

***К.т.н. Францев М.Э. Компания «Нептун-Судомонтаж», Москва, Россия***

**«Малоразмерные скоростные катамараны модульной конструкции с элементами из композиционных материалов – новые транспортные средства для возрождения судоходства на малых реках России».**

Существующий внутренний водный транспорт России, по своим эксплуатационным качествам, не может в полной мере эффективно обеспечить субъектов экономической деятельности услугами транспортного характера. Транспортные проблемы, сформировавшиеся в конце двадцатого века на внутренних водных путях России, имеют системный характер. Поэтому способы их преодоления, также, должны иметь системный подход. Одним из принципов такого подхода заключается в том, что судно является элементом бизнес-схемы.

В качестве одного из примеров системного подхода, реализованного при решении задач транспортного обеспечения региона, может служить проект городской Целевой программы организации интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта.

Структура внутреннего водного транспорта в сегменте внутригородских и пригородных пассажирских перевозок, базирующаяся на судах и инфраструктуре, созданных в середине двадцатого века, не отвечает современным потребностям развития городов, особенно мегаполисов.

Транспорт является одним из важнейших элементов материально-технической базы города и необходимым условием функционирования городов. Система городского транспорта является одним из ключевых элементов инфраструктуры крупных городов, в том числе, мегаполисов, а также составной частью единой транспортной системы страны. Процессы урбанизации, рост населения и территорий города определяют развитие городского пассажирского транспорта. В свою очередь наблюдается и обратная связь – влияние городского пассажирского транспорта на процессы градообразования. Транспорт расширяет зону доступности городских центров, способствуя тем самым дальнейшему росту городских территорий. Появление скоростного транспорта обуславливает возникновение огромных поселений - агломераций. Ежедневные маятниковые миграции населения (дом–работа–место досуга) охватывают территории с многомиллионным населением.

Анализ эволюции городов свидетельствует о том, что для эффективного функционирования городской транспортной системы ее формирование должно развиваться опережающими темпами по отношению к другим объектам городской инфраструктуры. Транспортная политика должна быть тесно связана с градостроительной политикой. Одним из аспектов решения градостроительных проблем в существующей городской застройке является создание рациональных систем транспорта. Он требует специального анализа оптимизации взаимодействия различных линий транспорта с жилой застройкой, историческими зонами, деловыми и экономическими центрами города.

В тоже время, анализ эволюции процессов урбанизации в ряде крупных российских городов, в том числе, таких, как например, города Москва, Санкт - Петербург, Нижний Новгород, Самара и ряд других крупных городов с пригородами свидетельствует о том, что эта закономерность выполняется не всегда. Это, в свою очередь, порождает локальные транспортные кризисы, объединенное множество которых со временем приобретает системный характер.

Современное развитие крупных российских городов сопровождается увеличением масштабов автомобилизации, без адекватного и пропорционального развития городских автомобильных магистралей, что постепенно и неуклонно

приводит к кризису транспортной системы в городе. Магистрали переполняются, в часы «пик» возникают многочасовые автомобильные пробки.

Только эффективное функционирование системы внутригородского и пригородного рельсового транспорта крупных городов таких, как пригородные поезда и метрополитен, пока предохраняет крупные города и мегаполисы с пригородами от транспортного коллапса.

Процесс территориального роста урбанизированных территорий, характерный для крупных городов требует эффективного использования и развития общественного транспорта.

Дополнительным фактором, обуславливающим серьезные проблемы транспортной ситуации в крупных городах, является то обстоятельство, что транспорт, а также различные элементы транспортной инфраструктуры являются одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды. К наиболее значимым факторам техногенного воздействия транспортных средств относятся загрязнение воздуха, шум, вибрация.

Например, в городе Москве из общего количества вредных выбросов различных транспортных средств до 92% приходится на автомобили, более 5% – на железные дороги, около 2% – на авиатранспорт и менее 1% – на водный транспорт. В городских условиях 60-80% шума создает движение транспортных средств. Дополнительным источником воздействия на окружающую среду являются колебания и вибрации, возникающие в процессе движения транспортных средств. Вибрация, источником которой выступает трамвай и железная дорога, наносит серьезный ущерб городским коммуникациям, зданиям. Наиболее острая ситуация складывается в центральных исторических частях городов, в районах с плотной застройкой, плохой проветриваемостью и высокой интенсивностью движения общественного транспорта.

Транспортная система крупных городов России, особенно в их центральной части, не обеспечивает нормальных условий обслуживания по следующим причинам:

- низкая скорость движения наземного городского транспорта;
- недостаточное количество магистралей с достаточной шириной проезжих частей и пересечений на разных уровнях;
- недостаточное количество дублеров основных транспортных магистралей;
- недостаточное количество многоуровневых транспортных развязок на пересечениях напряженных магистральных улиц.

Актуальной проблемой для всех российских крупных городов является занятость территории подвижным транспортным составом и транспортными сооружениями, а также проблема стоянок. Транспортные системы, (включая улицы), могут занимать до 30% территории города, а в центральной части – до 70%. При этом на одного пассажира, передвигающегося в трамвае, приходится 2,6 м<sup>2</sup> городской территории, в троллейбусе – 2,4 м<sup>2</sup>, в автобусе – 3,1 м<sup>2</sup>, в легковом автомобиле – 38,5 м<sup>2</sup>, в метро – около 0,1 м<sup>2</sup>.

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что ресурсы для дальнейшего развития автомобильного и другого колесного транспорта в крупных российских городах, особенно мегаполисах, весьма ограничены. Для развития наземного рельсового транспорта свободных городских территорий почти не существует. Поэтому для решения транспортной проблемы в крупных российских городах, наряду с другими мероприятиями, актуальны следующие направления:

- развитие систем общественного транспорта в минимальной степени использующих городские территории;
- эффективная организация создаваемых общественных систем транспорта с точки зрения оптимизации пассажирских перевозок.

Во многих крупных российских городах, таких, как Нижний Новгород, Самара, Волгоград и, особенно, таких мегаполисах, как города Москва и Санкт - Петербург, в том числе в их центральных частях, существует ресурс, в настоящее время практически не используемый для осуществления транспортных функций. Это - акватория водоемов, на которых расположены эти города. В городе Москве это акватория Канала имени Москвы, и в частности, Москва – река. В городе Санкт – Петербурге - это акватория Финского залива до Кронштадта, реки Невы, большинства малых рек и каналов. В поволжских городах это акватория реки Волга.

Организация на этих акваториях системы транспортного сообщения позволит эффективно дополнить существующие транспортные системы города еще одной транспортной системой, требующей, в отличие от подземного строительства и прокладки рельсовых линий минимальных капиталовложений и не занимающей городской территории. Процессы общего потепления климата, затронувшие и нашу страну, позволяют надеяться на снижение фактора сезонности при использовании водного транспорта и на увеличение навигационного периода.

