

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный  
университет»

На правах рукописи

Чжо Зин Оо

**Исследование особенностей проектирования и анализа  
пассажирского судна**

Направление подготовки  
26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов  
морской инфраструктуры»

**АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2019



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный университет»

Научный руководитель кандидат физико-математических наук,  
доцент Каменских Ираида Витальевна

Рецензент кандидат технических наук, доцент  
Журбин Олег Владимирович,  
начальник отделения диагностики  
искусственных сооружений  
Дальневосточного филиала  
ФАУ «РОСДОРНИИ»

Защита состоится «17» июня 2019 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина 27, ауд. 222/3.

Автореферат разослан 10 июня 2019 г.

Секретарь ГЭК

Е.И. Селиванов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы магистерской диссертации:** Тема актуальна в связи с развитием транспорта для внутреннего и прибрежного плавания, необходимостью проектирования и строительства пассажирских судов для государства Республика Союз Мьянма. Преимущества современных пассажирских судов: высокая скорость перевозки пассажиров, комфорт, меньший расход топлива при эксплуатации. Возможность строительства в РС Мьянме высокоскоростных пассажирских судов делает актуальными научно-технические исследования в области проектирования, организации постройки, развития соответствующей инфраструктуры и эксплуатации данных судов.

**Цель магистерской диссертации.** Исследование особенностей проектирования и информационной поддержки жизненного цикла пассажирского судна с использованием современных технологий.

**Основные задачи магистерской диссертации.**

1. Исследование особенностей эксплуатации рассматриваемого судна для условий РС Мьянма.
2. Анализ существующих современных прототипов и формирование на его основе технического предложения судна.
3. Начальное проектирование судна.
4. Построение 3D модели корпуса и теоретического чертежа.
5. Анализ гидростатики судна.
6. Проектирование общего вида и архитектурной 3D модели.
7. Компьютерный анализ мореходных качеств судна (ходкость, остойчивость, оценка нагрузок при ударах корпуса о воду).
8. Проектирование конструкции поперечного сечения корпуса судна.
9. Анализ вариантов и предложение общей технологии постройки судна.

10. Описание рекомендаций к обеспечению безопасности при перевозке пассажиров.

**Характеристика объекта и предмета исследования.** Объект исследования - пассажирское судно. Предмет исследования – особенности проектирования и поддержки жизненного цикла судна на основе современных информационных технологий.

**Методы исследования:** Для решения поставленных задач и достижения намеченной цели в исследованиях особенностей проектирования использованы методы системного анализа, математической статистики и современные компьютерные технологии. При создании отдельных математических моделей проектирования пассажирского судна использованы основные методики и методы проектирования судов с учетом особенностей его эксплуатации и дополнений, разработанных в настоящем исследовании.

**Научную новизну результатов исследования** составляют:

1. Результаты анализа характеристик пассажирских судов внутреннего и прибрежного плавания.
2. Проектирование конструкции пассажирского судна.
3. Результаты расчета мореходных качеств судна.
4. Исследование возможности постройки пассажирского судна для РС Мьянма.

**Практическая значимость и ценность работы** состоит в исследовании особенностей пассажирских глиссирующих судов внутреннего и прибрежного плавания как объекта проектирования и получение результатов исследований для использования в процессе проектирования и создания высокоскоростных пассажирских судов с учетом практических возможностей РС Мьянма.

Личный вклад автора заключается в выполнении теоретического и практического исследования, включая сбор информации, анализ архитектурно-конструктивных особенностей, разработку алгоритмов, расчетных методик и проведения расчетов.

**На защиту выносятся основные результаты:**

1. Результаты анализа характеристик скоростных пассажирских судов внутреннего и прибрежного плавания.
2. Проектирование конструкции пассажирского судна.
3. Результаты расчета мореходных качеств судна.
4. Исследование возможности постройки скоростного пассажирского судна для РС Мьянма.

**Апробация работы.** Результаты и положения, изложенные в диссертации, докладывались и обсуждались на научно-технических семинарах кафедры «Кораблестроение» КНАГУ, ежегодных научно-технических конференциях студентов и аспирантов КНАГУ (г. Комсомольск-на-Амуре, 2018, 2019 г.), международной молодежной научно-технической конференции НГТУ им. Р.Е. Алексеева и международной студенческой научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ «СИБАК».

По теме диссертации автором опубликовано 4 печатные работы.

