

*Перспективные направления
развития композитного
судостроения в условиях
современных экономических вызовов*

М.Э.Францев

Традиции и достижения отечественного композитного судостроения

- Конец 1950-х годов в СССР ознаменовался широким внедрением в судостроение композиционных материалов на основе полиэфирной смолы и стекловолокна в виде стеклоткани и стекломата;
- В 1957-1962 годах, кроме многочисленных маломерных судов, были спроектированы и построены грузовой теплоход грузоподъемностью 15 т, а также пассажирский теплоход проекта 903 пассажироместимостью 65 чел.
- В 1964 году в СССР впервые в мире была осуществлена постройка тральщика водоизмещением более 300 тонн с корпусом из стеклопластика по проекту 1252.
- Была освоена крупносерийная постройка противоминных кораблей из композиционных материалов по проектам 1258, 1259 и 10750, которая продолжается уже больше полувека
- В 1969-1970 годах была построена серия рыбодобывающих судов из композитов типа "Надежда" по проекту 1371.

Отечественная военная морская техника из композитов



Отечественные крупные гражданские суда из композитов

- В процессе проектирования, строительства и испытаний перечисленных судов были отработаны отдельные узлы и детали композитных корпусов;
- Была проверена работа судовых корпусных конструкций из композитов на вибрационные нагрузки;
- Были решены некоторые важные вопросы, связанные с прочностью композитного корпуса;
- Была отработана технология строительства судов методом контактного формования, как целиком, так и из отдельных секций.



Отечественные предприятия композитного судостроения, выпускающие продукцию гражданского назначения

- В конце 1950-х годов лидирующей конструкторской организацией в области гражданского судостроения из композитов было Центральное технико-конструкторское бюро Министерства Речного Флота РСФСР (Ленинград)
- Ведущим промышленным предприятием, где внедрялись новые конструкции из композитов для крупных судов был Московский судостроительный завод имени М.И.Калинина (в дальнейшем Московский судостроительный и судоремонтный завод - МССЗ).
- Начиная с конца 1960-х годов, разработкой большого количества проектов катеров, яхт и лодок из композитов занималось Центральное конструкторское бюро «Нептун» Министерства судостроительной промышленности СССР (Москва).
- Ряд судостроительных предприятий, такие как СЗ «Авангард» (г. Петрозаводск), Феодосийское ПО «Море» (г. Феодосия), Сосновский СЗ (п. Сосновка Кировской области), а также ряд других предприятий начали массово производить катера, лодки и яхты из композиционных материалов, как товары народного потребления, для реализации через сеть магазинов спортивных товаров.

Катера, лодки и яхты из композиционных материалов - товары народного потребления



Катера, лодки и яхты из композиционных материалов - товары народного потребления

- Количество выпускаемых изделий достигало десятков тысяч различных судов.
- Этот рынок работал в условиях постоянного поиска баланса между платежеспособным спросом и предложением.
- На рынке существовали обратные связи между производителями и потребителями, позволяющие постоянно повышать качество выпускаемой продукции и приспособлять ее к нуждам потребителей.



Современный отечественный рынок композитного судостроения

- Сегодня большую часть мирового малотоннажного флота составляют суда, имеющие корпуса из неметаллических композитов, при этом Российская Федерация в целом обладает необходимым набором композитных компетенций в судостроении;
- Применение в конструкции корпуса судна композитов позволяет значительно сократить сроки строительства по сравнению с традиционными материалами, при этом возможно использование существенно менее квалифицированной и более дешевой рабочей силы, чем та, которая требуется для постройки судов из традиционных материалов, что обуславливает серьезную экономическую мотивацию массовой постройки судов из композитов;
- Отечественный рынок гражданского композитного судостроения сформировался на основе высокоразвитой государственной композитной отрасли и сегодня включает свыше пятидесяти судостроительных компаний, не считая крупных предприятий типа Средне-Невского судостроительного завода;
- Рынок гражданского композитного судостроения сложился и достаточно успешно живет и развивается в условиях современных экономических вызовов.

Основные направления применения композитов в современном судостроении.

- прогулочные и служебно-разъездные суда;
- промысловые суда;
- суда специального назначения (корабли);
- спасательные суда и спасательные средства;
- пассажирские суда, в том числе, катамараны;
- амфибийные суда на воздушной подушке;
- элементы и комплектующие судов.