Необходимо отметить, что общая тенденция развития современных городов, в планировочную структуру которых включены реки, заключается в постепенной трансформации исторической роли речных акваторий. В периоды интенсивного развития производительных сил основной их функцией было служить промышленно - транспортными артериями и источниками водоснабжения города. На этапе постиндустриального развития общества ведущие, в прошлом, функции речных акваторий дополняются микроклиматической функцией (экологические коридоры городов), оздоровительной, эстетической, а также туристической функцией с сохранением и развитием экологически чистых транспортных пассажирских перевозок.

При этом, в связи с изменением функций акваторий водоемов, трансформируются и функциональные зоны прибрежных территорий: сокращаются промышленно-портовые функции, расширяются жилые, общественные и туристско-рекреационные зоны на этих территориях. В совокупности с окружающими лесными и лесопарковыми массивами, а также природными комплексами городов, акватории водоемов, особенно крупных рек и водохранилищ существенно влияют на экологическую обстановку в городах. Они определяют ландшафтное своеобразие города, обеспечивают его «проветривание», его связь с природой, активно влияют на состояние воздушного бассейна, являются важнейшим элементом туристско-рекреационной инфраструктуры городов и имеют огромный потенциал развития, в частности, как ресурс для развития интермодальных внутригородских и пригородных пассажирских перевозок водным транспортом.

Учитывая выше изложенное, можно сделать вывод о недостаточном развитии городского и пригородного водного транспорта в крупных российских городах и мегаполисах. Основной проблемой, препятствующей развитию внутригородского и пригородного водного транспорта, является низкая гибкость водной транспортной системы, обусловленная малой приспособленностью к современным условиям существующего пассажирского флота, созданного во второй половине двадцатого века для других целей и задач. Можно предположить, что развитие внутригородских и пригородных перевозок водным транспортом должно идти по пути повышения гибкости, встраивания их в транспортную систему города в сочетании с наземным и подземным транспортом, то есть формирования системы интермодальных пассажирских перевозок.

Анализируя транспортную ситуацию на дорогах России, нельзя не заметить, что большую долю перевозок приняли на себя транспортные средства небольшой

пассажировместимости, грузоподъемности и размеров. Бурное развитие этого вида транспортных средств в течение двух последних десятилетий явилось своеобразным отражением изменения экономического уклада общественной жизни. Сосредоточенные массовые перевозки в направлении крупных потребителей и пассажиропотоков сменились более разветвленными и раздробленными перевозками, характерными для многоукладной рыночной экономики. Сегодня трудно переоценить роль, которую играют небольшие транспортные средства в транспортной инфраструктуре всей страны, и понятно, что это тенденция. Поэтому можно сделать вывод, что аналогичные подходы к перевозкам внутренним водным транспортом, также, могут оказаться эффективными.

Урбанизация территории современных российских городов и связанный с ней рост автомобильного парка порождают многочисленные транспортные проблемы, преодоление которых возможно только на основе комплексного подхода к их решению. Одним из аспектов такого подхода является обновление флота, путем создания комфортабельных скоростных пассажирских судов с высокими характеристиками эффективности для внутригородских и пригородных пассажирских перевозок.

Одновременно с их созданием необходимо формирование в городах системы взаимосвязанных перевозок подземным, наземным и водным транспортом, оснащение маршрутных линий современными причальными сооружениями. Все эти комплексные мероприятия будут повышать роль акваторий, как транспортных артерий, способствовать превращению водного транспорта в современное, высокоэффективное средство передвижения в городе. Кроме этого, с каждым годом возрастает актуальность использования внутригородского и пригородного пассажирского водного транспорта, как средства оказания туристических и экскурсионных услуг.

Рассмотрим принципы повышения характеристик эффективности, реализуемых на этапе проектирования, на примере однокорпусного скоростного судна. Для быстроходного судна необходимо сочетание многих характеристик, соответствующих оптимальным проектным решениям. При оптимизационном поиске на первом уровне декомпозиции судно рассматривается как совокупность подсистем, выделяемых по функциональному признаку, например «Корпус», «Гидродинамический комплекс» и другие. Процесс рационального обоснования объектов при проектировании судна заключается в обеспечении рациональных характеристик системы в целом путем придания определенных свойств отдельным ее подсистемам. При этом изменение свойств каждой из подсистем в той или иной степени влияет на изменение характеристик всей системы. В свою очередь, соответствие системы определенным общим требованиям обуславливает определенный уровень свойств ее подсистем. С экономической точки зрения, применительно к подсистеме «Корпус», выбор материала влияет как на массу судна, так и на его стоимость.

Иерархия подсистем, определяется их доминантностью, то есть степенью влияния свойств той или иной подсистемы на качество системы в целом. Доминантность подсистем судна определяется внешней задачей его проектирования, критериями экономической и технической эффективности, а также доминирующими факторами предполагаемой эксплуатации и определяемыми ими граничными условиями. При проектировании судна, как системы, необходимо четкое представление о доминирующих факторах его предстоящей эксплуатации. Правильный учет этих факторов позволяет принимать необходимые решения в процессе проектирования по определению, изменению и уточнению свойств подсистем.

В свою очередь подсистемы первого уровня являются набором подсистем более низкого порядка. Между смежными уровнями могут существовать как однонаправленные, так и двунаправленные связи. На ранних стадиях проектирования подсистемы второго и дальнейших уровней декомпозиции образуют изолированные группы, замыкающиеся на одну подсистему высшего уровня [3, 8].

Для судов с повышенными характеристиками ходкости подсистема «Корпус» является доминирующей. Масса корпуса входит в качестве слагаемого в уравнение нагрузки и может быть выражена, как:

$$D = \sum P_i = P_k + \sum P_{i-1} = q_k(LBH) + \sum P_{i-1} \quad (1)$$

Где,  $D$  - полная масса судна;

$P_i$  - масса  $i$ -й статьи нагрузки;

$P_k$  - масса по статье нагрузки «Корпус»

$\sum P_{i-1}$  – масса по статьям нагрузки без статьи «Корпус»

$L, B, H$  – длина, ширина, высота борта;

Материал корпусов и верхних строений является подсистемой второго уровня декомпозиции по отношению к подсистеме «Корпус». Характеристики материала корпуса входит в качестве сомножителя в уравнение прочности: [5, 7]

$$M_{\max} = k\sigma_0 W \quad (2)$$

Где,  $M_{\max}$  - предельный изгибающий момент от общего изгиба судна при наиболее неблагоприятном случае эксплуатационной нагрузки;

$\sigma_0$  - предел прочности материала;

$k$  – коэффициент пропорциональности;

$W$  - момент сопротивления поперечного сечения эквивалентного бруса на миделе судна.

