

**Францев М.Э. канд. техн. наук
АО «Нептун-Судомонтаж»**

Новые скоростные пассажирские суда для рек Сибири и Дальнего Востока

Статья подготовлена по результатам научно-исследовательской работы, выполненной Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана по государственному контракту № 13411.1007499.09.082 от 18.11.2013 г. с МинПромТоргом России по технологическому направлению № 3 «Концептуальные проекты морской техники» («Новый облик») Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники» на 2009-2016 годы, мероприятие № 3.3.2 «Скоростные пассажирские суда». Автор статьи руководил указанной работой.

В рамках указанной НИР выполнены, в том числе, следующие исследования:

- Исследованы внутренние водные пути Обь-Иртышского, Енисейского, Ленского, Амурского бассейнов, бассейнов рек Гыданского полуострова (Пур, Таз, Надым, Большая Хета), бассейнов рек Северо-Востока (Яна, Индигирка, Колыма).
- Исследованы реальные расписания скоростных пассажирских перевозок и действующие тарифы в 2010 – 2014 годах основных операторов пассажирских перевозок в бассейнах рек Сибири и Дальнего Востока.
- Определены направления и размеры основных пассажиропотоков бассейнов рек Сибири и Дальнего Востока.
- Исследованы типы скоростных судов, используемые в настоящее время в бассейнах рек Сибири и Дальнего Востока для всех типов скоростных пассажирских перевозок.
- Исследован опыт эксплуатации и модернизации пассажирских скоростных судов, реализованных силами операторов пассажирских перевозок.
- Сформирована база данных нормативных документов региональных и муниципальных органов власти, касающихся вопросов организации и субсидирования скоростных пассажирских перевозок внутренним водным транспортом за 2010 – 2014 годы.

При выполнении научно-исследовательской работы был сделан упор на следующие принципиальные положения.

Долгосрочные интересы Российской Федерации определяют важнейшую роль территории Сибири и Дальнего Востока в развитии страны вследствие их географического положения и наличия значительного ресурсного потенциала. Экономика России без использования ресурсов Сибири и Дальнего Востока нормально функционировать не сможет, тем более что государство уже затратило огромные средства и усилия многих поколений на освоение этого региона. Включение в хозяйственный оборот новых территорий для промышленного освоения полезных ископаемых, например, таких как междуречье рек Оби и Енисея, включающего бассейны рек Надым, Пур, Таз, Большая Хета, а также ряда территорий Байкало-Ангарского и Енисейского бассейнов сопровождается расширением судоходства на этих реках и их притоках, включая осуществление пассажирских перевозок между населенными пунктами, создающимися на берегах малых рек.

Развитие транспортного комплекса в долгосрочном периоде во всех сценариях рассматривается, как один из ключевых факторов обеспечения динамики экономического роста Сибири и Дальнего Востока. В долгосрочной перспективе скоростной пассажирский внутренний водный транспорт останется безальтернативным видом сообщений для огромных территорий, расположенных в бассейнах всех основных сибирских рек. Существует собственная специфика скоростных пассажирских перевозок внутренним водным транспортом, характерная для каждого бассейна Сибири и Дальнего Востока. Пассажирский речной транспорт обеспечивает межрегиональную и внутрирегиональную транспортную связь. Приоритетной задачей при этом остается обеспечение транспортным сообщением населенных пунктов, расположенных в прибрежной зоне, в том числе на малых реках. Водный транспорт, по-прежнему, будет являться решающим фактором сохранения населенных пунктов, расположенных на внутренних водных путях Сибири и Дальнего Востока, так как прекращение пассажирских перевозок ведет к нарушению культурных связей районов, приречных населенных пунктов, нарушению общения и изоляции населения, лишенного транспортных коммуникаций. Подавляющее большинство скоростных перевозок пассажиров на внутреннем водном транспорте Сибири и Дальнего Востока относятся к социально-значимым перевозкам, выполняемым для удовлетворения жизненно важных потребностей населения региона. При этом повсеместно наблюдается рост социально значимых речных пассажирских перевозок.

В условиях рыночной экономики органам государственной власти Сибири и Дальнего Востока приходится решать проблему доставки пассажиров из числа местного населения в населенные пункты, расположенные на магистральных, малых и боковых реках через целевые комплексные программы государственной поддержки, так как

пассажирское сообщение, в ряде случаев, определяет саму возможность существования населенного пункта.

