, в которых технически невозможно или экономически невыгодно строительство традиционных «капитальных» электростанций.

Разработку проектов передвижных, в первую очередь, плавучих атомных теплоэлектростанций (ПАТЭС) ведут несколько стран, в том числе Китай и Россия.

Китай планирует построить целую серию плавучих ядерных электростанций, которые будут снабжать в первую очередь электричеством промышленность на искусственных островах, а также другие объекты страны. Китайская компания China General Nuclear Power Group на данный момент работает над проектом малого атомного реактора ACPR50. Монтировать его собираются на барже. Реактор является судовой версией малого атомного реактора мощностью 60 МВт.

Российская Федерация спроектировала и построила первую в мире ПАТЭС «Академик Ломоносов». После ввода ПАТЭС в эксплуатацию под руководством Госкорпорации «РОСАТОМ» начались разработки целой линейки подобных решений плавучих атомных станций малой мощности (ПАСММ), которая включает в себя:

- различные варианты ПАТЭС;
- модернизированные ПЭБ (МПЭБ);
- оптимизированные ПЭБ (ОПЭБ).

Концепцию построения ПАТЭС можно рассмотреть на примере ПАТЭС «Академик Ломоносов». Комплекс ПАТЭС состоит из плавучего энергоблока (ПЭБ) пр. 20870 и береговой (приемной) инфраструктуры общей протяженностью 1700 м.

ПЭБ пр. 20870 представляет собой специально сконструированное гладкопалубное несамоходное судно с двумя ядерными реакторными установками типа КЛТ-40С и оборудованием для перегрузки ядерного топлива. Энергосистема ПЭБ может быть использована для получения электрической и тепловой энергии, а также для опреснения морской воды. Береговая инфраструктура состоит из прибрежных (гидротехнических) сооружений (мол-причал, защищающий ПЭБ от штормов) и зданий береговой энергетической системы (насосные комплексы, трансформаторные установки, ЛЭП, и т.д.). Компоновка жилого блока ПЭБ предусматривает возможность автономного функционирования, поэтому обеспечивает комфортное проживание персонала на борту.

МПЭБ будут разрабатываться на базе технических решений ПЭБ пр. 20870, но оснащаться более мощными ядерными реакторными установками РИТМ-200С и специально разработанными турбинами большей мощности. При этом МПЭБ способен генерировать только электрическую энергию и не имеет оборудования для выработки тепловой энергии, а также лишен оборудования для перегрузки топлива. Кроме того, сокращены площади жилого отсека, поскольку МПЭБ будет обслуживать примерно вдвое меньшее количество персонала.

ОПЭБ – следующий этап развития линейки ПАСММ. Его основное отличие от МПЭБ – меньший корпус и новые технические решения по компоновке. Общая установка при проектировании ОПЭБ – сокращение площадей, в частности жилого блока, что-

бы перенести часть функций на береговые сооружения, для снижения себестоимость самого блока.

8 октября 2021 г. АО «Атомэнергомаш» заключил контракт с ФГУП «Атомфлот» на поставку четырех МПЭБ пр. 20871 для обеспечения электроэнергией Баимского ГОК .

По причине загруженности российских верфей и сжатых сроков ввода в эксплуатацию первые два корпуса МПЭБ будет строить китайская верфь Wison (Nantong) Heavy Industry Co Ltd с последующей их достройкой на АО «Балтийский завод», г. Санкт-Петербург. Вторые два корпуса МПЭБ будут строиться на АО «Балтийский завод».

В рамках контракта предусмотрена частичная корректировка технического проекта и разработка рабочей конструкторской документации (РКД). При этом РКД будет разрабатываться несколькими участниками – российскими АО «Невское ПКБ», АО «ЦКБ «Айсберг» и Китайской народной республикой (КНР). Этапы проектирования и строительства, а также зоны ответственности сторон при разработке РКД первых двух корпусов МПЭБ пр. 20871 приведены на рисунке.

В настоящее время АО «Невское ПКБ» проводит подготовку к этапу корректировки (доработки) технического проекта и выпуску РКД по электрочасти пр. 20871. Ниже приведена классическая последовательность разработки электротехнической части судна и основные результаты выполнения работ на каждой стадии проектирования.

Перед 42 отделом стоят следующие задачи:

1. На этапе доработки технического проекта

- произвести доработку технического проекта, полученного от АО «ЦКБ «Айсберг»;
- разработать судовую кабельную сеть на проект в целом;
- сформировать и выдать исходные данные, необходимые для разработки РКД другим участникам (КНР, АО «ЦКБ «Айсберг»).

2. На этапе достройки первых двух корпусов

- получить РКД, разработанное китайской стороной;
- произвести учет выявленных изменений.

Последовательность разработки кабельной сети представлена ниже.

Разработка судовой кабельной сети	
Разработка принципиальных электрических схем	1. Выбор и размещение электрооборудования
	2. Определение кабельных связей
	3. Расчет и выбор кабелей
Разработка структуры кабельной сети	1. Разработка маршрутной схемы
	2. Определение (расчет) маршрутов кабелей
	3. Анализ маршрутов, ввод дополнительных условий и корректировка прокладки
	4. Формирование суммарного сечения кабелей в узлах
Разработка чертежей прокладки трасс магистральных кабелей	1. Формирование кабельных трасс
	2. Выбор деталей узлов прохода кабелей
	3. Выбор деталей крепления кабелей

Следует отметить, что принципиальные схемы, полностью устанавливают номенклатуру и электрические связи между электрооборудованием. Они во многом предопреде¬ляют структуру судовой кабельной сети и служат основой для разработки схем соединений, схем ка¬нализации, схем прокладки трасс магистральных кабелей, чертежей установки электрооборудования и прокладки кабелей с их креплениями и т.д.

Исходными данными для разработки РКД по электрочасти являются:

- маршрутная схема прокладки трасс кабелей.

- кабельные журналы.
- перечни кабелей в узлах прохода.

Для выдачи исходных данных и решения задач этапа доработки технического проекта необходимо реализовать следующие организационно-технические мероприятия:

1. Подготовительные работы:
1.1 Создать базу помещений заказа.
1.2 Создать базу марок кабелей заказа.
1.3 Создать базу электрических схем (завести электрические схемы тех. проекта в КЖ и КК – приборы и кабельные связи).
1.4 Разделение заказа на автономные монтажные районы (АМР). Деление на АМР произвести в соответствии с зонами ответственности участников за разработку РКД.

2. Произвести расчет магистральных кабелей:
2.1 За основу схемы прокладки трасс магистральных кабелей взять 3D-модель тех. проекта, разработанную АО «ЦКБ «Айсберг».
2.2 В первую очередь произвести расчет замыкающихся кабелей для каждого АМР.
2.3 Затем произвести расчет связей между АМР.

3. Сформировать кабельные журналы магистральных кабелей (МКЖ):
3.1 МКЖ замыкающихся магистральных кабелей.
3.2 МКЖ кабелей, выходящих из АМР.
3.3 Учитывая архитектуру заказа, необходимо сформировать МКЖ транзитных магистральных кабелей для каждого АМР.

4. Распределить кабели по деталям прохода в узлах на границах зон ответственности участников разработки РКД при этом:
4.1 Расположение и типоразмер деталей узлов прохода взять из 3D-модели тех. проекта, разработанной АО «ЦКБ «Айсберг».
4.2 При необходимости увеличить типоразмер или добавить детали узлов прохода.

5. Сформировать документы для передачи китайской стороне. В составе документации необходимо передать:
5.1 Части маршрутной схемы, относящиеся к зонам ответственности китайской стороны.
5.2 Перечни кабелей в деталях узлов прохода на границах АМР, относящихся к зонам ответственности китайской стороны.
5.3 МКЖ замыкающихся кабелей АМР, относящихся к зонам ответственности китайской стороны.
5.4 МКЖ кабельных связей для АМР, относящихся к зонам ответственности китайской стороны. При этом в МКЖ связей программно скрыть помещение и прибор российской стороны, в поле «Примечания» МКЖ указывать номер узла ввода кабеля в АМР.
5.5 МКЖ транзитных кабелей для АМР, относящиеся к зонам ответственности китайской стороны. При этом в МКЖ транзитных кабелей программно скрыть помещения и приборы российской стороны, в поле «Примечания» МКЖ указывать номера узлов ввода/вывода кабеля в/из АМР.
Для успешной реализации вышеперечисленных мероприятий необходима доработка программного обеспечения АО «Невское ПКБ» и совместная работа сотрудников 18 и 42 отделов.

К.А. КОМАРОВ инженер-конструктор 2 категории

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК НА КОРАБЛЯХ С АТОМНЫМИ ЭНЕРГОУСТАНОВКАМИ

Атомные энергоустановки имеют большой потенциал использования энергии пара, рационально использовать эту энергию пара для генерации энергии низкого потенциала (холода). Установки генерации холода неотъемлемая часть общесудовых систем, они обеспечивают комфортные условия микроклимата и оптимальные условия для хранения провизии. Затраты электроэнергии на привод холодильных машин составляют порядка 10% от суммарно электропотребления. В условиях ограничения импорта и политики импортозамещения абсорбционные холодильные установки имеют ряд преимуществ по сравнению с парокомпрессионными холодильными установками.

Парокомпрессионные холодильные машины (далее ПКХМ) одни из самых распространенных видов систем генерации энергии низкого потенциала. Ос-новным принципом их действия является сжатие паров хладагента в компрессоре установки. Так как сжатие газообразных веществ энергозатратный процесс, основным параметром характеризующим эффективность работы такой установки является эффективная мощность компрессора или затраты электроэнергии на его работу. Численный параметр, описывающий данное значение, называется холодильный коэффициент, рассчитываемый по формуле:

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{N_e}, \qquad (1)$$

где Q0 – холодопроизводительность холодильной машины, кВт, Ne – эффективная мощность компрессора, кВт.

Так как холодопроизводительность ПКХМ всегда больше эффективной мощности компрессора, основной диапазон холодильного коэффициента лежит в пределах от 1 до 5.

Основными недостатками ПКХМ можно считать шумность и наличие высокочастотных вибраций. Это вызвано значительным количеством движущихся частей в компрессоре установки. Так же компрессоры ПКХМ требуют устойчивого подключения к силовой сети, так как возмущения и неравномерности напряжения и тока напрямую влияют на их работу.

К преимуществам можно отнести простоту управления рабочими параметрами цикла. Относительно небольшую металлоемкость винтовых холодильных машин.

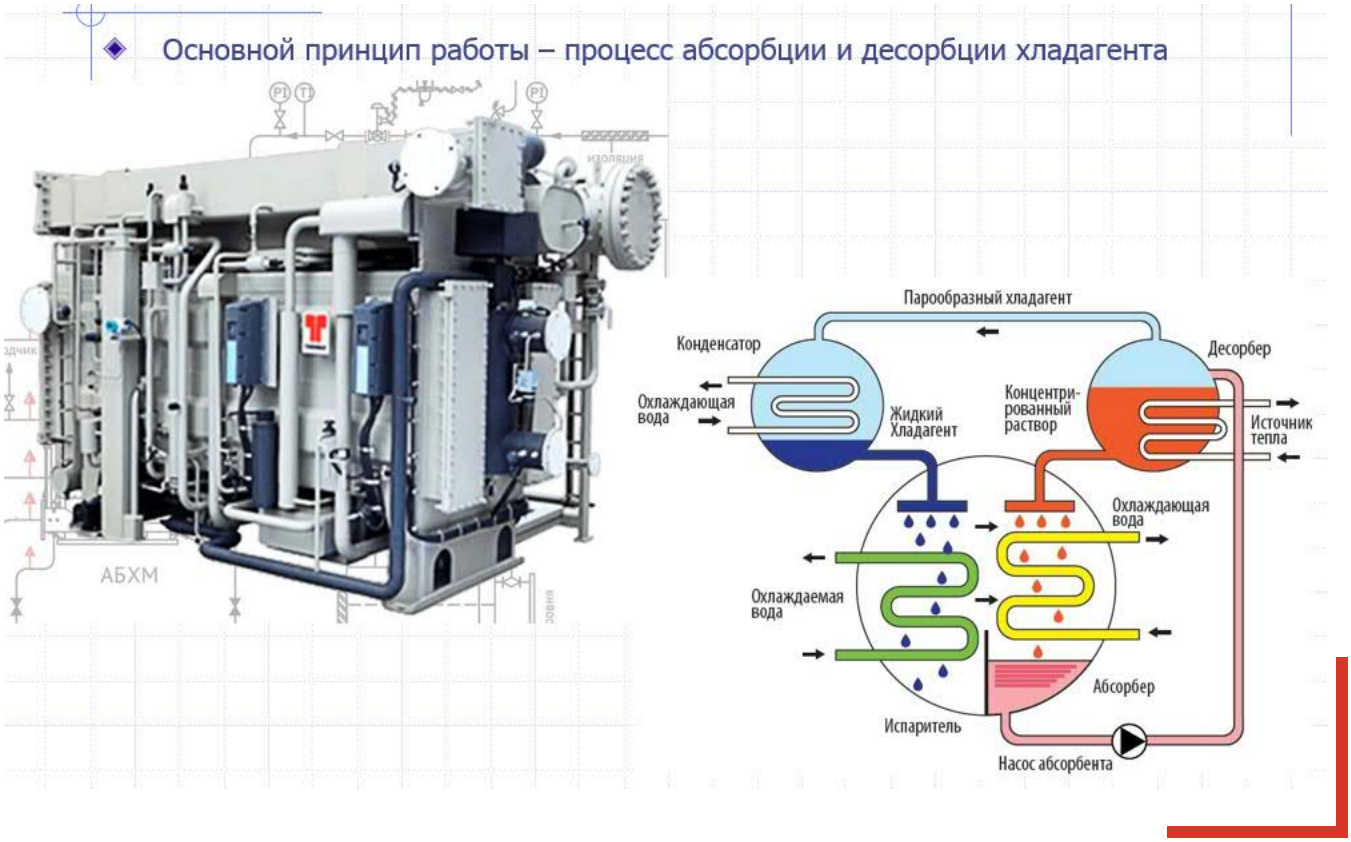
В качестве альтернативы ПКХМ в системах низкотемпературной генерации выступают абсорбционные холодильные машины (далее АБХМ). В таких установках вместо процесса сжатия паров хладагента происходят процессы абсорбции (поглощение паров хладагента жидким абсорбентом) и десорбции (выпаривание хладагента из абсорбента). Компоновка таких установок слож-нее, а количество элементов и потоков сред больше, однако АБХМ позволяют получать искусственный холод за счет преобразования тепловой энергии пара, горения топлив, уходящих газов или любых других источников высокотемпе-ратурной энергии. Основным параметром,

характеризующим эффективность работы абсорбционной холодильной машины, является тепловой коэффициент. Тепловой коэффициент это отношение холодопроизводительности к теп-лоте генерации, подводимой к десорберу:

$$\mu = \frac{Q_0}{Q_h}, \qquad (2)$$

где Q0 – холодопроизводительность холодильной машины, кВт, Qh – теплота десорбции холодильной машины, кВт.

Эффективность абсорбционной холодильной машины лежит в пределах от 0,6 до 0,9.



Основным преимуществом АБХМ можно считать бесшумность и отсутствие вибраций. Это связано тем, что из подвижных элементов в установке имеются только растворные насосы, электрическая мощность которых в десятки раз меньше по сравнению с холодильными компрессорами такой же производительности. Из-за простоты отдельных элементов АБХМ наладить их производство гораздо проще.

Главным недостатком абсорбционных установок является высокая металлоемкость и низкий тепловой коэффициент по сравнению с компрессорными холодильными машинами. Большее количество потоков сред и более сложный процесс регулирования параметров.

Конвертация паровой энергии в электроэнергию и преобразование электроэнергии в механическую вызывает множество необратимых энергетических потерь и снижает общую эффективность системы ниже 20%. На кораблях с паросиловыми установками или с наличием паровых систем целесообразно использовать энергию пара для работы холодильных установок. Например, заменить электропривод на турбопривод или применить АБХМ.

Для выбора наиболее эффективного метода генерации проанализируется эффективность парокомпрессионной холодильной машины с турбокомпрессором типа МТХМ-2000 разработки ВНИИхолодмаша и абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины. Для анализа эффективности МТХМ-2000 будут использованы технические параметры, указанные в технических условиях на поставку холодильной машины. Для анализа эффективности бромистолитиевой АБХМ будет рассчитан действительный цикл по известным инженерным методикам с исходными данными соответствующими МТХМ-2000.

Так как в технических условиях на поставку МТХМ-2000 нет данных об относительном внутреннем КПД проточной части турбины, примем этот пара-метр равный 0,85. Данное значение является высоким и характеризует проточ-ную часть как высокоэффективную. Расчет цикла паровой турбины произведем так же по известным инженерным методикам. Параметры пара и воды в узловых точках цикла примем методом интерполяции по таблицам воды и водяного пара С.Л. Ривкина. Технические условия на поставку турбокомпрессорной холодильной машины рекомендуют 4 оптимальных режима работы. Для полноты анализа рассмотрим их все.

Таблица 1. Номинальные параметры пара в расчетных режимах работы.

Параметр	1 режим	2 режим	3 режим	4 режим
Температура пара перед входом в турбину, $t_п$, °С	460	310	460	280
Расход пара, $D_п$, кг/ч (кг/с)	4200 (1,167)	5100 (1,417)	4150 (1,153)	5400 (1,5)
Давление пара перед входом в турбину, $P_п$, МПа	5,6	4,0	3,5	3,4
Давление пара на выходе из турбины, $P_к$, Мпа	0,014	0,0155	0,014	0,016
Холодопроизводительность холодильной машины, Q_0, кВт	2400			
Нагрузка на конденсатор холодильной машины, $Q_{кхм}$, кВт	2980			

Так как для работы холодильного цикла используется паротурбинный цикл, использовать холодильный коэффициент для анализа эффективности установки не корректно. В нашей случае эффективность будет рассчитываться как отношение холодопроизводительности к суммарной теплоте подведенной и отведенной к циклам.

В паротурбинном цикле точка 1’ соответствует параметрам пара на входе в турбину, 2т’ соответствует теоретическим параметрам пара на выходе из тур-бины, 2’ соответствует действительным параметрам пара на выходе из турбины, 2” соответствует параметрам воды после конденсатора. В расчете не будет учитываться повышение энтальпии в насосе, так как ее увеличение не значительно и не влияет на конечный результат.

В расчете будут использованы следующие формулы. Действительное значение энтальпии на выходе из турбины:

$$h_2' = h_1' - (h_1' - h_{2t}') \cdot \eta_i, \quad (3)$$

где h1’ – энтальпия пара на входе в паровую турбину, кДж/кг, h2t’ - теоретическая энтальпия на выходе из паровой турбины, кДж/кг, ηi – внутренний относительный КПД проточной части турбины.

Теплота необходимая для отвода в конденсаторе в i-ом режиме работы турбины:

$$Q_{кт}^{\ i} = D_п^{\ i}(h_2' - h_2'') \quad (4)$$

где h2” – энтальпия конденсата, кДж/кг, Dпi – расход пара через турбину в i-ом режиме, кг/с.

Теплота необходимая для генерации пара в i-ом режиме работы турбины:

$$Q_{гп}^{\ i} = D_п^{\ i}(h_1' - h_2'') \quad (4)$$

Эффективность турбокомпрессорной установки:

$$\mu_{тку}^{\ i} = \frac{Q_0}{Q_{хт}^{\ i} + Q_{гп}^{\ i} + Q_{кхм}} \quad (4)$$

Рассчитанные данные сведены в таблицу 2.

Эффективность турбокомпрессорного цикла лежит в пределах 0,24 – 0,26.

Для расчета абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины примем

следующие исходные данные (таблица 3).

Упрощенная гидравлическая схема абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины с раздельными аппаратами представлена ниже. Расчет цикла производиля по методике описанной в учебном пособии «Холодильные машины» под общей редакцией проф. Л.С. Тимофеевского. В результате получены значения полных нагрузок на аппараты (таблица 4).

Так же целесообразно рассчитать расход пара для подогрева генератора. Для сравнения, параметры свежего пара примем аналогично параметрам из техни-ческих условий на поставку МТХМ-2000.

Расход пара для подогрева генератора бромистолитиевой АБХМ найдем по следующей формуле:

$$D_{\text{п.абхм}}^{\text{i}} = \frac{Q_{\text{г}}}{(h_1' - h_2'')}, \quad (5)$$

Результаты расчета сведены в таблицу 5.

Сравнивая две установки использующие пар для привода и работы холо-дильных циклов, эффективность бромистолитиевой АБХМ не значительно от-личается от турбокомпрессорной холодильной машины. Абсорбционная ма-шина эффективнее на 4 – 12% по отношению к турбокомпрессорной машине в различных режимах работы. Так же эта эффективность влияет на расход грею-щего пара. Количество пара для нужд АБХМ в различных режимах меньше на 10 – 20%, что существенно влияет на габариты системы парогенерации и пароснабжения и, соответственно, на их массу. Массогабаритные размеры можно сравнить на примере АБХМ Thermax SS 60A CU, производитель Китай. Масса данной машины в заправленном виде составляет 25 тонн при холодопроизводительности 2525 кВт. Масса турбокомпрессорной холодильной машины МТХМ-2000 составляет 52 тонны при холодопроизводительности 2400 кВт. Исходя из вышеперечисленных выводов, применение абсорбционных холо-дильных машин на кораблях с наличием большого количества пара наиболее рационально по сравнению с турбокомпрессорными установками.

Таблица 2. Результаты расчета эффективности турбокомпрессорной установки.

Параметр	1 режим	2 режим	3 режим	4 режим
Энтальпия пара на входе в паровую турбину, h_1', кДж/кг	3331	2989	3361	2927
Теоретическая энтальпия на выходе из паровой турбины, h_{2t}', кДж/кг	2192	2080	2273	2070
Действительное значение энтальпии на выходе из турбины, h_2', кДж/кг	2363	2216	2436	2198
Энтальпия конденсата, h_2'', кДж/кг	220	229	220	232
Теплота необходимая для отвода в конденсаторе паровой турбины, $Q_{кт}$, кВт	2500	2815	2555	2950
Теплота необходимая для генерации пара, $Q_{гп}$, кВт	3631	3910	3622	4043
Эффективность турбокомпрессорного цикла	0,26	0,25	0,26	0,24

Таблица 3. Исходные данные для расчета бромистолитиевой АБХМ.

Параметр	1 режим
Температура кипения хладагента, t_0, °С	4
Температура конденсации хладагента, $t_к$, °С	38
Температура генерации рабочего раствора в десорбере, t_h, °С	92
Низшая температура раствора в конце процесса абсорбции пара в абсорбере, $t_а$, °С	33
Зона дегазации рабочего раствора, $\Delta\zeta$, %	5
Теплота необходимая для отвода в конденсаторе паровой турбины, $Q_{кт}$, кВт	2500
Теплота необходимая для генерации пара, $Q_{гп}$, кВт	3631
Эффективность турбокомпрессорного цикла	0,26

Таблица 4. Расчетные данные цикла бромистолитиевой АБХМ.

Параметр	1 режим
Кратность циркуляции раствора, а	12,6
Холодопроизводительность, Q_0, кВт	2400
Нагрузка на конденсатор машины, $Q_к$, кВт	2600
Нагрузка на генератор машины, $Q_г$, кВт	3267
Нагрузка на абсорбер машины, $Q_а$. кВт	3107
Эффективность холодильной машины, относительной всей подведенной и отведенной теплоты.	0,27

Таблица. 5 Расход пара для подогрева генератора бромистолитиевой АБХМ в различных режимах.

Параметр	1 режим	2 режим	3 режим	4 режим
Расход пара для подогрева генератора бромистолитиевой АБХМ, $D_{п.абхм}$, кг/ч (кг/с)	3781 (1,05)	4262 (1,18)	3745 (1,04)	4365 (1,21)

А.И. БОЛЬШЕВ инженер-конструктор 3 категории

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА FLOWVISION ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АО «НЕВСКОЕ ПКБ»

ВВЕДЕНИЕ

Моделирование обтекания корпусов морских судов с помощью комплексов гидродинамического анализа в настоящее время получило широкое распространение в проектных организациях. Определение буксировочного сопротивления является наиболее распространённой задачей в судостроении, решаемой с использованием методов вычислительной гидродинамики (ВГД), но в то же время, существует широкая область задач, связанных с вопросами теории корабля, расчётов прочности элементов конструкции корпуса, оценки обитаемости и возможностей использования палубной авиации.

Целью данной работы является рассмотрение возможности и целесообразности решения основных задач теории корабля на ранних этапах проектирования с помощью методов ВГД.

ОБЗОР РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ

1.Методы теории корабля

Для решения задач, связанных с обтеканием корпуса судна и его выступающих частей жидкостью следует выделить три группы методов:

- Модельные испытания;
- Расчёты с использованием эмпирических формул;
- Применение программных пакетов вычислительной гидродинамики.

Главным преимуществом модельных испытаний является высокая точность получаемых результатов. В то же время, для этого метода является характерным ряд недостатков:

- Временные потери, связанные с необходимостью передачи данных и заключением договорной документации между АО «Невское ПКБ» и ФГУП «КГНЦ»;
- Большие сроки, требуемые для изготовления моделей;
- Высокая стоимость работ;
- Отсутствие возможности изучения влияния изменений геометрии объекта исследования без изготовления новой модели.

Таким образом, возможность применения данного метода на этапе эскизного проекта и при выполнении проработок на других этапах существенно ограничена.

Основным достоинством расчёта с использованием эмпирических формул является возможность их проведения в сжатые сроки без дополнительных затрат. Используемые при проектировании элементов судна формулы можно условно разделить на две группы:

- Пересчёт на основе прототипа;
- Определение минимальных требуемых характеристик на основе нормативных документов.

Использование первого метода способно обеспечивать точный результат при наличии качественного прототипа, соответствующего поставленной задаче. В случае оценки ходкости это позволяет в короткие сроки получить точные данные по буксировочному сопротивлению, если геометрия рассматриваемого судового корпуса близка к разработанным и испытанным проектантом ранее, но делает невозможной точную оценку характеристик судов с принципиально новыми обводами без проведения испытаний или получения данных от сторонних организаций.

При выполнении расчётов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к конструкции элементов, судна результатом, как правило, являются значения, обладающие значительной ошибкой в безопасную сторону, что не позволяет оценивать реальное значение воздействующих на рассматриваемые объекты параметров.