Предельный изгибающий момент от общего изгиба судна в наиболее неблагоприятном случае эксплуатационной нагрузки может быть выражен как:

$$M_{\max} = \frac{DL}{k_1} \quad (3)$$

Где,  $D$  – полная масса судна;

$L$  - расчетная длина корпуса;

$k_1$  – коэффициент пропорциональности.

Момент сопротивления поперечного сечения эквивалентного бруса на миделе может быть выражен как:

$$W = \frac{\eta FH}{2} \quad (4)$$

Где,  $F$  – площадь поперечного сечения эквивалентного бруса на миделе;

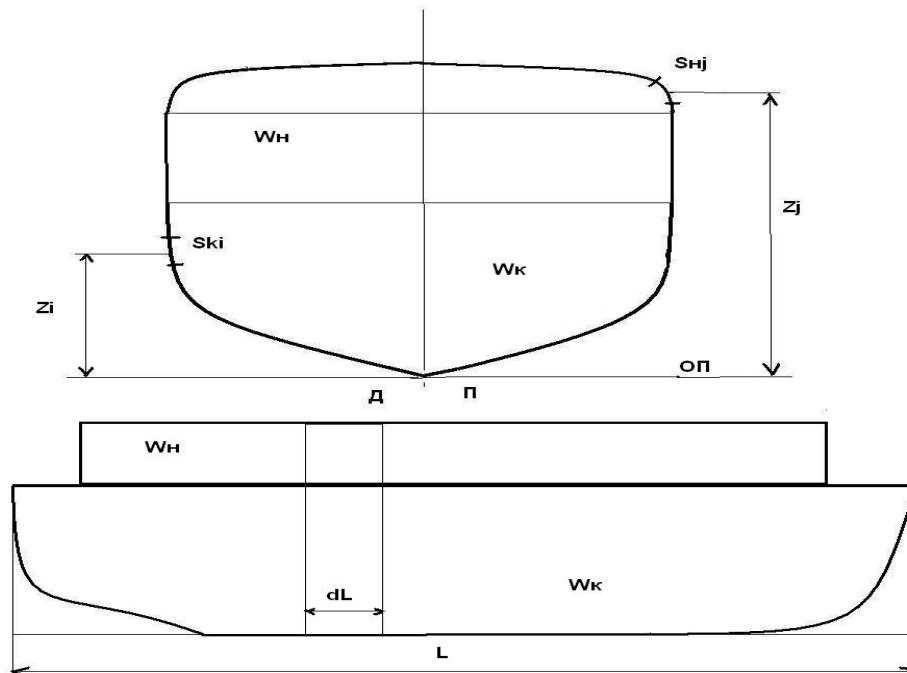
$H$  – высота борта;

$\eta$  – коэффициент утилизации профиля эквивалентного бруса.

Подставив величины (3) и (4) в уравнение (2) получим выражение:

$$M_{\max} = \frac{DL}{k_1} = \frac{k\sigma_0\eta FH}{2} \quad (5)$$

При рассмотрении выражения (5) можно сделать вывод о необходимости учета при выборе материала корпусных конструкций судна его полной массы, его расчетной длины, высоты борта и механических характеристик материала в виде его предела прочности. Площадь поперечного сечения эквивалентного бруса судна определяется конструкцией его корпуса. Известно, что наибольшую часть массы корпуса скоростного судна составляет масса наружной обшивки. На долю набора, фундаментов и подкреплений редко приходится более 15% массы корпуса. Поэтому на этапе декомпозиции подсистемы «Корпус», предназначенном для выбора материала, обшивка корпуса может быть представлена в виде оболочки.



**Рис. 1. Расчетная схема, иллюстрирующая возможность применения различных материалов для собственно корпуса и верхних строений.**

Разделим поверхность корпуса и верхних строений на два участка. Первым участком является подводная часть корпуса и часть надводного борта. Вторым участком является поверхность палубы и верхних строений судна. На поверхность первого участка действует комплекс статических и динамических нагрузок. Поверхность второго участка подвергается эпизодическим внешним воздействиям нагрузок, имеющих существенно меньшую величину и принципиально другой характер. Конструкция корпуса и конструкция верхних строений обеспечивают прочность при действии соответствующих нагрузок и, поэтому, имеют различную площадь поперечного сечения и, соответственно, различную массу единицы поверхности.

Рассмотрим элемент поперечного сечения корпуса и верхних строений длиной  $\Delta L$ . Выделим на поверхности первого участка элементарную дугу  $S_{ki}$  на поверхности первого участка  $S_{ij}$ . Отнесем к площадке  $S_{ki}\Delta L$  массу всех корпусных конструкций  $G_i$ , находящихся на этой площадке, а к площадке  $S_{ij}\Delta L$  массу всех корпусных конструкций  $G_j$ , находящихся на этой площадке на втором участке. Тогда масса поверхности первого участка может быть представлена, как:

$$P_1 = \sum \sum G_i S_{ki} \Delta L \quad (6)$$

Масса поверхности второго участка может быть определена, как:

$$P_2 = \sum \sum G_j S_{ni} \Delta L \quad (7)$$

Определим моменты относительно плоскости мидель-шпангоута и основной плоскости для каждого элементарного участка. Соответственно для первого и второго участков запишем:

$$M_{1x} = \sum \sum G_i S_{ki} X_i \Delta L \quad (8) \quad M_{1z} = \sum \sum G_i S_{ki} Z_i \Delta L \quad (9)$$

$$M_{2x} = \sum \sum G_j S_{kj} X_j \Delta L \quad (10) \quad M_{2z} = \sum \sum G_j S_{kj} Z_j \Delta L \quad (11)$$

Масса корпуса равна:

$$P_1 + P_2 = \sum \sum G_i S_{ki} \Delta L + \sum \sum G_j S_{ni} \Delta L \quad (12)$$

Следовательно:

$$X_{gk} = \frac{(M_{1x} + M_{2x})}{P_k} = \frac{(\sum \sum G_i S_{ki} X_i \Delta L) + (\sum \sum G_j S_{kj} X_j \Delta L)}{\sum \sum G_i S_{ki} \Delta L + \sum \sum G_j S_{ni} \Delta L} \quad (13)$$

$$Z_{gk} = \frac{(M_{1z} + M_{2z})}{P_k} = \frac{(\sum \sum G_i S_{ki} Z_i \Delta L) + (\sum \sum G_j S_{kj} Z_j \Delta L)}{\sum \sum G_i S_{ki} \Delta L + \sum \sum G_j S_{ni} \Delta L} \quad (14)$$

Формулы (12-14) показывают, что разделение всей поверхности корпуса и верхних строений на два участка, имеющих различные механические характеристики и, соответственно, различную массу элементов площади поверхности, позволяет изменять массу подсистемы «Корпус», применяя для этих участков различные материалы. Кроме того, это позволяет, в определенных пределах, управлять положением центра масс по высоте, что дает возможность влиять на характеристики остойчивости и плавности качки.