Поэтому подавляющее большинство скоростных перевозок пассажиров внутренним водным транспортом в бассейнах рек Сибири

Таблица 1

| Скоростные пассажирские суда для рек Сибири и Дальнего Востока (концептуальные проекты) | | |
|--|--|--|
| № № п/п | Наименование проекта | Эксплуатационные качества |
| 1. | Судно на подводных крыльях с надстройкой из композиционных материалов пассажировместимостью 60 чел. СПК60.360060.001 Класс РРР «Р1,2/0,5СПК» | Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Эксплуатационная скорость 65 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления фарватера 100-150 м и гарантированной глубиной судового хода 1,0 м; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на крыльях 0,5 м, на плаву – 1,2 м; Имеет дальность действия 400 км и автономность по запасам топлива 8 ч. |
| 2. | Судно на подводных крыльях с надстройкой из композиционных материалов пассажировместимостью 80 чел. СПК80.360060.001 Класс РРР «О2,0/1,5СПК» | Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Р» с кратковременным выходом в разряд «О»; Эксплуатационная скорость 65 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с гарантированной глубиной судового хода 2,5 м; Может эксплуатироваться при |

| | | |
|----|---|---|
| | | <p>высоте волнения при ходе на крыльях 1,5 м, на плаву – 2,0 м; Имеет дальность действия 500 км и авто номность по запасам топлива 10 ч.</p> |
| 3. | <p>Судно на подводных крыльях с надстройкой из композиционных материалов пассажировместимостью 134 чел. СПК134.360060.001 Класс РРР «О2,0/1,5СПК»</p> | <p>Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Р» с кратковременным выходом в разряд «О»; Эксплуатационная скорость 65 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с гарантированной глубиной судового хода 2,5 м; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на крыльях 1,5 м, на плаву – 2,0 м; Имеет дальность действия 1000 км и автономность по запасам топлива 24 ч.</p> |
| 4. | <p>Амфибийное судно на воздушной подушке с надстройкой из композиционных материалов с двухъярусным гибким ограждением пассажировместимостью 32 чел. АСВП32.360060.001 Класс РРР «Р1,2/1,2СВП»</p> | <p>Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Эксплуатационная скорость на воде - 45 км/час, на льду - 75 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления 40-70 м при отсутствии гарантированных глубин судового хода, а также по льду и снегу; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на расчетном режиме 1,2 м, на плаву – 1,2 м;</p> |

| | | |
|----|---|---|
| | | Имеет дальность действия 500 км и автономность по запасам топлива 12 ч. |
| 5. | <p>Амфибийное судно на воздушной подушке с надстройкой из композиционных материалов с двухъярусным гибким ограждением пассажировместимостью 16 чел. АСВП16.360060.001 Класс РРР «Р1,2/1,2СВП»</p> | <p>Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Эксплуатационная скорость на воде - 45 км/час, на льду - 75 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления 40-70 м при отсутствии гарантированных глубин судового хода, а также по льду и снегу; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на расчетном режиме 1,2 м, на плаву – 1,2 м; Имеет дальность действия 500 км и автономность по запасам топлива 12 ч.</p> |
| 6. | <p>Амфибийное судно на воздушной подушке с надстройкой из композиционных материалов с гибким ограждением на надувных скегах пассажировместимостью 16 чел. АСВПНС16.360060.001 Класс РРР «Р1,2/1,2СВП»</p> | <p>Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Эксплуатационная скорость на воде - 55 км/час, на льду - 75 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления 40-70 м при отсутствии гарантированных глубин судового хода, а также по льду и снегу; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на расчетном режиме 1,2 м,</p> |

