

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

Системный подход при разработке проекта пассажирских перевозок

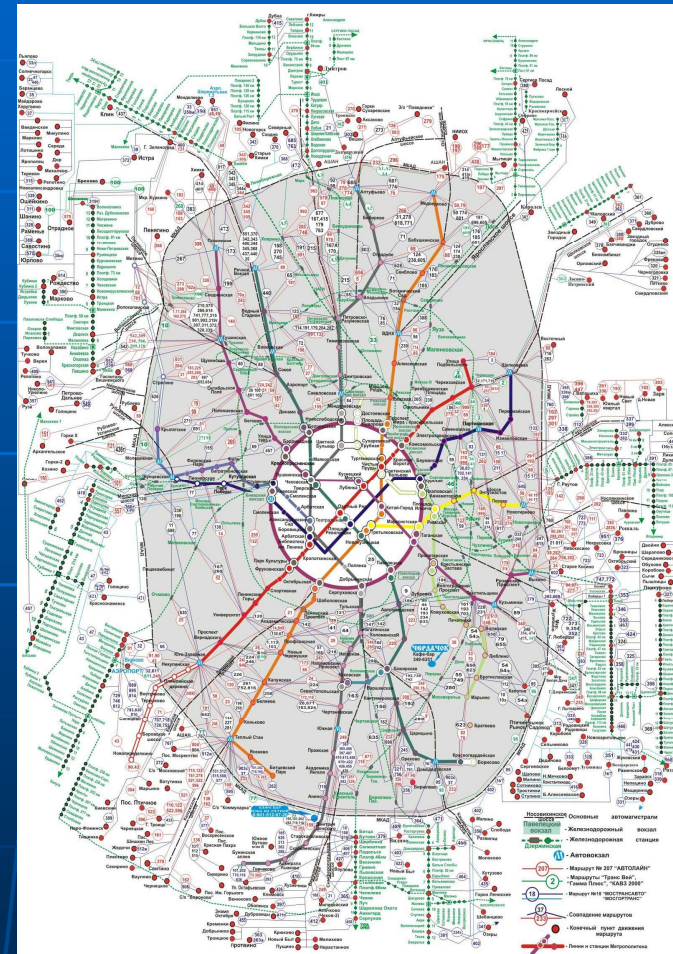
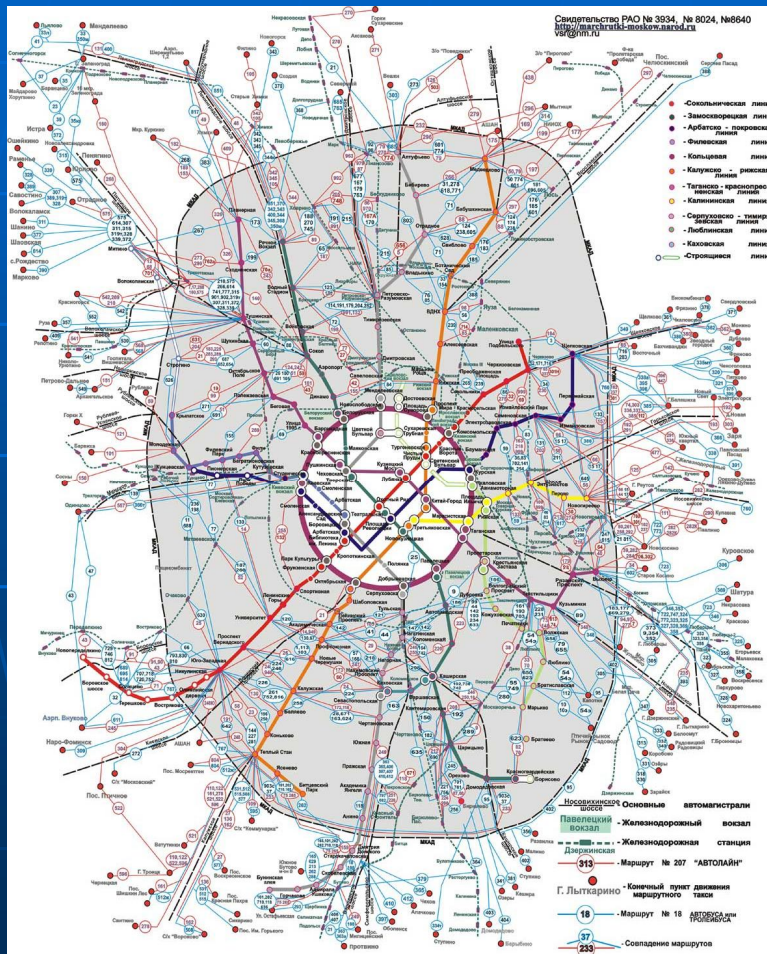
- Существующий внутренний водный транспорт России, по своим эксплуатационным качествам, не может эффективно обеспечить субъектов экономической деятельности услугами транспортного характера.
- Транспортные проблемы, сформировавшиеся в конце двадцатого века на внутренних водных путях России, имеют системный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

Пассажирские перевозки – важный аспект социальной политики

- Транспорт является одним из важнейших элементов материально-технической базы города и необходимым условием функционирования городов.
- Транспорт расширяет зону доступности городских центров, способствуя, тем самым, дальнейшему росту городских территорий.
- Пассажирским транспортом общего пользования России в 2008 году было перевезено 23,5 млрд. пассажиров



Транспортная система Москвы



Акватория Канала имени Москвы

- Организация на акватории Канала имени Москвы системы транспортного сообщения позволяет эффективно дополнить существующие транспортные системы города еще одной транспортной системой, требующей, в отличие, например, от подземного транспорта минимальных капиталовложений и, тоже, не занимающей городской территории.



Перевозка мелкими партиями — примета времени



- Сосредоточенные массовые перевозки в направлении крупных потребителей и пассажиропотоков сменились более разветвленными и раздробленными перевозками, характерными для многоукладной рыночной экономики.

Принципы повышения характеристик эффективности судна, реализуемых на этапе его проектирования

- Для обеспечения эффективности судна необходимо сочетание нескольких его характеристик, соответствующих оптимальным проектным решениям;
- Судно рассматривается, как совокупность подсистем, выделяемых по функциональному признаку;
- 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;
- Изменение свойств каждой из подсистем в той или иной степени влияет на изменение характеристик всей системы;
- Соответствие системы определенным общим требованиям обуславливает определенный уровень свойств ее подсистем.

Необходимые эксплуатационные качества пассажирского судна для Москвы

- достаточно большая полная пассажировместимость (около 60 чел.);
- количество посадочных мест близкое пассажировместимости экскурсионного автобуса (40-45 чел.);
- высокая остойчивость, возможность перемещения пассажиров по палубе без ухудшения ходовых и маневренных качеств;
- ограниченные габаритные размеры и высокие маневренные характеристики;
- ограниченная осадка для возможности эксплуатации за пределами судового хода;
- экологичность;
- современные технические решения;
- спуск судна на воду и его подъем без использования судоподъемных сооружений;
- зимнее береговое базирование;
- простота в эксплуатации и ремонте;
- возможность использования плавучей причальной инфраструктуры.