Существенное влияние на выбор материала оказывают и экономические соображения. Для оценки экономического эффекта от применения в конструкции судна материалов с повышенными характеристиками прочности и пониженными характеристиками массы представим полную массу в виде:

$$D = \sum P_i = q_k(LBH) + p_m N + p_T Nt + \sum P_{i-3} \quad (15)$$

где:  $D$  - полная масса судна;

$N$  – мощность главных двигателей;

$p_m$  – измеритель по статье «Механизмы»;

$p_T$  - измеритель по статье «Топливо»;

$t$  – продолжительность рейса;

$\sum P_{i-3}$  – масса по статьям нагрузки без статей «Корпус», «Механизмы», «Топливо».

Для скоростных судов определение мощности может быть произведено по формуле:

$$N = aDV \quad (16)$$

где:  $V$  – скорость судна;

$a$  - коэффициент пропорциональности, определяемый при анализе базы данных

Объединение формул (15) и (16) приводит к зависимости:

$$D = q_k(LBH) + ap_m DV + ap_T DVt + \sum P_{i-3} \quad (17)$$

Оценим экономический эффект на примере скоростного судна, имеющего фиксированную скорость и неизменное время нахождения в рейсе. Представим экономию массы корпуса в виде величины  $\Delta P_k$ . Тогда из формулы (17) можно получить уменьшение полной массы за счет уменьшения массы корпуса в виде: [1, 4, 7, 9]

$$\begin{aligned} \Delta D &= \Delta P_k + ap_m \Delta P_k V + ap_T \Delta P_k Vt = \\ &= \Delta P_k (1 + ap_m V + ap_T Vt) \end{aligned} \quad (18)$$

Формула (18) показывает, что снижение массы корпуса позволяет дополнительно снизить массу механизмов за счет снижения потребной мощности, достаточной для поддержания заданной скорости. Кроме того, дополнительно может быть уменьшен запас топлива за счет уменьшения расходных характеристик двигателей. Образовавшаяся экономия полной массы может быть направлена на увеличение полезной нагрузки судна и на достижение более высоких экономических показателей.

Варьируя показатели, определяющие функции цены судна по различным статьям нагрузки, применяя в конструкции судна с повышенными характеристиками ходкости различные сочетания композиционных и



традиционных материалов, проектант может достичь максимального экономического эффекта, что в сочетании с обоснованными техническими решениями позволит обеспечить конкурентоспособность проекта судна.

Важным аспектом, определяющим выбор материала корпуса, является учет на качественном и количественном уровне его взаимосвязей с подсистемой «Гидродинамический комплекс». Сложность обводов подводной части корпуса судна в большой степени определяется технологическими возможностями обработки применяемых материалов.

Стандартный выбор материалов для пассажирского скоростного судна ограничивается легкими сплавами. Известно, что легкие сплавы примерно в три раза легче судостроительной стали. Однако временное сопротивление легких сплавов в два-три раза ниже, чем у судостроительных сталей. Кроме того, легкие сплавы существенно более чувствительны к концентрации напряжений, динамическим многоцикловым нагрузкам, и ряду других факторов, снижающих эксплуатационные качества корпусов судов из легких сплавов. Легкие сплавы имеют технологические особенности изготовления, существенно удорожающие производство. Стоит же алюминиевый прокат примерно в семь раз дороже стального проката сопоставимой массы.

При этом существует ресурс повышения весовой эффективности судна в виде применения в его конструкции композиционных материалов. Примеры реализации этого ресурса в виде построенных судов относятся к области высокоскоростных судов, в том числе, амфибийных транспортных средств на воздушной подушке. Применение композиционных материалов позволяет добиться снижения мощности при экономии полной массы судна и соответствующего снижения массы двигателей, массы запаса топлива, цены двигателей и затрат на топливо. Однако в схеме экономического анализа, при этом необходимо учитывать и возрастание удельной стоимости композиционных материалов.

Произведем сравнительный анализ массовых и экономических параметров вариантов изготовления корпуса скоростного судна из легких сплавов и судостроительных высокопрочных сталей. Представим массу металлического корпуса как:

$$P_{кор} = \rho t_{cp} b [a(\delta_1 L_{габ} B_{габ} H)^{2/3} + \alpha_1 L_{габ} B_{габ}] \quad (19)$$

где:  $P_{кор}$  – масса металлического корпуса;

$L_{габ}$ ,  $B_{габ}$  – габаритная длина и ширина корпуса;

$H$  – высота борта;

$\delta$  – коэффициент полноты формы корпуса;

$\alpha$  – коэффициент полноты главной палубы;

$a$  – коэффициент пропорциональности

$b$  – коэффициент позволяющий учесть массу набора в массе корпуса;

$t_{cp}$  – средняя толщина обшивки;

$\rho$  – плотность материала;

Момент сопротивления эквивалентного бруса может быть представлен, как:

$$W_{кор} = \eta (B_{габ} + H) t_{cp} H \quad (20)$$

Тогда предельный изгибающий момент действующий на корпус судна может быть представлен, как:

$$M_{\max} = \frac{DL}{k_1} = \eta(B_{\text{заб}} + H)t_{\text{срст}}H\sigma_{0\text{ст}} = \eta(B_{\text{заб}} + H)t_{\text{сралюм}}H\sigma_{0\text{алюм}} \quad (21)$$

где:  $t_{\text{срст}}$   $t_{\text{сралюм}}$  – соответственно средняя толщина обшивки стального и алюминиевого корпусов;

$\sigma_{\text{ст}}$ ,  $\sigma_{\text{алюм}}$  – пределы прочности соответственно для стального и алюминиевого корпусов;

Подставив значения пределов прочности для высокопрочных судостроительных сталей и легких сплавов в формулу (20) и составив пропорцию для определения соотношения средних толщин обшивки для корпусов судов, изготовленных из этих материалов, получаем:

$$\frac{t_{\text{сралюм}}}{t_{\text{срст}}} = \frac{\sigma_{0\text{ст}}}{\sigma_{0\text{алюм}}} = 2,5 \quad (22)$$