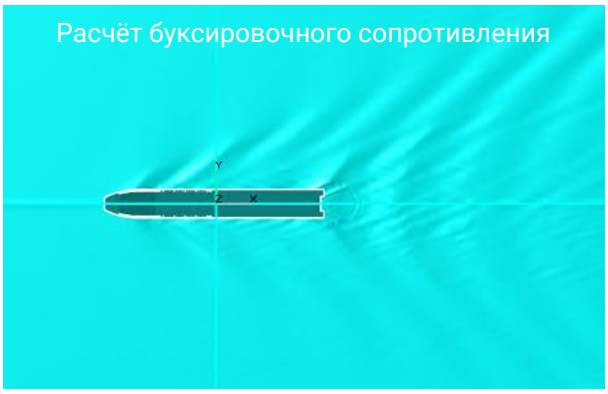
Использование программных пакетов вычислительной гидродинамики лишено большинства указанных недостатков, характерных для приведённых ранее методов. Единственным ограничением является зависимость скорости и точности расчётов от вычислительных возможностей техники. В связи с этим, на данный момент существует ряд ограничений, связанных с некоторыми сложными задачами, например оценкой управляемости и кавитационного шума гребных винтов.

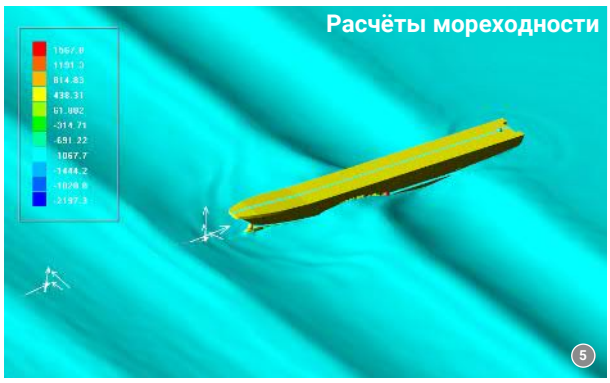
Важным преимуществом использования методов вычислительной гидродинамики является возможность оценки расчётных параметров (например, давления или скорости) для любых заданных объектов и в любых расчётных точках. Это является крайне важным при решении ряда задач, таких как оценка влияния выступающих частей корабля на структуру обтекания и оценку местной прочности корпусных конструкций.

Также следует обратить внимание на то, что полученные в результате расчёта результаты могут быть использованы в качестве прототипа для оценки с помощью эмпирических формул, что позволит значительно ускорить процесс расчётов при сохранении достоверности получаемых результатов.

2.Основные задачи, решаемые с помощью программного комплекса FlowVision
К основным задачам теории корабля, при решении которых целесообразно применение методов вычислительной гидродинамики относятся:

- Расчёт ходкости;
- Расчёт управляемости;
- Расчёт мореходности;
- Определение безопасных скоростей хода;
- Определение структуры воздушного потока над палубой судна.





На данный момент 112 сектором АО «Невское ПКБ» применяются и прорабатываются методики выполнения следующих расчётов:

-Определение полного буксировочного сопротивления корабля в натурной и модельной постановке (с последующим пересчетом на натуру);
- Определение сил и моментов, действующих на перо руля;
- Оценка поведения корабля на регулярном волнении;
- Оценка управляемости корабля.

3.Пример моделирования обтекания

руля за винтом и расчета гидродинамических сил, действующих на перо руля

3.1. Постановка задачи

В связи с возникшей перед «Невским ПКБ» необходимостью проведения работ по уточнению документации по винторулевому комплексу проектируемых кораблей была произведена оценка возможности определения сил, действующих на перо руля и влияние на него сдвига баллера относительно плоскости винта.

В качестве объекта исследования здесь рассмотрен полубалансирный руль судна с U-образной кормовой частью, движущегося со скоростью порядка 20 узлов, расположенный непосредственно за гребным винтом.

3.2 Определение оптимальных характеристик расчётной сетки

Первоочередной задачей при проведении расчёта является определение характеристик разбиения расчётной сетки. Следует обратить особое внимание на то, что слишком крупная сетка в связи с используемыми программой алгоритмами передачи энергии от одной ячейки к другой может привести к получению как недостаточно точного, так и нефизичного результата, применение которого в работе будет невозможным. В то же время, слишком мелкое разбиение сетки существенно увеличит срок выполнения расчётов.

Поэтому с целью определения оптимальных характеристик расчётной сетки была произведена оценка сходимости в двухмерной постановке.

Размеры расчётной области, в которой производится оценка сходимости показаны на рисунке 1

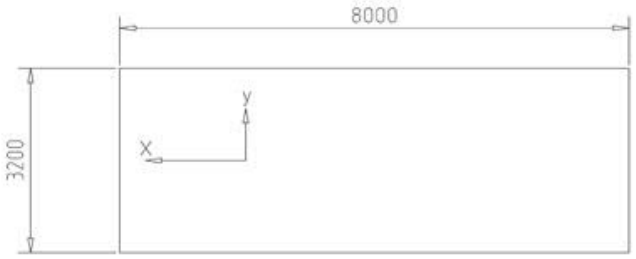


Рисунок 1. Схема расчётной области для задачи в двухмерной постановке

Суть произведённой оценки заключается в выполнении серии расчётов с различными характеристиками начальной сетки и адаптациями сетки по поверхности пера руля. Здесь под адаптацией понимается элемент, задающий параметры разбиения до указанного уровня ячеек, примыкающих к поверхности рассматриваемого объекта.

Графическое представление данного подхода приведено на рисунке 2

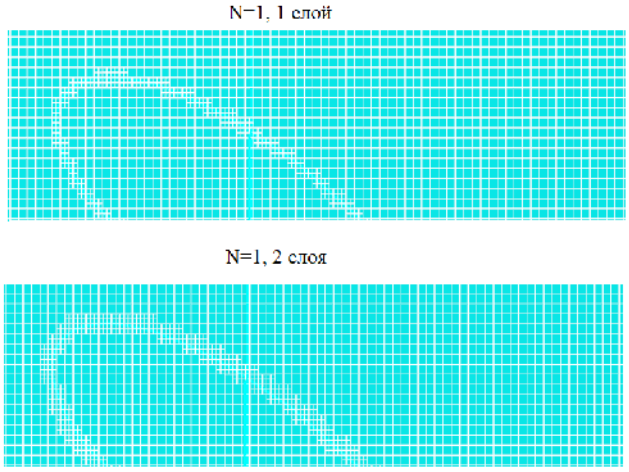


Рисунок 2. Адаптация расчётной сетки вокруг поверхности, где N – количество разбиений прилегающей к поверхности руля ячейки.

Варианты измельчения ячеек расчётной сетки вдоль осей, приведены в таблице 1.

Вариант	x	y
1	120	40
2	240	80
3	300	100

Таблица 1 - Варианты начальной сетки

Каждому из приведённых вариантов соответствуют три случая разбиения сетки у поверхности пера руля: адаптация отсутствует, адаптация с разбиением N=1 в одном слое и адаптацией N=1 в двух слоях.

В качестве критерия сходимости в этом расчёте использовано значение полного давления на условный фрагмент пера руля вдоль оси x Редх и оси y Реду.

Картина обтекания потоком переложенного пера руля в момент времени t = 3,5 для нескольких расчётных случаев показана на рисунке 3

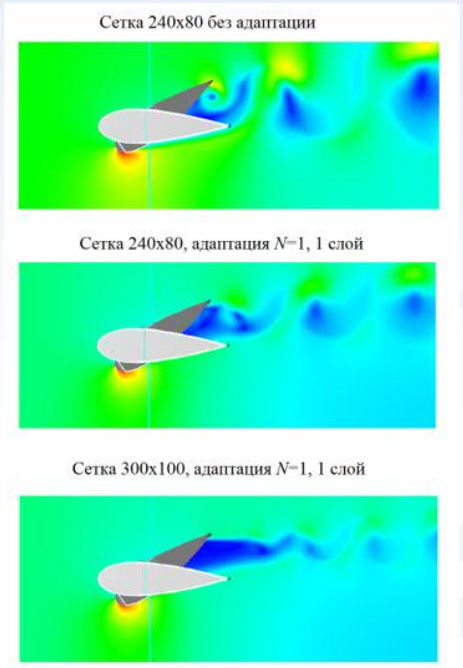
Как видно из рисунка, у цилиндрической части пера руля во всех рассматриваемых случаях возникает зона повышенной скорости. Также на рисунках отчётливо заметно возникновение за вытянутой частью пера руля вихревой дорожки Кармана, что

является характерным явлением для случаев обтекания жидкостью линейно вытянутого плохо обтекаемого тела с продольной осью, перпендикулярной направлению движения сплошной среды.

руля.

На основе полученных рекомендаций к структуре расчётной сетки был произведён расчёт равнодействующей гидродинамических сил на перо руля.

Поле скоростей в расчётной области при сетке



Результат численной оценки сходимости

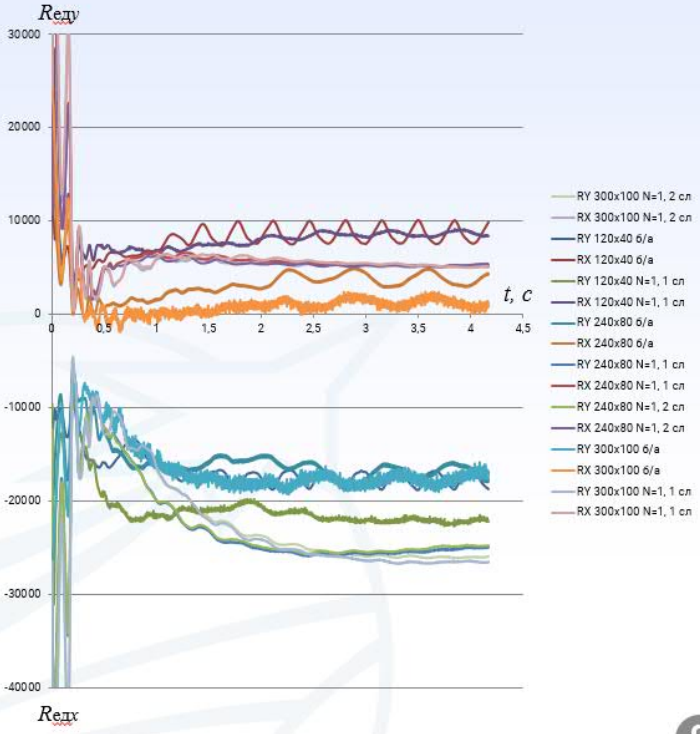


Рисунок 3

Как видно из графика, для всех рассмотренных случаев характерна стабилизация значений Редх и Реду. после 3,5 секунд.

По результатам оценки сходимости можно сделать следующие выводы:

- При отсутствии адаптации по поверхности пера руля значения давления вдоль оси у оказываются существенно заниженными при любом разбиении начальной сетки;
- Количество слоёв вдоль поверхности руля, в которых происходит разбиение ячеек с помощью адаптации, не оказывает существенного влияния на итоговый результат;
- Результаты расчёта, выполненных с использованием сетки 240x80 с адаптацией N=1 и более подробных сеток различаются менее чем на 5%, поэтому дальнейшее увеличение количества ячеек при выполнении поставленной задачи следует считать нецелесообразным.

Следует обратить внимание на то, что расчёт поля скоростей за гребным винтом методами ВГД потребовал бы значительных вычислительных ресурсов и привёл бы к кратному увеличению времени выполнения расчёта. Поэтому, здесь в качестве граничных условий были использованы значения аксиальной скорости в струе гребного винта и скорость набегающего потока, определённые в соответствии с методикой, приведённой в «Справочнике по теории корабля» под редакцией Я.И. Войткунского.

3.3 Расчётная оценка давления на перо

Графическое представление структуры потока при обтекании пера руля в виде линий тока показано на рисунке 5.

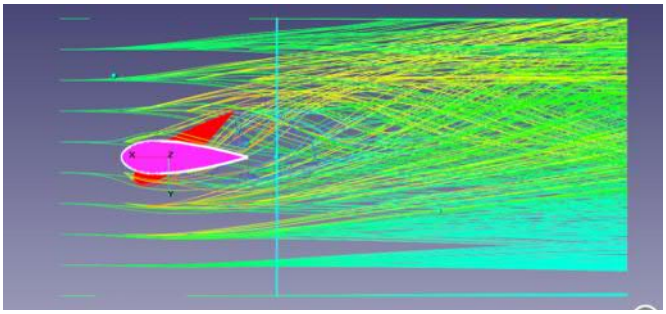


Рисунок 5 - Линии тока вокруг руля (вид сверху)

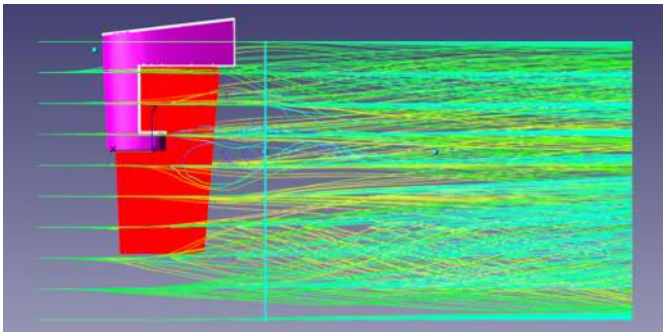


Рисунок 5 - Линии тока вокруг руля (вид сбоку)

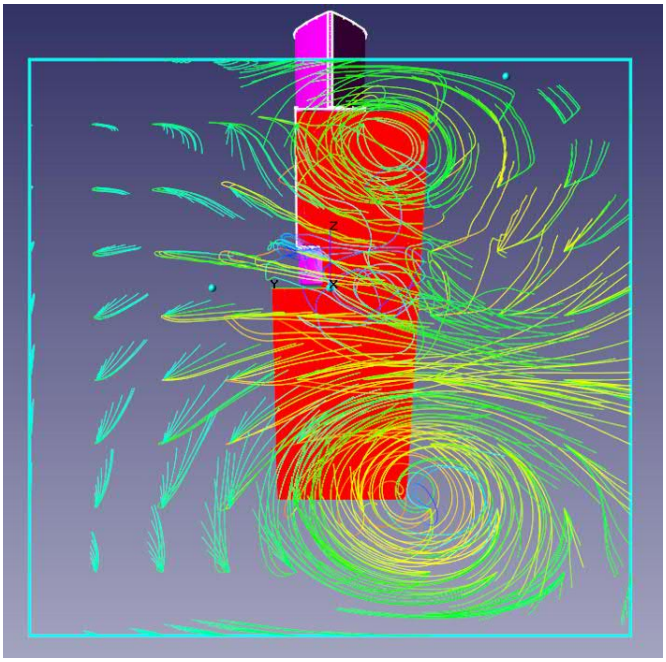


Рисунок 5 - Линии тока вокруг руля (вид сзади)

Дополнительно произведена оценка условной расчётной нагрузки, действующей на перо руля на переднем ходу в соответствии с п. 2.2.2.1 Части 3 правил Классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства 2019 года.

Результат оценки Rnp (по сравнению с данными прототипа Rnnp) приведён в таблице 2.

Расчётный метод	$R_{пр}/R_{ппр}$
Модельные испытания	1
Методы вычислительной гидродинамики	0,95
Правила РМРС (с проектным запасом в безопасную сторону)	1,21

Таблица 2 - Результаты численной оценки равнодействующей гидродинамических сил, действующих на перо руля

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с помощью методов ВГД решение задачи об обтекании пера руля, расположенного непосредственно за гребным винтом при высокой скорости хода может быть обеспечено с достаточно высокой точностью.

В то же время, следует учитывать, что для оценки применимости данной методики при смещении баллера руля в горизонтальном положении относительно оси гребного винта и изменении скорости хода корабля требуется выполнение дополнительных расчётов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы было показано, что ряд задач, стоящих перед 11 отделом АО «Невское ПКБ» может эффективно выполняться с помощью программного пакета FlowVision без проведения модельных испытаний.

Таким образом, несмотря на невозможность полного отказа от модельных испытаний, их номенклатура может быть существенно снижена по мере совершенствования навыков работы с методами ВГД и аппаратной части комплекса.

Также применение данных методов позволит на ранних этапах проектирования получать более точные исходные данные, что позволит улучшить качество выполняемых на их основе расчётов и применять более рациональные решения при разработке технического проекта.

А.И. ОДИНЦОВ инженер-конструктор 3 категории

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОДВОДНОГО РОБОТА

На сегодняшний день, ручное управление подводными аппаратами является основным способом управления. Но данное управление требует от операторов больших психологических и физических нагрузок, что может привести к быстрой потери внимательности, к возникновению усталости, что приведет к снижению производительности подводных работ управлении. Вследствие чего стоит найти методы автоматизации в управлении подводными аппаратами. В моей работе рассматривается управление подводным роботом с помощью ПИД-регулятора и нечеткого регулятора.

Аппараты подводного плавания в последнее время стали применяться все чаще. Каждый из них имеет свои отличия: разнообразные формы и размеры, характер движения, а также их управление. Тем не менее, у них есть общая черта: возможность свободного перемещения в воде на характерное для них погружение.

Все подводные аппараты подразделяются на:

- Обитаемые;
- Необитаемые.

Управление обитаемыми подводными аппаратами осуществляется с помощью экипажа, который находится внутри самого аппарата. Когда управление необитаемыми аппаратами осуществляется с помощью пульта управления.

Необитаемые подводные аппараты классифицируются как:

- Автономные (АНПА);
- Неавтономные (НПА).

К неавтономным подводным аппаратам относятся самоходные привязные и буксируемые ПА. В это время к автономным необитаемым подводным аппаратам относятся самоходные НПА с автономной системой энергообеспечения и беспроводным каналом телеуправления и связи. [2]

Неавтономные подводные аппараты делятся на:

- малогабаритные подводные аппараты;
- подводные микро-аппараты;
- подводные аппараты класса мини;
- подводные аппараты основного класса;
- подводные аппараты рабочего класса.

В данной работе рассматривается необитаемый малогабаритный телеуправляемый подводный аппарат.

Рассматриваемый робот разработан для проведения подводных работ на небольших глубинах. Управляется он с помощью четырех винтов: первая пара винтов отвечает за передвижение вдоль продольной оси (управление курсом), когда вторая пара винтов отвечает за передвижение вдоль вертикальной оси (погружение на заданную глубину).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВОДНОГО РОБОТА С ПОМОЩЬЮ РУЧНОГО РЕЖИМА

Исследование подводного робота осуществляется с помощью модели, разработанной в среде SIMULINK. Класс выбранной модели для робота относится к нелинейным дифференциальным уравнениям.

Ручное управление роботом выполняется с помощью четырех винтов: T1, T2, T3 и T4. Винты T1 и T2 отвечают за управление курсом, а T3 и T4 – за погружение на заданную глубину.

Само управление роботом осуществляется в центральном блоке управления: UAV model. В данный блок передается полный вектор состояния из 12 параметров:

- скорость продольного движения;
- скорость вертикального движения;
- скорость бокового движения;
- угловая скорость бортовой качки;
- угловая скорость рыскания;
- угловая скорость килевой качки;
- линейное перемещение при продольном движении;
- линейное перемещение при вертикальном движении;
- линейное перемещение при боковом движении;
- угловое перемещение при бортовой качке;
- угловое перемещение при повороте;
- угловое перемещение при килевой качке.

Были определены следующие показатели робота:

- предельная продольная скорость – 1.5м/с;
- предельная вертикальная скорость – 0.45м/с;
- угловая скорость рыскания – 24 град/с;
- угловая скорость крена – 10 град/с;
- предельная тяга винтов – (-20 – +20) Н.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТА НА ОСНОВЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Описание ПИД-регулятора

Пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор – это устройство, которое находится в управляющем контуре с обратной связью. Данный регулятор применяется в системах с автоматическим управлением для формирования управляющего сигнала для достижения необходимых качества и точности переходного процесса. [4]

Данный ПИД-регулятор способен формировать управляющий сигнал, который состоит из трех составляющих:

- сигнал рассогласования;
- интеграл сигнала рассогласования;
- производная сигнала рассогласования.

Структурная схема ПИД-регулятора представлена на рисунке 2.1.

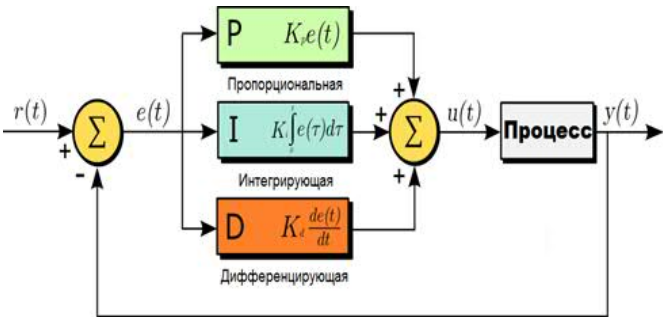


Рисунок 2.1 – Структурная схема ПИД-регулятора.

Пропорциональная часть.

Сигнал, который поступает на выход, дает пропорциональная составляющая. Данный сигнал приводит к противодействию текущему отклонению входной величины, которая подлежит регулированию, от установленного значения. Соответственно, чем больше возникающее отклонение – тем больше и поступающий сигнал.

Если оставить и использовать только пропорциональную часть, то значение величины, которую стоит регулировать, не сможет стабилизироваться на нужном значении.

Дифференциальная часть.

Дифференциальная часть отвечает за скорость изменения отклонения величины, которую нужно регулировать. Она применяется с целью противодействия отклонениям, которые вызваны внешними воздействиями или задержками, от верного положения, прогнозируемого в будущем.

Интегральная часть.

Интегральная часть применяется для

исключения статической ошибки, так как регулятор учитывает статическую ошибку с течением времени. Если коэффициент данной части будет подобран неверно, может возникнуть осцилляция около точки позиционирования.

В начальный момент времени коэффициент интегрирования (Ki) и дифференциальный коэффициент (Kd) равны нулю. Пропорциональный коэффициент (Kp) стоит увеличивать до того момента, пока выходной сигнал не начнет приобретать колебательный характер. После чего Ki нужно увеличивать до того момента, пока какое-либо возможное смещение не достигнет достаточного для процесса время. При слишком большом увеличении интегрального коэффициента может возникнуть нестабильность системы. После чего, Kd увеличивается до того момента, пока цикл не станет настолько быстрым, чтобы он смог достичь своего необходимого значения после возмущения [3].

Управление погружением на заданную глубину

Время регулирования для представленных характеристик:

- скоростная характеристика – tp = 40с;
- характеристика перемещения – tp = 35с.

График перемещения робота представлен на рисунке 2.2.

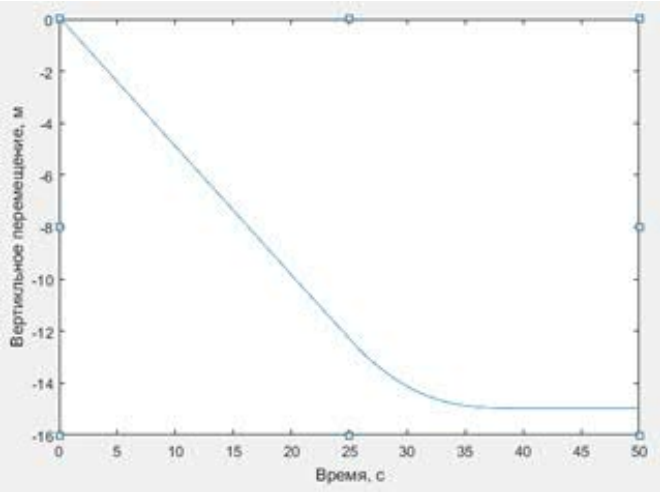


Рисунок 2.2 – График вертикального перемещения подводного робота в режиме регулировки глубины

Управление курсом

Время регулирования для представленных характеристик:

-скоростная характеристика – tp = 13с;

-характеристика перемещения – tp = 15с.

График углового перемещения робота во время поворота представлен на рисунке 2.3.

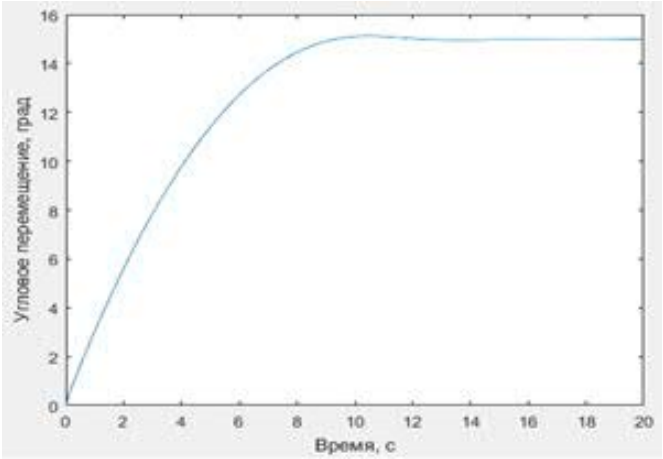


Рисунок 2.3 – График углового перемещения робота во время поворота при управлении курсом

Одновременное управление курсом и погружением на заданную глубину

Время регулирования для представленных характеристик:

-скоростная характеристика (режим управления курсом) – tp = 25с;

-характеристика перемещения (режим управления курсом) – tp = 24с;

-скоростная характеристика (режим погружения) – tp = 25с;

-характеристика перемещения (режим погружения) – tp = 25с.