| | | |
|----|---|---|
| | | <p>на плаву – 1,2 м; Имеет дальность действия 500 км и автономность по запасам топлива 12 ч.</p> |
| 7. | <p>Глиссирующее судно с надстройкой из композиционных материалов пассажировместимостью 66 чел. Г66.360060.001 Класс PPP «P0,6/0.6Глиссер»</p> | <p>Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Эксплуатационная скорость 55 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления 40-70 м и гарантированной глубиной судового хода 1,0 м; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на расчетном режиме 0,6 м, на плаву – 0,6 м; Имеет дальность действия 400 км и автономность по запасам топлива 8 ч.</p> |
| 8. | <p>Водометное судно с надстройкой из композиционных материалов пассажировместимостью 66 чел. ВП66.360060.001 Класс PPP «P0,6»</p> | <p>Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Эксплуатационная скорость 45 км/час; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления 40-70 м и гарантированной глубиной судового хода на песчаных перекатах 0,5 м, на каменистых перекатах – 0,6 м; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на расчетном режиме 0,6 м, на плаву – 0,6 м;</p> |

| | | |
|----|--|---|
| | | Имеет дальность действия 400 км и автономность по запасам топлива 8 ч. |
| 9. | Судно на воздушной подушке с надстройкой из композиционных материалов с жесткими скегами пассажировместимостью 66 чел. СВПС66.360060.001 Класс РРР «Р1,2/0,6СВП» | Эксплуатируется в светлое время суток; Район плавания - верховья магистральных рек, боковые и малые реки разряда «Л» с кратковременным выходом в разряд «Р»; Двигается на эксплуатационной скорости по водным путям с радиусом закругления 40-70 м и гарантированной глубиной судового хода 0,6 м; Может эксплуатироваться при высоте волнения при ходе на расчетном режиме 0,6 м, на плаву – 0,6 м; Имеет дальность действия 400 км; Имеет автономность по запасам топлива 8 ч. |

и Дальнего Востока относятся к социально-значимым перевозкам, дотируемым и субсидируемым из бюджетов различных уровней. В ряде случаев органы государственной власти, кроме вопросов дотирования и субсидирования, собственно, перевозок, вынуждены принимать на себя финансовую сторону вопросов содержания и ремонта имеющегося скоростного флота, включая приобретение и замену главных двигателей, а также, приобретение нового флота. При этом вопросы обоснования необходимых эксплуатационных характеристик вновь приобретаемых скоростных пассажирских судов решаются не всегда на должном уровне.

В рамках указанной НИР разработано девять концептуальных проектов скоростных пассажирских судов (табл. 1). Для регулярных пассажирских перевозок внутренним водным транспортом на реках Сибири и Дальнего Востока предлагается применение следующих типов скоростных судов со статическим и динамическим поддержанием (разгрузкой):

- суда переходного режима движения с водометными движителями;
- глиссирующие суда;
- суда на воздушной подушке с жесткими скегами;

- амфибийные судна на воздушной подушке с различными типами гибких ограждений;
- суда на подводных крыльях.

Концептуальные проекты скоростных пассажирских судов характеризуются следующими принципиальными подходами:

- Сохраняются апробированные и хорошо себя зарекомендовавшие в конструкции скоростных пассажирских судов архитектурно - компоновочные, аэро - гидродинамические и прочностные схемы.
- Используются проектные и конструктивно-технологические решения, подтвердившие свою работоспособность и вписывающиеся в разработанную технико-экономическую модель [3, 7].
- Производится насыщение новым совершенным оборудованием, включая главные двигатели, имеющим существенно меньшую массу, чем его аналоги прошлого века, и существенно более высокие эксплуатационные качества, включая экологические кондиции.
- Образовавшаяся экономия массы отдельных статей нагрузки скоростного судна частично направлена на повышение его полезной нагрузки [2, 4].
- Оставшаяся экономия массы направлена на повышение прочности отдельных элементов конструкции, а также улучшение других эксплуатационных характеристик, включая повышение дальности действия судна [4, 6, 7] .
- Перечисленные мероприятия судна обеспечивают скоростному пассажирскому судну повышенные характеристики экономичности и долговечности [1, 3, 5].