Продукты современного отечественного композитного судостроения



Продукты современного отечественного композитного судостроения



Продукты современного отечественного композитного судостроения



Элементы судов из композитов

- верхние строения судов (надстройки, рубки);
- кожухи, капоты, обтекатели (в т.ч. радиопрозрачные обтекатели ГАС);
- мачты, в том числе, мачты парусных судов;
- элементы обстройки и изоляции;
- детали аэродинамики судов с динамическим поддержанием (лопасти воздушных винтов, детали нагнетателей, насадки воздушных винтов, плоскости воздушных рулей);
- баллоны высокого давления;
- элементы подшипников скольжения.

Гражданское судостроение из композиционных материалов в современной России

- Объем судов из композитов, построенных в современной России невелик, в целом он не превышает величины процента статистической погрешности от общего объема мирового судостроения из композитов.
- Прогулочные суда из композитов строятся в ограниченных количествах, в основном, в виде малых катеров и моторных лодок, при этом наибольшая длина прогулочных судов, производимых в России, редко больше 12 м.
- Промысловые суда из композитов не строятся совсем.
- Суда специального назначения из композитов (корабли) построены в количестве меньше десяти
- Спасательные суда и спасательные средства из композитов строятся в ограниченных количествах.
- Построено меньше десяти пассажирских катамаранов из композиционных материалов и несколько десятков однокорпусных пассажирских судов.
- Амфибийные суда на воздушной подушке строятся в ограниченных количествах (3 предприятия строят АКВП полностью из композитов).
- Элементы и комплектующие судов изготавливаются в ограниченных количествах.

Потенциальная емкость рынка судов из композитов и их элементов в России

- Емкость рынка прогулочных судов составляет от нескольких десятков до сотни тысяч единиц, например, только в Московском бассейне на учете состоит более 1400 единиц судов из композитов, преимущественно зарубежного производства.
- Емкость рынка промысловых судов только на Дальнем Востоке оценивается более чем в 600 единиц в ближайшие годы. В Японии флот промысловых судов из композитов составляет более 300000 единиц, при этом японские б/у промысловые суда активно продаются в Россию.
- Емкость рынка спасательных бортовых судов (спасательных шлюпок) только на судах внутреннего плавания оценивается в несколько тысяч единиц.
- Емкость рынка пассажирских судов составляет несколько сотен единиц.
- Емкость рынка амфибийных судов на воздушной подушке составляет больше тысячи единиц.
- Освоение производства таких элементов судов из композиционных материалов, как верхние строения (рубки, надстройки), элементов защиты и некоторых других, может резко повысить потребительские качества отечественных судов и обеспечить рост рынка.

Проблемы, препятствующие широкому внедрению композитов в судостроении России

- Недостаточно высокое качество современных отечественных армирующих и связующих материалов, препятствующее получению композиционных материалов со стабильными физико-механическими свойствами.
- Высокие цены и, соответственно, большие затраты на материалы, связанные с их, в основном зарубежным происхождением;
- Недостаток квалифицированного персонала, как проектировщиков и технологов, так и рабочих формовщиков и слесарей по сборке конструкций;
- Существенные удельные затраты на обогрев помещений для поддержания в них требуемых параметров по температуре и влажности, большая продолжительность отопительного сезона;
- Устаревание нормативной базы в области правил проектирования корпусов малотоннажных судов из композитов и их сертификации;

Проблемы, препятствующие широкому внедрению композитов в судостроении России

- Недостаток информации о производимых в России исходных материалах для получения композитов и конструирования судовых корпусных элементов из них;
- Отсутствие типовых технологических процессов изготовления судовых корпусных конструкций из современных композиционных материалов;
- Отсутствие опыта проектирования и изготовления сложных крупногабаритных конструкций судового назначения из современных композитов;
- Отсутствие технологических обоснований для применения передовых методов при изготовлении судовых корпусных конструкций из композитов (вакуумная инфузия и др.);
- Отсутствие системы проектных обоснований при разработке проектов перспективных типов судов, не имеющих аналогов в опыте отечественного судостроения.