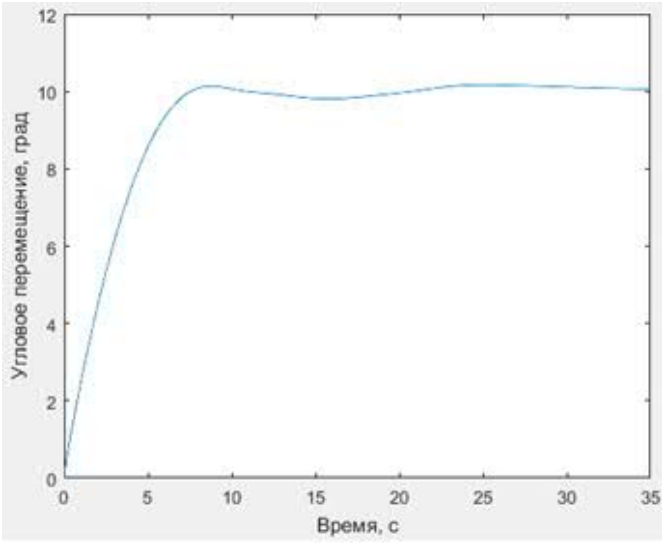


Рисунок 2.4 – График углового перемещения во время поворота при управлении курсом подводного робота

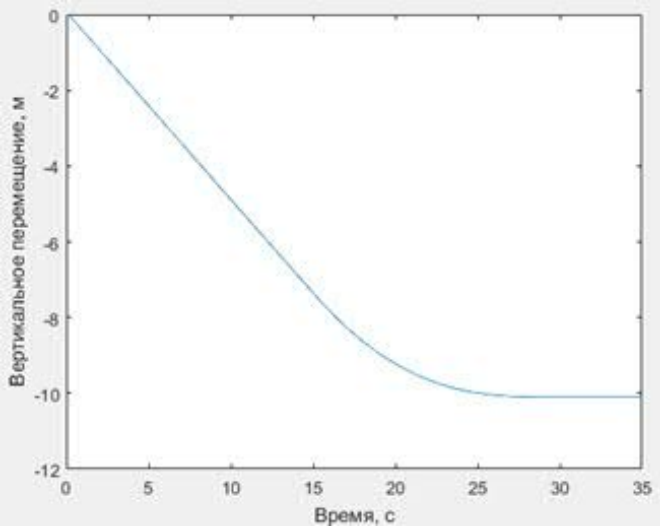


Рисунок 2.5 – График вертикального перемещения робота во время погружения на заданную глубину

Вывод по разделу

При использовании выбранных настроек для ПИД-регулятора был достигнут установившийся режим как для скоростных характеристик, так и для характеристик перемещения.

Для режима погружения робота была достигнута заданная глубина при установившейся вертикальной скорости. В это же время, для режима управления курсом был достигнут заданный угол рыскания при установившейся угловой скорости рыскания.

При использовании данного регулятора одновременно для двух режимов было замечено, что время регулирования скоростных характеристик и характеристик перемещения меньше, чем при использовании регулятора для одного отдельного режима.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ РЕГУЛЯТОРОВ

Функциональная схема классического нечеткого регулятора

Функциональная схема автоматического управления на базе нечеткой логики представлена на рисунке 3.1.

Данная схема включает в себя устройство сравнения, нечеткого регулятора, объекта управления и цепи обратной связи.

Нечеткий регулятор состоит из трех основных блоков:

- блок фаззификации;
- блок формирования логического решения;
- блок деззификации.

Блок деззификации предназначен для преобразования уже измеренных реальных данных. Эти данные преобразовываются в подходящие значения лингвистических переменных. Выполняемая функция блока фаззификации – преобразование четких значений входных переменных в нечеткие.

База правил состоит из данных о про-

Для создания нечеткого регулятора необходимо:

1. Определить входные лингвистические переменные.

2. Определить желаемую лингвистическую переменную, которую хотелось бы получить.

3. Определить правила с помощью которых образуется результирующая переменная из входных.

6

Рисунок 3.1

цессах управления и знаний экспертов в данной области. Правила нечеткой логики являются нечеткой конструкцией, в которой предпосылки и заключения подразумевают использование лингвистических переменных. Набор управляющих правил характеризует связь входа системы с ее выходом.

Блок формирования логического решения выполняет процедуру моделирования принятия решения человеком. Организация вывода состоит из рассуждений и процесса принятия решений по нечетким входным данным с целью достижения необходимых целей.

Блок дефаззификации необходим для выработки четкого решения или управляющего воздействия в ответ на результаты, полученные в блоке вывода. Дефаззификация - преобразование нечетких величин в четкие [1].

Регулировка глубины подводного робота с помощью нечеткого регулятора

Время регулирования для представленных характеристик:

- скоростная характеристика – tp=30c;
- характеристика перемещения – tp=16c.

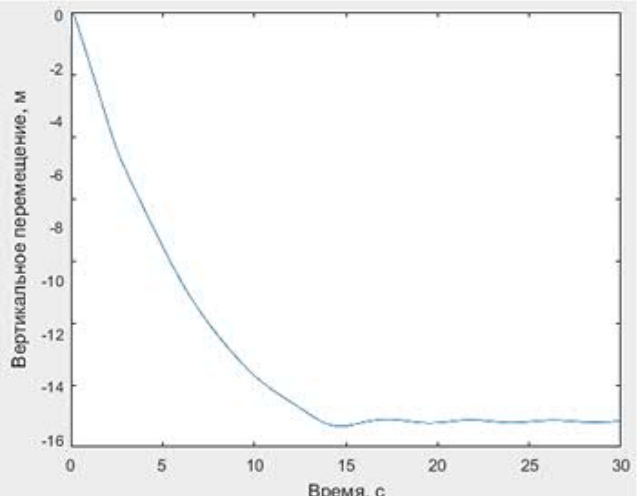


Рисунок 3.2 – График вертикального перемещения робота в режиме погружения на заданную глубину

Управление курсом с помощью нечеткого регулятора

При использовании одного лишь нечеткого регулятора возникает колебательный процесс, который не даст роботу выйти на заданный курс. Для решения данной проблемы применяются масштабирующие коэффициенты.

В данном случае масштабирующий коэффициент k = 0.01 используется в обратной связи от угловой скорости робота.

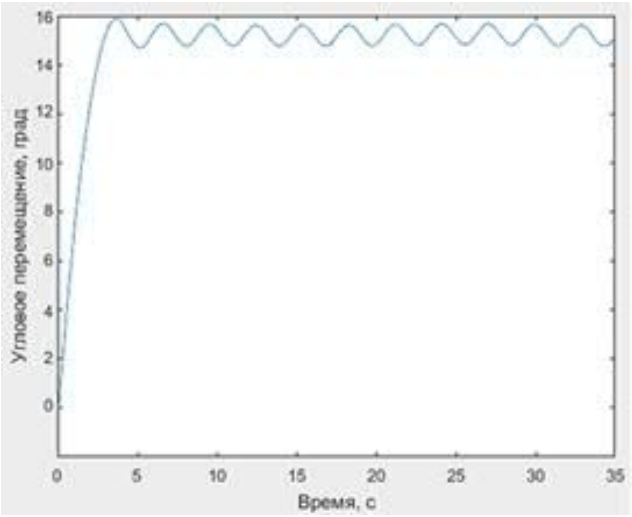


Рисунок 3.3 – График углового перемещения во время поворота при управлении курсом подводного робота (с использованием масштабирующего коэффициента)

Время регулирования для представленных характеристик:

- скоростная характеристика – tp = 10c;
- характеристика перемещения – tp = 8c.

Одновременное управление курсом и погружением на заданную глубину

Время регулирования для представленных характеристик:

- скоростная характеристика (режим управления курсом) – tp = 15 c;
- характеристика перемещения (режим управления курсом) – tp = 10 c;
- скоростная характеристика (режим погружения) – tp = 25 c;
- характеристика перемещения (режим погружения) – tp = 20 c.

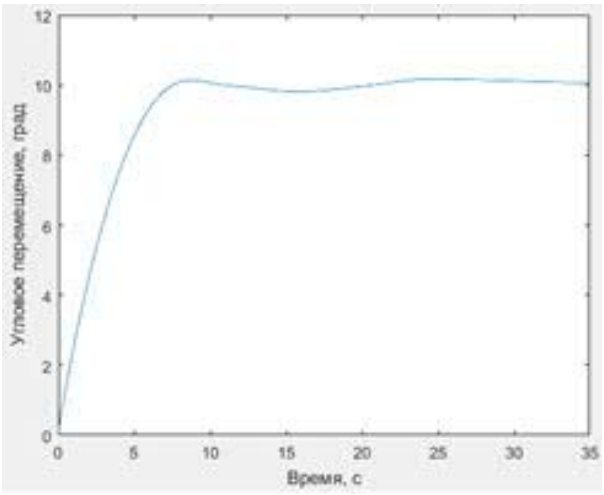


Рисунок 3.4 – График углового перемещения робота во время поворота при управлении курсом подводного робота

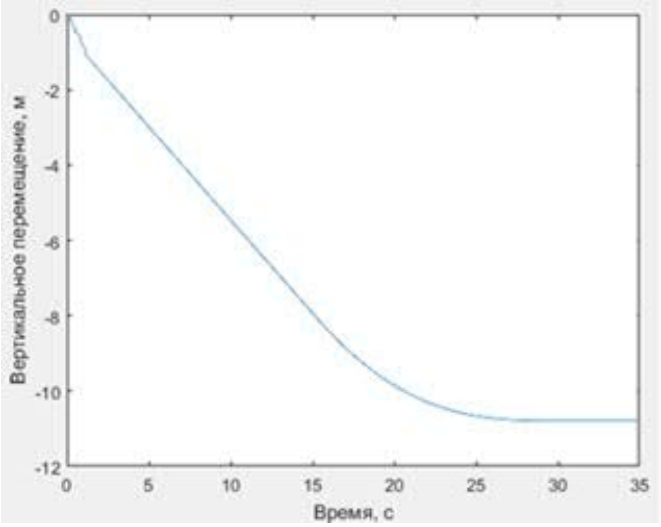


Рисунок 3.5 – График вертикального перемещения робота в режиме погружения на заданную глубину

Вывод по разделу

После проведения ряда испытаний модели при использовании нечеткого регулятора, было выяснено:

•при использовании данного регулятора в режиме управления курсом, необходим масштабирующий коэффициент для угловой скорости робота. В противном случае возникает колебательный процесс, который не дает выйти роботу на заданный курс;

•при совместном использовании регулятора как для режима управления курсом, так и для режима погружения на глубину, необходимый результат достигается быстрее, чем при использовании регулятора для отдельных режимов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После настройки выбранных регуляторов были получены характеристики, которые соответствуют таким режимам как управление курсом и погружение робота на заданную глубину.

Сравнение этих характеристик приведено в таблице 1. В данной таблице происходит сравнение время регулирования (tp, с) полученных характеристик.

Исходя из табличных данных, можно сделать вывод, что нечеткий регулятор эффективнее использовать в каком-либо одном режиме из двух. Но при одновременном использовании двух режимов: управлением курса и погружением на заданную глубину, предпочтительнее применять ПИД- регулятор.

Таким образом, для каждой поставленной задачи следует выбирать подходящий метод ее решения.

Нечеткий регулятор:
- Курс 5с;
- Глубина 16с;
- Одновременное управление (курс) 25с;
- Одновременное управление (глубина) 27с.

ПИД – регулятор:
- Курс 10с;
- Глубина 35с;
- Одновременное управление (курс) 11с;
- Одновременное управление (глубина)20с.

Ф.Л. МАРУШИН инженер-конструктор 3 категории
Д.В. МЕЛЬНИКОВА инженер-конструктор 3 категории

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

В настоящее время 3D моделирование является неотъемлемой частью проектирования, т.к. позволяет уменьшить возникновение ряда потерь проектанту и заводу-строителю.

Рассмотрим потери, возникающие при проектировании без использования 3D моделирования:

Для проектно-конструкторского бюро:

1.Лишние трудозатраты хозяев помещений на выявление коллизий при согласовании документации. Коллизией принято называть пересечение элементов оборудования и систем друг с другом.

2.Дополнительные затраты рабочего времени конструкторов на переделку, а именно корректировка выпускаемых документов и выпуск извещений.

3.Потеря ценности создаваемого продукта проектно-конструкторского бюро, а именно снижение качества выпускаемой документации.

Для завода-строителя:

1.Лишние трудозатраты рабочих на обращение к проектанту в случае выявления невозможности монтажа систем и оборудования по РКД.

2.Потери завода на ожидание, ввиду отсутствия откорректированного РКД

3.Потери на переделку, влекущие за собой дополнительные затраты рабочего времени, сырья и материалов.

В качестве инструмента для устранения потерь завода и проектанта предлагается использовать проектирование с применением 3D моделирования в программе Aveva Marine. Рассмотрим моделирование машинных отделений (МО) корабля проекта 11711 зав. № 303, 304 как одни из наиболее насыщенных помещений. В каждом МО корабля расположены: главная энергетическая установка – дизель-дизельный агрегат, валопровод, дизель генераторы, вспомогательное оборудование –опреснительные установки, насосы, вентиляторы, теплообменные аппараты, цистерны и прочие. Также расположены системы обслуживающие энергетическую установку, общесудовые системы, кабельные трассы и трассы ДУ, электрооборудование, трапы и съемные настилы.

Цель работы:

Повышение качества выпускаемой документации проектно-конструкторского бюро в части уменьшения количества коллизий с помощью применения инструментов 3-D моделирования машинных отделений на примере корабля проекта 11711 зав. № 303, 304.

Поставленные задачи:

1.Моделирование оборудования, расположенного в МО

2.Моделирование систем, расположенных в МО

3.Получение перечня коллизий по МО

Моделирование оборудования

Выполнено моделирование оборудования и его зон обслуживания в соответствии с документами на поставку (ТУ и габаритные чертежи).

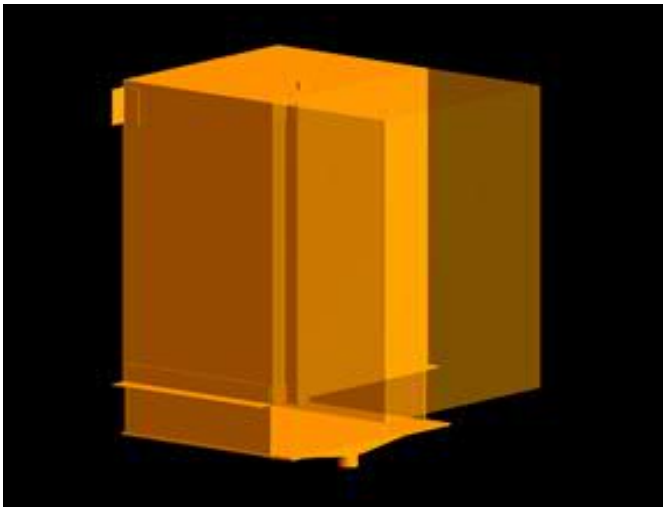


Рисунок 1 – Цистерна с зоной обслуживания

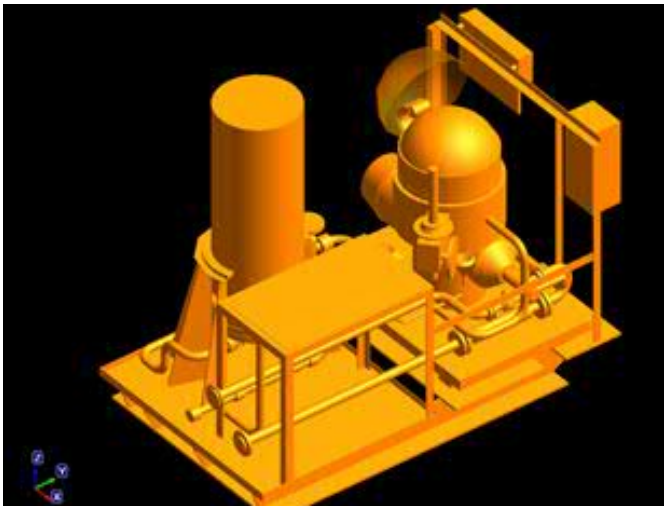


Рисунок 2 – Агрегат с зоной обслуживания

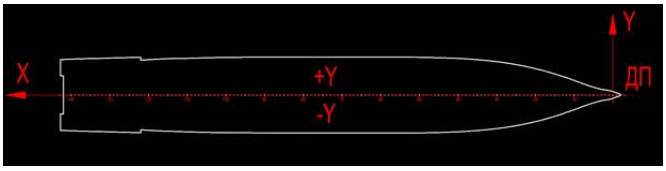


Рисунок 3 – План корабля с координатами x и y

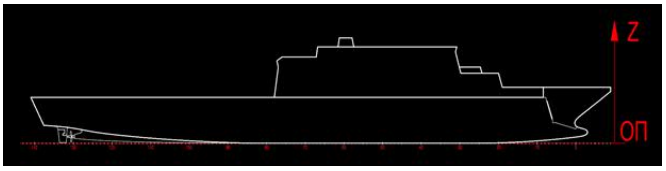


Рисунок 4 – Вид сбоку на корабль с координатой z

Расположение оборудования в модели задается с помощью трех координат. Координата X является расстоянием по ДП от 0 шпангоута, координата Y – расстояние от ДП влево или вправо, Z – расстояние от ОП. Для достоверного переноса оборудования в 3D модель определены его координаты размещения в МО, соответствующие координатам фундаментов, указанных в выпущенных чертежах.

В иерархии модели название размещенного в зоне оборудования состоит из: принадлежности к МО (НМО/КМО), названия и порядкового номера, если в одном МО размещается несколько таких единиц.

Также выполнено моделирование электрооборудования, трапов, настилов и площадок, находящихся в заведовании смежных отделов для формирования достоверного перечня выявленных коллизий в МО.

Моделирование систем

Моделирование трубопроводов выполнено по координатам чертежей систем с соответствующими диаметрами, радиусами гибки и арматурой. Для достоверного

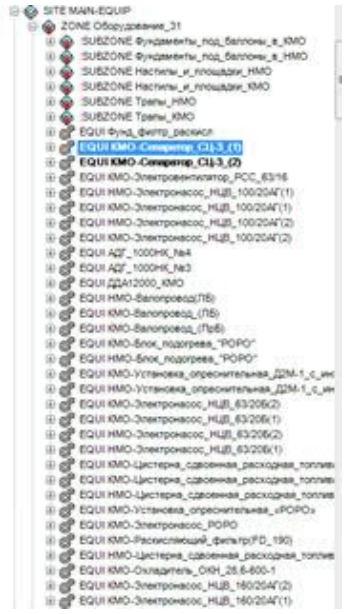


Рисунок 5 – Иерархия модели оборудования

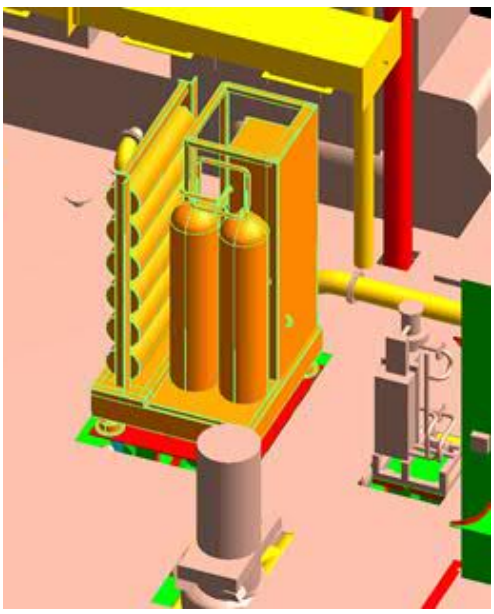


Рисунок 6 – Размещение оборудования в МО

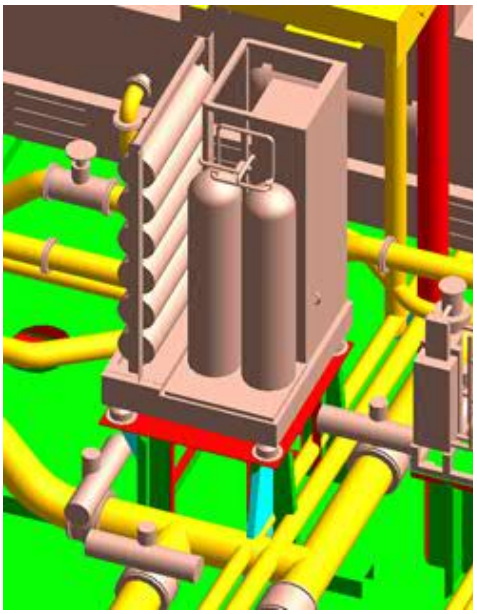


Рисунок 7 – Размещение оборудования в МО без отображения настила

переноса видов чертежей в модель, трубы привязаны к закоординированным точкам подключений. Такими точками являются – основное насыщение и присоединительные патрубки оборудования.

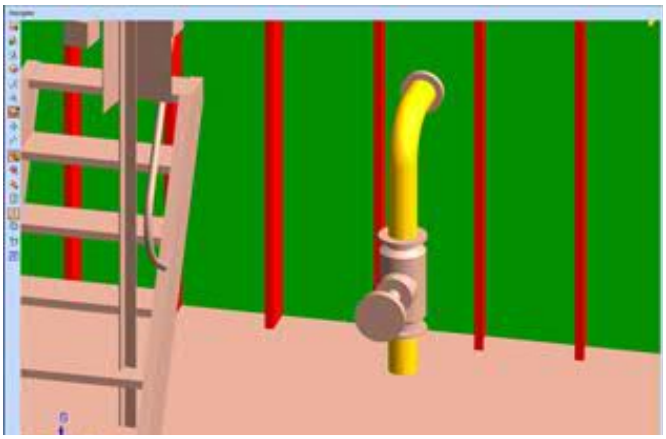


Рисунок 8 – Подключение трубы к насыщению

В иерархии модели название зоны, в которой создана система, соответствует номеру выпущенного чертежа.

Получение перечня коллизиий

После завершения построения модели МО выполнен поиск коллизий для каждого оборудования и системы.

Форма проверки на коллизии отображает пересеченные элементы непосредственно в самой модели и перечень коллизий, который можно сохранить в формате Excel.

В перечне отображается следующая информация: порядковый номер коллизии, пересекающиеся элементы и их позиции по чертежу, тип пересечения (касание, пересечение или зазор), координаты пересечения, названия систем или оборудования, в которых выявлена коллизия, с номерами их чертежей.

Пересечения с зоной обслуживания оборудования какой-либо системой также считается коллизией.

Коллизии могут быть между оборудованием и оборудованием, оборудованием и системой, систем друг с другом, системой и корпусом, в случае если трубы проходят корпусные конструкции насквозь без насыщения.

Стоить отметить, что в МО рассматриваемого корабля пересечения оборудования с оборудованием не выявлено.

В соответствие с поставленными задачами группой специалистов 31 отдела были достигнуты следующие результаты:

1.Выполнено моделирование 311 единиц оборудования в МО

2.Выполнено моделирование 43 чертежей систем МО

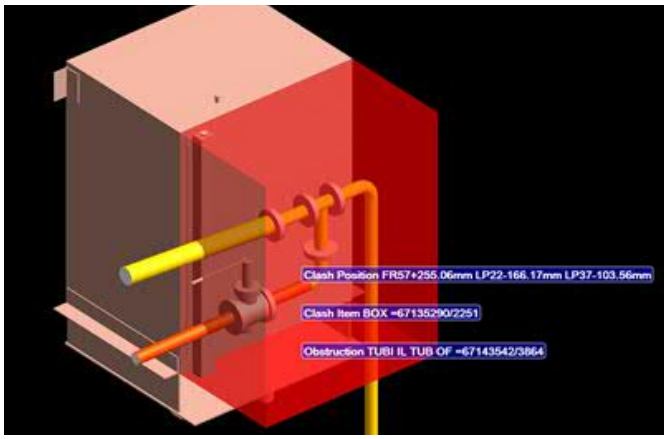


Рисунок 10 – Коллизии с зоной обслуживания

3.Получены сводные перечни коллизий по каждому машинному отделению

Благодаря 3D модели и полученным перечням коллизий возможно:

1.Повысить качество выпускаемой продукции проектно-конструкторского бюро, за счет выявления ошибок в документации на ранних стадиях проектирования.

2.Уменьшить трудозатраты хозяев помещений на согласование документов с помощью использования формы проверки на коллизии.

3.Уменьшить трудозатраты проектанта на корректировку РКД за счет перечня коллизий, а именно указанных в нем номеров чертежей и позиций, расположение которых нужно откорректировать исполнителю чертежа.

4.Уменьшить трудозатраты проектанта на корректировку документов и выпуск извещений.

5.Снизить трудозатраты представителей завода и проектанта на ведение переписки и книги вопросов.

6.Снизить потери завода на переделку путем выявления проектантом коллизий в выпущенных документах до начала работ по монтажу на заводе-строителе.

7.Сократить сроки строительства, путем снижения потерь завода на ожидание.

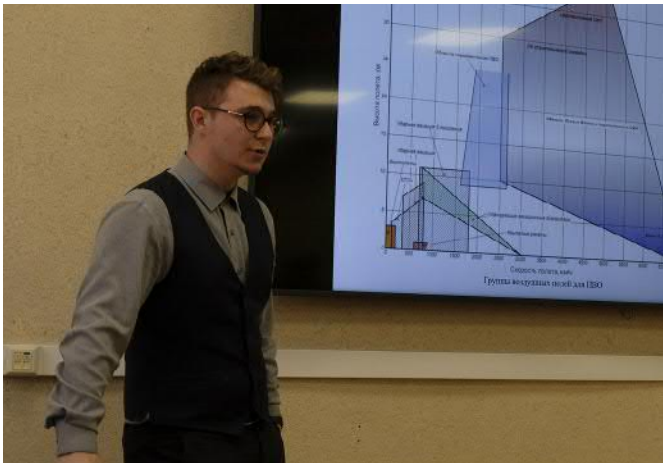
Финансово-экономическая выгода:

1.Снижение затрат заказчика на выпуск извещений

2.Снижение затрат завода на сырье и материалы при переделке

А.А. КОРОБОВ инженер-конструктор 3 категории

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КОРАБЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ БОРЬБЫ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ



Конвертоплан («Фрегат», проект АО «Кронштадт»)

БЛА вертолетного типа БВС-ВТ «ПОЛЯРНИК» (АО НПП «Стрела»)

БЛА мультикоптерного типа *Прометей* *(ООО «Аэродин»)*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время с массовым появлением средних и малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) тактика их применения сильно изменилась. Если на начальном этапе появления задачи противодействия БПЛА, эта задача решалась только средствами поражения ПВО, то сейчас в результате анализа последних военных конфликтов можно сделать вывод, что отражение массированного налета БПЛА средствами ПВО не эффективно в связи с характеристиками БПЛА о которых будет сказано ниже.

НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА

БПЛА-летательный аппарат самолетного или вертолетного типа без экипажа на борту, полет которого осуществляется по заранее проложенному маршруту, загруженному на борт, либо дистанционно по каналам связи с помощью пульта управления (ПУ).