Обоснование выбора материала для подсистемы «Корпус» по критерию прочности

Система проектировочных уравнений

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

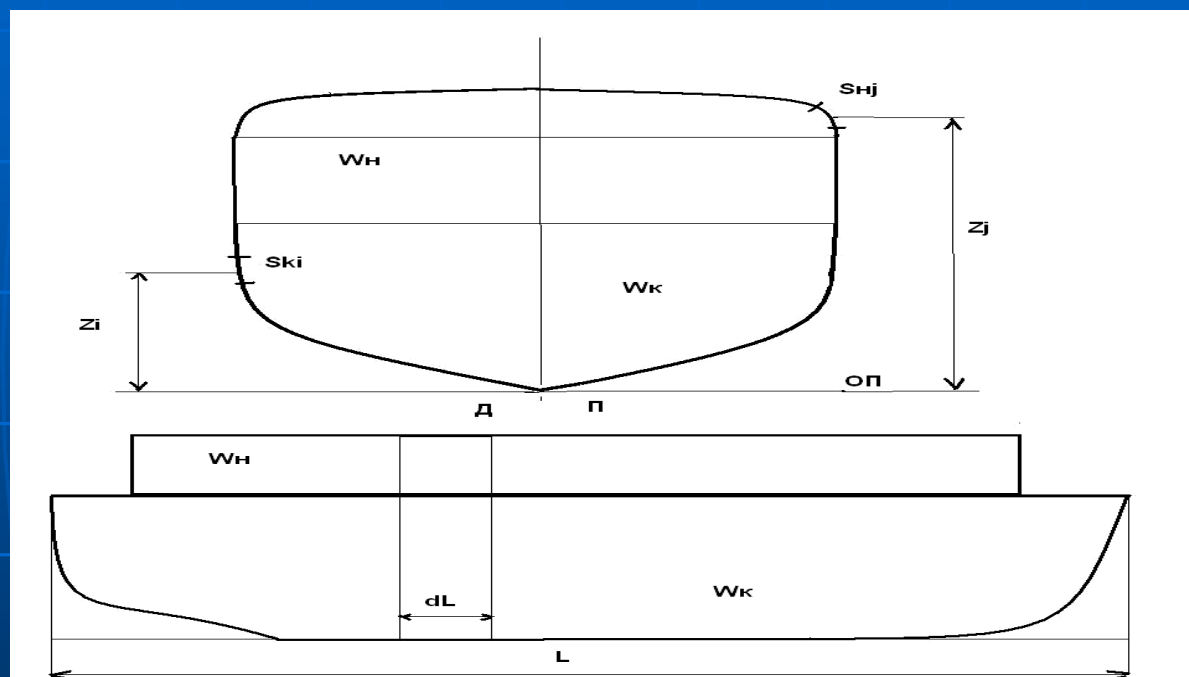
$$M_{\max} = \frac{DL}{k_1}$$

$$M_{\max} = k\sigma_0 W$$

$$W = \frac{\eta FH}{2}$$

$$M_{\max} = \frac{DL}{k_1} = \frac{k\sigma_0 \eta FH}{2}$$

Модель подсистемы «Корпус» в виде оболочки



- В модели подсистемы «Корпус» масса элементарного участка площади поверхности наружной обшивки учитывается вместе с массой прилегающего набора.

Распределение массы подсистемы «Корпус» и корректировка положения центра масс

Распределение масс и моментов

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

$$M_{1x} = \sum \sum G_i S_{ki} X_i \Delta L$$

$$M_{1z} = \sum \sum G_i S_{ki} Z_i \Delta L$$

$$M_{2z} = \sum \sum G_j S_{kj} Z_j \Delta L$$

$$M_{2x} = \sum \sum G_j S_{kj} X_j \Delta L$$

Корректировка положения центра масс

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

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

Интегральный эффект экономии массы по статье «Корпус»

Система проектировочных уравнений

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

$$N = aDV$$

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

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

Интегральный эффект экономии массы по статье «Корпус»

- Снижение массы по статье «Корпус» позволяет дополнительно снизить массу механизмов за счет снижения потребной мощности, достаточной для поддержания заданной скорости.
- 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.

Использование высокопрочных сталей вместо легких сплавов для корпуса скоростного судна

Система проектировочных уравнений

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

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

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

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

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

Использование высокопрочных сталей вместо легких сплавов для корпуса скоростного судна

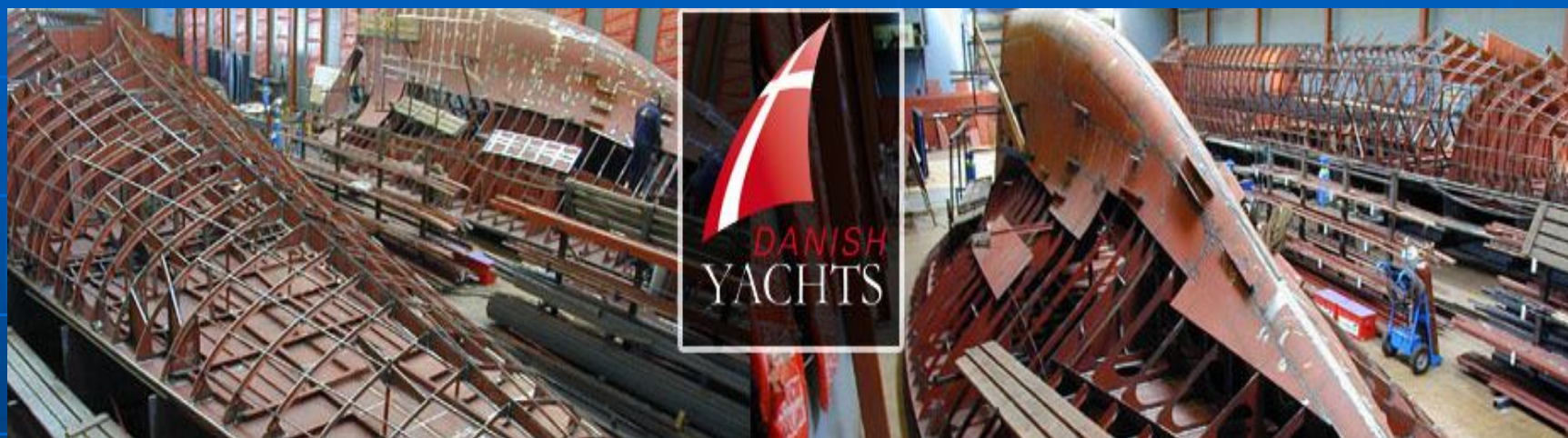
$$\frac{t_{\text{ср.алюм}}}{t_{\text{ср.ст}}} = \frac{\sigma_{0\text{ст}}}{\sigma_{0\text{алюм}}} = 2,5$$

$$\frac{P_{\text{корст}}}{P_{\text{коралюм}}} = \frac{\rho_{\text{ст}} t_{\text{срст}}}{\rho_{\text{алюм}} t_{\text{ср.алюм}}} = \frac{3}{2,5} = 1,2$$

$$\frac{C_{\text{корст}}}{C_{\text{коралюм}}} = \frac{P_{\text{корст}} \zeta_{\text{ст}}}{P_{\text{коралюм}} \zeta_{\text{алюм}}} = \frac{1,2}{7} = \frac{1}{5,8}$$

- 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%.

Сочетание высокопрочных сталей и композиционных материалов



- В современном мировом судостроении наметилась тенденция сочетания в конструкции скоростного судна стального корпуса из высокопрочных сталей с верхними строениями из композиционных материалов.

Преимущества многокорпусных судов

Опыт эксплуатации катамаранов выявил их конкурентные преимущества перед другими типами судов:

- Экономичность
- Вместимость
- Маневренность
- Надежность



Скоростной катамаран для Москвы



Весовая эффективность

- В конструкции судна применены ранее апробированные технические решения, позволяющие повысить его весовую эффективность и обеспечить заявленные технические характеристики.
- Судно оптимизировано, с точки зрения строительной стоимости и провозной способности.