Запишем формулу (19) для корпусов судов, изготовленных из судостроительных сталей и легких сплавов, соответственно:

$$P_{\text{корст}} = \rho_{\text{ст}} t_{\text{срст}} b [a(\delta_1 L_{\text{заб}} B_{\text{заб}} H)^{2/3} + \alpha_1 L_{\text{заб}} B_{\text{заб}}] \quad (23)$$

$$P_{\text{коралюм}} = \rho_{\text{алюм}} t_{\text{сралюм}} b [a(\delta_1 L_{\text{заб}} B_{\text{заб}} H)^{2/3} + \alpha_1 L_{\text{заб}} B_{\text{заб}}] \quad (24)$$

Составим пропорцию, позволяющую вычислить увеличение массы корпуса при переходе в конструкции от легких сплавов к высокопрочным судостроительным сталям:

$$\frac{P_{\text{корст}}}{P_{\text{коралюм}}} = \frac{\rho_{\text{ст}} t_{\text{срст}}}{\rho_{\text{алюм}} t_{\text{сралюм}}} = \frac{3}{2,5} = 1,2 \quad (25)$$

Составим пропорцию, позволяющую вычислить изменение стоимости корпуса без учета технологической составляющей, подставив в формулу (25) величины действующих цен на высокопрочные судостроительные стали и легкие сплавы соотносящиеся, как 1:7. В результате получим соотношение:

$$\frac{C_{\text{корст}}}{C_{\text{коралюм}}} = \frac{P_{\text{корст}} C_{\text{ст}}}{P_{\text{коралюм}} C_{\text{алюм}}} = \frac{1,2}{7} = \frac{1}{5,8} \quad (26)$$

Произведенные расчеты показывают, что применение высокопрочных сталей вместо легких сплавов для корпуса скоростного судна позволяет снизить толщину наружной обшивки и набора примерно в 2,5 раза, уменьшить строительную стоимость корпуса более чем в 5 раз без учета технологической составляющей при превышении массы по статье корпус не более чем на 20%.

Все эти соображения обосновывают применение высокопрочных сталей в сочетании с композиционными материалами для корпусов скоростных судов в качестве реальной альтернативы легким сплавам.

В настоящее время в современном мировом судостроении наметилась тенденция сочетания в конструкции скоростного судна стального корпуса из высокопрочных сталей с верхними строениями из композиционных материалов. Примером такого сочетания может служить конструкции скоростных судов компании «Danish Yachts», сочетающие стальной корпус и углепластиковые развитые надстройки.

Известно, что масса корпусных конструкций катамарана определяется, как массой его корпусов, так и массой его моста, которая зависит от характеристик продольной и поперечной прочности, а также прочности на скручивание. Малые реки России и Канал имени Москвы с Москвой-рекой, в частности, характеризуются слабым волнением, что позволяет существенно уменьшить моменты сопротивления и, соответственно, толщины корпусов и моста. Исключение верхних строений из обеспечения продольной и поперечной общей прочности позволяет также существенно снизить их массу.

Поэтому в конструкции скоростного катамарана реализовано сочетание судостроительных сталей в конструкции корпуса и части конструкций моста с различными металлическими и неметаллическими композиционными материалами в конструкции верхних строений и элементов моста судна.

Анализ эксплуатационных особенностей Московского бассейна позволил сформулировать перечень требований, предъявляемых к судну, которое в перспективе должно эксплуатироваться на внутригородских и пригородных линиях города Москвы:

- количество посадочных мест на судне должно быть сопоставимо с пассажироместимостью экскурсионного автобуса (40-45 чел.);
- судно должно позволять принимать на борт количество пассажиров существенно превышающее количество посадочных мест без существенного ухудшения эксплуатационных качеств и характеристик безопасности;
- судно должно иметь высокую остойчивость, перемещение пассажиров и скопление их на одном борту не должно оказывать существенного влияния на его ходовые и маневренные качества;
- габаритные размеры и маневренные характеристики должны позволять судну свободно проходить под мостами, в узостях, расходиться со встречными судами в самых неблагоприятных местах судового хода;
- судно должно иметь ограниченную осадку для возможности эксплуатации за пределами судового хода;
- энергетическая установка судна должна быть экономичной и допускать применение энергосберегающих и природоохранных технологий для эксплуатации в зонах отдыха и в районах сплошной городской застройки;
- отрицательное влияние судна на окружающую среду судно должно быть при эксплуатации минимизировано;
- в конструкции судна должны быть применены современные технические решения, в то же время, судно должно быть оптимизировано с точки зрения строительной стоимости;
- спуск судна на воду и его подъем должны осуществляться без использования судоподъемных сооружений (автомобильный кран), а базирование в зимнее время должно быть на открытой площадке для снижения эксплуатационных расходов;
- судно должно иметь такие принципы движения, чтобы к его эксплуатации мог быть допущен плавсостав, имеющий стандартные навыки управления без переучивания и без существенного повышения квалификации;

- сложность устройства судна должна допускать навигационное обслуживание в береговых производственных участках эксплуатирующих организаций Московского бассейна, а его зимний ремонт мог бы выполняться на их судоремонтной базе;
- судно не должно требовать создания сложной причальной инфраструктуры, в то же время, создаваемая инфраструктура должна позволять гибко реагировать на изменяющиеся пассажиропотоки без существенных капитальных затрат.

Анализируя выше перечисленные требования, определено, что в наибольшей степени им удовлетворяют малоразмерные мелкосидящие скоростные катамараны. Эксплуатация судов этого типа во многих крупнейших городах мира, включая Лондон и Стамбул, подтвердила их высокую эффективность.

В качестве альтернативного варианта рассматривалось применение судов с динамическим поддержанием с различными вариантами статической и динамической разгрузки. Имея большой и многолетний опыт создания амфибийных катеров на воздушной подушке (АСВП), авторы разрабатываемого проекта понимали, что использование судов этого типа для внутригородских перевозок связано с рядом объективных трудностей. К ним относятся: недостаточная точность движения АСВП по курсу и низкая курсовая устойчивость, высокий уровень шума, издаваемый его воздушными винтами и нагнетателями. Дополнительными факторами, усложняющими и удорожающими эксплуатацию АСВП, является необходимость создания причальной инфраструктуры, учитывающей специфику их эксплуатации. Для АСВП характерен, повышенный эксплуатационный износ и аварийные разрушения их корпуса и гибкого ограждения воздушной подушки, связанные с особенностями конструкции и движения. Необходимо, также, отметить низкую эффективность использования судов подобного типа на коротких перевозках, связанную с особенностями их движения.