Современные БПЛА предназначены для множества задач: разведки, нанесение ударов, целеуказание другим средствам поражения и т.д.

Из важных преимуществ БПЛА для данной работы можно выделить следующие:

- возможность удаленного выполнения боевых задач при безопасном удалении оператора;
- применение множества малогабаритных нагрузок, в том числе радиолокационных станций (РЛС), средств радиоэлектронной разведки (РР) и т.д.;
- низкая заметность БПЛА в радиолокационном и оптическом диапазоне из-за малого относительно пилотируемых летательных аппаратов (ЛА) размера, и применения в конструкции композитных и пластиковых материалов;
- возможность совершать маневры с высокими перегрузками, летать на малых высотах и также на низких скоростях;
- относительно малые размеры, затрудняющие поражение с помощью снарядов, и приводящие к несрабатыванию радио взрывателей;
- низкая цена производства, разработки и производства БПЛА

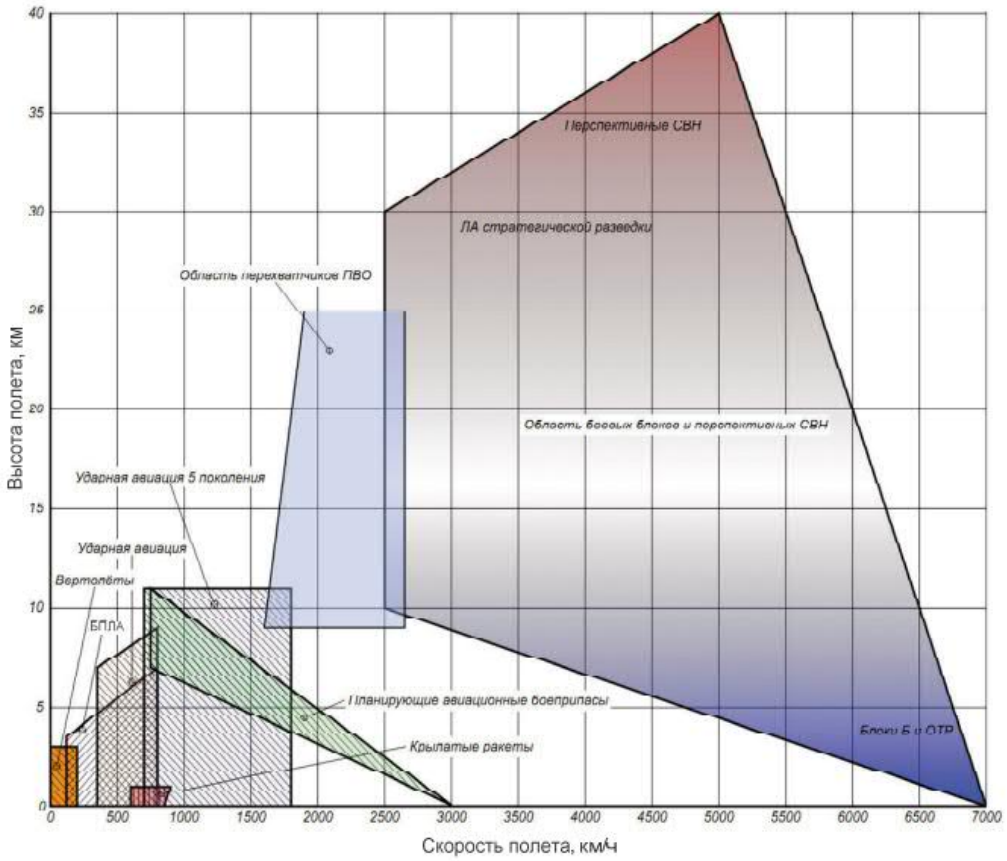
ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НИЗКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ПВО ПРОТИВ БПЛА

В настоящий момент исходя из анализа развития отечественных средств воздушного нападения (СВН) и СВН вероятного

противника, сформировались группы в списке воздушных целей ПВО, различающихся по принципу применения, высоте и скорости полета.

но снижает эффективность средств ПВО;

- из-за относительной новизны массового применения БПЛА, разработка теоретических основ и научных методов эффектив-



Группы воздушных целей для ПВО

Учитывая все технические особенности БПЛА такие как скорость полета и масса, можно утверждать, что они являются сложной целью для ПВО. Это происходит по следующим причинам:

- из-за малой массы (300-400 кг) до недавнего времени не входили в список целей ПВО;
- малые скорости полета БПЛА (10-30 м/с) не позволяют обеспечить их надежны захват, селекцию и сопровождение современными РЛС, входящими в состав ЗРК;
- малоразмерные БПЛА имеют низкие значения тепловых и радиолокационных сигнатур (ЭПР 0,001-0,1 м2)
- современные средства поражения ПВО не могут обеспечить гарантированного поражение БПЛА, особенно малоскоростных и малоразмерных;
- применение больших групп БПЛА одновременно и с различных направлений сильного противодействия пока не получили массового развития.

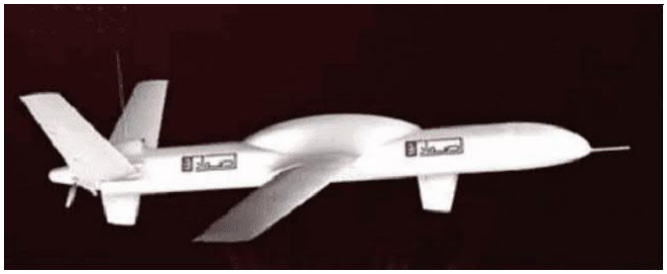


Рисунок 1 - БПЛА Qasif-K2

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о необходимости:

- разработки систем ПВО ориентированной на противодействие БПЛА;
- модернизация существующих средств ПВО путем доработки РЛС и РРТР.
- увеличение площади и плотности осколочного поля для БЧ ЗУР (“Игла”) и артиллерийских снарядов.

Добиться увеличения вероятности обна-

ружения малоразмерных целей РЛС, можно за счет модернизации программного обеспечения, например, путем снижения скоростного порога алгоритма селекции движущийся цели (СДЦ). Но при применении этого способа, РЛС будет формировать большое количество ложных целей.

ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ БПЛА С ПОМОЩЬЮ РЭП

В результате выводов сделанных выше, понятно, что поражение БПЛА огневыми средствами ПВО является не эффективным, приводит к большой трате боеприпасов, ресурс которых на корабле ограничен. В связи с этим одним из самых перспективных направлений противодействия БПЛА считается применение РЭП.

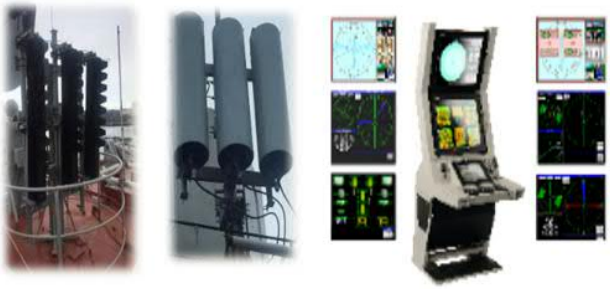


Рисунок 2 - Корабельный комплекс РЭП ТК-25Э5 с аппаратурой помех спутниковой радионавигации и радиолиниями передачи данных

Системы РЭП имеют несколько способов применения:

- формирование заградительных помех на частотах, используемых гражданскими средствами связи для управления БПЛА (частоты сотовой связи 3G, 4G, 5G, WI-FI и т.д.;
- вскрытие параметров специализированных командных радиолиний управления (КРУ) БПЛА и формирование радиоэлектронных помех прицельных по частоте и структуре сигнала КРУ;
- формирование шумовых и имитационных прицельных по частотам и структуре “открытых” каналов, наиболее распространенных спутниковых радионавигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo и т.д.);

Применение средств РЭП против БПЛА по сравнению со средствами огневого поражения дает следующие преимущества:

- РЭП при наличии внешнего питания имеют практически неограниченный ресурс;
- РЭП могут формировать широкий спектр радиоэлектронных помех и выбирать те, которые максимально эффективны против выбранной цели;
- РЭП позволяет одновременно поражать большие группы БПЛА, при условии, что они имеют одинаковые радиоэлектронное оборудование, системы навигации, единую КРУ или используют одни и те же спутниковые радионавигационные системы (СРСН);
- при условии успешного вскрытия структуры сигналов и формата передаваемых сообщений в КРУ и в канале навигации, средства РЭП позволяют перехватить управление БПЛА и навязать ему ложную траекторию полета.

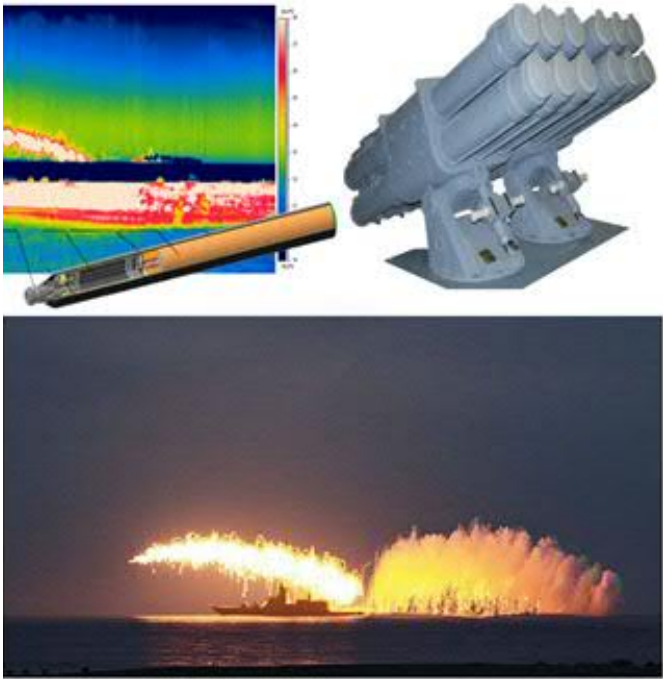


Рисунок 3 - РЭП КТ-308

Однако у РЭП есть и серьезные недостатки, такие как:

- подавление канала управления и навигации БПЛА возможно только при условии активного дистанционного управления БПЛА, если он будет совершать полет в режиме “радиомолчания” по заранее проложенному маршруту, то обнаружение БПЛА средствами радио и радиотехнической разведки (РРТР) будет невозможно, как следствие этого -невозможность применение РЭП;
- применение РЭП в ограниченных пространствах (особенно на корабле) огра-

ничено небольшой мощностью, из-за необходимости электромагнитной совместимости (ЭМС) с другими приборами;

- энергетическая эффективность РЭП убывает согласно закону квадрата расстояния, из-за этого РЭП не может эффективно работать на дальние дистанции. Особенно это касается заградительных помех, обладающих “площадным эффектом” и ориентированные на подавление сразу нескольких каналов управления;

- прицельные по частоте и структуре помехи требуют оперативного вскрытия средствами РРТР структуры сигнала и формата передаваемых сообщений, либо заранее сформированных баз данных сигналов, используемых БПЛА вероятного противника.

Из всего вышеперечисленного можно вывести один глобальный недостаток РЭП - излучение помех основанных на подавление каналов управления и навигации не гарантирует прекращение полета БПЛА.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ РЭБ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БПЛА

РБ-451С-1 разработан научно-внедренческим предприятием (НВП) “ПРОТЕК” и представляет собой пространственно-распределительную систему помех спутниковых радионавигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo и т.д.). Устанавливался на проект корабля 1164 в 2018. Однако с связи с невозможностью обеспечить ЭМС, отсутствия в своем составе аппаратуры обнаружения и распознавания БПЛА, принятого на вооружения ВС РФ и узкой диаграммой направленности для отдельного модуля установка данного изделия на проектах Невского ПКБ нецелесообразна.

Так же Ижевский радиозавод (ИРЗ) разработал перспективный комплекс радиоэлектронной борьбы с БПЛА (КРЕБ)

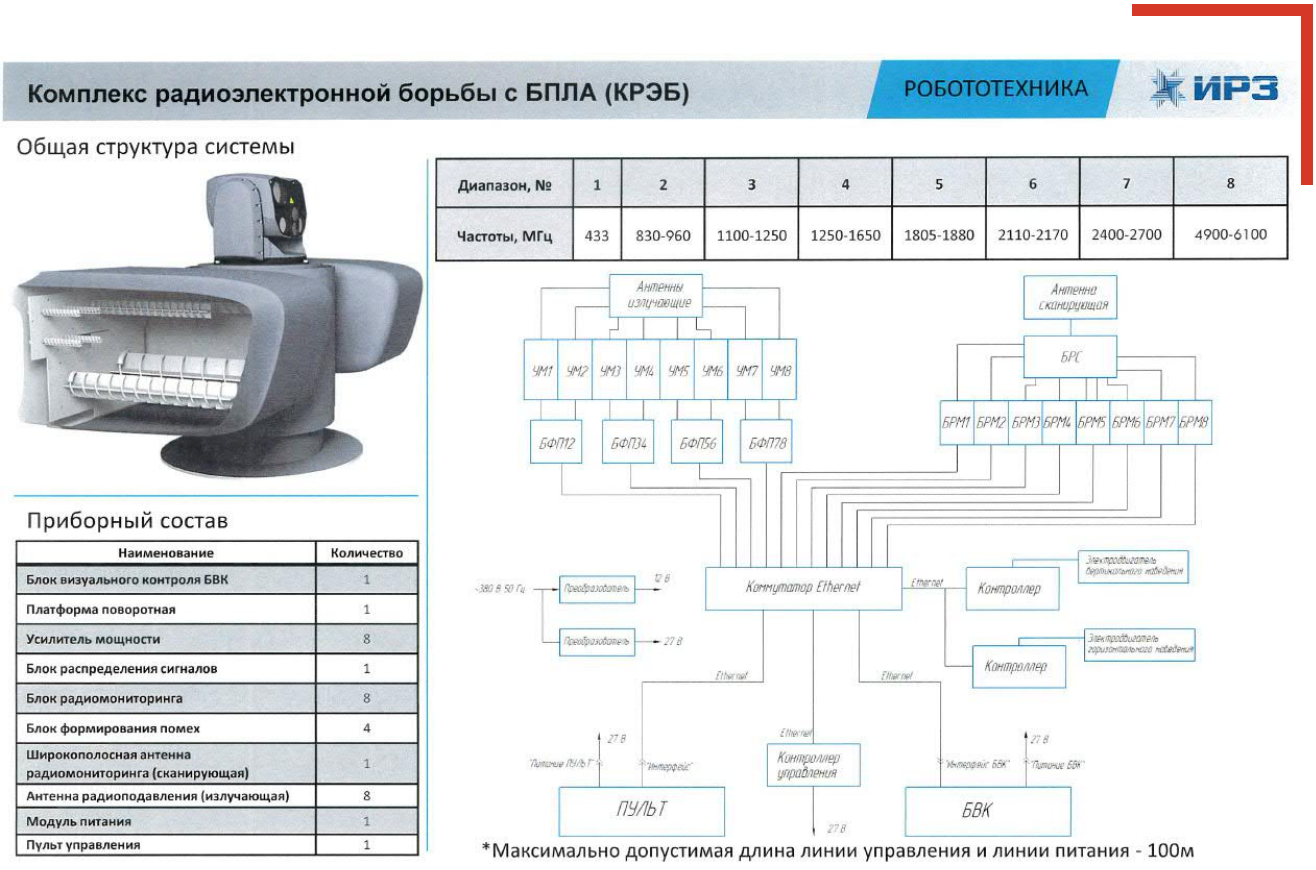
Комплекс способен решать следующие задачи:

- обнаружение объектов в автоматическом режиме с помощью радиомониторинга эфира (поиск сигналов телеметрии и передачи данных);

- распознавание обнаруженного объекта и отображение на мониторе пульта управления;

- сопровождение, определение азимута и дальности до объекта;

- подавления каналов управления БПЛА



Комплекс радиоэлектронной борьбы с БПЛА

и его вспомогательных систем;

- подавление /подмена сигналов спутниковой навигации ГЛОНАСС, GPS;

- подавление передачи видео и телеметрической информации на пункте управления БПЛА;

По моему мнению, целесообразно разместить на будущих кораблях проекта 11711 данные изделия. Подходящие места для установки ПН 4 и 5 яруса.

Одним из методов нейтрализации деятельности опасных БПЛА является подавление передачи видео и телеметрической информации от БПЛА на его пункт управления путём «ослепления» ТВ каналов управления мощными лазерными помехами. Для выполнения защиты кораблей проекта 11711 возможно применение лазерного излучателя серийного изделия МДМ-2. Изделие МДМ-2 устанавливается на заказы ВМФ, однако создание модификации для противодействия БПЛА требует доработки РКД и проведения испытаний.

ИЗДЕЛИЯ СПОСОБНЫЕ БОРОТЬСЯ С БПЛА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОЕКТАХ НЕВСКОГО ПКБ

Для борьбы с БПЛА на проекте 11711 заказа зав. № 303 могут использовать следующие зенитные огневые средства (ЗОС) и средства РЭБ, установленные на заказе:

- АУ АК 630 № 1 и № 2;
- АУ АК-630М-2;
- комплекс ТК-25Э5;
- Комплекс КТ-308-04;

Для эффективной борьбы с БПЛА с помощью АУ АК 630М и АК-630М-2 можно воспользоваться боезапасом осколочного типа с радио - взрывателями, что даст нужную площадь и плотность осколочного поля.

При расширении частотного диапазона аппаратуры радиотехнической обстановки комплекса ТК-25Э5 он может быть использован для обнаружения и противодействия БПЛА. Разработчиком и поставщиком комплекса ТК -25Э5 такая аппаратура разрабатывается. При необходимости от АО «Невское ПКБ» требуется разработка и согласование с заинтересованными организациями Дополнения к Техническому заданию на доработку документации комплекса ТК-25Э5 применительно к проекту 11711 заказа зав. № 303.

Разрабатываются комплекс радиоэлектронной борьбы “Арабеска”, которое сосредоточено на борьбе с БПЛА, окончание срока разработки 2024 г. Ожидается кратное повышение эффективности в борьбе с БПЛА.

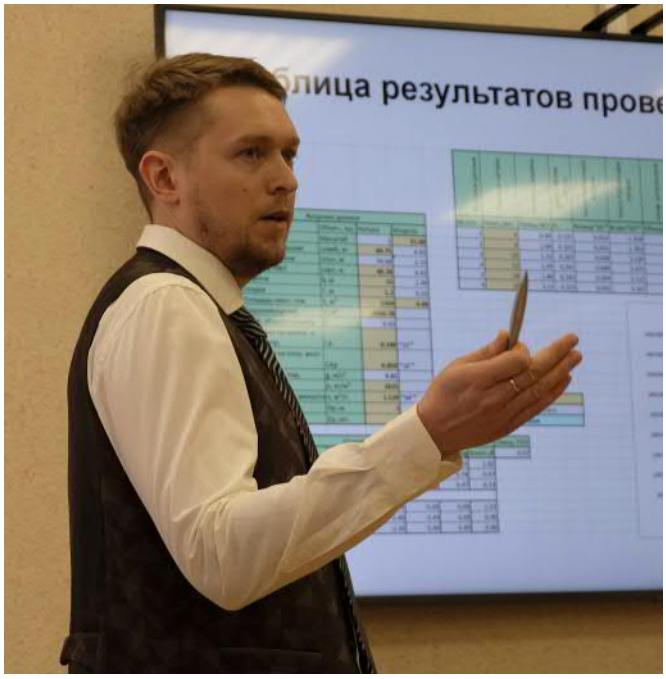
Так же требуется оборудование, которое сможет формировать шумовые и имитационные прицельные помехи по частотам и структуре каналов спутниковых радионавигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo и т.д.)

На проекте 11435 для борьбы с БПЛА может использоваться “Панцирь-М”, данный комплекс способен обнаруживать воздушные цели с малым ЭПР на дальностях до 20 км и поражать их с использованием ракетного или пушечного огня. Но малая дальность обнаружения со стороны РЛС обнаружения и целеуказания малых БПЛА составляет 3-5 км, что совпадает с ближней границей зоны поражения зенитной управляемой ракетой (ЗУР), что может помешать применять ЗУР. Применением пушечного оружия -проблематично в связи с недостатками рассмотренными выше.

Рассматривая все вышенаписанное, я могу сделать вывод, что “Панцирь-М” сможет эффективно бороться с большими и средними, а при доработке РЛС и с малыми БПЛА.

В.В. ГАВРИЛЬЧИК инженер-конструктор 1 категории

РАСЧЕТ БУКСИРОВОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ВЫБОРА ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ FLOWVISION



ВВЕДЕНИЕ

Создание эффективных обводов корпуса – это основная задача гидродинамики в судостроении. Неудачные обводы ведут к увеличению сопротивления корпуса, что в свою очередь увеличивает расход топлива.

При проектировании судов для определения сопротивления обычно проводят модельные испытания в опытовом бассейне. В последнее время такие испытания заменяют численным моделированием в компьютерных программах. В работе я использовал российскую программу Flowvision, лицензия которой приобретена «Невским ПКБ».

ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ

Целью работы было нахождение буксировочного сопротивления численным моделированием, для ее достижения были поставлены следующие задачи:

1) Проверка сходимости результатов Flowvision с модельными испытаниями судна пр. 23470.

2) Получения опыта использования программы Flowvision и определения методики работы.

3) Получение результатов расчета буксировочного сопротивления и выбора двигателя для пр. НЭС126.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ FLOWVISION В СУДОСТРОЕНИИ

Flowvision занимается решением задач гидро-газодинамики, теплообмена и других процессов. В судостроении он применим для исследования и анализа гидродинамических характеристик судов: расчет буксировочного сопротивления, расчет волнового сопротивления, получение картины обтекания корпуса, расчет гидродинамических характеристик винта, циркуляции, характеристик взаимодействия корпуса с винтом и др.

ПРОВЕРКА СХОДИМОСТИ

Проверка программы Flowvision на сходимость расчета буксировочного сопротивления с результатами модельных испытаний судна пр. 23470 (рисунок 1, таблица 1) позволит избежать ошибок в будущих расчетах.

Характеристики	Натура	Модель 1:15
Длина, м	69,75	4,65
Ширина, м	15	1
Осадка, м	5,2	0,35
Водоизмещение, м^3	3350,7	0,99
Коэффициент общей полноты	0,63	0,63

Таблица1 –главные размерения пр.23470

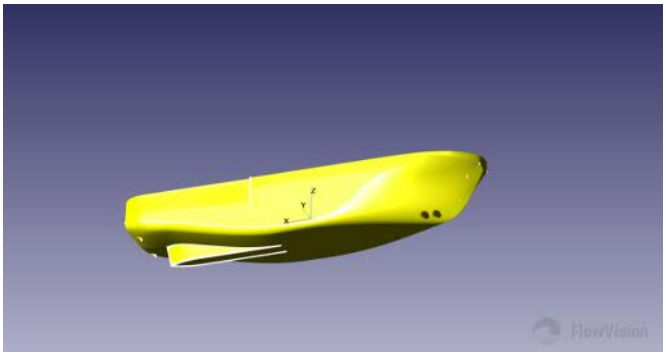


Рисунок 1 – пр. 23470

МЕТОД РАБОТЫ

Моделирование буксировочных испытаний судов численными методами рационально выполнять по схеме гидролотка (рисунок 2), в котором модель судна обтекается обращенным потоком жидкости, что позволяет использовать сравнительно небольшую расчетную область. Геометрия расчетной области в исследовании представляла собой прямоугольный параллелепипед равный длине 4,5 длины корпуса, шириной - 1,5 длины корпуса и высотой - 2 длины корпуса по рекомендации разработчиков. Так как обводы корпуса симметричные, моделировалась половина потока. Модель корпуса была загружена в расчет как отдельный геометрический объект в масштабе 1:15.

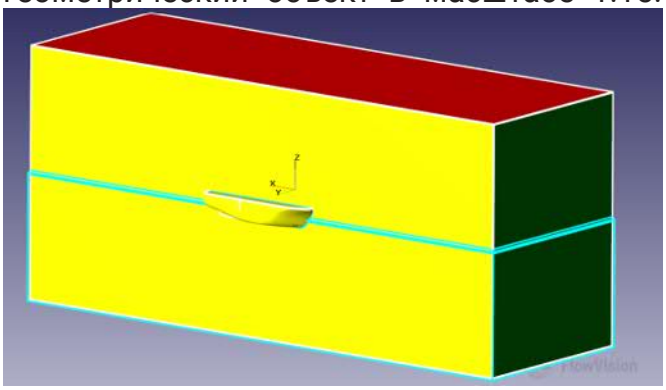


Рисунок 2 – Гидролоток

Область расчета разбивается на ячейки, образуя начальную сетку и зоны локального измельчения (адаптации) – рисунок 3. Каждая ячейка моделирует частичку воды, чем их больше – тем расчет будет точнее. Если сделать очень много ячеек расчет будет идти бесконечно, поэтому мельчить сетку выгодно вокруг корпуса судна, где образуются волны и в кормовой оконечности.

Выбор параметров расчетной сетки, обеспечивающих баланс между точностью и затратами вычислительных ресурсов, представляет собой одну из основных проблем. В подобных задачах используется сетка 0.5 – 1 млн. ячеек, расчет одной скорости занял 24 часа. Таких расчетов необходимо выполнить от 4 до 6. Выполнение расчетов в более сжатые сроки возможно на компьютерах с большим количеством ядер.

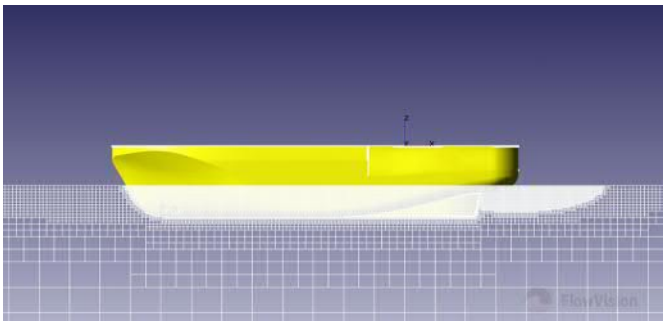


Рисунок 3 – Сетка области расчета

РЕЗУЛЬТАТЫ

При запуске расчета происходили ошибки, когда вода из гидролотка взлетала в воздух. Была найдена ошибка в задании начальных данных. Сделан вывод о проверке всех данных перед запуском программы.