Пути решения проблем, сдерживающих использование композитов в отечественном судостроении

- Выполнение целевых научных исследований в области постановки задач проектирования и определения необходимых тактико-технических, эксплуатационных и экономических качеств перспективных типов судов из композиционных материалов.
- Выполнение прикладных научных исследований и опытно-конструкторских работ в области разработки и совершенствования конструкций и технологий изготовления корпусов и отдельных элементов из композитов для перспективных типов судов.
- Формирование баз данных и содействие сертификации исходного сырья и материалов отечественного производства, предназначенных для создания судовых корпусных конструкций из композитов.
- Адаптация перспективных технологий изготовления судовых корпусных конструкций из композитов с целью использования армирующих и связующих материалов отечественного производства.
- Адаптация и совершенствование отечественной нормативной базы, регламентирующей вопросы создания и эксплуатации малотоннажных судов из композиционных материалов, с целью повышения эффективности проектирования и улучшения эксплуатационных качеств создаваемых судов.

Пути решения проблем, сдерживающих использование композитов в отечественном судостроении

- Межотраслевой и междисциплинарный трансфер знаний и технологий в области композиционных материалов.
- Создание концептуальных проектов и конструктивно-технологических платформ наиболее перспективных типов судов из композитов отечественной постройки.
- Создание центров компетенции, играющих роль системного интегратора и создающих за счет этого синергический эффект внедрения знаний и технологий.



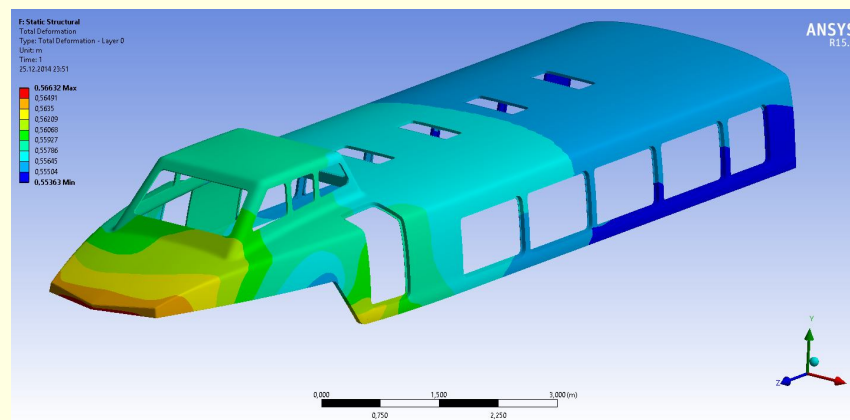
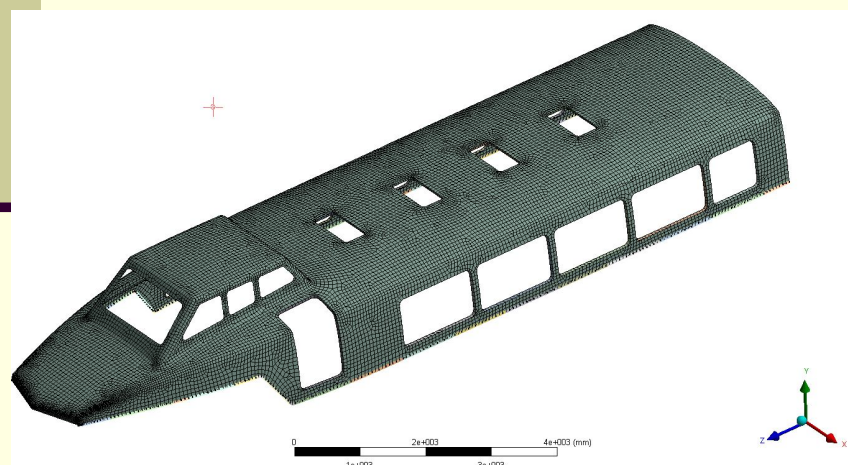
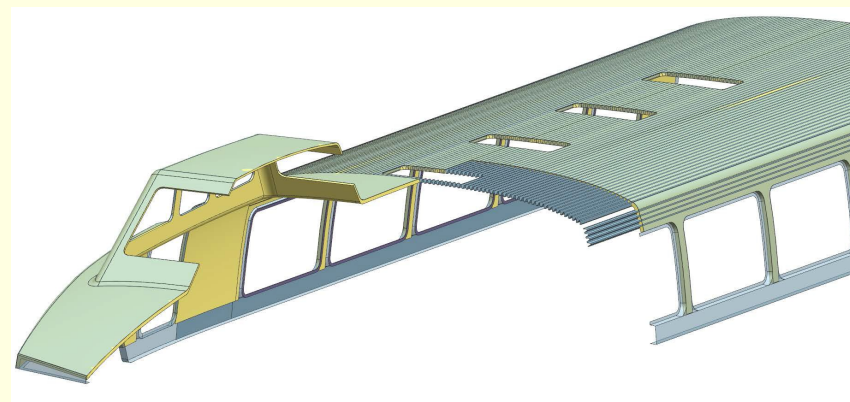
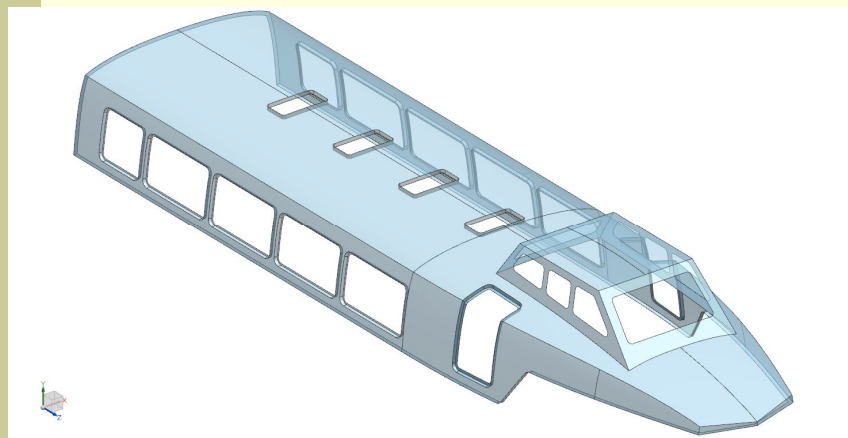
Способы решения актуальных задач:

- Выполнение необходимых научных исследований, направленных на разработку технико-экономических и проектных обоснований перспективных типов судов из композитов отечественной постройки и их отдельных элементов, а также совершенствованию нормативных документов отечественных Классификационных обществ в кооперации с отраслевыми научными центрами.
- Разработка концептуальных проектов перспективных типов судов из композитов, учитывающих требования потенциальных заказчиков и использующих опыт эксплуатации судов-прототипов зарубежной постройки.
- Размещение и сопровождение опытно – конструкторских работ по проектированию и изготовлению отдельных судов из композитов и их крупных элементов на соответствующих предприятиях высокотехнологичных отраслей, а также на опытных производствах высших учебных заведений, ведущих подготовку специалистов в области композиционных материалов.
- Проведение сертификации различных материалов и изделий на соответствие требованиям нормативных документов отечественных Классификационных обществ в интересах крупных зарубежных производителей и поставщиков.
- Разработка учебных программ для подготовки инженерно-технических работников, способных к проектированию судов и их элементов из композиционных материалов и работе технологами на судостроительном композитном производстве, а также специалистов рабочих профессий

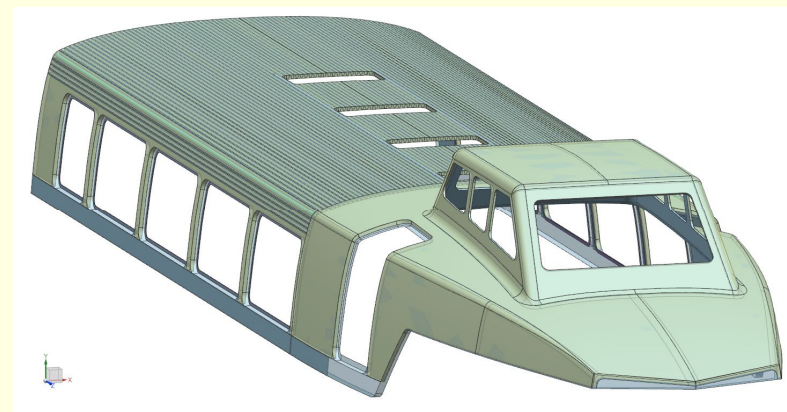
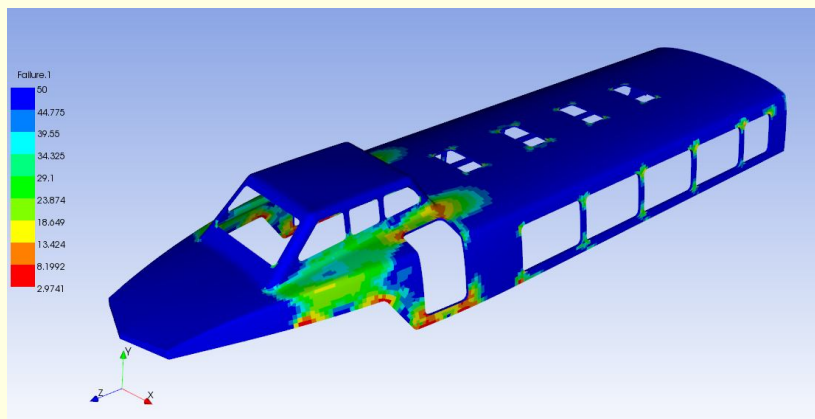
Примеры решения актуальных задач в области скоростного судостроения:

- Разработаны конструктивные и технологические решения надстройки из полимерных композиционных материалов для скоростного пассажирского судна на подводных крыльях с повышенными технико-экономическими характеристиками по принципам весовой эффективности и с позиций обеспечения характеристик долговечности на жизненном цикле и изготовлен опытный образец изделия.
- Эта работа выполнена в рамках прикладных научных исследований, проведенных Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана по Соглашению о предоставлении субсидии № 14.577.21.0103 с Министерством образования и науки Российской Федерации. (Уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57714X0103) в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы».

Надстройка из композитов пассажирского судна на подводных крыльях



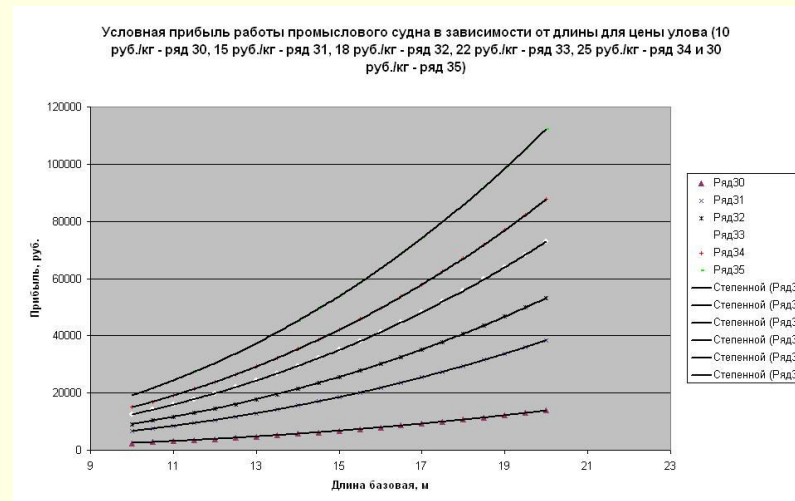
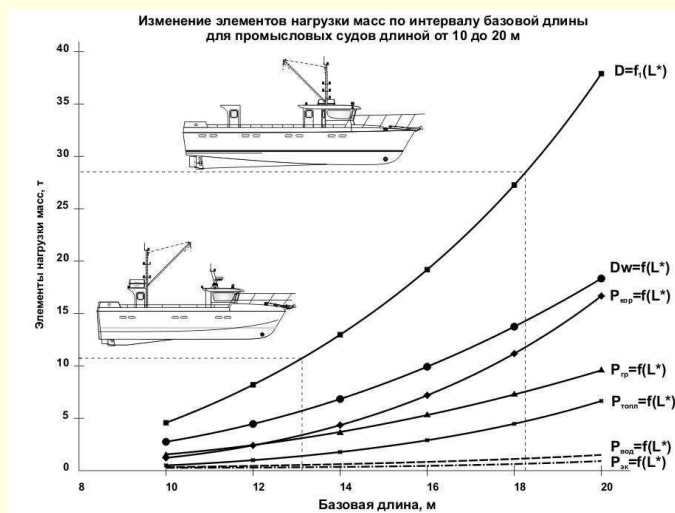
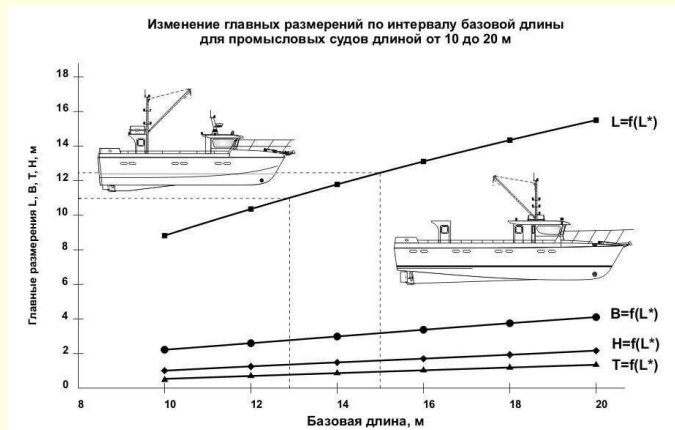
Надстройка из композитов пассажирского судна на подводных крыльях