Кроме того, суда с динамическим поддержанием (СДП), как правило, имеют достаточно высокую строительную стоимость, что также отражается на стоимости их эксплуатации. Для управления и обслуживания СДП необходим персонал высокой квалификации, имеющий соответствующие навыки и опыт. Об этом же свидетельствует тот факт, что во всем мире неуклонно уменьшается число строящихся судов с динамическим поддержанием и, при этом, возрастает число строящихся скоростных катамаранов, позволяющих получить сопоставимые тактико-технические и эксплуатационные характеристики при существенно меньших затратах.

На базе изложенных принципов инжиниринговой компанией АО «Нептун-Судомонтаж» разработан инновационный проект в области развития транспортных систем под названием «Скоростной малоразмерный мелкосидящий катамаран». Проект включает техническую и технологическую документацию типоразмерного ряда судов, а также комплекс технико-экономических и эксплуатационных решений, позволяющих обеспечить высокую эффективность перевозок.

В основу проекта заложен комплексный подход, при котором скоростное судно является элементом транспортной инфраструктуры территории, прилегающей к водным путям с ограниченными габаритами судового хода. Скоростной катамаран представляет собой судно модульной конструкции, имеющее повышенные экономические, эксплуатационные и экологические характеристики. Модулями являются корпуса, секции моста, блоки верхних строений. Все модули имеют железнодорожный габарит. Модульная конструкция позволяет создавать суда различного назначения на базе единых конструктивно – технологических

решений. В конструкции судна применены ранее апробированные при создании других судов технические решения, позволяющие повысить его весовую эффективность и обеспечить заявленные технические характеристики.

Корпуса судна имеют обводы, разработанные специалистами ЦНИИ им. акад. Крылова. Аналогичные обводы апробированы на скоростном катамаране проекта 23107 "Сокол" (головное судно "Капитан Корсак"). Учеными Санкт-Петербургских научных организаций были выполнены исследования, посвященные оценке ближнего волнового поля при оптимизации проектов скоростных катамаранов. Установлено, что при движении скоростные катамараны, имеющие аналогичные обводы и движущиеся в соответствующем скоростном диапазоне образуют систему волн, состоящую из двух пар отходящих волн от носа и кормы по каждому борту под углом, чуть больше угла носового заострения корпуса, налагающихся друг на друга. Соответственно, вектор их движения направлен под большим углом к ДП судна, и волна имеет достаточно малую скорость распространения. С точки зрения опасности размыва берегов, наибольшую опасность представляют, именно, отходящие волны, имеющие вектор движения, направленный в сторону берега. За счет большого угла между векторами скорости судна и скорости отходящей волны высота последней невелика и она быстро снижается. Для оценки ожидаемого волнообразования были выполнены расчеты по проведенным исследованиям, оценены результаты модельных испытаний в опытовом бассейне СПбГМТУ а также выполнен пересчет испытаний судна проекта 23107. Ожидается, что скоростной катамаран при движении в расчетном режиме будет иметь параметры волнения, как близкие параметрам волнения СПК проекта 340 «Ракета».

Что касается волнообразования на мелководье, то исследования, проведенные проф. М.Я. Алферьевым при создании катамаранов внутреннего плавания, а также выполненные в этой области учеными СПбГМТУ показывают, что система локальных максимумов волнообразования зависит от соотношения осадки корпусов и глубины фарватера, относительной скорости судна и ряда других параметров. Для полноценного решения этого вопроса необходимо проведение специальных модельных испытаний с воспроизведением мелководья и пересчет полученных результатов на натурное судно. Безусловно, сделать окончательный вывод в этом вопросе помогут только проведенные по специальной программе испытания головного судна.

Как указывалось выше, судно имеет стальной корпус и верхние строения из различных металлических и неметаллических композиционных материалов многослойной оболочковой конструкции. Оболочковые конструкции такого рода являются одним из наиболее перспективных современных видов конструкций, осваиваемых мировым малотоннажным судостроением. Конструкции этого типа позволяют добиваться высокой весовой эффективности в сочетании с необходимой прочностью и долговечностью. Эта конструкция разработана компанией «Нептун-Судомонтаж» и впервые использована на разъездном катере проекта 82340 "Идель". В процессе эксплуатации на протяжении более пяти лет она подтвердила свои высокие качества.

Судно имеет высокие скоростные и маневренные характеристики, что позволяет существенно повысить эксплуатационную скорость при плавании в условиях стесненного водного пути, а ограниченная осадка дает возможность упростить плавание и маневрирование на малых глубинах. Благодаря малым размерам, массе и высокой маневренности, скоростной катамаран, в отличие от судов других типов, не требует создания сложной причальной инфраструктуры. В конструкции судна применены ранее апробированные технические решения, позволяющие повысить его весовую эффективность и обеспечить заявленные

технические характеристики. Корпуса судна имеют обводы, разработанные специально для скоростных мелкосидящих катамаранов. При движении скоростные катамараны с аналогичными обводами, движущиеся в расчетном режиме, вызывают пониженное волнообразование и за счет этого более экономичны. Судно имеет следующие характеристики:

- «Р 1,2» Российского Речного Регистра;
- длина габаритная 18,30 м;
- ширина габаритная 6,66 м;
- высота борта 1,40 м;
- осадка средняя 0,71;
- водоизмещение 22,50 т,
- пассажироместимость 60 чел;
- экипаж 2 чел;
- скорость максимальная в зависимости от модификации: 26-36 км/час;
- мощность в зависимости от модификации 206 - 420 кВт.

Судно оптимизировано, с точки зрения строительной стоимости и провозной способности. Принципы движения судна и его маневренные характеристики таковы, что к его эксплуатации может быть допущен плавсостав, имеющий стандартные навыки управления без переучивания и без существенного повышения квалификации. Сложность устройства судна допускает навигационное обслуживание в береговых производственных участках эксплуатирующих организаций, а его зимний ремонт может выполняться на их судоремонтной базе.

Заявленные высокие технико-экономические и эксплуатационные характеристики скоростного малоразмерного мелкосидящего катамарана для пассажирских перевозок в г. Москве подтверждены комплексами исследований, проведенными независимо друг от друга, Санкт-Петербургским морским техническим университетом (СПбГМТУ), а также Центральным научно-исследовательским институтом экономики водного транспорта (ЦНИИЭВТ) и Институтом МОСГОРТРАНСНИИПРОЕКТ по заказу Департамента транспорта и связи Правительства Москвы.

Центральным научно-исследовательским институтом экономики и эксплуатации водного транспорта (ЦНИИЭВТом) по заданию Департамента транспорта и связи города Москвы было разработано «Технико-экономическое обоснование внедрения маршрутных перевозок пассажиров внутренним водным транспортом в интеграции с городским общественным транспортом».