При добавлении поверхности в программу возникали ошибки самопересечения, которая не давала возможность запускать расчет. Был найден подход при экспорте поверхности.

Для оценки результатов был выполнен пересчет из модельных данных в натурные с помощью excel (таблица 1). Он представляет собой таблицу для вставки исходных данных и автоматического получения буксировочного сопротивления натуры с графиком и проверкой сходимости.

Результаты численного моделирования пр.23470 по определению буксировочного сопротивления “голого” корпуса представлены в таблице 2.

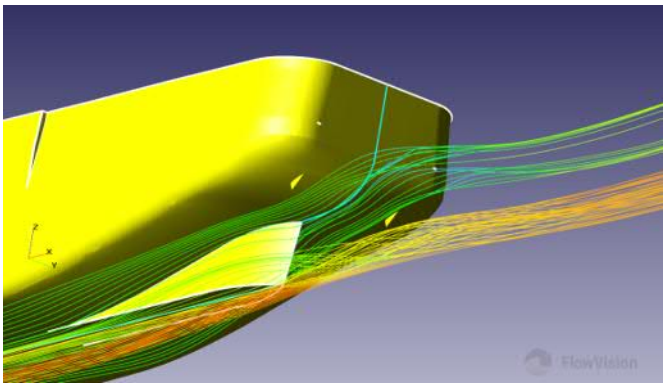
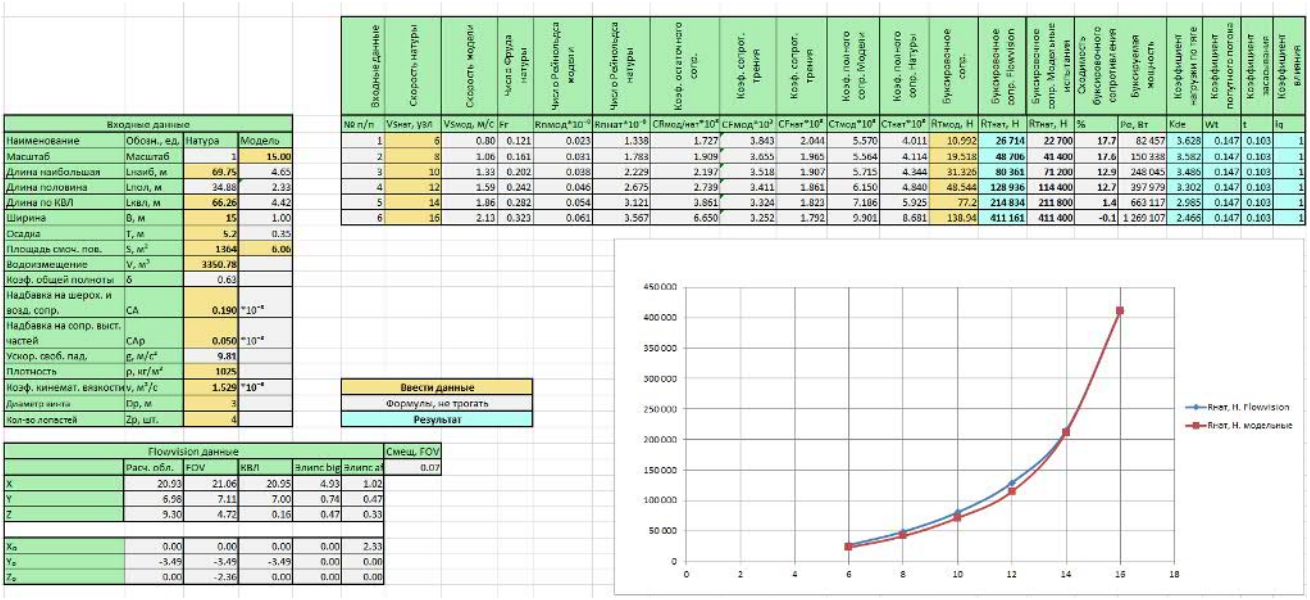


Рисунок 4 – Линии тока



Входные данные			
Наименование	Обозн., ед.	Натура	Модель
Масштаб	Масштаб	1	15.00
Длина наибольшая	Lнаиб, м	69.75	4.65
Длина половина	Lпол, м	34.88	2.33
Длина по КВЛ	Lквл, м	66.26	4.42
Ширина	B, м	15	1.00
Осадка	T, м	5.2	0.35
Площадь смоч. пов.	S, м²	1364	6.06
Водоизмещение	V, м³	3350.78	
Коэф. общей полноты	δ	0.63	
Надбавка на шерох. и возд. сопр.	CA	0.190	*10⁻³
Надбавка на сопр. выст. частей	CAp	0.050	*10⁻³
Ускор. своб. пад.	g, м/с²	9.81	
Плотность	ρ, кг/м³	1025	
Коэф. кинемат. вязкости	ν, м²/с	1.529	*10⁻⁶
Диаметр винта	Dp, м	3	
Кол-во лопастей	Zp, шт.	4	

Входные данные	Скорость натуры	Скорость модели	Число Фруда натуры	Число Рейнольдса модели	Число Рейнольдса натуры	Коэф. остаточного сопр.	Коэф. сопрот. трения	Коэф. сопрот. трения	Коэф. полного сопр. /модели	Коэф. полного сопр. натуры	Буксировочное сопр.	Буксировочное сопр. Flowvision	Буксировочное сопр. Модельные испытания	Сходимость буксировочного сопротивления	Буксируемая мощность	Коэффициент нагрузки потока	Коэффициент попутного потока	Коэффициент засасывания	Коэффициент влияния
№ п/п	Vsнат, узл	Vsмод, м/с	Fr	Rnмод*10⁻⁹	Rnнат*10⁻⁹	CRмод/нат*10⁴	CFмод*10³	CFнат*10³	Ctмод*10³	Ctнат*10³	Rtмод, Н	Rtнат, Н	Rtнат, Н	%	Pe, Вт	Kde	Wt	t	Iq
1	6	0.80	0.121	0.023	1.338	1.727	3.843	2.044	5.570	4.011	10.992	26 714	22 700	17.7	82 457	3.628	0.147	0.103	1
2	8	1.06	0.161	0.031	1.783	1.909	3.655	1.965	5.564	4.114	19.518	48 706	41 400	17.6	150 338	3.582	0.147	0.103	1
3	10	1.33	0.202	0.038	2.229	2.197	3.518	1.907	5.715	4.344	31.326	80 361	71 200	12.9	248 045	3.486	0.147	0.103	1
4	12	1.59	0.242	0.046	2.675	2.739	3.411	1.861	6.150	4.840	48.544	128 936	114 400	12.7	397 979	3.302	0.147	0.103	1
5	14	1.86	0.282	0.054	3.121	3.861	3.324	1.823	7.186	5.925	77.2	214 834	211 800	1.4	663 117	2.985	0.147	0.103	1
6	16	2.13	0.323	0.061	3.567	6.650	3.252	1.792	9.901	8.681	138.94	411 161	411 400	-0.1	1 269 107	2.466	0.147	0.103	1

Ввести данные
Формулы, не трогать
Результат

Flowvision данные						Смещ. FOV
	Расч. обл.	FOV	КВЛ	Влияс big	Влияс at	0.07
X	20.93	21.06	20.95	4.93	1.02	
Y	6.98	7.11	7.00	0.74	0.47	
Z	9.30	4.72	0.16	0.47	0.33	
X_o	0.00	0.00	0.00	0.00	2.33	
Y_o	-3.49	-3.49	-3.49	0.00	0.00	
Z_o	0.00	-2.36	0.00	0.00	0.00	

Таблица 2 – Результаты расчета пр.23470

Сравнение показало высокую точность по буксировочному сопротивлению Rt при числе Фруда 0.28 и выше, расхождения Rt составило около 1 %. Но заметное завышение расчетных данных на скоростях ниже числа Фруда 0.28, Rt составило 12 - 17%. Одной из причин завышения возможна особенность расчетной сетки, которая была построена с учетом максимальных амплитуд корабельных волн, наблюдаемых на высоких скоростях. Очевидно, что при меньших амплитудах часть подробной сетки не использовалась, и происходило определенное снижение точности расчетов.

Кроме численных результатов получены визуальные данные по картине обтекания судна (рисунки 3-5). Эти данные показали ровный поток в районе подруливающих устройств, завихрения в кормовой оконечности и хорошую картину давления воды без скачков на корпусе судна.

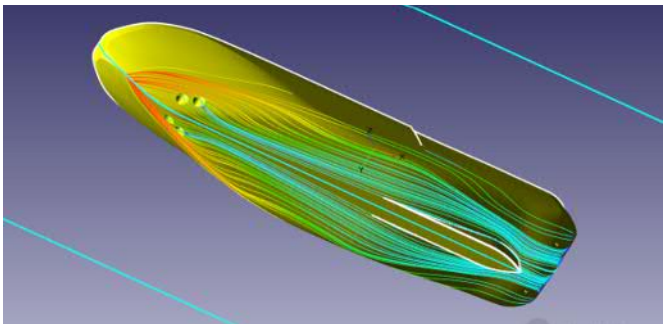


Рисунок 5 – Линии тока

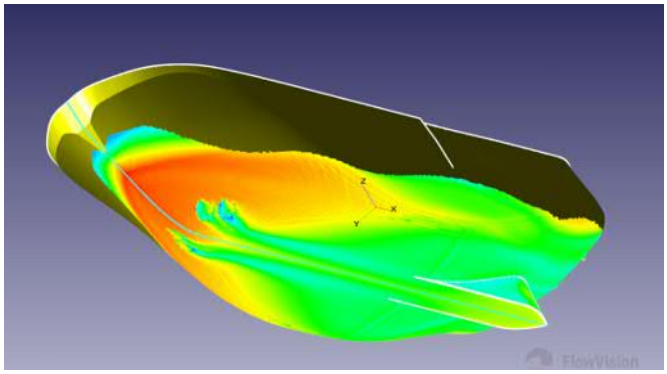


Рисунок 6 – Распределение давления

Аналогичным способом получены результаты буксировочного сопротивления пр. НЭС126 (таблица 3, рисунок 7), оно составило Rt=650 кН на 15 узлах. Вставив их в программу Propulsion, получены результаты мощности на винтах Ps= 9000 кВт. С учетом потерь сети, общесудовых потребителей и оптимальной работы дизель-генераторов общая суммарная мощность составит 15600 Квт. Выбрано 4 дизель-генератора мощностью 3915 кВт каждый.

Характеристики	**Натура**	**Модель 1:25**
Длина, м	127,1	5,08
Ширина, м	23	0,92
Осадка, м	23	0,32
Водоизмещение, м³	14875	1,5
Коэффициент общей полноты	0,66	0,66

Таблица 3 – главные размерения пр. НЭС 126

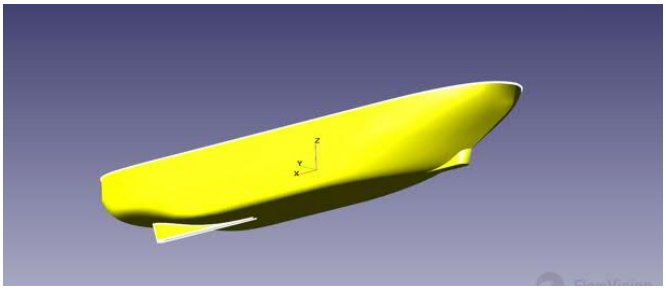


Рисунок 7 – пр. НЭС126

СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И МОДЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Сравнение двух способов дает нам возможность оценить преимущества и недостатки численного моделирования для получения полноты картины.

ВЫВОДЫ

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1) Проверка сходимости результатов с пр. 23470 показала хорошую сходимость на числах Фруда ≥ 0,28
2) Получен опыт использования программы и выработана методика работы, найдены пути оптимизации корпуса
3) Выполнен расчет буксировочного сопротивления для проекта НЭС126, получен результат и выбран двигатель
4) Планируется создание методики расчета для получения точных результатов на числах Фруда < 0,28
5) Применение средств вычислительной гидродинамики как показала эта работа позволяет существенно сократить временные и материальные затраты.

А.Г. БАЗЛОВА инженер-конструктор 1 категории

ИЗОЛЯЦИЯ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ. СНИЖЕНИЕ ВЕСОВОЙ НАГРУЗКИ

ВВЕДЕНИЕ

Проблема перегрузки судов и кораблей по статьям «достройки» не нова, с ней можно бороться по-разному – можно рассматривать варианты изготовления мебели из более легких материалов, минимизировать покрытия, уменьшить качество и количество изоляции.

В данном докладе рассматривается возможность уменьшения весов изоляции за счет смены материалов, уменьшения количества изоляции и применения новых проработок компании Rockwool.

ВИДЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗОЛЯЦИИ

В судостроении предъявляются высокие требования к материалам и конструкциям, касательно соответствия нормам безопасности, прописанным в международных законодательствах и правилах классификационных сообществ (PMPC, Lloyds Register of Shipping, DNV-GL и др.)

На протяжении эволюции изоляционных материалов повышается их качество, характеристики и долговечность.

В данный момент в России и за рубежом на верфях используются различные типы изоляции, из которых можно выделить, например:

- пенопласт;
- слоистые плиты;
- пробковые маты;
- маты/плиты из минеральной ваты;
- силикагель (для консервирования замкнутых корпусных конструкций);
- пенополиуретан и другие материалы.

Главными техническими требованиями к изоляции являются:

- негорючесть и огнестойкость;
- акустические характеристики;
- толщина;
- теплопроводность;
- механическая прочность,
- малый вес;
- простота и скорость монтажа;
- наличие сертификатов одобрения.

В основном сейчас предпочтения отдается плитам/матам из минеральной ваты, как более привычному материалу для судостроительных верфей.

ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Теплоизоляционные материалы, используемые при строительстве судов, должны сохранять свою эффективность в различных климатических условиях. Чаще всего применяются неорганические материалы, обладающие низким коэффициентом теплопроводности и гарантирующие высокий уровень пожарной безопасности. Если нет дополнительных требований к переборкам

и палубам, может использоваться отдельно от других материалов. Теплоизоляция, также, может применяться совместно с противопожарной и звукопоглощающей изоляцией.

На примере рассмотрим конкретный проект 11711, на котором в качестве тепловой изоляции используются плиты SeaRox SL 740. SeaRox SL 740 – мягкая гибкая плита, изготовленная из каменной ваты, поставляющаяся с различными покрытиями.

Типовой узел изоляции поверхности с набором изображен на рисунке 1

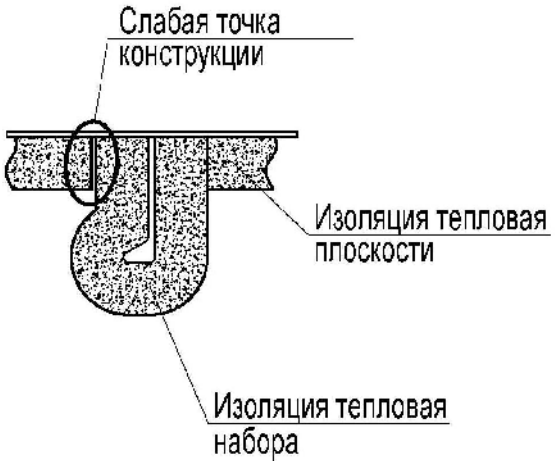


Рисунок 1

На рисунке видно, что существует некая «слабая точка конструкции» - место неплотного примыкания плит изоляции друг к другу, где в следствии может появиться конденсат.

Это возможно в труднодоступных местах, при сложных обводах корпуса, где изоляция неплотно прилегает друг к другу. Такие места проклеиваются специальной лентой, чтобы минимизировать тепловые потери. На практике это выглядит так, как на рисунке 2.

Рисунок 2

В качестве решения этой проблемы предлагаю рассмотреть в качестве тепловой изоляции, в труднодоступных местах и не только, пенополиуретан (ППУ).

Для зарубежного судостроения и кораблестроения пенополиуретан – активно осваиваемый материал. Российская практика широкого применения современных ППУ насчитывает всего несколько лет, однако и существующий опыт демонстрирует значительную экономию финансовых и временных ресурсов и повышение эксплуатационных свойств изолированной поверхности.

Наиболее перспективны новые напыляемые и заливаемые пенопласты, получаемые непосредственно на месте применения. Исходная смесь в помещениях на судне напыляется струей воздуха из пистолета-распылителя на изолируемую поверхность в виде пены; в рефрижераторных — заливается с помощью сопла через небольшое отверстие, высверливаемое в зашивке, в пространство между обшивкой корпуса и зашивкой изоляции, где она быстро вспенивается, формуется, сцепляется с изолируемой поверхностью и затвердевает. При этом исключаются трудоемкие работы по монтажу и креплению материала к изолируемой поверхности, значительно облегчается изолирование стенок сложной формы и повышается производительность труда.

Возможны варианты комбинированной изоляции при необходимости, например, лучших результатов звукопоглощения. В таких случаях под пену навариваются шпильки нужной длины и потом, после нанесения, монтируется звукопоглощающий материал.

Несомненными плюсами ППУ является то, что она не нуждается в дополнительной обработке, не требует крепления к изолируемой поверхности, к тому же отходы при изоляции корпуса минимальны.

На рисунке 3 представлен узел изоляции ППУ в районе набора.

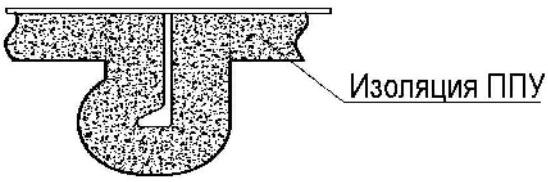


Рисунок 3

На рисунке 4 пример изоляции корпуса в реальных условиях.

Рисунок 4

В таблице 1 приведены данные с сайтов и каталогов поставщиков, из которых можно сделать вывод, насколько меньше по весам изоляция ППУ.

Тип изоляции	Плотность материала, кг/м3	Теплопроводность
Paroc marine slab 40	40	0,037
SeaRox SL720	32	0,036
Изолан А 110/2 С-М	40	0,022

Таблица 1

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

На пр. 11711 в качестве противопожарной изоляции использованы плиты SeaRox SL 620 компании Rockwool. Это хорошее традиционное решение, к тому же эти плиты показывают эффективные характеристики звукопоглощения.

У компании Rockwool на данный момент появился новый продукт в линейке противопожарной изоляции – серия SeaRox FB 6000. За счет уменьшения его плотности в результате предполагается снижение весовой нагрузки по пожарной изоляции.

В таблице 2 приведены сравнительные характеристики по данному вопросу.

Тип изоляции	Плотность, кг/м3	Огнестойкость
SeaRox SL620	100	A60
SeaRox FB 6040	60	A60

Таблица 2

ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЕ РАЗНЫМИ ТИПАМИ ИЗОЛЯЦИИ

На данный момент во многих помещениях на пр.11711 используется одновременно и противопожарная, и звукопоглощающая изоляция, но это является излишней мерой предосторожности. На рисунке 5 представлен применяемый сейчас узел и мы сразу видим, как много места занимает изоляция, при этом затрудняя проход кабелей, труб, увеличивая глубину зашивки.

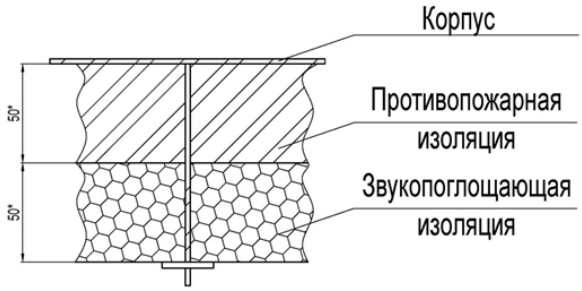


Рисунок 5

В таблице 3 приведено сравнение коэффициентов звукопоглощения всех типов изоляции, примененных на корабле, а так же плит SeaRox FB 6040.

Тип изоляции	Плотность, кг/м3	Коэффициент звукопоглощения
SeaRox SL 620	100	0,9
SeaRox FB 6040	60	0,9
SeaRox SL 740	40	0,75
SeaRox SL 440	150	0,75

Таблица 3

ВЫВОДЫ

- Возможна и необходимо в дальнейшем оптимизация применяемых изоляционных материалов;
- Существует возможность применения новых материалов в нежилых и труднодоступных помещениях
- Существует возможность применения сверхлегкой противопожарной изоляции
- Все вышеперечисленное поможет снизить весовую нагрузку и упростить монтаж изоляции на корабле

Е.А. МОСЯКОВА инженер-конструктор 3 категории

НАНЕСЕНИЕ СХЕМНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ КАБЕЛЕЙ НА ВСЮ ДЛИНУ НАРУЖНЫХ ОБОЛОЧЕК

Одним из направлений деятельности 42 отдела является разработка КД по обесточиванию для обеспечения мероприятий по борьбе за живучесть.

Руководство по борьбе за живучесть определяло термин «живучесть» как способность корабля противостоять боевым и аварийным повреждениям, поддерживать и восстанавливать свою боеспособность. При этом корабль понимается как совокупность экипажа, корпуса, вооружения и технический средств, а составными элементами живучести являются:

- непотопляемость, т.е. способность корабля оставаться на плаву;
- взрыво- и пожаробезопасность, т.е. способность корабля препятствовать выходу из строя в результате возникновения взрывов и пожаров;
- живучесть оружия и технических средств, т.е. способность технических комплексов сохранять и восстанавливать свои тактико-технические характеристики;
- защищенность личного состава, т.е. способность корабельных средств защиты исключать или ослаблять воздействие поражающих факторов на экипаж.

Борьба за живучесть корабля – это комплекс мероприятий, направленных на предупреждение, подавление, ослабление и ликвидацию источников и последствий поражающих воздействий.

Живучесть корабля и его составных элементов обеспечиваются:

- мероприятиями, осуществляемыми при проектировании, постройке и модернизации корабля;
- организационно-техническими мероприятиями, проводимыми в течение срока службы корабля;
- действиями личного состава при воздействии на корабль поражающих факторов.

Предлагаемая в данном докладе технология относится к мероприятиям, осуществляемым при проектировании и строительстве заказов, но способная в значительной степени оказать влияние на точность и оперативность действий экипажа при ликвидации повреждений кабельных трасс на корабле.

В соответствии с принятой технологией электромонтажа на кораблях и судах электрические кабельные связи между оборудованием (кабели) прокладываются в трассах с максимальной концентрацией для экономии пространства в условиях функциональной насыщенности и конструктивной ограниченности корабельных помещений. Кабельные трассы представляют собой пучок внешне одинаковых кабельных изделий, уложенных слоями (см. рисунок 1).

Основными нормативными документами в судостроительной отрасли, определяющими порядок выполнения электромонтажных робот, являются ГОСТ24040-80, ОСТ5Р.6066-75, ОСТ5Р.6161-79, КЛГИ.01285.00040.

Рисунок 1. Затяжка и укладка кабелей на заказе

Согласно ОСТ5Р.6161-79:

- магистральные кабели подлежат маркировке (указанию их индекса и номера по электрической схеме) при вводе в электрооборудование;
- маркировка местных кабелей не предусмотрена.

В исключительных случаях производится дополнительная маркировка местных кабелей при вводе в электрооборудование и маркировка магистральных кабелей у деталей узлов прохода через переборки/палубы. Транзитные участки кабелей (вне электрооборудования и деталей прохода) маркировке не подлежат. При этом следует отметить, что именно транзитные участки наиболее подвержены повреждениям, например, в результате внешнего воздействия на корабль (что особенно актуально для заказов ВМФ).

Основной проблемой при восстановлении работоспособности технических средств является то, что в смонтированной кабельной трассе, имеющей большое количество отводов кабелей из пучка, практически невозможно определить принадлежность проложенных кабелей к конкретным электрическим схемам. При ремонте кабельных трасс или отдельных кабелей, в случае их повреждения или когда необходимо произвести обесточивание кабелей в поврежденных трассах.

Для обесточивания требуется для каждого из кабелей определить его индекс и номер по электрической схеме, т.е. идентифицировать кабель. При выполнении ремонтно-восстановительных мероприятий для идентифицированного кабеля по эксплуатационной документации заказа можно установить:

- марку, жильность, сечение кабеля;
- приборы, между которыми кабель проложен;
- номер и наименование помещения, из которого осуществляется отключение кабеля;
- обозначение электрооборудования, с помощью которого кабель отключается.

Идентификация кабелей – это длительная и очень трудозатратная процедура, существенным образом влияющая на сроки восстановления технической готовности, сроки ремонтов и модернизаций заказов в судостроении. Для идентификации требуется полностью раскрепить кабельные трассы внутри помещений, входящих в зону повреждения, что фактически невозможно выполнить без демонтажа трубопроводов различных судовых систем, установленного оборудования и т.д. Зачастую, процедура идентификаций предусматривает нарушение целостности наружных оболочек кабелей и изоляции токоведущих жил (в том числе не поврежденных) для осуществления «прозвона» с целью подтверждения правильности идентификации. Все повреждения оболочек подлежат тщательному восстановлению для предотвращения нарушений герметичности отсеков и снижения общего уровня живучести в результате возможного перетекания жидкости и газов под оболочками кабелей (см. рисунок 2).

Рисунок 2. Сращивание кабелей

Требования ОСТ5Р.6161-79 по маркировке разработаны без учета современного уровня развития печатной техники и техно-

логий. В настоящее время на наружную оболочку большинства кабельных изделий при изготовлении наносится маркировка (марка, тип, бренд и т.п.). Наиболее распространённой технологией нанесения информации на оболочку кабельных изделий является использование каплеструйного принтера, устанавливаемого «на выходе» производственной линии по изготовлению кабельно-проводниковой продукции. Перед укладкой кабельного изделия на бухту, при помощи принтера наносится необходимая маркировка несмываемыми чернилами в виде повторяющихся символов на наружную оболочку по всей длине (см. рисунок 3).

Рисунок 3. Нанесение маркосечения на оболочку кабеля при помощи каплеструйного принтера

В дальнейшем, при подготовке работ, электромонтажное предприятие производит заготовительную операцию – нарезку кабелей. Данная операция заключается в разматывании кабельного изделия с бухты производителя и укладке отрезка нужной длины на технологическую бухту или барабан. При этом каждый кабель (отрезок) на концах маркируется временной технологической биркой с указанием соответствующего индекса и номера по электрической схеме. Использование принтера на этапе нарезки позволит дублировать информацию с технологической бирки (индекс и номер кабеля по электрической схеме) и наносить её на всю длину кабеля (см. рисунок 4).