Таблица 2

| Коэффициент утилизации по полезной нагрузке | | | |
|---|--|----------------------------------|--|
| Скоростное судно, находящееся в эксплуатации | | Скоростное судно – претендент | |
| Тип, проект | Коэффициент утилизации по полезной нагрузке | Тип, проект | Коэффициент утилизации по полезной нагрузке |
| Ракета | 0,224931184 | СПК-80 | 0,320875802 |
| Метеор | 0,239700375 | СПК-134 | 0,304786836 |
| Восход | 0,221830986 | СПК-80 | 0,320875802 |
| Полесье | 0,232682927 | СПК-60 | 0,368184373 |
| А-45-1 | 0,159416058 | СПК-134 | 0,304786836 |
| Линда | 0,272357724 | Г-66 | 0,397614314 |
| Заря 946 | 0,280898876 | ВП-66 | 0,397614314 |

| | | | |
|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Заря Р83 | 0,256281407 | ВП-66 | 0,397614314 |
| Ирбис | 0,23364486 | АСВП-32 | 0,263157895 |
| Пума | 0,230769231 | АСВП-16 | 0,254237288 |
| МАРС-2000 | 0,275803723 | АСВПНС-16 | 0,219298246 |
| АРКТИКА | 0,205660377 | АСВП-16 | 0,254237288 |

В конструкции судов новых типов широко применяются неметаллические композиционные материалы. Кроме несущих конструкций надстроек, они используются в качестве термической и звуковой изоляции пассажирских салонов, а также в качестве материала переборок и выгородок. Из композиционных материалов, также, изготавливаются различные зашивки и облицовки пассажирских и санитарно-бытовых и других помещений, включая посты управления.

Широкое применение композиционных материалов в конструкции скоростных судов при одновременном сохранении их мореходных и прочностных качеств позволяет существенно снизить их водоизмещение порожнем [1, 3, 4, 7]. При этом полностью сохраняются их характеристики полезной нагрузки, что позволяет увеличить коэффициент утилизации по полезной нагрузке, в которую в качестве статей входит масса пассажиров, груза в виде багажа, а также запас топлива (табл. 2).

Таблица 3

| Сравнительный анализ расхода топлива на 1 пасс-км | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Скоростное судно, находящееся в эксплуатации | | Скоростное судно – претендент | |
| Тип, проект | Расход топлива на 1 пасс-км | Тип, проект | Расход топлива на 1 пасс-км |
| Ракета | 0,0578125 | СПК-80 | 0,033957692 |
| Метеор | 0,050496278 | СПК-134 | 0,040546498 |
| Восход | 0,042591549 | СПК-80 | 0,033957692 |
| Полесье | 0,052667634 | СПК-60 | 0,042272821 |
| А-45-1 | 0,064182857 | СПК-134 | 0,040546498 |
| Линда | 0,0432 | Г-66 | 0,037331924 |
| Заря 946 | 0,051683502 | ВП-66 | 0,042600517 |
| Заря Р83 | 0,052566596 | ВП-66 | 0,042600517 |
| Ирбис | 0,0282 | АСВП-32 | 0,0282 |
| Пума | 0,041269231 | АСВП-16 | 0,0416 |
| МАРС-2000 | 0,048305556 | АСВПНС-16 | 0,0416 |
| АРКТИКА | 0,117977143 | АСВП-16 | 0,0416 |

Использование в конструкции скоростных судов для бассейнов рек Сибири и Дальнего Востока, наряду с мероприятиями по повышению весовой эффективности за счет использования композитов, современных совершенных двигателей позволяет обеспечить пониженные расходные характеристики пассажирского скоростного судна в виде расхода топлива при перевозке 1 пассажира на 1 км (табл. 3)

В таблицах 2 и 3 выполнено сопоставление интегральных эксплуатационных характеристик в виде коэффициента утилизации по полезной нагрузке и удельного расхода топлива на 1 пасс-км судов новых типов с судами, находящимися в эксплуатации в бассейнах рек Сибири и Дальнего Востока.