**Структура и объем магистерской диссертации.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и одного приложения. Она содержит 112 страниц основного текста (включая 80 рисунков и 13 таблиц) и 2 страницы оглавления. Список использованных источников включает 23 наименования и занимает 3 страницы. Приложение А имеет объем 2 страницы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы общая цель и задачи исследования, а также определена последовательность решения задач, выносимых на защиту.

**В первом разделе** анализируются условия эксплуатации и объемы перевозок в Республике Союз Мьянма. При этом описываются виды транспорта для пассажирских перевозок в РС Мьянма, маршруты эксплуатации пассажирских судов внутреннего и прибрежного плавания. Выполнена оценка затрат и стоимости перевозки пассажира по маршрутам при использовании глиссирующего судна в Республике Союз Мьянма. Приведена постановка задачи исследования и сделан выбор исходных главных характеристик глиссирующего пассажирского судна на основе существующих современных прототипов.

**Во втором разделе** выполнено начальное проектирование пассажирского судна типа «глиссиры», 3D моделирование корпуса и анализ гидростатики судна. Для проектирования в начальной стадии использована блок-схема показанная на рисунке 1. В процессе отработки блок-схемы уточняются главные размерения, форма корпуса и составляющие нагрузки. В разработке скоростных судов первый этап - расчет начального варианта главных размерений. Создана большая база данных, включающая значительную долю высокоскоростных судов, работающих по всему миру. Диапазон базы данных - пассажироместимость 150-300 чел. Как видно из рисунка 2, общий подход основан на поиске подходящих значений отношения  $L/B$  и произведения  $LB$  и, следовательно, решения для  $L$  и  $B$ . Выбор  $L/B$  основан на гидростатических и гидродинамических требованиях и допущениях к корпусу для  $LV^{1/3}$ ,  $\delta$  и  $B/T$ . Создана 3D модель судна. В качестве прототипа выбрано судно модифицированного проекта A145 типа «Енисейск» (рисунок 3). Судно имеет длину 36,236 м, ширину 6,11 м, осадку

1,14 м, водоизмещение 98,443 т. Для выполнения расчета основных характеристик судна в программе FreeShip построена пространственная модель и теоретический чертеж, дающие информацию о форме корпуса; в AutoCAD построена трехмерная модель судна (рисунок 4).