Схемное обозначение кабеля, нанесенное на наружную оболочку, позволит легко идентифицировать кабель в трассе при проведении работ при строительстве заказов, в местах вероятных повреждений кабельных трасс в результате внешнего воздействия при эксплуатации корабля, а также при проведении плановых ремонтных работ и модернизаций.

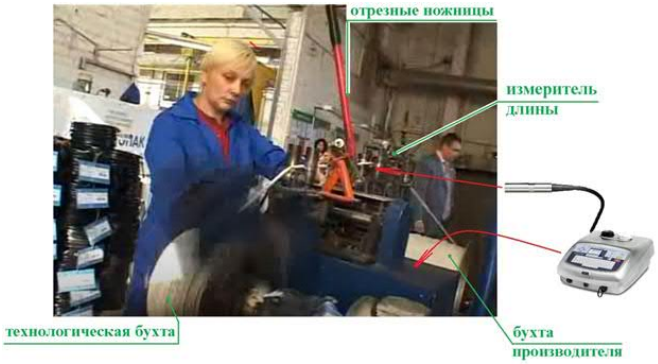


Рисунок 4. Участок нарезки кабельных изделий

Основными вопросами с точки зрения практической реализации данной технологии являются окраска кабельных трасс и работа с кабелями, имеющими наружные панцирные (защитные) или экранирующие оплётки.

Сначала стоит отметь рад важных факторов:

1. В соответствии с последними указаниями ВП МО РФ окраска кабельных трасс не производится, в связи с тем, что усыхание краски со временем приводит к растрескиванию наружных оболочек кабелей.
2. Абсолютное большинство марок кабелей, производимых с оболочками из современных материалов, имеют дополнительное покрытие (оболочку) экранирующих и защитных оплеток (см. рисунок 5).

Рисунок 5. Кабели с оболочкой поверх металлических оплеток

3. Абсолютное большинство кабелей иностранного производства также имеют оболочку поверх оплеток, т.к. применяемые за рубежом системы уплотнения ка-

белей (модульные и KVM) обеспечивают герметичность деталей прохода только при прокладке кабелей с гладкими поверхностями наружных оболочек.

4. Наружные металлические оплетки (плетенки) не являются коррозионностойкими. Поэтому коррозионностойкие кабели даже по ГОСТ 7866-76 имеют марки с поливинилхлоридными оболочками поверх металлических оплеток (см. рисунок 6).

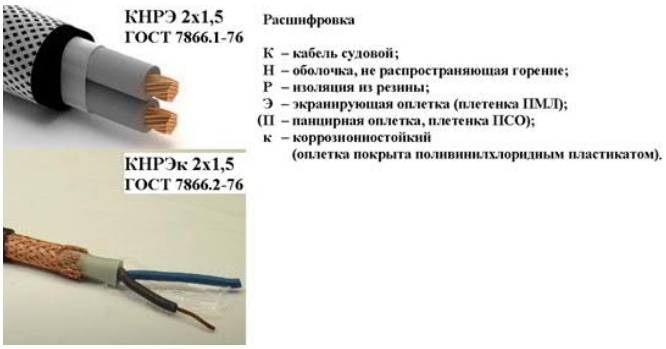


Рисунок 6. Сравнение кабелей по ГОСТ7866.1 и ГОСТ7866.2

5. Марки кабелей с наружными плетенками не могут применяться в помещениях контролируемой зоны на судах с ядерными реакторными установками, в связи с невозможностью произвести полную очистку и дезактивацию наружных оболочек таких кабелей от загрязнений.

Таким образом, внедрение предлагаемой технологии потребует:

1. От предприятия разработчика проекта:

- использовать при разработке принципиальных схем кабельные изделия имеющие оболочку поверх металлических оплеток;
- оговаривать в положениях технологии и сдачи электрооборудования по проекту (общих технических требованиях по электрочасти) необходимость нанесения маркировки схемного обозначение на кабели до надевания дополнительных плетенок типа ПСО или ПМЛ.

2. От электромонтажного предприятия:

- изменить СТП на работу участка нарезки кабельных изделий;
- произвести модернизацию производственных участков нарезки кабельных изделий.

В заключении просим руководство АО «Невское ПКБ» рассмотреть наше предложение и, в случае положительного заключения, разрешить оформить его как проект производственной системы по модернизации техники и технологии при проектировании, строительстве, ремонте и эксплуатации кораблей и судов в рамках АО «ОСК».

М.А. ПАВЛОВСКИЙ инженер-конструктор 3 категории

ОБЗОР CAE «FIDESYS». ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИИ ПАЛУБЫ

ОБЗОР CAE «FIDESYS»

CAE (Computer-Aided Engineering) – это программное обеспечение, которое позволяет перейти от дорогих классических моделей тестирования (краш-тесты, эксперименты в лабораториях, полевые испытания) к моделированию в цифровой среде и позволяет создать виртуальную копию физического объекта.

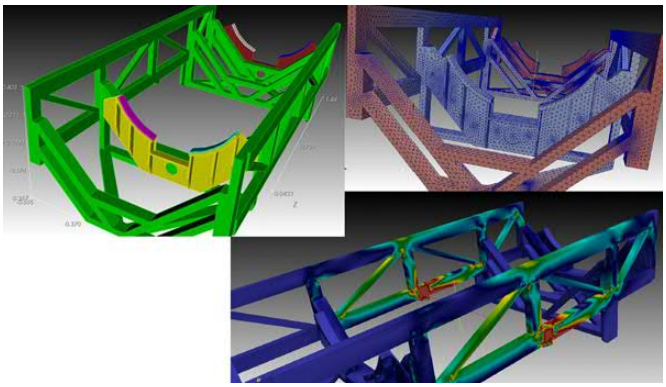


Рисунок 1. Пример модели в CAE «FIDESYS»

Прежде всего, необходимо создать 3D-модель объекта. После этого можно применять различные нагрузки, давления, сжатия или любые другие физические процессы, которые влияют на качество продукта (например, прочность) в реальном мире.

CAE программы предоставляют возможность выполнять миллионы тестов в виртуальной среде с разнообразным набором входных параметров, вместо ограниченного количества тестов в классической модели тестирования.

Компания «Фидесис» – российская компания по разработке программного обеспечения. Она занимается разработкой универсального программного комплекса нового поколения для высокоточных прочностных инженерных расчётов с использованием нового поколения численных методов. CAE «FIDESYS» уже используется в машиностроении, горнодобывающей, нефтяной и газовой промышленности. Компания имеет статус резидента инновационного центра «Сколково» и является членом NAFEMS – международного агентства по методам конечных элементов и стандартизации. Тестирование CAE «FIDESYS» выполнено в строгом соответствии со стандартами NAFEMS.

Процесс анализа состоит из трёх этапов:

1. Препроцессор – построение модели,

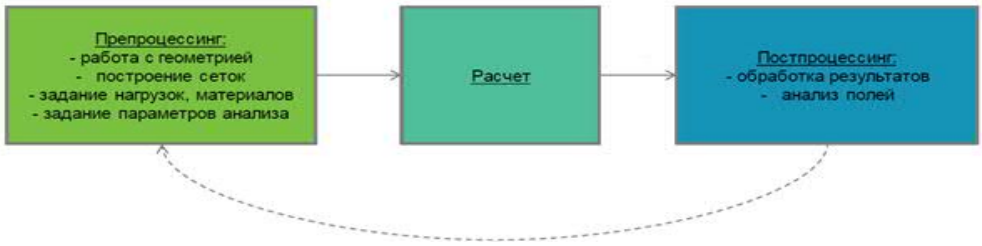


Рисунок 2. Процесс работы с объектом в CAE «FIDESYS»

задание параметров конечно-элементной сетки, задание нагрузок и граничных условий.

2. Расчёт.

3. Постпроцессор – оценка полученных результатов.

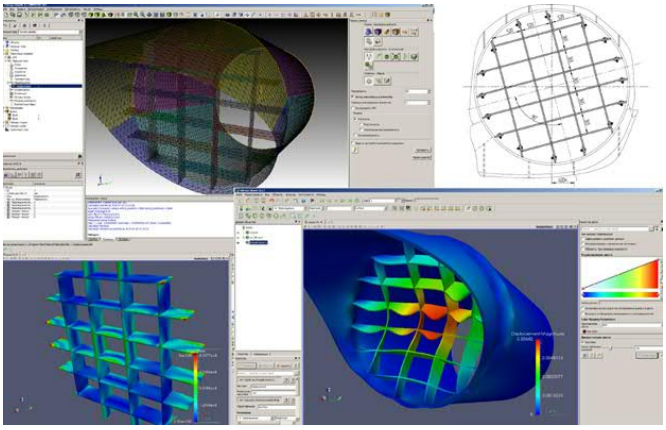


Рисунок 3. Статический анализ ледовой нагрузки в CAE «FIDESYS»

Преимущества CAE «FIDESYS»:

- Высокая точность и скорость вычислений
- Гибкий построитель геометрии сеток
- Большое число поддерживаемых CAD-форматов
- Низкие аппаратные требования
- Возможность использования облачной версии

Недостатки CAE «FIDESYS». Ввиду малого времени использования программы был выявлен лишь один недостаток – отсутствие среди предлагаемых сечений балок полособульбового профиля. Однако, этот недостаток несущественен для расчётов так как вышеуказанный профиль можно заменить угловым профилем со сходными прочностными характеристиками.

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИИ ПАЛУБЫ

Цель исследования: Обзор возможности автоматизации построения моделей балок и палуб в CAE «FIDESYS».

Модели используемые в нашей работе можно условно разделить на две категории:

- Простые – балки, палубы.
- Сложные – уникальные модели сложных конструкций (створка НВУ) или модели состоящие из нескольких более простых (секция).

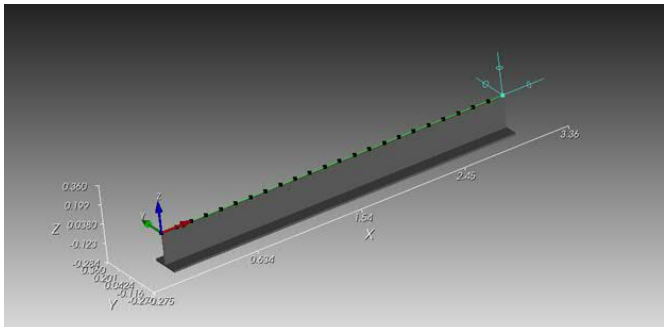


Рисунок 4. Простая модель

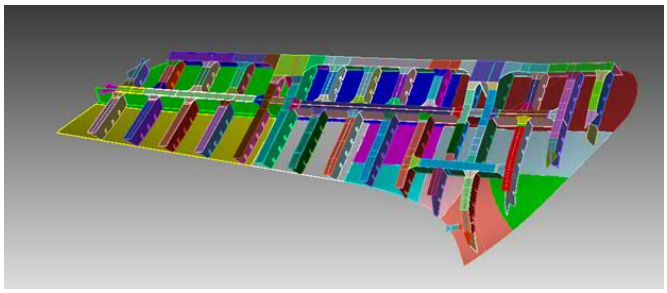


Рисунок 5. Сложная модель

В случае сложных моделей автоматизация построения модели с возможностью изменения параметров представляется трудновыполнимой. Намного проще такие модели строить, корректировать и импортировать из CAD-систем, например SolidWorks или Catia.

С другой стороны именно процесс построения простых моделей можно автоматизировать. Для достижения этих целей в процессе данной работы были разработаны два макроса:

- макрос для построения балки:

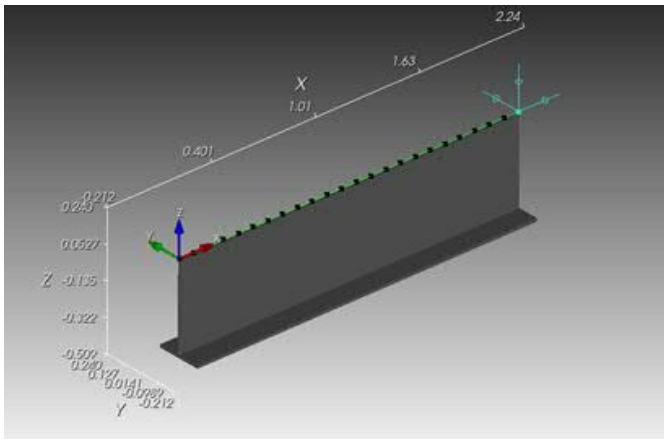


Рисунок 7. Результат построения балки после изменения параметров её длины и высоты

- макрос для построения палубы:

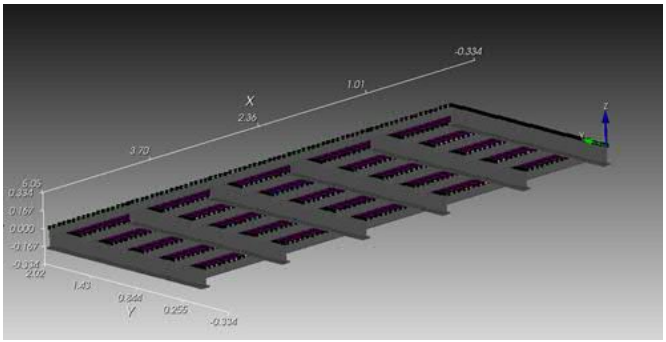


Рисунок 9. Результат построения палубы

В ходе разработки макросов удалось автоматизировать геометрическое построение простых моделей и задание граничных условий. Однако пока не удалось автоматизировать приложение нагрузок к конструкциям. Это связанно с тем, что изначально в программе предлагается прикладывать нагрузки к узловым точкам конечных элементов или к поверхностям. Положение такой точки зависит от размеров модели и заданной точности построения сетки, что приводит к невозможности приложения нагрузки в произвольной точке. Однако программа предлагает решение, состоящее в создании отдельной точки в пространстве. К данной точке будет приложена нагрузка, действующая на конструкцию, а между конструкцией и точкой будет создана связь, позволяющая осуществить передачу нагрузки. Возможность автоматизации построения данной точки будет выяснена в дальнейшем.

На данный момент предполагается следующая схема работы с простыми моделями в CAE «FIDESYS» при использовании разработанных макросов:

1. Задание начальных параметров конструкции в файле макроса.
2. Построение конструкции в программе CAE «FIDESYS».
3. Приложение необходимых нагрузок или добавление дополнительных граничных условий.
4. Выбор параметров расчёта и его запуск.
5. Анализ результатов.

Как видно из этого перечня от пользователя требуется знание основных функций программы CAE «FIDESYS». И если всё вплоть до запуска расчёта можно теоретически включить в макрос, то анализ результатов проводится в отдельной программе, что исключает возможность автоматизировать выдачу результатов.

Итог: в ходе работы выяснена возможность автоматизации процессов расчёта конструкций в CAE «FIDESYS». Такая возможность имеется, однако её перспективы пока не определены: с одной стороны создание подобных макросов сильно упрощает процесс расчёта простых конструкций, а с другой встаёт вопрос о необходимости проведения таких расчётов в CAE «FIDESYS». Всё же подобные программы используются в основном для расчётов сложных конструкций и вероятно гораздо проще посчитать ту же балку по общепринятым формулам, чем считать её с применением метода конечных элементов.

И.Е. ТИТОВ инженер-конструктор 3 категории
А.А. КАРПОВ начальник сектора

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВЕТОСИГНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБОРУДОВАНИЯ НА КОРАБЛЯХ ВМФ

Эту задачу выполняет светосигнальное оборудование, позволяющее летчику более уверенно ориентироваться в пространстве и выдерживать требуемую траекторию посадки (глиссаду), тем самым напрямую влияя на безопасность полетов. Ведь огни корабля – это первое, что визуально наблюдает пилот при посадке. В случае, если информативность огней будет нарушена или глиссада будет ошибочной, то летательный аппарат просто разобьется. Именно поэтому наличие данного компонента так важно на кораблях с авиационным вооружением.

Наша задача – оценить применяемую на сегодняшний день элементную базу светосигнального оборудования, понять, где на предыдущих проектах были недочеты, наметить перспективы развития отрасли и определить какую роль Невское ПКБ может сыграть в этом вопросе.

Светосигнальное оборудование в основном состоит из двух видов:

- оптические системы посадки (ОСП);
- комплексы светосигнального оборудования (КССО),

Они, в свою очередь, делятся по назначению на комплексы для вертикального и горизонтального взлета/посадки ЛАК.

ОСП

ОСП значительно облегчает посадку, обеспечивает уверенное выдерживание пилотом оптимальной траектории снижения (глиссады) и требуемую точность посадки ЛАК для зацепления гаком за тросы аэрофинишеров. В качестве примера можно привести ОСП «Луна-3М», которая устанавливается в настоящее время на проекте 11435.

ОСП для ЛАК с вертикальным взлетом и посадкой обеспечивают летчика информацией о заданной глиссаде и отклонению от нее, о линии горизонта, о крене корабля, бортовой качке и вертикальном перемещении ВППл. В качестве примера можно привести комплекс ОСПВ «Палубник-1» (рисунок 1), устанавливаемый на кораблях проекта 11711.

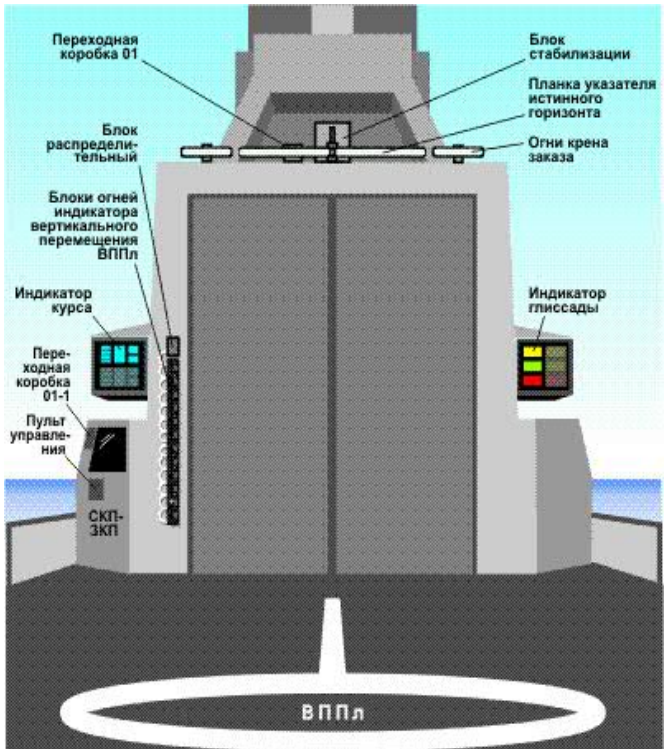


Рисунок 1 - ОСПВ «Палубник-1»

КССО

Комплексы светосигнального оборудования предназначены для обеспечения светосигнальной информации при взлете и посадке ЛАК на корабль, световой маркировки полетной палубы в темное и сумеречное время суток, освещения полетной палубы корабля при производстве на ней технического обслуживания и других работ.

Основным видом КССО в этой области в последние годы стал комплекс «Тюльпан-В1» разработки ООО «ИЦ «Электролуч». Изначально комплекс разрабатывался в конце 90-х – начале 2000-х для кораблей проекта 956Э ВМС Китая и затем был внедрен и на кораблях отечественного флота. Но к настоящему времени, применяемая в те годы элементная база уже сильно устарела. Это касается и оптической системы подсветки палубы.

Ниже представлена фотография посадки вертолета на палубу на заказе 11711 со стороны руководителя полетов (рисунок 2).

Рисунок 2 – Посадка вертолета ночью

Как мы видим, даже при нахождении вертолета на расстоянии 20-30 метров его контуры не прослеживаются. Происходит некоторая засветка и ослепление руководителя полетов. Все это отрицательно влияет на безопасность посадки.

НОВЫЕ КССО

На данный момент несколькими предприятиями ведется разработка новых КССО.

Новые комплексы имеют в своем составе приборы с современными техническими решениями, которые позволят устранить недостатки КССО предыдущего поколения.

Вот требования, предъявляемые к разрабатываемым комплексам на сегодняшний день:

- применение светодиодов для улучшения восприятие огней;
- возможность настройки яркости;
- применение защитных козырьков на осветительных приборах и возможность регулировки углов наклона для исключения засветки и ослепления руководителя полетов и личного состава на палубе;
- обеспечение светомаскировки

СВЕТОМАСКИРОВКА

Светомаскировка – один из ключевых факторов обеспечения эффективности действия кораблей особенно, если речь идет о десантных кораблях. Скрытное развертывание авиагруппы и возврат вертолетов для повторных вылетов необходимо, например, для высадки диверсионных групп, обеспечивающих первичный захват ключевых точек обороны и удержания плацдарма в зоне высадки до подхода основных сил.

Возможность подсвета палубы не ярким ослепляющим белым светом, а синим, в нужном спектре, позволит личному составу и летчикам работать более комфортно в ночных или сложных метеоусловиях (рисунок 3).

Рисунок 3 – Подсветка палубы синим светом

Вместе с тем необходимо ограничить диапазон видимости посадочных светосигнальных огней, чтобы их было видно только с ракурса ЛАК, заходящего на посадку.

ОСВЕЩЕНИЕ В ПОСТАХ

Также необходимо изменить подход и к общему проектированию. Так, например, в СКП-ЗКП, да и в других боевых постах, а также помещениях с выходом на полетную палубу разместить светильники красного света с возможностью регулировки яркости. Это требование исходит из того, что личный состав при переходе из одного уровня освещенности в другой не будет на некоторое время слепнуть. В данный момент на заказе № 303 проекта 11711 устанавливаются такие светильники, но регулировка яркости при этом не предусмотрена.

ОЧКИ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Для обеспечения лучшей светомаскировки также может быть использован режим инфракрасного излучения светосигнальных приборов с применением очков ночного видения для посадки в темное время суток (рисунок 4).

Рисунок 4 – Очки ночного видения

На данный момент опыт использования таких очков выявил некоторые недостатки при эксплуатации. Все дело в том, что пилоты, одевая прибор ночного видения (ПНВ), резко сужают обзор видимости - это все равно, что смотреть в бинокль с фокусировкой на конкретный объект. Очевидно, что при поиске и поражении целей в зависшем положении это оправдано. Возможно, это будет полезным при поиске своего корабля и подлете к нему. Но окончательная посадка должна производиться, на наш взгляд, без них. Это мнение поддерживают представители МА ВМФ, 5 НИУ (МАТ) НИИ К И В ВМФ ВУНЦ ВМФ «ВМА», ГЛИЦ МО РФ.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСАДКИ

В целом, к проблематике посадки вертолета на палубу необходимо подходить комплексно. Обратимся к зарубежному опыту.

На современных кораблях иностранных ВМС в настоящее время усиленно развивается возможность создания синтетического зрения с формированием у пилота на нашлемном прицеле, либо на многофункциональном индикаторе (МФИ) в кабине информации о пространственном положении вертолета над кораблем.

Т.е. при наличии на корабле специальных маяков ведется отображение взаимного расположения вертолета и корабля, что позволяет пилоту более уверенно чувствовать себя при посадке.

А в сочетании с устройством принудительной посадки и фиксации, в перспективе позволит практически полностью автоматизировать посадку вертолета в сложных метеоусловиях.

Если рассматривать развитие нашего флота, то эта задача также должна решаться комплексно с развитием светосигнального оборудования.

Т.е. при использовании приводных маяков, наша страна так же, как и зарубежные сможет реализовать возможность посадки в полуавтоматическом режиме, когда система будет выдавать данные на индикаторы лобового стекла (ИЛС) или нашлемные приборы. При посадке летчику необходимо будет лишь удерживать машину на курсе и глиссаде. Система будет сама анализировать параметры качки, возможно, с некоторым упреждением, постоянно внося соответствующие поправки в выдачу данных на экран.

В условиях ограниченной видимости на нашлемные приборы даже может быть сформировано смоделированное изображение контуров корабля.

Также может быть реализована автоматическая посадка с использованием инфракрасных датчиков и приводных маяков, которая будет работать в комплексе с системой принудительной фиксации типа «Гарпун» (рисунок 5), при условии её внедрения на отечественных вертолетах.

Но это задача уже среднесрочной или долгосрочной перспективы.

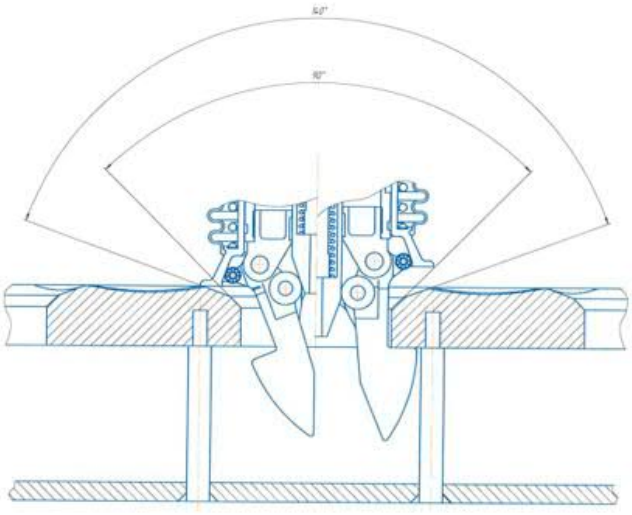


Рисунок 5 – Система принудительной фиксации типа «Гарпун»

Подытожим все вышесказанное, сформировав ключевые принципы, которые должны быть заложены в основу развития светосигнального оборудования и его применения на кораблях:

1) Во первых, КССО и ОСПВ должны стать единым интегрированным комплексом или системой. Определенные шаги в этом направлении делаются АО «Невское ПКБ» на заказе 303 проекта 11711 – как мы знаем, производится внедрение управления КССО и ОСП в интегрированный пульт руководителя полетов (ИПРП), однако это только первый шаг.

2) Во вторых, необходимо обеспечить возможность регулировки угла наклона осветительных приборов в период пуско-наладки и эксплуатации прямо из СКП-ЗКП с помощью электромеханического привода;

3) Также необходимо обеспечить возможность изменения цвета и регулировку яркости освещения палубы в зависимости от оперативно-тактической обстановки.

4) Использовать рабочее освещение в постах с выходом на полетную палубу для обеспечения лучшей светомаскировки.