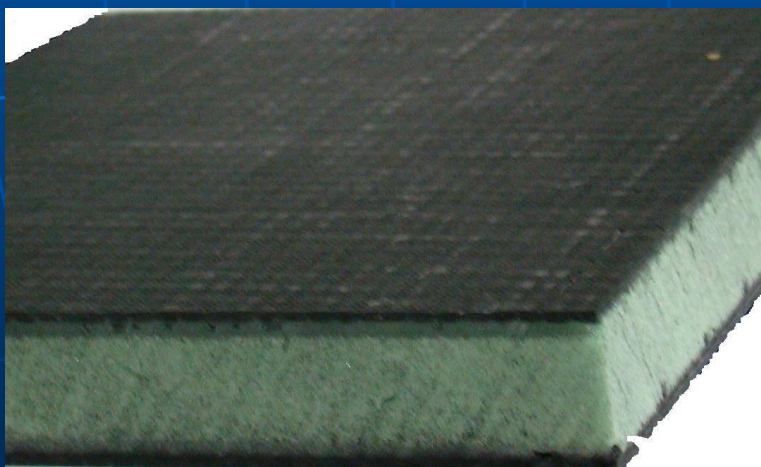


Главные размерения и эксплуатационные характеристики

- «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,
- пассажировместимость 60 чел;
- экипаж 2 чел;
- скорость максимальная в зависимости от модификации: 26-36 км/час;
- мощность в зависимости от модификации 206 - 420 кВт.

Высокие технологии по разумной цене

- Судно имеет стальной корпус и надстройку из композиционного материала на основе морского алюминия многослойной оболочковой конструкции.



Скоростные характеристики и топливная эффективность

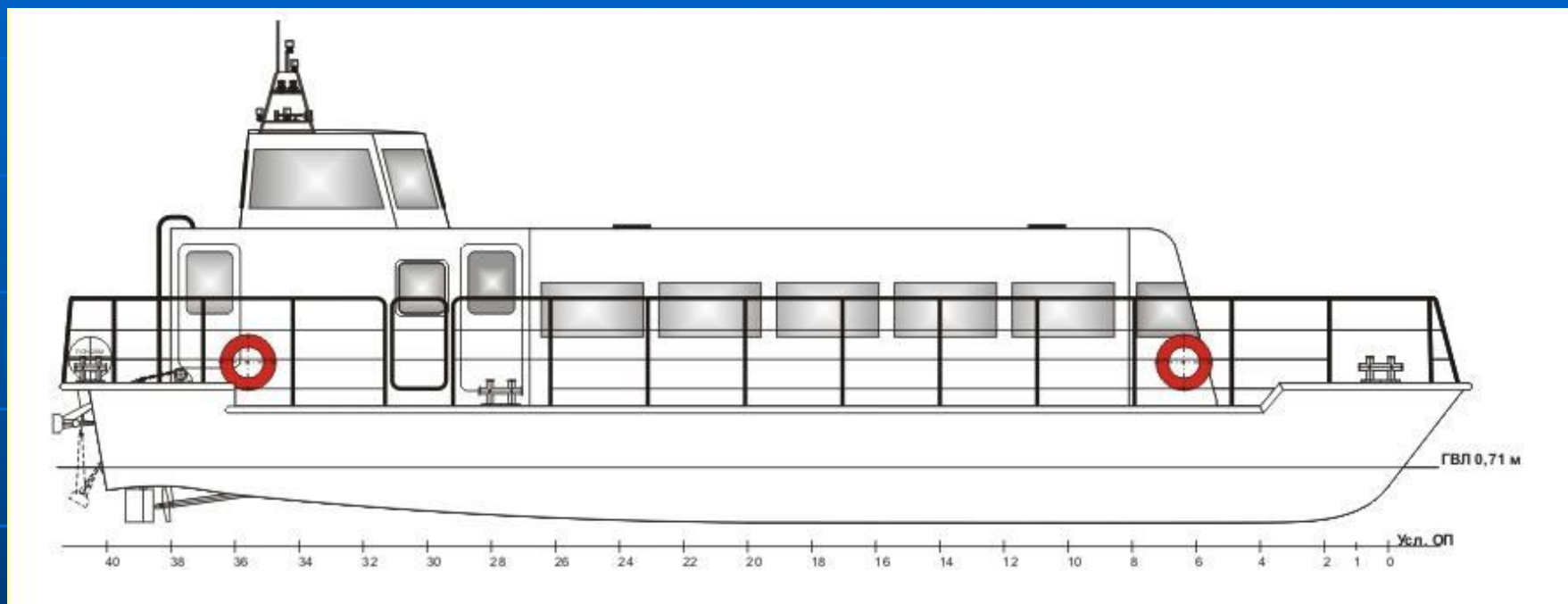
- Корпуса судна имеют обводы, разработанные специально для скоростных мелкоосидающих катамаранов.
- При движении скоростные катамараны с аналогичными обводами, движущиеся в расчетном режиме, вызывают пониженное волнообразование.



Структура эксплуатационных расходов



«Водный автобус мегаполисов»



- Судно предназначено для повышения эффективности внутригородских и пригородных перевозок водным транспортом. Оно может осуществлять достаточно экономичные, (по сравнению с судами с динамическими принципами поддержания), пассажирские перевозки.

Повышенная вместимость и комфорт



- Судно способно перевозить 60 человек по рекам и водохранилищам разряда "Р" в черте города и в пригородной зоне.

Повышенная маневренность и простота инфраструктуры

- Благодаря малым размерам, массе и высокой маневренности судно не требует создания сложной причальной инфраструктуры.



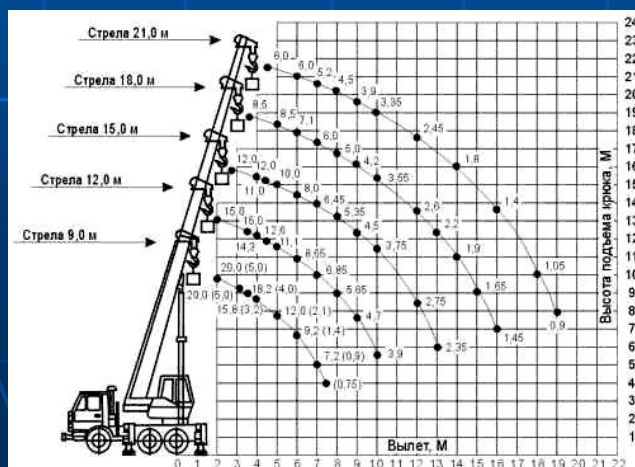
Простота обслуживания и базирования



- Спуск судна на воду и его подъем осуществляются без использования судоподъемных сооружений

(при помощи автомобильного крана)

- В зимнее время судно базируется на открытой площадке



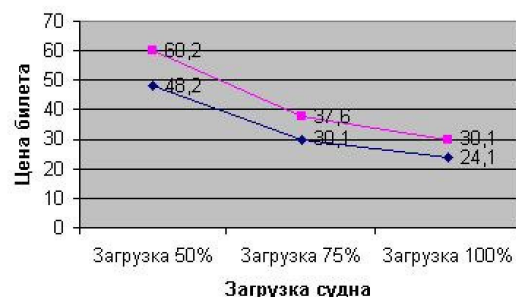
Внедрение проекта

- Заявленные высокие технико-экономические и эксплуатационные характеристики судна подтверждены комплексами исследований, проведенными независимо друг от друга, Центральным научно-исследовательским институтом экономики водного транспорта (ЦНИИЭВТ) и Институтом МОСГОРТРАНСНИИПРОЕКТ.
- Применение скоростных малоразмерных мелкосидящих катамаранов для маршрутных пассажирских перевозок в городе Москве утверждено Постановлениями Правительства Москвы № 840-ПП от 24.10.2006 г. и № 13-ПП от 20.01.2009 г.