Примеры решения актуальных задач в области создания промысловых судов из композитов:

- Разработаны основные типоразмеры промысловых судов из композиционных материалов для прибрежного рыболовства учтены критерии, закрепленные в отечественной нормативной правовой базе, регулирующей данную сферу деятельности, а также ресурсное обеспечение.
- Суда этого типа удовлетворяют нормативным требованиям отечественных Классификационных обществ – Российского Морского Регистра Судоходства и Российского Речного Регистра.
- Эти суда могут быть использованы для промысла как в закрытых морях - Азовском, Черном, Балтийском, Белом, Каспийском, так на крупных внутренних водоемах типа Ладожского и Онежского озер, а также на озере Байкал.
- Кроме того, суда данного типа могут применяться для промысла в устьях и губах сибирских рек, впадающих в моря Северного Ледовитого океана.

Проектное обоснование характеристик в зависимости от размеров промышленного судна



- Для определения экономической эффективности полученных проектных характеристик промыслового судна должен выполняться расчет его экономических характеристик, в соответствии с выбранным экономическим критерием по эксплуатационной модели промысла.

Программный комплекс для определения основных характеристик промысловых судов

Промысловые суда

Характеристики | Прибыль

Длина базовая

Длина расчетная	13.39677		
Ширина расчетная	3.495458		
Осадка	1.069599		
Высота борта	1.756834		
Коэффициент полноты	.4545138		
Полная масса	23.08492	22.76524	22.30248
Масса корпуса	9.162452		
Масса механизма	.8852533		
Водозмещение порожнем	10.0477		
Грузоподъемность	6.416725	6.365109	
Запас топлива	3.685039		
Экипаж	.7230344		
Вода	.9926764		
Дедейт	11.81747		

Промысловые суда

Характеристики | Прибыль

Длина базовая

Удаленность места лова

Цена топлива

Цена улова

Полная масса	10.23682
Скорость	51.5042
Мощность двигателя	459.8726
Грузоподъемность	3.265154
Общие расходы на рейс	8821.265
Доходы от реализации рыбы	24488.65
Прибыль	15667.39

Мощность

Число Фруда

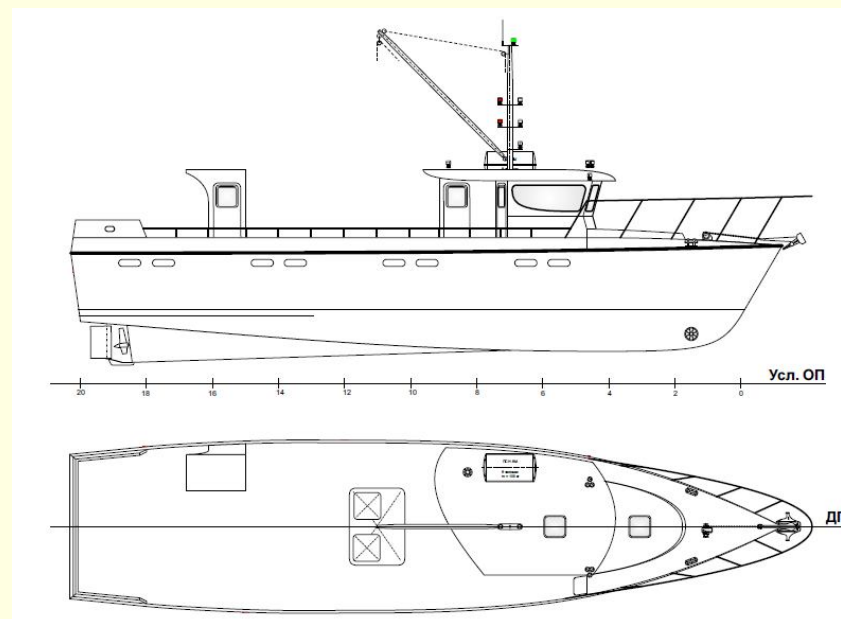
Полная масса

Ca	28.1649374
Cf	.147245738
Cскор	.318903718
Nскор	432.476827466024
Nca	432.339734574694
Ncf	434.756775150224