5) Рассмотреть применение инфракрасного режима светосигнального оборудования на этапе поиска и подлета к кораблю с использованием очков ночного видения;

6) Следующий шаг, это уже реализация системы синтетического зрения и автоматизация посадки.

Данные требования могут быть применены не только для комплексов вертикального взлета/посадки, но и для комплексов горизонтального взлета/посадки ЛАК (за исключением применения очков ночного видения).

Следуя перечисленным принципам, Невское ПКБ станет не только тем, кто применяет на своих проектах новейшее оборудование и реализует весь его потенциал, но и тем, кто задает направление развития данной отрасли, что заметно выделит наше бюро среди остальных проектантов и повысит привлекательность наших проектов как для отечественных заказчиков, так и для экспортного рынка.

А.А. НЕКЛЮДОВ инженер-конструктор 2 категории

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПО ВЫПУСКУ ДОКУМЕНТАЦИИ В ОТДЕЛЕ ДОСТРОЙКИ

Как мы все знаем процесс постройки корабля (судна) очень сложный и долгий, а так же требует множество решений задач различного рода.

Рассмотрим один из таких процессов, а именно разработка рабочей конструкторской документации в отделе достройки. В связи с большой загрузкой в отделе достройки, работать в прежнем режиме крайне сложно и для ускорения выпуска рабочей конструкторской документации требуется постоянное внимание к производственным процессам.

Предлагаю рассмотреть инструменты по ускорению выпуска рабочей конструкторской документации.

1. Рассмотреть и внедрить систему Канбан для пр. 11711, 22220 и др.
2. Производить картирование процесса разработки РКД.
3. Проводить постоянное обучение по бережливому производству всех сотрудников.
4. Проводить ежедневные совещания с коллективом, 15 минут на ногах.
5. Написать инструкции по каждой специализации внутри отдела.
6. Проводить совещание один час в неделю со смежными отделами.

Рассмотрим внедрение системы Канбан (точно вовремя) доска в отделе достройки.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОТОКА ЗАДАЧ.

Пример доска Канбан.

Доска Канбан имеет очень простую логическую структуру она всегда имеет основные три зоны «ПЛАН (ЗАДАЧА», «В РАБОТЕ», «ЗАВЕРШЕНО».

КАРТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ РКД.

Карта потока создания ценностей.

С помощью этого простого инструмента можно наглядно изобразить поток создания ценности, включая изображения всех ненужных шагов при исполнении работ, которые не несут пользы.

Процесс раскладывается по этапам, от его начала и до конца вырисовывается воображаемый поток – от входных данных до окончания всей работы. Наглядное изображение помогает уже на первом этапе составления карты процессов сгенерировать идеи для улучшения, просто глядя на получающуюся картинку.

Перенос реальных действий в ходе выполнения работ на бумагу может позволить увидеть их все – как приносящие пользу бюро, так и неэффективные. От таких ненужных действий впоследствии и надо избавляться.

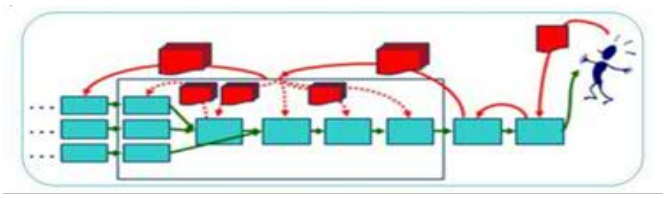


Рисунок 1 - Картирование потока создания ценностей

ПРИМЕНЕНИЕ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПОСТОЯННОЕ ЕГО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ.

Так как бережливое производства это как «бездонная бочка» нужно изучать постоянно и непрерывно.

Рисунок 2 - Бережливое производство

ПРОВОДИТЬ ЕЖЕДНЕВНЫЕ СОВЕЩАНИЯ С КОЛЛЕКТИВОМ, 15 МИНУТ НА НОГАХ.

Ежедневные короткие совещания позволяют сэкономить время руководителя за счёт того, что оперативная информация передается коротко и локально всем сразу, а не каждому сотруднику по очереди.

Для скорости имеет смысл назначать совещания перед обедом. Устраивать 15-минутные летучки ровно в полдень, это мотивирует сотрудников излагать свои мысли кратко и внятно.

НАПИСАТЬ ИНСТРУКЦИИ ПО КАЖДОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ ВНУТРИ ОТДЕЛА.

Данное внедрение позволит, обеспечит быстрое перераспределение задач внутри отдела, по выпуску рабочей конструкторской документации.

СОВЕЩАНИЕ СО СМЕЖНЫМИ ОТДЕЛАМИ.

Для создания потока ценностей (картирование) предлагаю создать совместно со смежными отделами группу людей для построения потока задач по пр. 11711, пр. 11435, пр. 22220.

Так же необходимо проводить совещание один час в неделю, к примеру, в четверг с 15:30-16:30.

В заключении. Для оптимизации процесса по выпуску РКД, необходим комплексный подход, включающим оптимизацию всех процессов, связанных с выпуском рабочей конструкторской документации, а так же изменение образа мышления и поведения сотрудников и за всем этим стоит внедрение бережливого производства.

Т.А. СУХОВА инженер-конструктор 3 категории

РАЗВИТИЕ НОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ ПО СИСТЕМАМ ОСВЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРОЕКТОВ БЮРО

Долгое время после появления светодиодных источников света самым значительным их преимуществом считалось увеличение энергоэффективности и сокращение затрат.

Однако, сегодня во всем мире и в России происходит интеграция светодиодного освещения и «умных» устройств, что уже сейчас формирует будущее или, как сегодня это явление называют социологи, продолженное настоящее. Преимущество таких систем состоит в том, что для их разработки не требуется модернизация физического облика объектов и аппартуры, моди-фикацию можно проводить на уровне программного обеспечения и устройства схем систем управления. В настоящее время существуют автоматизированные и автоматические системы, как проистекает из названий, первый вариант – это управление интегрированными системами типа «умный дом» под руковод-ством человека, а второй вариант – это полностью самостоятельные, автономно существующие системы, где роль человека состоит только в периодических проверках исправности.

Не смотря на активное развитие рынка «Интернета вещей», многие достижения всё ещё остаются теоретическими проектами из-за отсутствия потенциальных заказчиков и других ограничений. Безусловно, в отрасли судо-строения также есть свои специфические ограничения на использование систем типа «умный дом», в частности, это касается заказов ВМФ.

Мы рассмотрели несколько вариантов в области проектирования судового освещения: от тех, которые с разной степенью вероятности можно осуществить уже сегодня, до тех, которые пока являются сложнореализуемыми.

Сначала рассмотрим наиболее близкие к осуществлению проекты.

1. Проработка варианта объединения схем белого и синего наруж-ного освещения в единую схему (планируется к осуществлению на будущих проектах бюро).

Экономическая эффективность: экономия до 50% на закупке светильников и кабельной продукции, экономия времени при разработке схем (выпускается одна схема вместо двух), уменьшается нагрузка на разработчиков ЧКП (осветительного оборудования вдвое меньше).

Суть проекта: схемы освещения белого и синего света объединяются в одну схему посредством отказа от использования светильников по отдельности (белый свет отдельно от синего света) за счет применения светильников в которых совмещены светодиодные матрицы синего и белого света. Светильники одной схемы работают в двух режимах, переключение по сигналу с пульта управления судном или щита (пульта) управления освещением.

Преимущество данного проекта заключается в том, что на любом проекте корабля (судна) схемы наружного освещения белого и синего света могут быть объединены в одну схему с получением экономической эффективности, ранее такой вариант схе-

мы наружного освещения на проектах АО «Невское ПКБ» не прорабатывался.

В настоящее время над разработкой двухрежимных светильников белого/синего света работает АО «НПЦ «НИИ Микроприборов», светильники данного поставщика-производителя будут иметь приемку МО РФ.

2. Диммирование светильников общего освещения в каютах и кубриках корабля (судна).

Экономическая эффективность: реализация требований АХП, в том числе, повышение параметров обитаемости, создание наиболее благоприятных условий; снижение потребления электроэнергии на корабле (судне).

Суть проекта: расширение областей реализации технологии диммирования общего (основного) освещения в рамках улучшения условий жизни для личного состава на корабле (судне).

Такой вариант освещения пространства удобен тем, что позволяет регулировать уровень освещенности в каюте в разное время суток. Например, вечером можно использовать более приглушённый свет, это очень удобно для освещения кают и кубриков, так как именно в этих пространствах использование только светильников местного освещения (прикроватных) может быть недостаточно для комфортного и, одновременно, неяркого освещения (до 3000 К, до 500 лм) пространства. Таким образом, создаётся наименьшее количество па-дающих теней (тёмных пятен) в пространстве, а глаза человека «отдыхают».

На сегодняшний день уже спроектирован и внедрен вариант установки светильников со стационарными диммерами-выключателями на проек-те АО «Невское ПКБ» 00216М, в качестве поставщика-производителя светильников под надзором Российского морского регистра судоходства выступала фирма ООО «СудоСвет», г. Нижний Новгород (рисунок 1).

Также в настоящее время над разработкой диммируемых светильников с приемкой МО РФ работает АО «НПЦ «НИИ Микроприборов».

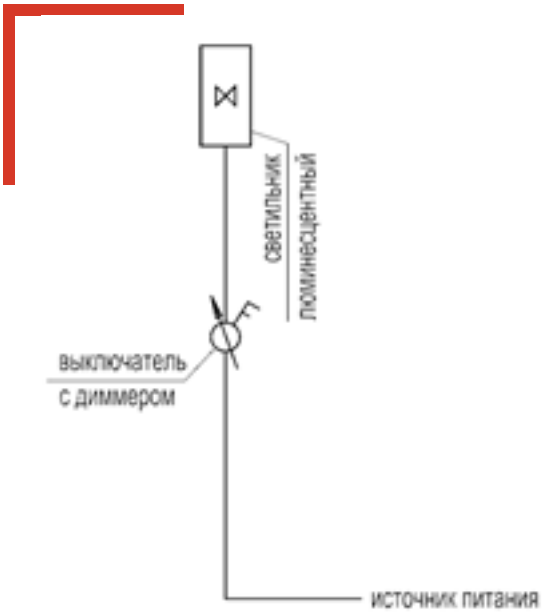


Рисунок 1 - Схема подключения светильника от выключателя с диммером

Далее перейдём к рассмотрению проектов освещения пространств кораблей и судов, которые пока не осуществлялись на судах и кораблях ВМФ РФ.

Будущие проекты потребуют нового подхода и новых решений: со-вершенствуются сами проекты кораблей, их корпус, системы живучести, плавучести, системы обеспечения энергетических установок и обслуживания. В таких обстоятельствах новые подходы коснутся, в том числе, систем освещения на судах и кораблях.

Основная проблема в этой области на данный момент – это отсутствие современного оборудования и светильников с приемкой МО РФ и изготавливаемых под надзором Российского морского регистра судоходства. Однако, работы в этой области ведутся, и производители стараются занять желаемые ниши, поэтому существует необходимость продумывать проекты для будущего внедрения в освещение кораблей и судов.

3. Автоматическое включение и выключение декоративного освещения коридоров, отображенных в архитектурно-художественном проекте.

Экономическая эффективность: реализация требований АХП, в том числе, повышение параметров обитаемости, создание наиболее благоприятных условий; снижение потребления электроэнергии на корабле (судне) за счёт использования светильников с более низкими потребляемыми мощностями.

Суть проекта: для реализации комфортных условий на судах и кораблях дизайнеры стремятся сделать их жилое пространство более уютным. Дизайнеры предлагают архитектурно-художественные решения для судов и кораблей с применением достаточного большого количества местного освещения. В действительности, это актуальный подход к решению проблем со зрением и накопленной усталостью глаз современного человека, в вечернее время врачи рекомендуют снижать общую освещенность жилых пространств и про-странств для отдыха, а также использовать более тёплый спектр освещения (менее 3500 К).

В то же время, мы бы хотели заметить, что, установка настенных бра в коридорах кораблей, которые выполняют определенные боевые задачи, может быть неактуальна с точки зрения назначения такого корабля. Более подробно этот вопрос необходимо прорабатывать с военным представительством. Однако, такой проект точно мог бы быть актуальным для гражданских судов.

В случае осуществления концепции на военном корабле можно предусмотреть выключение настенных бра и включение светильников основ-ного освещения в коридорах по срабатыванию тревоги/сигнализации. Эта задача может решаться посредством контроллера, от которого подключаются светильники.

В коридорах корабля (судна), которые находятся рядом с жилыми помещениями дизайнеры могут располагать настенные бра для достижения более «мягкого» и равномерного освещения пространства. Управление местным освещением коридоров может осуществляться в вариантах:

- управление контроллером (контроллер Fastwel или Broadlink) с использованием стационарной/дистанционной панели управления при настройке счетчика времени так (программировать контроллер можно при помощи программы Codesys), чтобы светильники местного освещения работали только в вечернее и ночное время, а светильники общего освещения работали в утренние и дневные часы; система дублируется стационарными ручными выключателями (рисунок 2);

- управление контроллером с использованием стационар-ной/дистанционной панели управления так, чтобы при ручном включении светильников дневного (общего) освещения автоматически выключалось местное освещение; система дублируется стационарными ручными выключателями.

В качестве поставщика контроллеров может выступать фирма

Fastwel, г. Москва. Фирма занимается вопросом проектирования и поставки коммутаторов и контроллеров для нужд судостроения с применением импортозамещающих технологий.

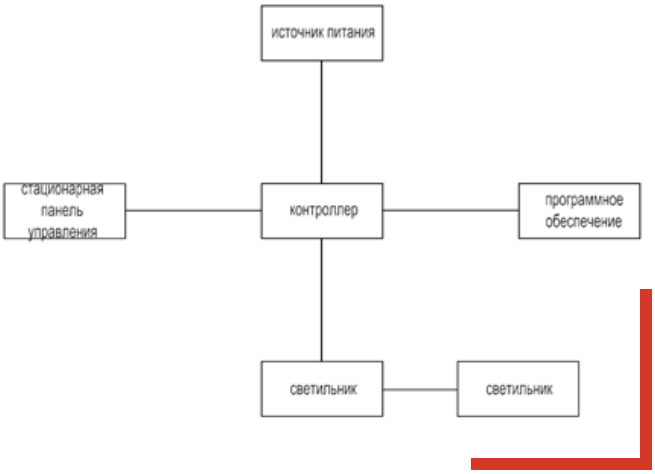


Рисунок 2 - Схема общая управления освещением через контроллер

4. Управление светильниками общего освещения в жилых помещениях (каютах и кубриках корабля (судна)).

Экономическая эффективность: реализация требований АХП, в том числе, повышение параметров обитаемости, создание наиболее благоприятных условий; снижение потребления электроэнергии на корабле (судне) за счёт использования светильников с более низкими потребляемыми

мощностями. Суть проекта: этот проект имеет отношение к пункту 2 данной работы. В данном случае, рассматриваем управление освещенностью помещения более расширенно.

Варианты управления светильниками общего и местного освещения кают могут быть различными:

1) вариант управления освещением при помощи пульта дистанционного управления светильниками в каюте/кубрике; вероятно, такой вариант более предпочтителен для кают, так как, в них отдыхает меньшее количество людей; на одно помещение предполагается один пульт управления, который члены экипажа, проживающие в данной каюте, могут хранить в том месте помещения, где это для них удобнее или перемещать. При таком варианте управления светильниками можно также использовать более функциональные светильники, то есть с большим диапазоном функций, так это могут быть не только светильники с регулировкой яркости (люкс) освещения, но и светильники с регулировкой теплоты (К, Кельвинов) освещения (рисунок 3);

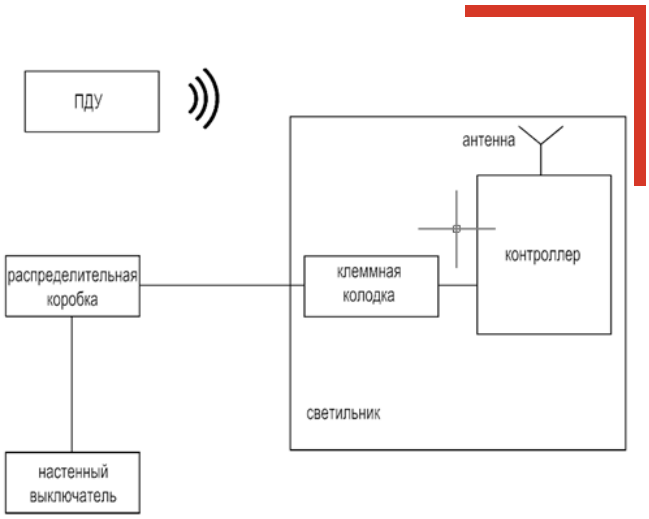


Рисунок 3 - Схема общая управления светильником через ПДУ (пульт дистанционного управления)

2) вариант управления освещением при помощи планшета/ стацио-нарного пульта управления, подключенного к контроллеру. Контроллер управляется при помощи программного обеспечения (рисунок 2). Этот вариант управления освещением пространства на корабле (судне) в данный момент наименее реализуем, однако, разработки в этой области также ведутся, и, веро-ятно, однажды такой вариант будет пользоваться весьма широким спросом и популярностью. Такая система управления освещением должна дублироваться классическими, настенными, стационарными выключателями. Однако, если мы проектируем комплекс управления системой освещения и других систем в пространстве каюты, то здесь можно спроектировать достаточно большое число комбинаций управления системами пространства:

- управление местным и общим освещением каюты;
- управление местным и общим освещением каюты;
- управление освещением и вентиляцией каюты;
- управление освещением и кондиционированием воздуха в каюте;
- управление освещением, вентиляцией и кондиционированием воздуха в каюте (возможно добавить управление другими параметрами жилого помещения при необходимости).

Безусловно, все эти системы могут быть установлены в каюте отдельно, без функционала «умного дома», а могут быть соединены в общую сеть и управляться при помощи пульта управления/планшета. Контроллер получает сигналы как от датчиков (влажности), так и управляется программным обеспечением. Удобство для личного состава сотоит в том, что члены экипажа имеют интуитивно понятную панель управления, при помощи которой управляют системами помещения (рисунок 4).

Подводя итоги данного исследования, хотелось бы отметить широкие развивающиеся возможности в области освещения кораблей и судов. Проекты, которые представлены к наиболее вероятному осуществлению (пункты данной работы 1, 2) представляет для нас наибольший интерес на сегодняшний день, так как они являются переходным этапом от классических вариантов построения схем освещения к автоматизированному управлению освещением.

Рисунок 4 - Пример стационарной сенсорной панели управления, подключаемой к контроллеру

Так применение контролеров в сетях освещения позволит создавать более гибкие, быстронастраиваемые, надёжные, имеющие небольшие габариты и взаимодействующие по современным интерфейсам системы управления; применение контроллеров помимо схем внутреннего освещения возможно и для других схем например вариант автоматического управления освещением можно, например, осуществить в рамках разработки системы сигнально-отличительных огней на проекте «Ураган».

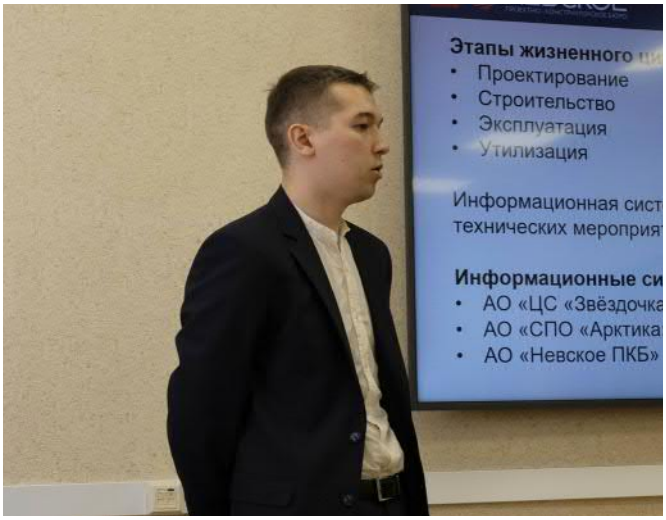
На этапе производства технической документации в рамках работы над повышением уровня систем управления освещением на кораблях и судах можно осуществить и внедрить ряд других улучшений, в том числе, актуализировать, при необходимости, оформление схем, обеспечить и наладить варианты автоматизированного (программного) расчета освещенности помещений.

Инженеры, привлеченные к работам, смогут непрерывно повышать уровень своих компетенций, что благотворно влияет на качество выпускаемых предприятием схем и чертежей, а также на имидж предприятия в целом. А регулярная проработка вариантов аппаратуры управления освещением позволит как унифицировать технику, так и вносить новшества и осуществлять индивидуальный подход к проекту в случае нестандартных требований заказчика.

СВЕТОВЫЕ ИНТЕРЬЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

Р.А. КАИПОВ инженер-конструктор 3 категории

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ОРГАНИЗАЦИЯМИ, УЧАСТВУЮЩИМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, РЕМОНТЕ И МОДЕРНИЗАЦИИ ЗАКАЗОВ В СУДОСТРОЕНИИ



Современное судостроение является одной из наиболее сложных отраслей промышленности. На кораблях постоянно увеличивается уровень использования различных автоматизированных комплексов. Методы и средства информационного, технологического, промышленного обеспечения жизненного цикла (ЖЦ) корабля называют системой управления ЖЦ. Основными этапами ЖЦ являются:

- проектирование;
- строительство;
- эксплуатация (включая ремонт/модернизацию);
- утилизация.

В настоящее время, все организации в судостроении переходят к проектированию и строительству с использованием автоматизированных информационных систем. Информационная система (ИС) представляет собой совокупность баз данных (БД) и организационно-технических мероприятий, обеспечивающих ведение и эффективное использование БД при помощи IT-технологий. В обеспечении работ любого этапа ЖЦ участвуют несколько организаций: проектант, судостроительный завод, электромонтажное предприятие и т.д. (см. рисунок 1).

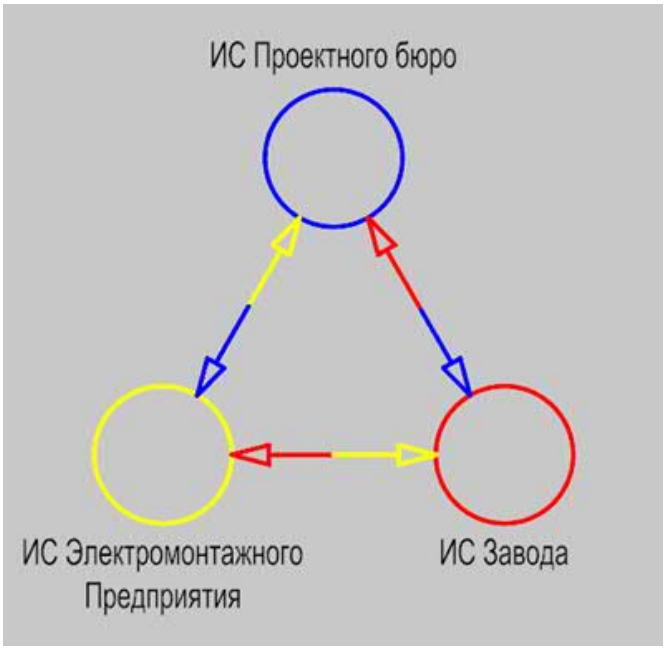


Рисунок 1 - Схема взаимодействия организаций во время проведения работ

Для организации взаимодействия между предприятиями ключевую роль играет обеспечение информационного взаимодействия между ИС участников. Зачастую, в случае передачи информации в электронном виде, форматы данных не позволяют осуществлять прямую загрузку в ИС организации адресата, что приводит к необходимости дополнительных запросов на переформирование данных или осуществлять преобразование предоставленной информации «собственными ресурсами». Характерной особенностью текущего взаимодействия является то, что одна и та же информация или запрос любой организации дублируются в адрес двух других организаций. Информация, запрос или ответ доходят до адресатов в разное время, что снижает скорость принятия решений и за-

медляет учёт изменений при организации подготовки производства и выполнении работ непосредственно на заказе.

Для автоматизации проектных, производственных и финансово-учетных процессов в АО «Невское ПКБ» используется комплексная информационная система (КИС) «НПКБ», которая обеспечивает учет и передачу информации между структурными подразделениями АО «Невское ПКБ», а также прием и передачу информации в электронном виде между участками строительства заказов. КИС «НПКБ» объединяет следующие функциональные модули, глубоко интегрированные между собой:

Различные БД, описывающие корабль (базы помещений, база материалов, база документов, база оборудования, база КИ и пр.).

Интерфейсы, позволяющие интегрировать инструменты КИС «НПКБ» в различные САПР-программы.

Комплекс приложений, обеспечивающих технологическую подготовку производства на базе конструкторской документации.

Программные модули, позволяющие осуществлять планирование ресурсов производства.

Модули, обеспечивающие прием и передачу информации в электронном виде между участниками строительства (проектантом, заводом-строителем и электромонтажным предприятием).

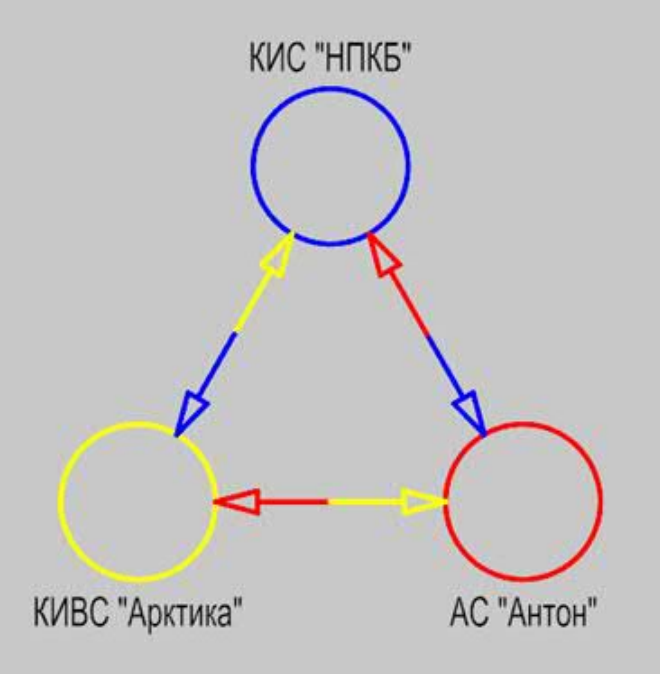


Рисунок 2 - Существующая схема обмена информацией

С 2018 года АО «Невское ПКБ», АО «ЦС «Звездочка» и АО «СПО «Арктика» (с 2019 года) осуществляют работы по ремонту и модернизации ТАВКр «Адмирал Кузнецов». В АО «ЦС «Звёздочка» используется похожая по функциональным возможностям с КИС «НПКБ» автоматизированная ИС - АС «Антон», в АО «СПО «Арктика» используется комплексная ИС – КИВС «Арктика» (ИС «Электромонтаж»). На рисунке 2 представлена существующая схема обмена информацией между организациями АО «Невское ПКБ», АО «ЦС «Звёздочка» и АО «СПО «Арктика», которая идентична схеме на рисунке 1, а значит для нее характерны проблемы:

- разный формат данных;
- дублирование запросов (информации);
- разная скорость информационного обмена.