Экономичная эксплуатация

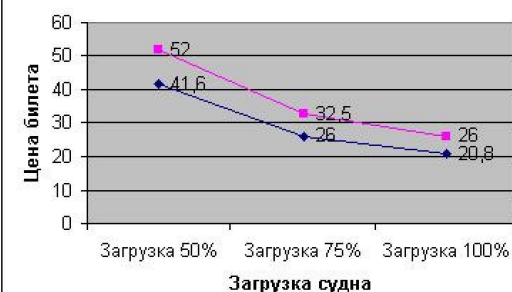
Цена билета на маршруте 1



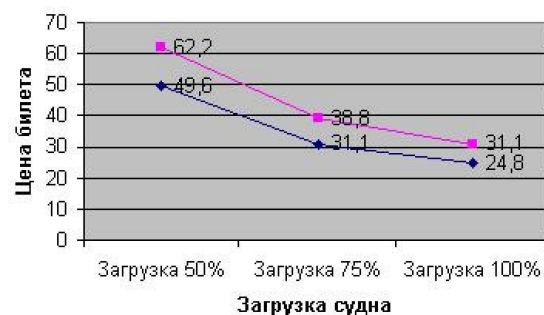
Цена билета на маршруте 2



Цена билета на маршруте 3



Цена билета на маршруте 4

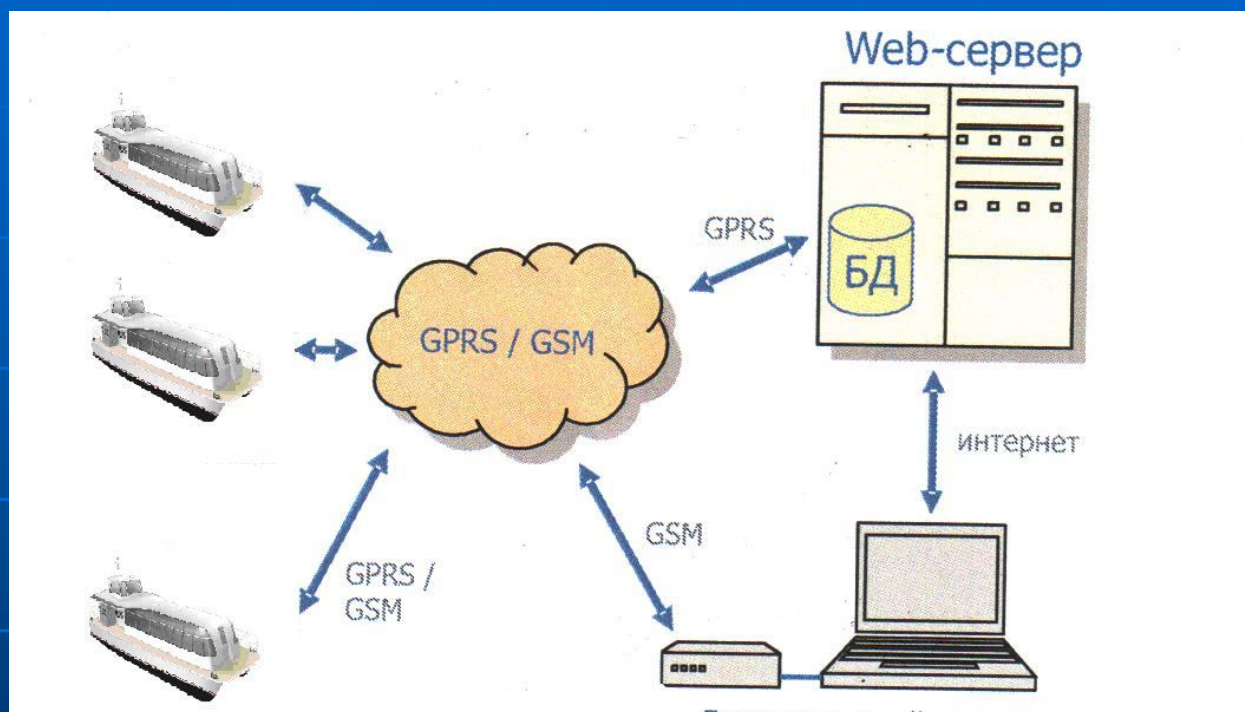


Цена билета на маршруте 5



При разработке технико-экономического обоснования институтом ЦНИИЭВТ были определены социальные цены проезда и границы окупаемости

Эффективность перевозок



- Для решения задачи оптимизации интермодальных пассажирских перевозок в городе Москве с использованием скоростных катамаранов разработан информационный комплекс, базирующийся на системном подходе, включающий систему контроля позиционирования флота и контроля накопления пассажиров в остановочных пунктах построенных на базе информационно – вычислительных решений.

Инвестиционная привлекательность

- В соответствии с «Технико-экономическим обоснованием внедрения маршрутных перевозок пассажиров внутренним водным транспортом в интеграции с городским общественным транспортом», разработанным ОАО «Центральный научно-исследовательский институт экономики и эксплуатации водного транспорта» по заданию Департамента и связи города Москвы, срок окупаемости одного судна не превышает четырех лет

Критерии экономичности

- 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

Расходные характеристики

Большая часть эксплуатационных расходов современных скоростных судов связана с расходами на топливо. Поэтому интерес представляют расходные характеристики судов в натуральном выражении:

- Расход топлива на 1 км пути;
- Расход топлива на перемещение 1 т его полной массы на 1 км пути;
- Расход топлива на перевозку 1 пассажира на 1 км пути.

Предмет экономического анализа эффективности перевозок:

- 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.

Суда на воздушной подушке с двухъярусным гибким ограждением

- АКВП пр. 18802 «Пума»
- АКВП пр. 15063 «Ирбис»



Суда на воздушной подушке с надувными скегами

- АКВП «МАРС 2000»
- АКВП «Аэроход-32»



Суда на воздушной подушке с жесткими скегами

- СВП пр. 1435
«Зарница»
- СВП пр. 14352
«Луч»