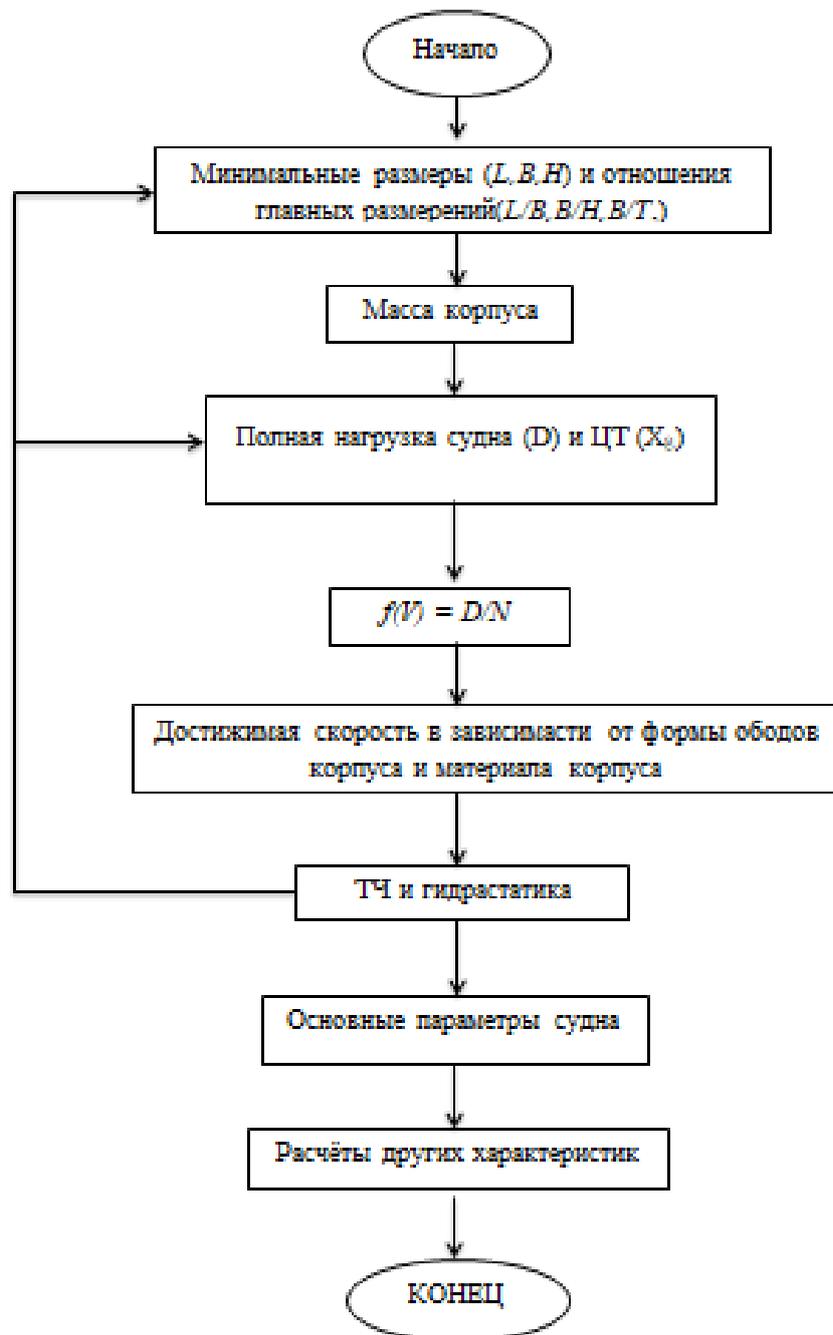


Рисунок 1 – Блок-схема проектирования в начальной стадии

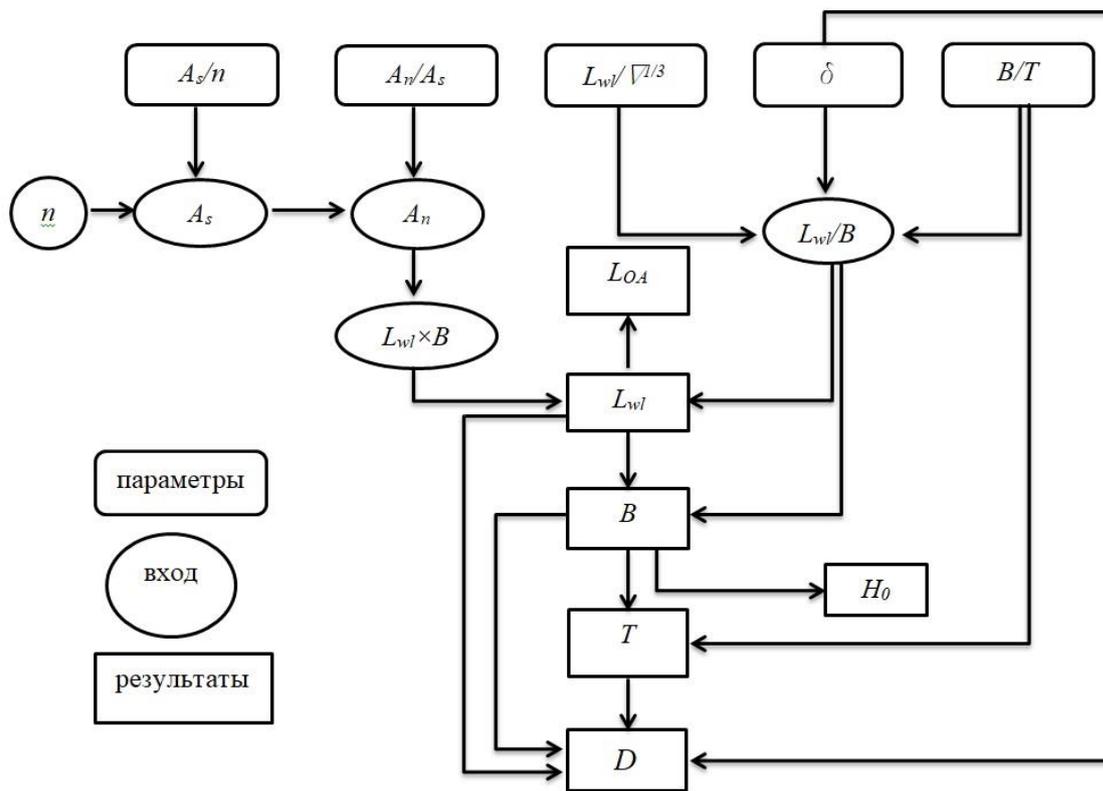


Рисунок 2 – Блок-схема оценки главных размеров



Рисунок 3 - Пассажирское морское судно А145 «Енисейск»