В рамках ТЭО выполнена разработка следующих аспектов:

- Предложен и обоснован тип пассажирского судна для выполнения маршрутных перевозок в городе Москве в виде скоростного пассажирского катамарана, имеющего верхние строения из метало - полимерного композиционного материала.
- Обоснованы технические качества этого судна в виде его главных размерений, полной массы, характеристик энерговооруженности, мощности и вместимости.
- Обоснованы эксплуатационные качества этого судна в виде характеристик ходкости, маневренности и мореходности, а также его расходных характеристик, а также определено потребное количество судов для организации регулярных пассажирских перевозок.
- Обоснованы технологические и экономические вопросы постройки этого судна, определена строительная стоимость опытного образца судна, а также всех судов установочной серии.

- Получены различные эксплуатационные и экономические показатели работы транспортной системы, использующей скоростные катамараны, вплоть до структуры эксплуатационных расходов, а также цен билетов на различных линиях, определяющей порог окупаемости и цен билетов для льготных категорий пассажиров.

«Технико-экономическое обоснование внедрения маршрутных перевозок пассажиров внутренним водным транспортом в интеграции с городским общественным транспортом», разработанное ЦНИИЭВТом, подтвердило целесообразность применения для маршрутных пассажирских перевозок в городе Москве нового типа скоростного судна в виде катамарана с повышенной весовой эффективностью, обуславливающей его высокие технико-экономические качества. ТЭО утверждено Департаментом транспорта и связи города Москвы и принято для внедрения.

В порядке дальнейшего развития этого проекта Научно-исследовательским и проектным институтом городского пассажирского транспорта г. Москвы «МОСГОРТРАНСНИИПРОЕКТ» по заданию Департамента транспорта и связи города Москвы была разработана «Концепция городской Целевой программы создания системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта». Она базируется на ТЭО, разработанном ЦНИИЭВТом, и ряде других документов Правительства Москвы.

Концепция включает анализ состояния проблемы, в том числе оценку транспортной ситуации на прибрежных городских территориях и значения водной системы Канала имени Москвы в транспортной инфраструктуре города. Здесь же рассмотрено современное состояние береговых сооружений Московского водно – транспортного узла и структуры пассажирского внутригородского и пригородного водного транспорта.

При формировании базы исходных данных для разработки городской Целевой программы разработана схема организации интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта в сложившейся структуре наземного городского, а также других видов транспорта. Уточнены тактико – технические и эксплуатационные качества судов, предназначенных для современных внутригородских и пригородных пассажирских перевозок, определены направления реконструкции и модернизации береговых сооружений Московского водно – транспортного узла, в том числе характеристики плавучих причальных сооружений и других компонентов водной транспортной инфраструктуры.

В рамках постановки задачи выполнен анализ основных зон взаимодействия отдельных отраслей транспорта с водным транспортом и произведена оценка эффективности интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием современного внутреннего водного транспорта в сложившейся структуре наземного транспорта.

Сформулированы условия для создания и комплексного развития системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта. Разработаны организационные и правовые аспекты создания этой системы. В рамках Концепции разработаны принципы формирования и развития инфраструктуры системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта, в том числе рассмотрены вопросы создания и развития технического компонента системы пассажирских перевозок в городе Москве внутренним водным транспортом, единой системы управления движением системы пассажирских перевозок внутренним водным транспортом, направленной на оптимизацию перевозок, регулирование судоходства и обеспечение его

безопасности. Разработаны принципы формирования финансово – экономической политики, бизнес – моделей, схем и методов управления, а также экспертных оценок ожидаемых показателей экономической эффективности. Разработаны принципы формирования современных систем расчетов по билетам.

Разработаны мероприятия по совершенствованию методов и механизмов государственного управления развитием пассажирских перевозок внутренним водным транспортом в городе Москве.

Предложены принципы реализации инвестиционной политики Правительства Москвы в области развития системы пассажирских перевозок в городе Москве внутренним водным транспортом. В том числе сформулированы гарантии инвесторам, при создании системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта, а также определены принципы социальной политики Правительства Москвы в области системы пассажирских перевозок в городе Москве внутренним водным транспортом.

Рассмотрены территориальные и межрегиональные аспекты развития системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта. Выполнена оценка рисков и оценены ожидаемые результаты реализации положений настоящей Концепции.

При разработке Концепции уточнены технико-эксплуатационные показатели судна, предназначенного для современных внутригородских и пригородных пассажирских перевозок в городе Москве - скоростного пассажирского катамарана с верхними строениями и элементами моста в виде многослойной оболочки из композиционных материалов. При этом решены следующие подзадачи:

- Обоснован выбор предельной осадки судна, исходя из навигационных условий района эксплуатации;
- Обоснован выбор по степени предпочтительности характеристик мощности, скорости и вместимости судна, с точки зрения экономической эффективности пассажирских перевозок;
- Выполнен сравнительный анализ четырех вариантов конструкции судна, отличающихся характеристиками мощности, скорости и вместимости по критерию экономической эффективности и выбран оптимальный вариант;
- Обоснованы маневренные характеристики выбранного варианта пассажирского катамарана и рассмотрено его взаимодействие с плавучими причальными сооружениями при посадке и высадке пассажиров;
- Выполнены расчеты провозной способности выбранного варианта судна и обоснование его экономической эффективности на конкретных внутригородских линиях в рамках Системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта.

Данная Концепция утверждена Постановлением Правительства Москвы № 13-ПП от 20.01.2009 г. и принята для внедрения.

В результате реализации программы предусматривается широкое развитие маршрутной сети водного транспорта (открытие пяти маршрутов общей протяжённостью 73 км, полностью покрывающих городскую акваторию Москвы-реки и выходящих в ближайшее Подмосковье).

Система включает 19 плавучих причалов на территории города и 68 судов - катамаранов. Система может обслуживать ежедневно в период навигации свыше 60 тысяч пассажиров и сможет снизить нагрузку на наземный транспорт, осуществляющий перевозки пассажиров в районах, расположенных вблизи акватории Москвы-реки. Предполагается корректировка маршрутной схемы наземного городского пассажирского транспорта с учетом интеграции с



системой маршрутных перевозок водного транспорта. Поэтому внедрение системы окажет положительное влияние на развитие всего транспортного комплекса столицы. Важно отметить, что существуют большие участки реки Москвы не замерзающие круглый год даже в достаточно суровые зимы, типа Доргомиловского переката между районом Москва – Сити и Киевским вокзалом. Кроме того, одни и те же линии в различное время суток и в разные дни недели могут рассматриваться, как транспортные или экскурсионные одновременно.