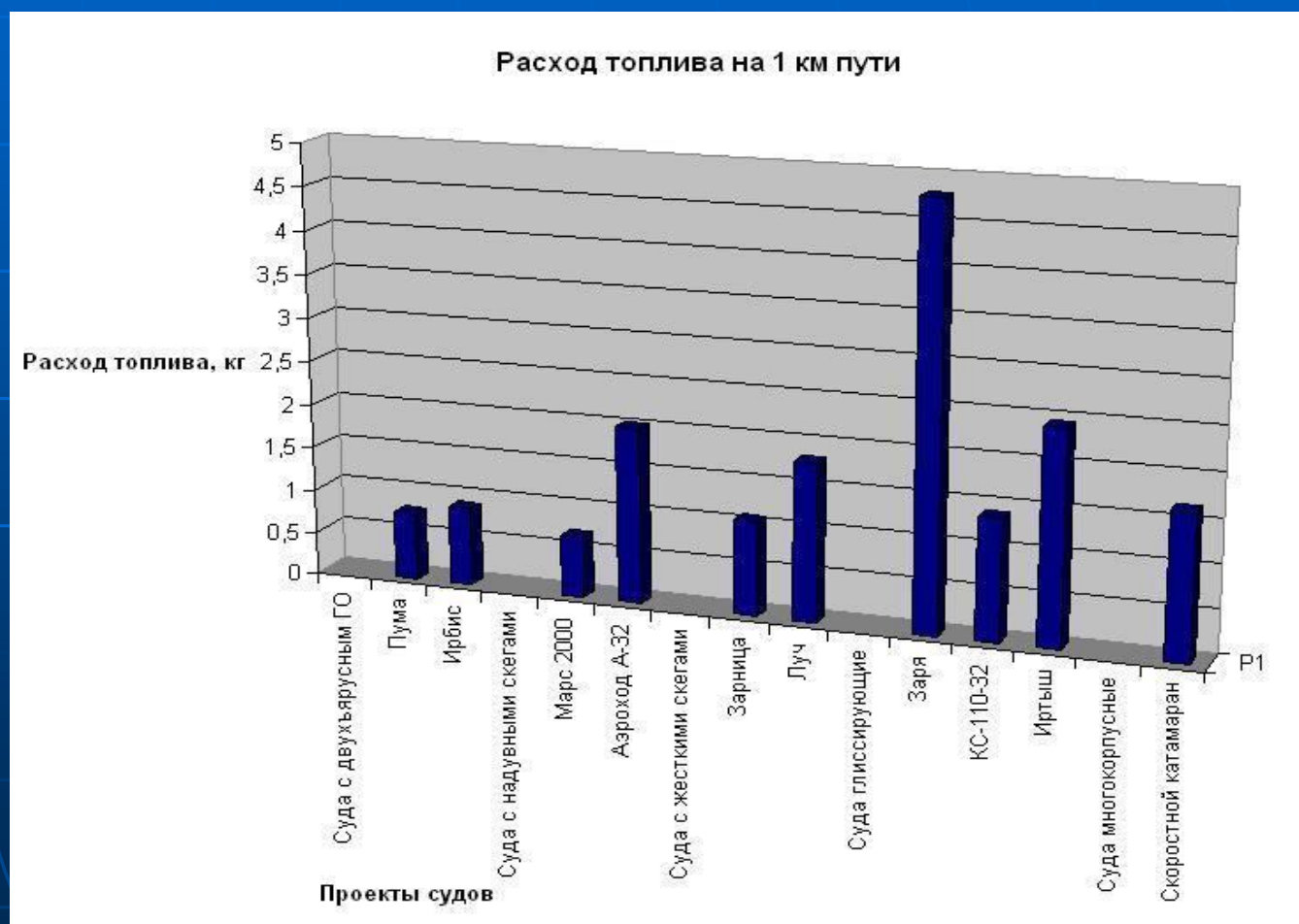
Глиссирующие суда

- Глиссирующее судно пр. Р-83 «Заря»
- Глиссирующее судно пр. КС-110-32
- Глиссирующее судно «Иртыш»



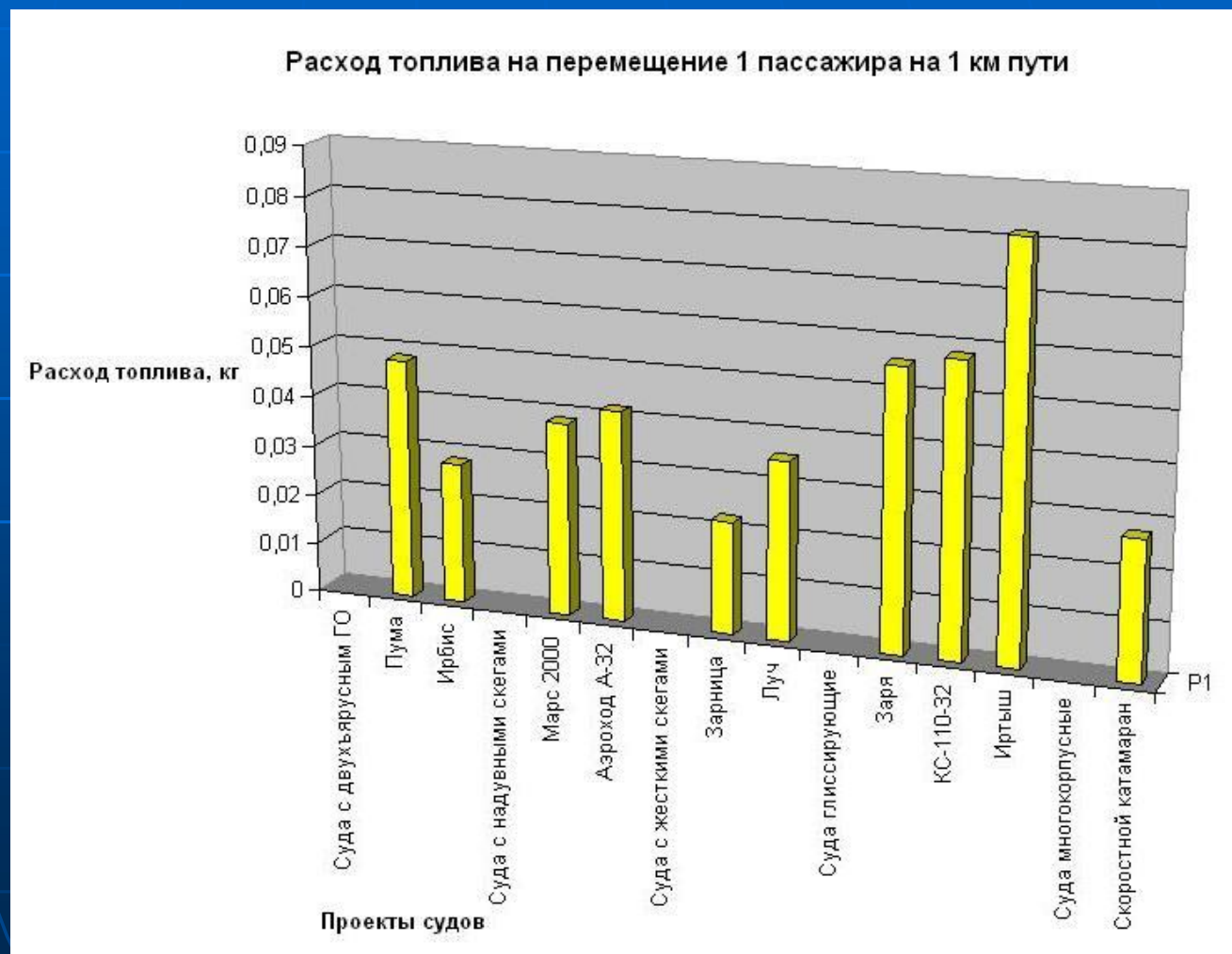
Сравнение эксплуатационных характеристик

Расход
топлива
на 1 км
пути



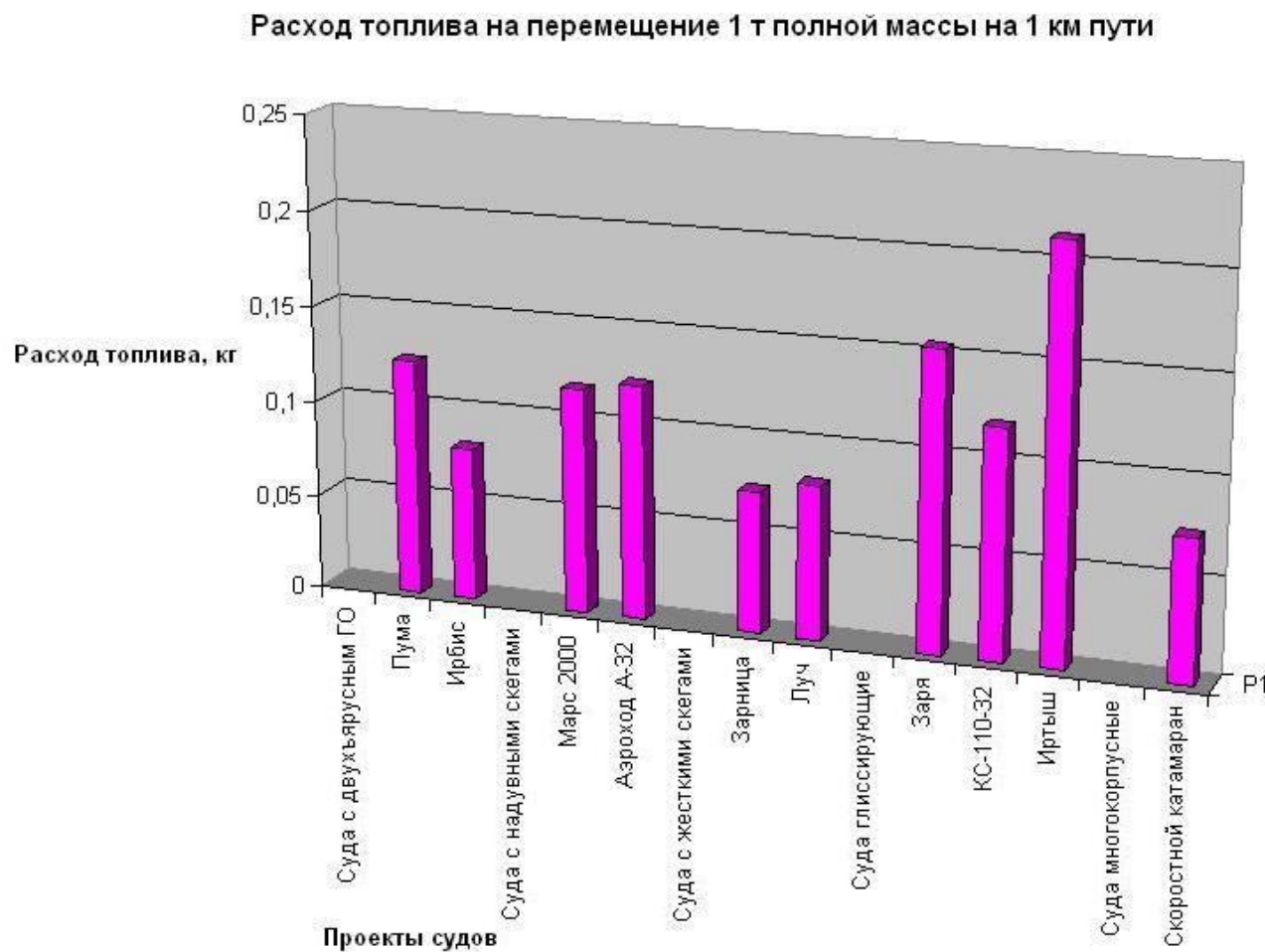
Сравнение эксплуатационных характеристик