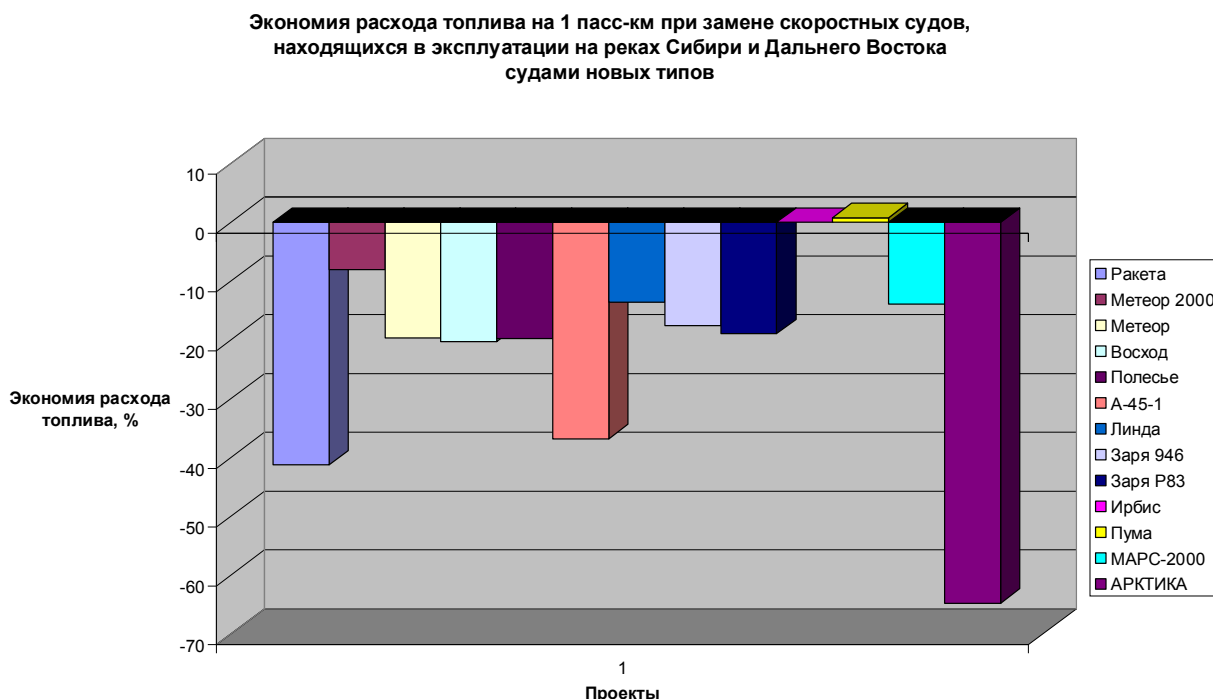


Рис. 1. Экономия расхода топлива на 1 пасс-км при замене скоростных судов, находящихся в эксплуатации на реках Сибири и Дальнего Востока, судами новых типов.

В результате выполненного сравнительного анализа (рис. 1) установлено, что достигнуто снижение удельного расхода топлива на 1 пасс-км на 19,7-20,2% по отношению к судам на подводных крыльях проектов 17091 «Полесье» и 03521 «Восход», а также на 19,7% по отношению к СПК проекта 342Э «Метеор». Это уменьшение расходных характеристик достигнуто за счет широкого использования в конструкции СПК60, СПК80 и СПК134 композиционных материалов и современного оборудования, а также установки на эти суда быстроходных дизелей нового поколения ОАО «Звезда» марки М482 различных модификаций.

Достигнуто снижение удельного расхода топлива на 1 пасс-км на 17,6-19% по отношению к судам переходного режима движения проектов 946 и Р83 «Заря», а также на 13,6% по отношению к глиссирующему судну с воздушной каверной на днище проекта 14200 «Линда». Это уменьшение расходных характеристик достигнуто за счет широкого использования в конструкции судов Г66 и ВП66 композиционных материалов и современного оборудования, а также установки на эти суда быстроходных дизелей нового поколения ОАО «Звезда» марки М482 различных модификаций.

Достигнуто снижение удельного расхода топлива на 1 пасс-км у судна СПК134 по отношению к глиссирующему судну А45-1 на 36,8%. Это объясняется тем, что суда на подводных крыльях по физическому принципу движения превосходят глиссирующие суда за счет снижения сопротивления движению. С точки зрения физики они имеют более высокий КПД использования энергии на перемещение. Поэтому самые совершенные глиссеры не могут быть более совершенными, чем СПК в рассматриваемом скоростном диапазоне 60-70 км/час. Именно этому обстоятельству СПК и обязаны своим рождением, ибо к моменту их создания глиссирующие корпуса человечество сумело усовершенствовать до предела [6]. Кроме того, уменьшение расходных характеристик достигнуто за счет широкого использования в конструкции СПК134 композиционных материалов и современного оборудования, а также установки на эти суда быстроходных дизелей нового поколения ОАО «Звезда» марки М482 различных модификаций.