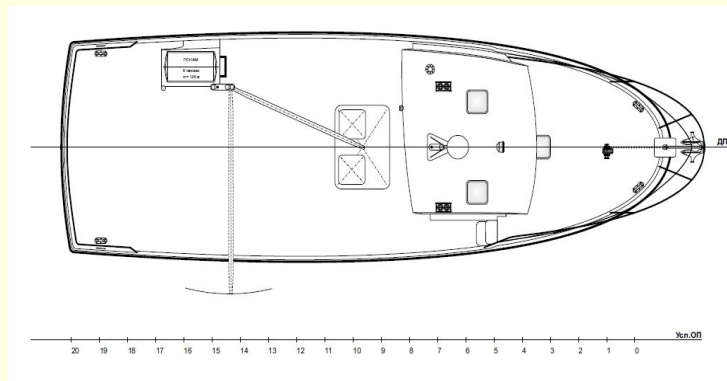
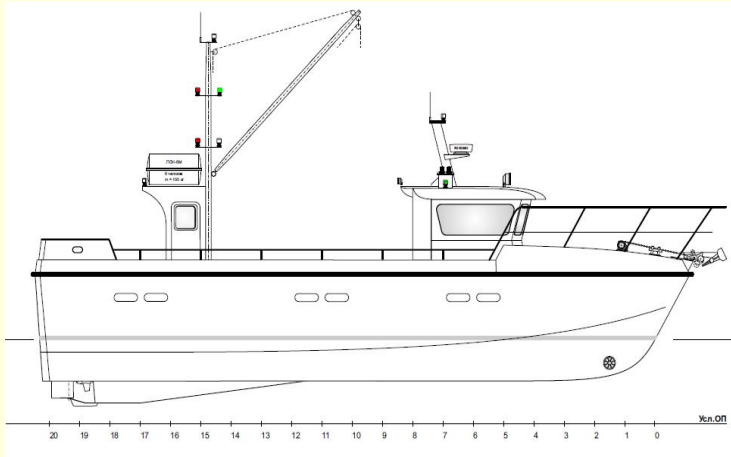
Число Фруда	3.2
Полная масса	23.0
Ca	35.6285498
Cf	.120402108
Cc	.354660773
N _{Cc}	1096.10914479085
N _{Ca}	1096.06869986285
N _{Cf}	1135.33385400011

Промысловое судно из композитов для работы в прибрежных районах морей и на ВВП

- Судно для промысла рыбы. Промысел осуществляется кошельковым неводом по двубортной системе. Прилов осуществляется бессетевыми методами лова.
- Район плавания – II ограниченный район по классификации РМРС и О-ПР РРР.
- Допускается эксплуатация в навигационный период при удалении не более 20 миль от места убежища в прибрежном районе плавания, а также во всех заливах и лиманах и без ограничений
- Судно может эксплуатироваться при температуре наружного воздуха от -5 град. С до +50 град. С во время навигации в любое время суток.
- Эксплуатационные особенности позволяют движение судна в расчетных режимах и ведение промысла при умеренном волнении не более 3 баллов при высоте волны 3%-ной обеспеченности, не превышающей высоты 0,75 - 1,25 м.



Промысловое судно из композитов для работы в прибрежных районах морей и на ВВП



- Судно для промысла рыбы. Промысел осуществляется кошельковым неводом по двубортной системе. Прилов осуществляется бессетевыми методами лова.
- Район плавания – II ограниченный район по классификации РМРС и О-ПР РРР.
- Допускается эксплуатация в навигационный период при удалении не более 20 миль от места убежища в прибрежном районе плавания, а также во всех заливах и лиманах и без ограничений
- Судно может эксплуатироваться при температуре наружного воздуха от - 5 град. С до +50 град. С во время навигации в любое время суток.
- Эксплуатационные особенности позволяют движение судна в расчетных режимах и ведение промысла при умеренном волнении не более 3 баллов при высоте волны 3%-ной обеспеченности, не превышающей высоты 0,75 - 1,25 м.



Спасибо за внимание!