Расход топлива на перемещение 1 пассажира на 1 км пути



Сравнение эксплуатационных характеристик

Расход топлива на перемещение 1 т полной массы на 1 км пути

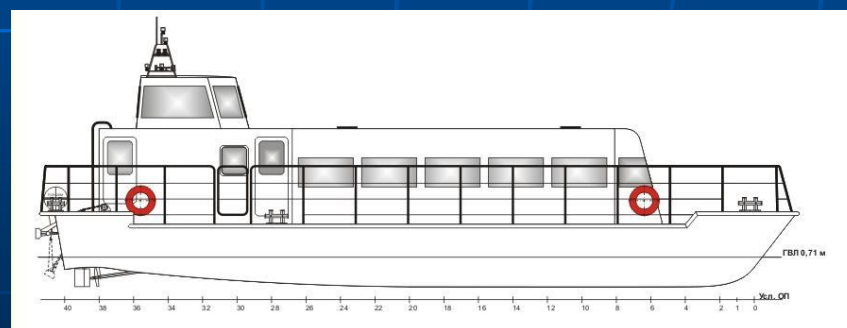
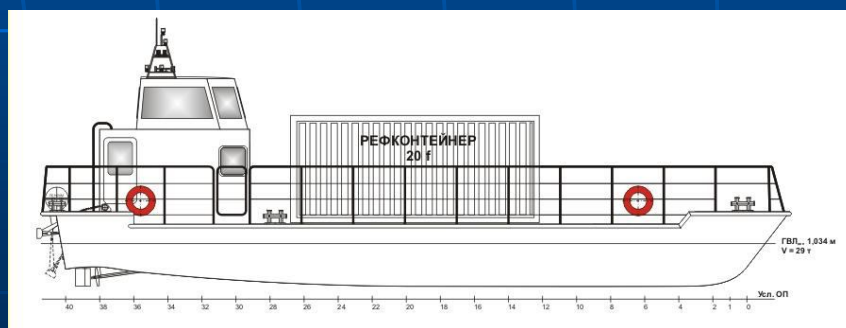
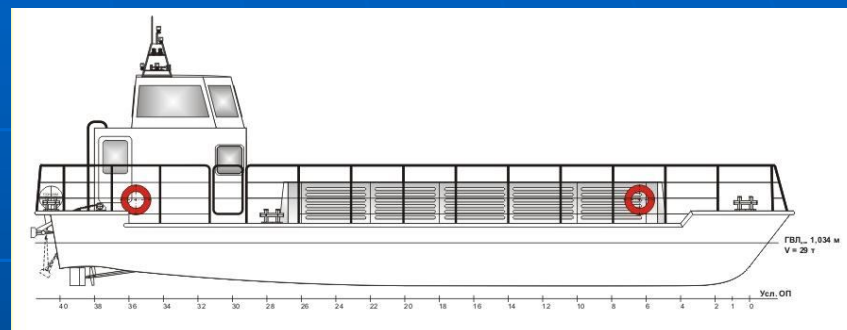


Результаты анализа

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



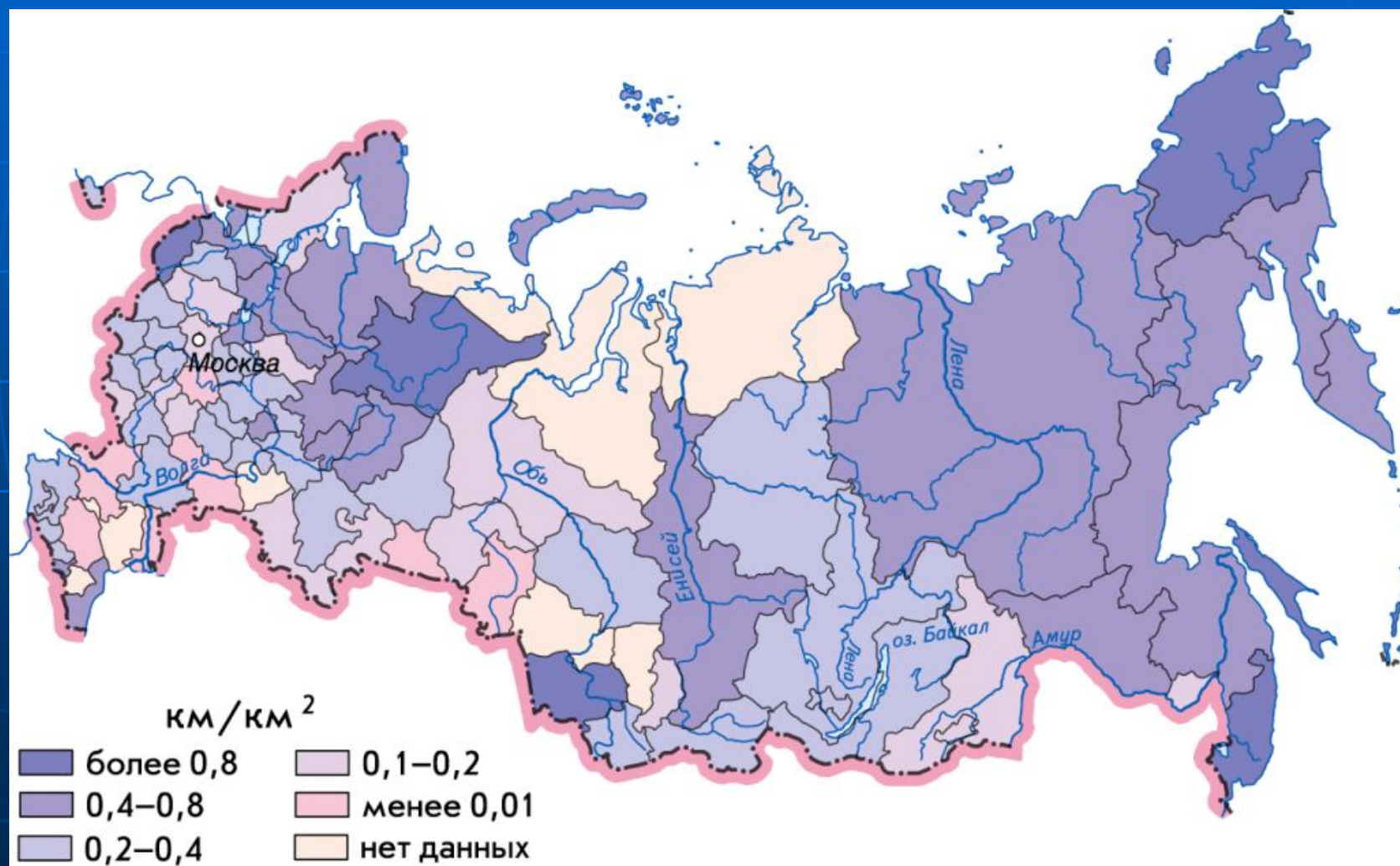
Модульные принципы



Дорожная инфраструктура России

- Общая протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием в России - всего 771 тыс. км
- Густота сети автомобильных дорог в России 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, в которых проживает более 2 млн. чел., не имеет дорожной связи с внешним миром