Достигнуто снижение удельного расхода топлива на 1 пасс-км на 13,9% по отношению к амфибийному судну на воздушной подушке «МАРС-2000» и на 64,7% по отношению к амфибийному судну на воздушной подушке «Арктика». Это уменьшение расходных характеристик достигнуто за счет использования в конструкции АСВП32 и АСВП16 движительно-рулевых комплексов в виде винтов изменяемого шага, ранее апробированных многолетней эксплуатацией в конструкции амфибийных судов на воздушной подушке проектов 18801, 18802, 18803 «Пума», а также 15060 «Ирбис» в сочетании с дизелями серии BF6L914 фирмы Deutz (отечественный аналог отсутствует) и двухъярусным гибким ограждением воздушной подушки.

Расходы на топливо составляют, в среднем, 50-60% от общих прямых расходов судоходных компаний на осуществление скоростных пассажирских перевозок внутренним водным транспортом, соответственно, экономия топлива обеспечивает пропорциональное снижение расходов.

Расчеты показывают увеличение эксплуатационной скорости судов-претендентов различных типов на 7-14% по отношению к судам, находящимся в эксплуатации, что достигается за счет двух факторов:

определенного снижения их полной массы при использовании в конструкции композиционных материалов, а также быстроходных дизелей нового поколения ОАО «Звезда» марки М482 различных модификаций, обеспечивающих сбалансированное соотношение мощности и массы.

Документы концептуальных проектов рассмотрены и согласованы Российским Речным Регистром. НИР принята Заказчиком. Результаты работы апробированы на научных конференциях, выставках, Круглых столах и получили положительное заключение ряда компаний – операторов скоростных пассажирских перевозок Сибири и Дальнего Востока, в том числе, ОАО «Северречфлот» и других.

Литература

1. Францев М.Э. Анализ эксплуатационных и экономических аспектов в модели проектной оптимизации амфибийных катеров на воздушной подушке, предназначенных для перевозки пассажиров. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, №2, 2012 стр. 179-184
2. Францев М.Э. Использование параметрических методов на ранних этапах разработки проекта амфибийных судов на воздушной подушке, полностью или частично изготовленных из композитов. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, № 1, 2014 стр. 172-179
3. Францев М.Э. Проектное обоснование обеспечения характеристик экономичности и конкурентоспособности скоростного пассажирского судна. Сборник трудов конференции 9-е Прохоровские чтения, Нижний Новгород, 2013, стр. 94-98. (автор 100%)
4. Францев М.Э. Проектное обоснование повышения полезной нагрузки амфибийного судна на воздушной подушке за счет применения в его конструкции композиционных материалов. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, № 1, 2015 стр. 197-202
5. Францев М.Э. Проектный анализ эксплуатационных и экономических аспектов использования амфибийных катеров на воздушной подушке для круглогодичных и сезонных пассажирских перевозок. Вестник ВГАВТ, № 2, 2012 стр. 191-198
6. Францев М.Э. Чуднов И.В. Новый облик судов на подводных крыльях для рек Сибири и Дальнего Востока. Судостроение, № 2, 2014, стр. 18-22
7. Францев М.Э. Эксплуатационные аспекты и оценка характеристик безопасности пассажирских перевозок

амфибийными катерами на воздушной подушке в свете аварии на паромной переправе Нижний Новгород – Бор. Корабел Рун № 1(15) 2012, стр. 66-74

В статье рассмотрены основные типы и эксплуатационные характеристики новых скоростных пассажирских судов для рек Сибири и Дальнего Востока, разработанных в объеме концептуальных проектов, в частности, судов на подводных крыльях, судов на воздушной подушке, глиссирующих судов и скоростных судов других типов с позиций их топливной экономичности.

Ключевые слова: новые скоростные пассажирские суда, реки Сибири и Дальнего Востока.

*Frantsev M.E. PhD
Engineering company “JSC “Neptun-Sudomontazh”*

The new high-speed passenger crafts for the river of Siberia and far Est.

The abstract shows the projects exploitation elements of the new high-speed passenger crafts for the river of Siberia and far Est. There are hydrofoil crafts and hovercrafts and planning crafts and other types of the high-speed crafts.

Key-words: new high-speed passenger crafts, river of Siberia and far Est.