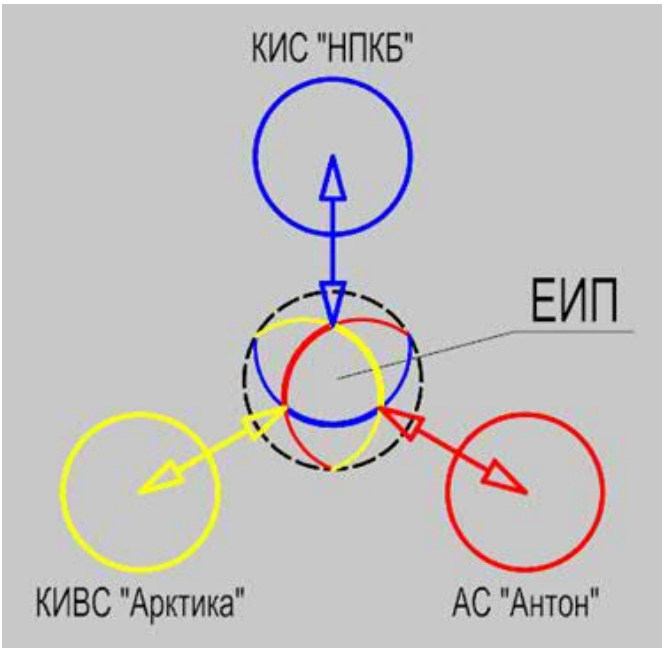


Рисунок 3 - Схема обмена информацией при организации ЕИП

На рисунке 3 представлена схема обмена информацией при организации единого информационного пространства (ЕИП) между участниками. Первое условие для реализации ЕИП между участниками является создание единой структурированной БД, хранящейся на корпоративном портале ОСК. Вторым условием создания ЕИП является использование единых принципов и общих правил взаимодействия в рамках структуры ЕИП. Третье условие при построении ЕИП – единая электронная форма представления данных (формат).

Каждый участник пополняет БД информацией по направлению своей деятельности. Например, АО «Невское ПКБ» вносит проектные данные по кабелю (марка, сечение, маршрут прокладки, проектная длина), АО «СПО «Арктика» по кабелю сообщает информацию по результатам выполненных электромонтажных работ (ЭМР) (фактическая длина, состояние кабеля – нарезан, измерен, затянут и т.д.), АО «ЦС «Звездочка» в конечном итоге отвечает за оплату ЭМР по КИ и их закупке, а также за подготовку площадок (помещений корабля) к ЭМР (см. рисунок 4).

Рисунок 4 - Заполнение единой БД по КИ при организации ЕИП

В ЕИП можно выделить следующие компоненты:

Информационные ресурсы (ИР). В роли ИР может выступать не только непосредственно информация в БД, но и различные приложения (прикладные программы) обработки данных. Тогда в ИС каждого участника ЕИП часть обработки данных реализуется в виде приложений, результаты работы которых, доступны в ИС других участников ЕИП.

Организационные мероприятия, обеспечивающие формирование, функционирование и развитие ЕИП, в частности: поиск, сбор, обработку, хранение, передачу информации. Функционирование и развитие ЕИП предусматривает обеспечение оперативного доступа и увеличение эффективности использования имеющихся данных и прикладных программам.

Технические средства информационного взаимодействия, обеспечивающие доступ к информационным ресурсам и БД на основе IT-технологий (включая программно-технические средства).

На рисунке 5 показана схема обмена информацией между ее участниками внутри ЕИП. Совокупность единой БД и приложений, размещенных на корпоративном портале, представляет собой информационную модель заказа (ИМЗ).

Использование актуальных данных позволяет эффективно осуществлять подготовку производства и выполнение работ на

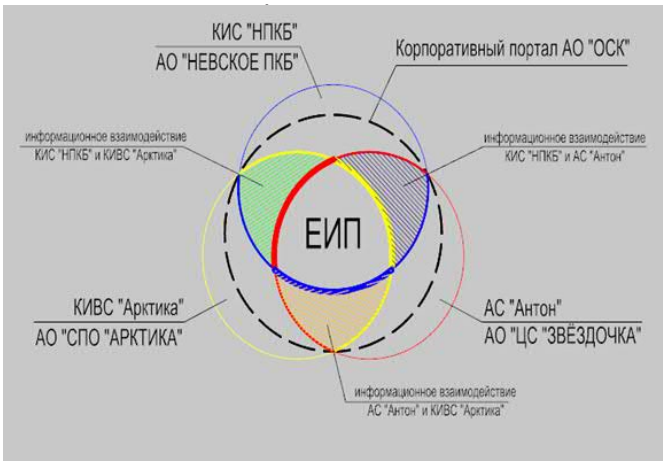


Рисунок 5 - Схема обмена информацией внутри ЕИП

Например, организация информационного взаимодействия по электрочасти при модернизации заказа «Викрамадитья» и строительстве заказов «Иван Грен», «Петр Моргунов» позволило добиться следующих результатов:

На заказе «Викрамадитья» в разряд резервных магистральных кабелей («мертвяков») по отношению к общему количеству магистральных кабелей попало менее 1%.

Для заказа «Петр Моргунов» по сравнению с заказом «Иван Грен» была произведена замена 18 тыс. из 27 тыс. КИ «одним нажатием кнопки».

Предыдущий опыт работы АО «Невское ПКБ» позволяет сделать выводы:

БД по электрочасти значительно упрощает разработку и корректировку рабочей конструкторской документации.

Формирование и поддержание актуального состояния БД по электрочасти, обеспечение возможности обмена информацией с электромонтажным предприятием по средствам IT-технологий является наиболее быстрым и эффективным методом технологической подготовки производства, позволяющим автоматизированным способом отслеживать и отрабатывать возникающие изменения, как при проектировании, так и при строительстве с наименьшими затратами.

Дальнейшим развитием ЕИП может быть перевод ИМЗ в интерактивную 3D-модель с привязкой к генеральному графику строительства или ремонта заказа, позволяющую в реальном времени контролировать стадию выполнения тех или иных работ.

А.С. КОМИССИН инженер-конструктор 3 категории

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ОСНАЩЕНИЮ КОРАБЛЕЙ ВМФ АППАРАТУРОЙ СИСТЕМЫ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПО ТИПУ «РДР»

Согласно правилам Российского Морского Регистра Судоходства (далее - РМРС) по оборудованию морских судов, все грузовые и пассажирские суда, совершающие международные рейсы, с 2002 г. должны быть оборудованы регистратором данных рейса (далее - РДР).

Регистратор данных рейса - устройство, предназначенное для сбора, записи и хранения данных о рейсе.

РДР должен непрерывно автоматически фиксировать предварительно выбранные данные от судовых приборов и систем, которые отражают состояние и режимы работы судового оборудования, а также действия экипажа по управлению судном и окружающую обстановку.

Информация, собранная и записанная РДР, используется для создания достоверной картины при расследовании аварий или иных инцидентов.

На сегодняшний день, по информации, полученной из открытых источников, применение систем и комплексов, подобных РДР, на военных кораблях не предусмотрено. В связи с этим предлагаю рассмотреть возможность оснащения кораблей ВМФ автономной Системой Мониторинга (аппаратурой объективного контроля), аналогичной РДР.

Информация, собранная Системой Мониторинга, даст нам возможность воспроизвести состояние и режимы работы оборудования корабля, а также действия личного состава и окружающую обстанов-

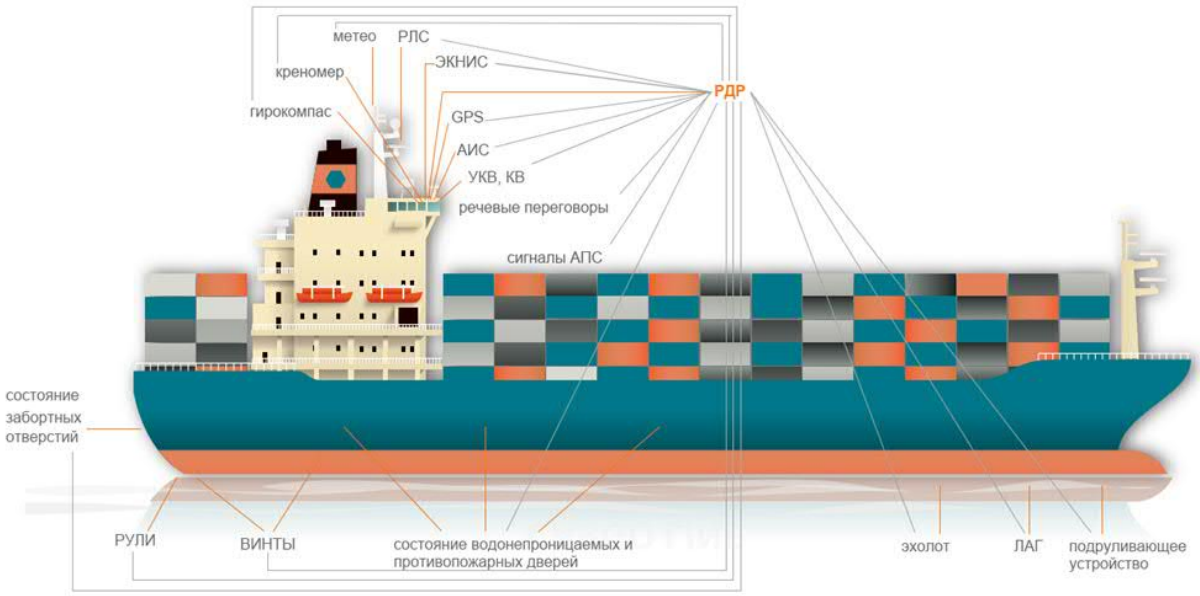


Рис. 1 Информация, которую собирает РДР.

ку, что позволит смоделировать достоверную картину на любой момент времени.

Система Мониторинга должна включать в себя:

- устройство кодирования и записи информации (устройство регистрации данных);
- датчики, устройство сопряжения с датчиками и другими системами корабля;
- аварийный носитель информации, заключенный в специальный контейнер (капсулу);
- источник питания от корабельной сети электропитания и собственный резервный источник питания.

УСТРОЙСТВО РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ

Выполняет сбор и запись всей поступающей информации. Должна быть исключена возможность несанкционированного электронного или механического изменения или удаления зарегистрированных данных.

УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ

Выполняет обмен данными с системами и комплексами корабля. Предназначено для преобразования сигналов, поступающих от систем и комплексов, в заданный формат для записи в устройства регистрации данных.

АВАРИЙНЫЙ НОСИТЕЛЬ ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Предназначен для обеспечения сохранности и возможности восстановления зарегистрированных данных после экстремальных воздействий.

Должен быть размещен в специальном защитном контейнере (капсуле), обеспечивающем следующие требования:

1. Доступность устройства регистрации после аварии. При этом должна быть исключена возможность электронного или механического изменения или удаления зарегистрированных данных;
2. Возможность уничтожения данных при несанкционированном вскрытии;
3. Максимальную вероятность сохранности и возможности восстановления зарегистрированных данных после любого из следующих воздействий:

- механического удара;
- пожара;
- глубоководного погружения в морскую воду.

Рис. 2 Информация, которую собирает Система Мониторинга.

Система мониторинга должна обеспечивать регистрацию и хранение следующей информации:

- дата и время от внешнего и встроенного источника;
- широта и долгота местоположения, от приемоиндикатора навигационного комплекса;
- курс корабля от корабельного гирокомпаса или магнитного компаса;
- скорость корабля с лага (лагов);
- радиолокационная и вспомогательная навигационная информация, отображаемая на индикаторах радиолокационных станций навигационного комплекса;
- информация с РЛС воздушного обнаружения (формуляры целей);
- скорость и направление ветра от корабельной метеостанции;
- параметры качки корабля (кренометр);
- глубина под килем корабля с указанием установленной шкалы измерения и режима работы эхолота;
- команды, поступающие в рулевое устройство, и их выполнение (заданное и действительное положение рулей), а также режим работы и обеспечения питанием электроэнергией системы управления курсом или траекторией (если судно оснащено такой системой);
- текущие установки всех машинных телеграфов или состояние органов управления главным двигателем /винтом регулируемого шага, а также команды, поступающие в машинное отделение, и их выполнение через информацию от индикаторов режима движения корабля, а также режим работы подруливающих устройств (при их наличии);
- данные от систем видеонаблюдения;
- количество топлива, балласта;
- аудиозапись переговоров, команд и звуковых сигналов в командных пунктах и постах боевых частей корабля. Качество записи речевых переговоров должно быть таким, чтобы при воспроизведении обеспечивалась разборчивость голоса при стандартном уровне шума, при нормальном режиме эксплуатации корабля;
- команды через командное трансляционное устройство;
- радио переговоры с другими кораблями, объектами и береговыми службами с использованием радиооборудования комплекса связи. Переговоры должны регистрироваться на дополнительном отдельном (закрытом) канале записи;
- сигналы, содержащие информацию, отображаемую на индикаторе электронной картографической навигационно-информационной системы (в случае если судно оснащено ЭКНИС). При этом дополнительно должны регистрироваться данные об источнике получения картографических данных и используемой версии такой информации;
- все обязательные аварийно-предупредительные сигналы, поступающие на командные пункты корабля и посты боевых частей, с возможностью их индивидуальной идентификации;
- состояние забортных отверстий в корпусе судна в объеме информации, поступающей на ходовой мостик;
- состояние водонепроницаемых и противопожарных дверей;
- состояние РЭВ корабля.

Может быть предусмотрена возможность регистрации другой дополнительной информации по требованию Заказчика.

В случае обнаружения неисправимой ошибки при регистрации данных, Система Мониторинга должна подавать аварийно-предупредительный сигнал.

При отсутствии электропитания корабельной сети Система Мониторинга должна продолжать запись заданных параметров, используя собственные аккумуляторные батареи.

Дополнив Систему Мониторинга сетками датчиков, в зависимости от поставленной задачи, (датчиками прочности (тензорезисторы), вибрации (акселерометры), коррозионного и механического износа (толщиномеры) и т.п.), и наложив актуальную информацию с Системы Мониторинга, на ЦИФРОВУЮ МОДЕЛЬ корабля, возможно создание его «ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА».

Принцип построения Цифрового Двойника корабля основан на разработке Цифровой Модели и их связи с реальным кораблём через Систему Мониторинга.

Цель построения Цифрового Двойника можно разделить на 2 части:

Локальная цель – отображение текущего состояния корабля.

Система Мониторинга наблюдает текущее состояние корабля, выявляет и предупреждает о возможном наличии опасных для эксплуатации состояний.

Глобальная цель – актуализация состояния корабля через Систему Мониторинга и его анализ с помощью Цифровой Модели, для прогнозирования состояния техники в будущем и снижения издержек на обслуживание за счёт более точного планирования ремонта и переоборудования корабля.

Помимо прочего на основе собранной статистики и расчётов, произведенных с помощью Цифрового Двойника, могут уточняться проектно-технические решения и характеристики корабля, эксплуатационные нагрузки и нормы прочности, что скажется на экономической эффективности эксплуатации корабля.

Применив в составе кораблей ВМФ, описанную выше Систему Мониторинга, мы получим инструмент, позволяющий смоделировать достоверную и объективную картину происходящего с кораблем в любой момент времени. Данная картина, при необходимости, даст нам возможность проведения более глубокого анализа в случае происшествия, а также возможность предупреждения и устранения причин их возникновения.

Применив в Системе Мониторинга дополнительные сетки датчиков будет получена возможность создания Цифрового Двойника корабля, который позволит нам проводить «виртуальные испытания», что в свою очередь даст возможность изучить и пересмотреть проектно-технические решения и характеристики корабля, изучить прочностные характеристики и износ корпуса корабля и более точно спланировать его ремонт, что приведёт к повышению эксплуатационной безопасности и надежности корабля, а так же экономической эффективности.

Дополнительно Цифровой Двойник позволит устранить выявленные недостатки в Цифровой Модели корабля, для её дальнейшего применения при постройке серийных кораблей проекта.

НЕВСКОЕ

ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО

ФОТО УЧАСТНИКОВ

Участники первого дня конкурса

Участники второго дня конкурса

Участники третьего дня конкурса

Общая фотография после вручения дипломов

ИЗ ИТОГОВОГО ПРОТОКОЛА

По результатам заседания решили:

1. Утвердить победителей, набравших максимальное количество балов:

1 МЕСТО:
Мосякова Екатерина Алексеевна (техник-конструктор 1 категории 42 отдела).

2 МЕСТО:
Одинцов Александр Игоревич (инженер-конструктор 3 категории 42 отдела).

3 МЕСТО:
Большев Артём Игоревич (инженер-технолог 3 категории 11 отдела).

2. Предложить Генеральному директору дополнительно учредить премии по следующим номинациям:

«За лучшую презентацию» – номинант – Гаврильчик Виктор Владимирович (инженер-конструктор 1 категории ОГКП);

«Наиболее перспективный доклад по совершенствованию технологии проектирования бюро» - номинанты – доклад Суховой Татьяны Алексеевны (инженер-конструктор 3 категории 41 отдела) и доклад Марушина Фёдора Леонидовича, Мельниковой Дарьи Владимировны (инженеры-конструкторы 3 категории 31 отдела);

«Наиболее эффективное предложение для обеспечения строительства и ремонтопригодности» – номинант – Базлова Александра Геннадьевна (инженер-конструктор 1 категории 24 отдела);

«Наиболее перспективный доклад по развитию производственной системы бюро» – номинант – Неклюдов Александр Анатольевич (начальник сектора 24 отдела);

«Лучший отдел по работе с молодыми специалистами» – номинант – начальник 42 отдела Потёмкин А.Ю.

3. Наградить победителей Конкурса по баллам и номинациям Грамотами АО «Невское ПКБ».

4. Наградить участников и организаторов Конкурса почётными Дипломами АО «Невское ПКБ» за участие в Конкурсе.

5. Направлять в течение года победителей Конкурса молодых специалистов на Конкурсы, Конференции, Чемпионаты и другие мероприятия, проводимые АО«ОСК» и Обществами Группы ОСК.

7. Рекомендовать Одинцову А.И., Большеву А.И., Коробову А.А. поступление в аспирантуру по целевому направлению.

8. По предложениям членов жюри для определения возможности наиболее эффективного применения предложений, сделанных в докладах начальникам отделов, обеспечить:

Начальнику 11 отдела:

- Дополнение комплектов с брендовой символикой комплектами с эмблемой предприятия и разработку пакета брендовой продукции для сотрудников-юбиляров;
- Максимально широкое применение программы моделирования гидродинамики FlowVision для проектирования НЭС на стадиях эскизного и технического проектов. Выполнить на стадии эскизного проекта оптимизацию обводов корпуса и расчёт ходкости НЭС, а также расчёт мореходности, определение ускорения в точках установки грузоподъёмного оборудования, в жилой надстройке.

Начальнику 21 отдела:

- Полномасштабное применение программы расчета прочности методом конечных элементов CAE Fidesys для проектирования НЭС и МПЭБ, в том числе:
- На стадии технического проекта предусмотреть расчет местной прочности фундаментов кранов большой грузоподъемности, фундаментов ДРК, фундаментов люковых закрытий, комингсов люковых закрытий и палубы в районе вырезов под люковые закрытия методом конечных элементов;
- На стадии технического проекта преду-

смотреть разработку конечноэлементной модели корпуса судна для последующего определения фактически действующих ледовых нагрузок на корпус судна при помощи системы тензометрических датчиков.

Начальнику 22 отдела:

- Разработку технико-экономического обоснования применения абсорбционных холодильных установок для судов с ЯЭУ, учесть при этом опыт проектирования УАЛ ЛК60 и ЛК-120, командировать докладчика в АО «ЦКБ «Айсберг» для ознакомления с опытом в области судов с ЯЭУ.

Начальнику 24 отдела:

- Рассмотрение и оценку последствий применения новых типов изоляции корпусных конструкций (пена) в случае аварийных ситуаций;
- Предложение на ПСЗ “Янтарь“ по применению совмещенной пожарной и тепловой изоляции и пены на пр. 11711 для снижения весовой нагрузки;
- Предложение по проекту производственной системы в план 2023г по реорганизации работы отдела по докладу Неклюдова.

Начальнику 41 отдела:

- Разработку совместно с 24 отделом образцовых моделей жилого и общественного помещения с демонстрацией режимов освещения применительно к проекту 11711-305;
- При разработке технического проекта НЭС учесть установку светильников новых типов, размещение светильников согласовать с разработчиком дизайн-проекта;
- Взаимодействие с 18 отделом и АХО в части применения современного освещения в здании КБ для ремонтируемых помещений;
- Освоение сотрудниками 413 сектора систем “умный дом”, в т. ч. на примере уже сформированных 18 отделом и АХО помещений КБ;

Начальнику 42 отдела:

- Обращение в АО «СПО «Арктика» по применению систем QR кодов для кабеля и маркировки кабеля по всей длине на заказе 11711;
- Проработку целесообразности и возможности работ по маркировке кабелей при строительстве НЭС и учет необходимости последующей маркировки при выпуске чертежей ЧКП и магистральных кабельных трасс.

Начальнику 51 отдела:

- Предложение в ТЗ проекта 11711-305 по составу средств борьбы с БПЛА, в т. ч. по использованию беспилотных летательных аппаратов.

Начальнику 31 отдела:

- Разработку перечня мероприятий по проекту 11711 303 для ликвидации доложенных в докладе коллизий.

Начальнику 23 отдела

- Предложения по светосигнальному комплексу для 11711-305;
- По особенностям светосигнального комплекса для условий полярной ночи для проекта Хаски;
- По светосигнальному комплексу для НЭС с учетом особенностей эксплуатации в Антарктике.

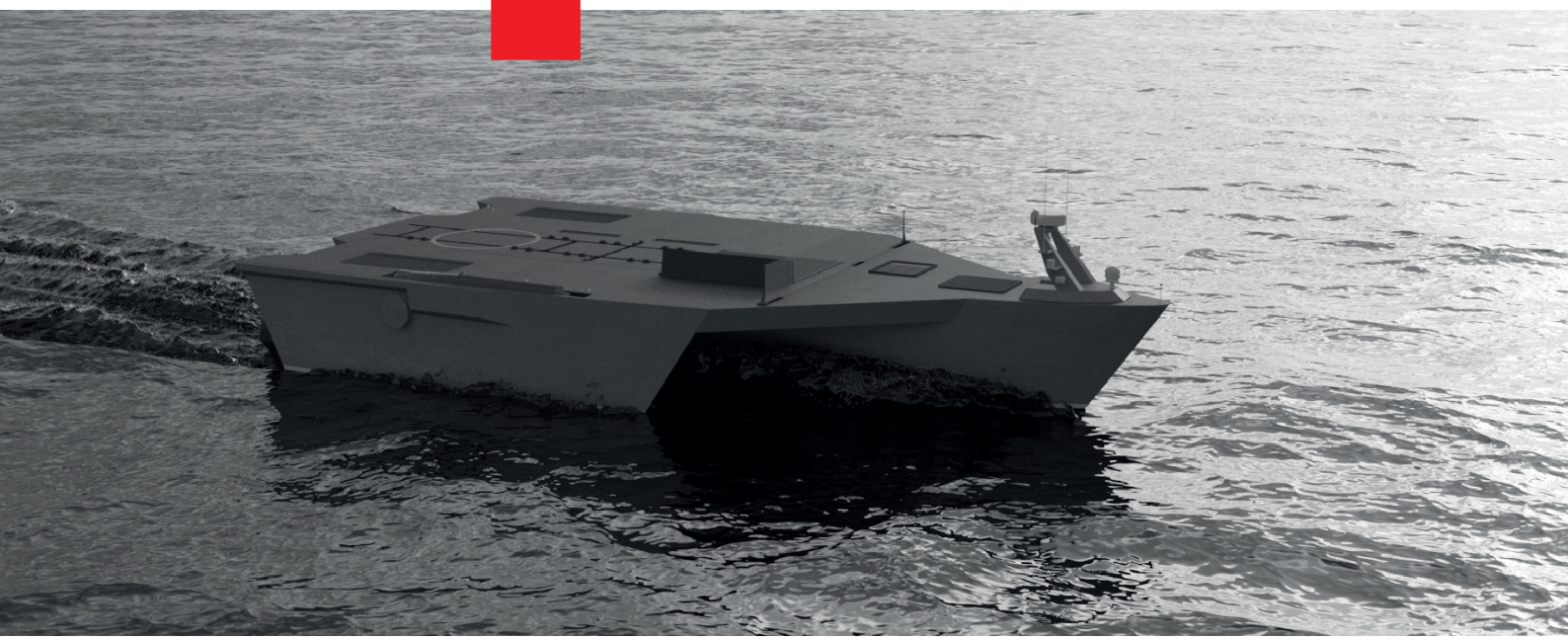
9. Выпустить сборник докладов, для чего:

- Начальнику 11 отдела подготовить для печати сборник докладов;
- Начальнику ОТД обеспечить выпуск тиража.

МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИННОВАЦИИ МОЛОДЫХ»

Ответственный за выпуск Э.И. Плоткин
Компьютерная верстка Н.Д. Кисашева

Печать цифровая.
Тираж 30 экз.



АО «НЕВСКОЕ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО»

Россия, 199106, Санкт-Петербург, Галерный проезд, 3
телефон 8 (812) 635-05-66; факс 8 (812) 635-07-40
info@npkb.ru; www.npkb.ru