Россия – великая речная держава



Россия – великая речная держава

- Общая протяженность рек России – более 2,3 млн. км
- Более 99% рек России – малые реки
- Протяженность рек, пригодных для судоходства – более 100 тыс. км
- Густота речной сети на Севере и в Сибири - более 800 км на 1000 кв. км
- Большая часть населенных пунктов России расположена на малых реках

Транспортное освоение Севера и Сибири

- Грузооборот внутреннего водного транспорта на Севере и Востоке России составляет 65-90% от общего грузооборота

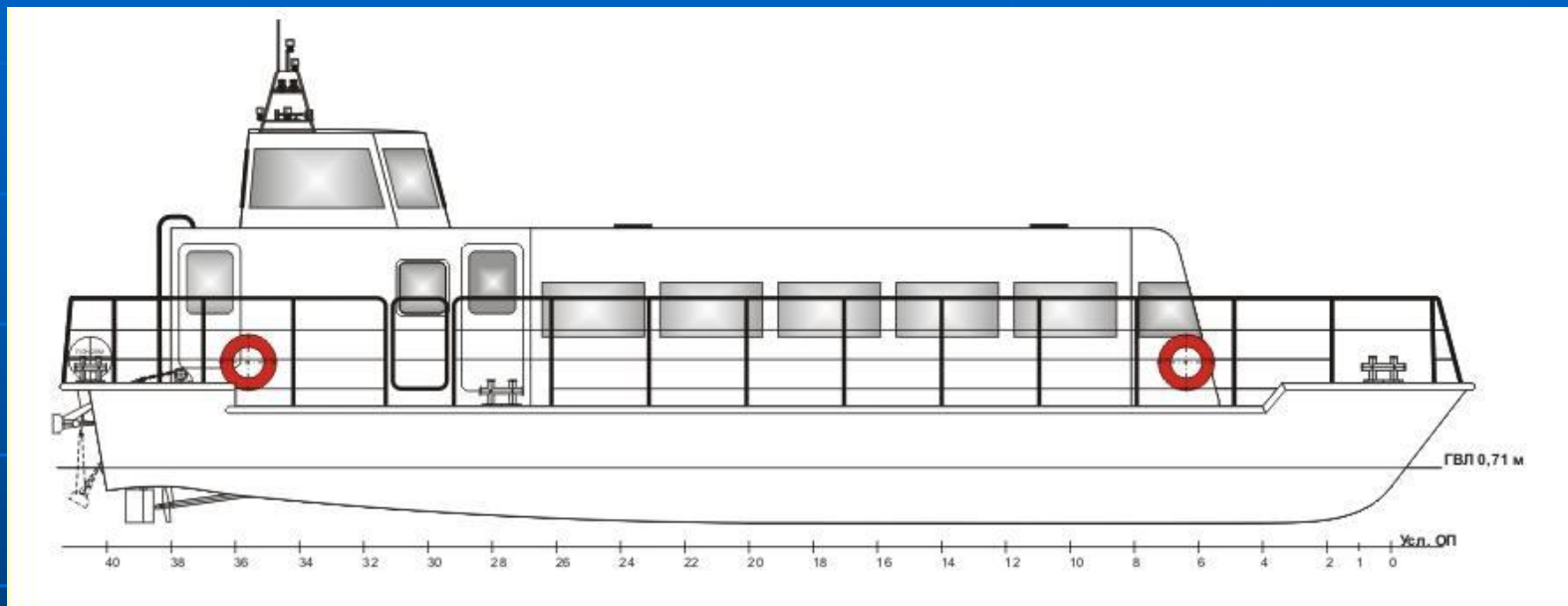


Экономика перевозок



- Экономичные перевозки внутренним водным транспортом – одно из важных условий для совершенствования транспортной системы России.

Пассажирское судно для малых рек



- Судно для пассажирских и экскурсионных перевозок на водоемах с ограниченными габаритами судового хода. Главные двигатели суммарной мощностью 420 кВт обеспечивают максимальную скорость хода около 36 км/час. Судно способно перевозить 48 человек по рекам и водохранилищам разряда "р".

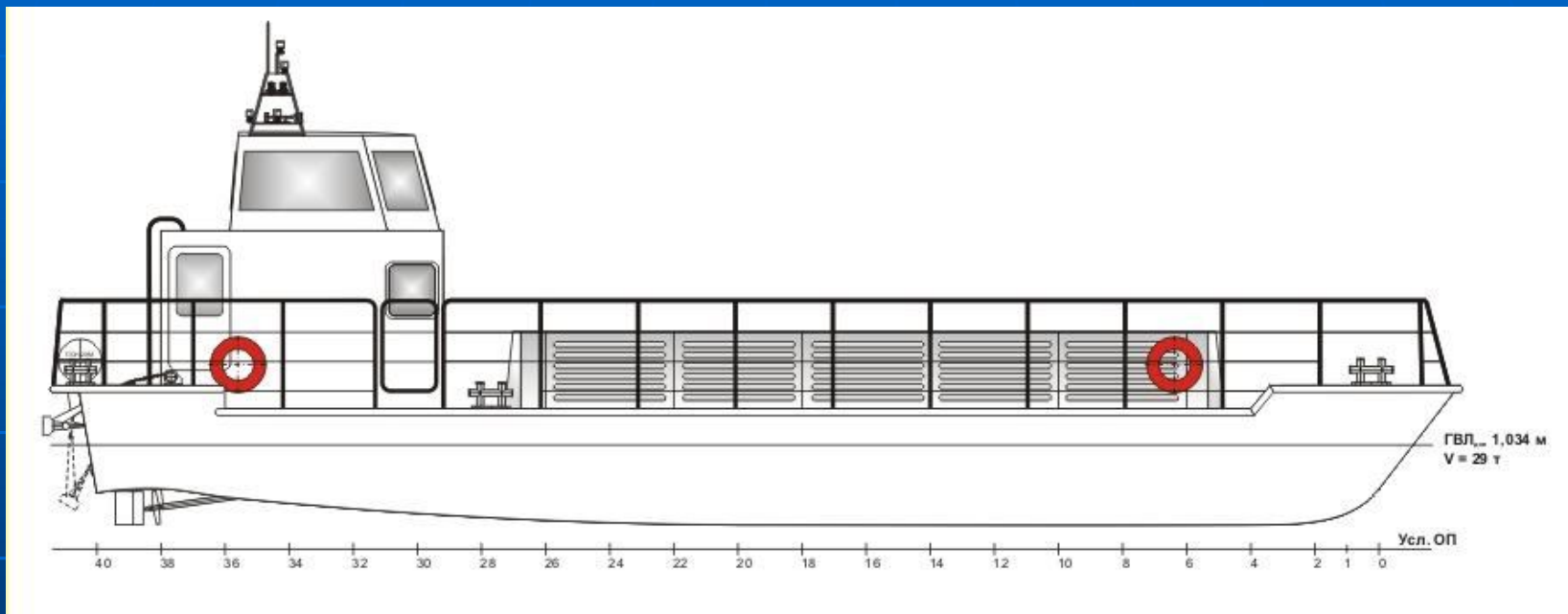
Универсальное грузовое судно

Проектная модификация СКМ-3 предназначена для грузовых перевозок на водоемах с ограниченными габаритами судового хода, в первую очередь, на реках Севера, Сибири и Дальнего Востока. На палубе судна перед надстройкой находится грузовая площадка, на которой, кроме груза, могут быть размещены функциональные модули:

- 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.