Дополнительную сбалансированность экономической модели системы интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием внутреннего водного транспорта придаст использование скоростных катамаранов на рынке оказания туристско-экскурсионных услуг. Речь идет, как о, собственно туристско-экскурсионном обслуживании, так и о перевозке на судне организованных туристических групп в размере численности пассажиров экскурсионного автобуса. Учитывая увеличивающееся с каждым годом число достопримечательностей и мест массового посещения по берегам реки Москвы и Канала имени Москвы, нельзя не признать возрастающую в перспективе роль водного транспорта в этом процессе.

Важно отметить, что существуют большие участки реки Москвы не замерзающие круглый год даже в достаточно суровые зимы.

В октябре 2008 года Департаментом транспорта и связи Правительства Москвы был проведен тендер на закупку пассажирского судна «Скоростной катамаран для Москвы», и только начавшийся экономический кризис приостановил дальнейшее внедрение проекта в Москве на 2011-2013 годы.

Таким образом, применение скоростных катамаранов для маршрутных пассажирских перевозок в Москве утверждено Постановлениями Правительства Москвы № 840-ПП от 24.10.2006 г. и № 13-ПП от 20.01.2009 г.

Выполнен сравнительный экономический анализ экономических характеристик скоростного катамарана по отношению к другим типам судов с динамическим поддержанием. Данные по сравниваемым проектам взяты из открытых источников.

Наибольший интерес для сравнительного экономического анализа проектов судов представляют их интегрированные расходные характеристики, включающие удельный расход топлива главных двигателей, их мощность, полную массу судна, его скорость и характеристики его полезной нагрузки.

Предметом экономического анализа эффективности перевозок стали суда с динамическим поддержанием различных типов:

- суда на воздушной подушке с двухъярусным гибким ограждением;
- суда на воздушной подушке с надувными скегами;
- суда на воздушной подушке с жесткими скегами;
- глиссирующие суда;
- многокорпусные суда переходного режима.

Контролируемыми параметрами при экономическом анализе стали:

- расход топлива на 1 км пути;
- расход топлива на перемещение 1 пассажира на 1 км пути;
- расход топлива на перемещение 1 т полной массы на 1 км пути.

Произведенный анализ показывает, что эксплуатационные характеристики, связанные с расходом топлива у Скоростного катамарана СКМ-1 близки к расходным характеристикам скегового СВП пр. 1435 «Зарница» и превосходят аналогичные качества большинства других судов, являвшихся предметом анализа. Анализ дополнил перечень конкурентных преимуществ катамаранов перед другими типами судов, известный из имеющегося опыта эксплуатации катамаранов внутреннего плавания, таких как:

- экономичность;
- вместимость;
- маневренность;
- надежность.

На базе полученных технических, эксплуатационных и экономических решений в рамках инновационного проекта в области развития транспортных систем под названием «Скоростной малоразмерный мелкосидящий катамаран» разработан типоразмерный ряд судов, которые могут быть использованы в различных регионах России, особенно там, где водный транспорт является важным звеном существующей транспортной инфраструктуры региона. Это касается, в первую очередь, районов Севера, Сибири и Дальнего Востока России.

Известно, что общая протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием в России составляет всего 771 тыс. км, а густота сети автомобильных дорог в России при этом всего 37,6 км на 1000 кв. км. Это, примерно, в 10 раз меньше, чем в Швеции и в 20 раз меньше, чем в Финляндии. При этом 28,8% населенных пунктов России, в которых проживает более 2 млн. человек, не имеет дорожной связи с внешним миром.

В то же время, общая протяженность рек России составляет более 2,3 млн. км из которых 99% рек - это малые реки. Большая часть населенных пунктов России расположена именно на малых реках. Общая протяженность рек, пригодных для судоходства – более 100 тыс. км, густота речной сети на Севере и в Сибири составляет более 800 км на 1000 кв. км

Типоразмерный ряд судов включает следующие основные проектные модификации:

1. Пассажирское судно с модулем повышенной пассажироместимости для внутригородских и пригородных линий в мегаполисах (60 чел. и более).
2. Пассажирское судно с модулем для пассажирских перевозок на местных линиях большой протяженности (40-48 чел.).
3. Грузовое и грузопассажирское судно со следующими функциональными модулями:
  - Съёмный рефрижераторный или изотермический модуль;
  - Съёмный грузовой модуль;
  - Съёмный модуль пассажирских помещений для перевозки до 12 чел;
  - Съёмный модуль пассажирских помещений повышенной комфортности для длительного пребывания, в т.ч. охоты и рыбной ловли;
  - Грузовая площадка с ограждением.

Суда предназначены для эксплуатации на реках и водохранилищах разрядов «Р» и «Л» Европейской части Российской Федерации, а также Севера, Сибири и Дальнего Востока. Скоростные катамараны по своей конструкции, благодаря небольшим размерам, малой массе и высокой маневренности могут производить посадку и высадку пассажиров, а также погрузку и выгрузку в любом необходимом месте, как на причальные сооружения упрощенной конструкции, так и на необорудованный берег через носовой лацпорт. По сообщению, например, руководства Ленского объединенного речного пароходства использование скоростных катамаранов предлагаемого типа целесообразно для замены СПК «Полесье», выслуживших свой срок.

Наиболее рациональным способом внедрения инновационного проекта для перевозок на внутренних водных путях в различных регионах России представляется двухэтапная организация постройки судна. При этом первым этапом является организация крупносерийного изготовления элементов - модулей таких судов, обеспечивающая высокие показатели экономической эффективности,

в одном из промышленно развитых регионов России. Вторым этапом является доставка и сборка на базе региональных предприятий из отдельных элементов-модулей судов, имеющих проектные характеристики, учитывающие географические, экономические и климатические особенности регионов для их транспортного использования.

Из истории известно, по крайней мере, два примера использования подобных схем в судостроении. Это организация крупносерийной постройки подводных лодок в Германии и транспортных судов типа «Либерти» в Соединенных Штатах Америки в годы Второй Мировой войны.

Такая организация не только существенно упрощает и удешевляет внедрение данного инновационного проекта, но и позволяет адекватно учитывать транспортные потребности регионов. Кроме того, она позволяет обеспечивать профильную загрузку региональных промышленных предприятий и создавать дополнительные рабочие места, как в судостроительной промышленности, так и в области судоходства и обслуживания транспортной инфраструктуры.

Со своей стороны инжиниринговая компания АО «Нептун-Судомонтаж» готова оказать необходимую помощь структурам, заинтересованным во внедрении данного инновационного проекта в области развития транспортных систем в виде реализации комплекса необходимых конструктивно-технологических мероприятий, направленных на обеспечение создания судов с требуемыми эксплуатационными качествами и этапа их опытной эксплуатации, независимо от региона их постройки.