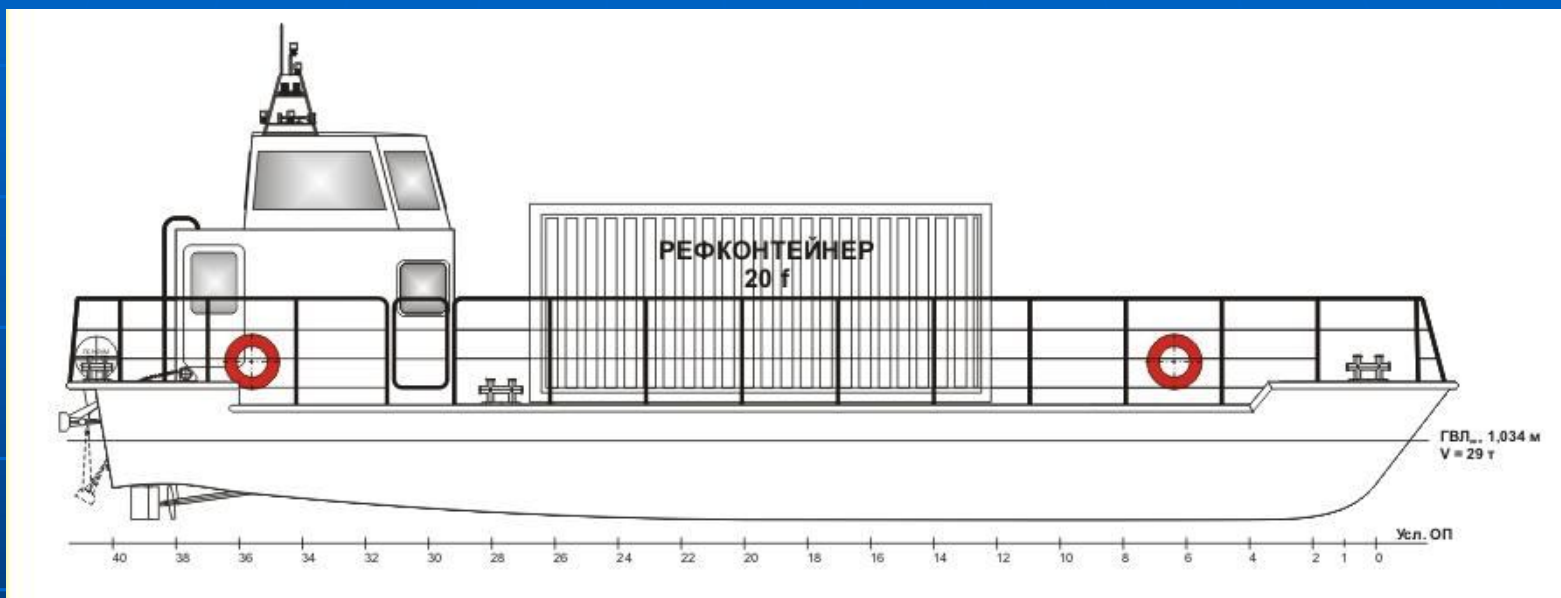
Главные двигатели суммарной мощностью 420 кВт обеспечивают максимальную скорость хода около 30 км/час.

Универсальное грузовое судно



- Высокая маневренность позволяет существенно повысить эксплуатационную скорость при плавании в условиях стесненного водного пути, а ограниченная осадка дает возможность упростить плавание на малых глубинах

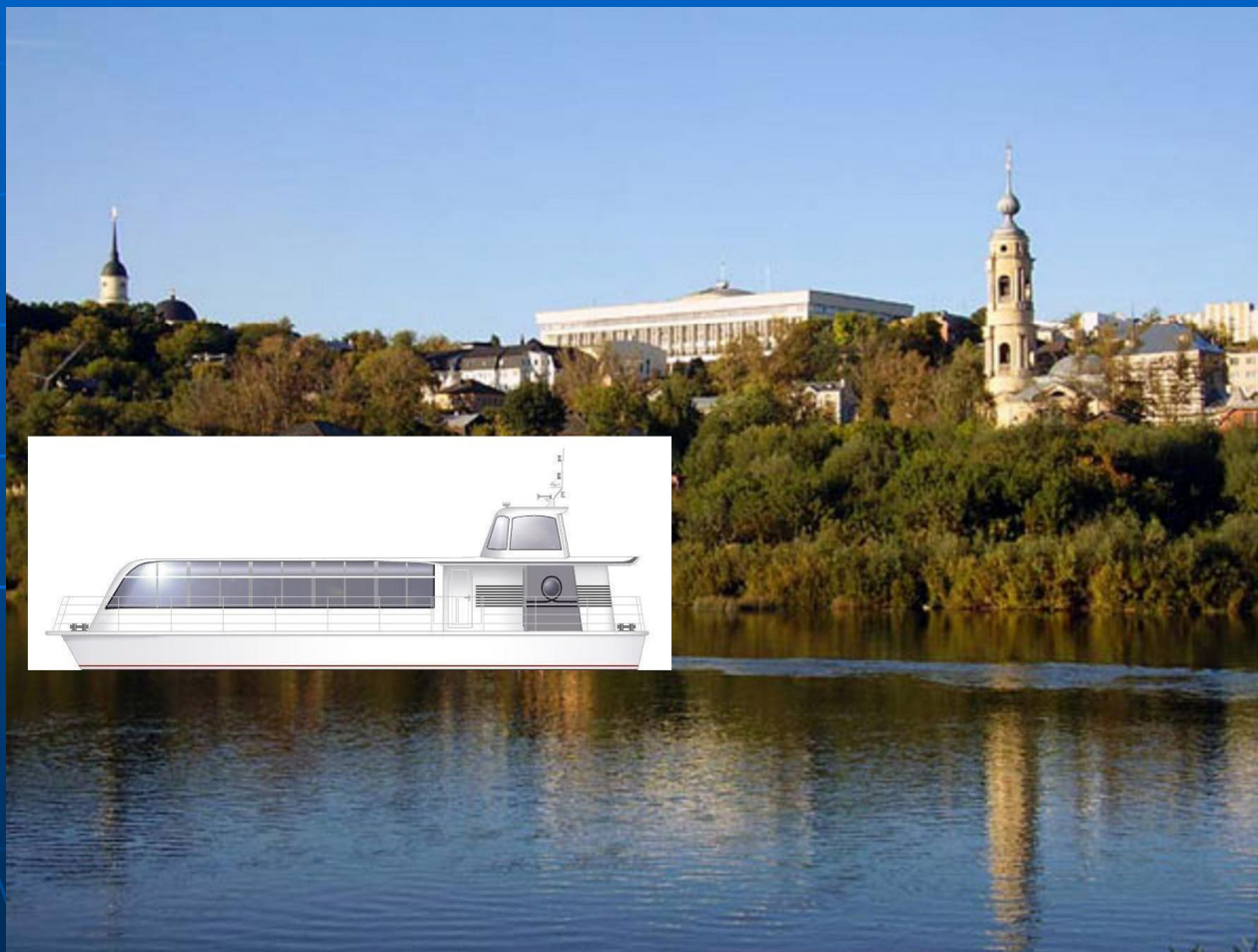
Рефрижератор для рыбаков Севера и Сибири



Перед надстройкой на грузовой площадке могут быть размещены следующие функциональные модули:

- Съемный рефрижераторный модуль, в том числе в виде 20-футового рефрижераторного или изотермического контейнера;
- Съемный грузовой модуль, в том числе в виде 20-футового грузового контейнера различных модификаций;

Скоростные малоразмерные мелкосидящие катамараны – средство возрождения судоходства по малым рекам России



Спасибо за внимание!

www.neptunsm.com