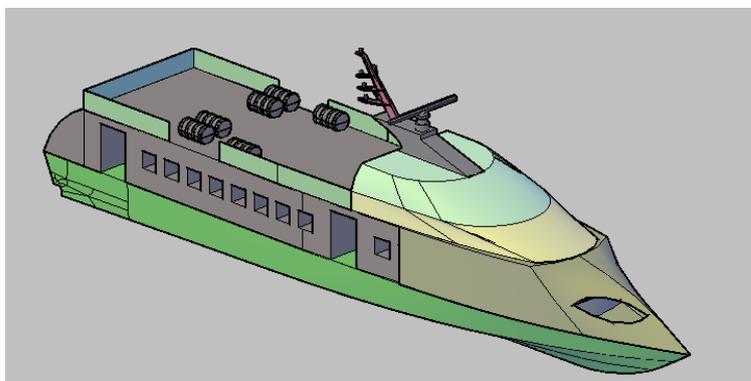


Рисунок 4 – Модель судна

**В третьем разделе** анализируются мореходные качества и выполнено проектирование конструкции корпуса судна внутреннего и прибрежного плавания и приведено описание помещений судна для пассажиров. Ходкость судна проанализирована несколькими методами: методом Wolfson-1999 в пакете FreeShip, по инженерным методиками и методом конечных объемов в Flow3D. При анализе сопротивления воды методом конечных объемов в Flow3D рассмотрено движение модели в диапазоне скоростей (рисунок 5). Проведен расчёт гидродинамики судна типа «глиссиры». Результаты расчета показаны на рисунках 6 и 7.

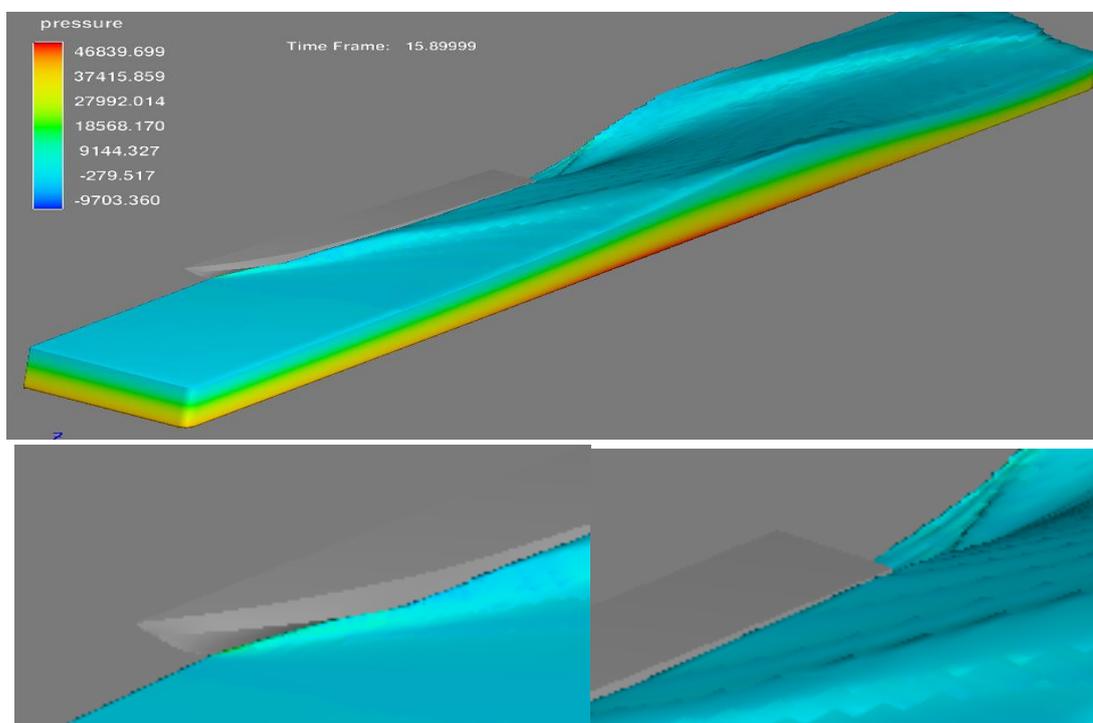


Рисунок 5 – Волнообразование от движения судна при скорости 18 м/с

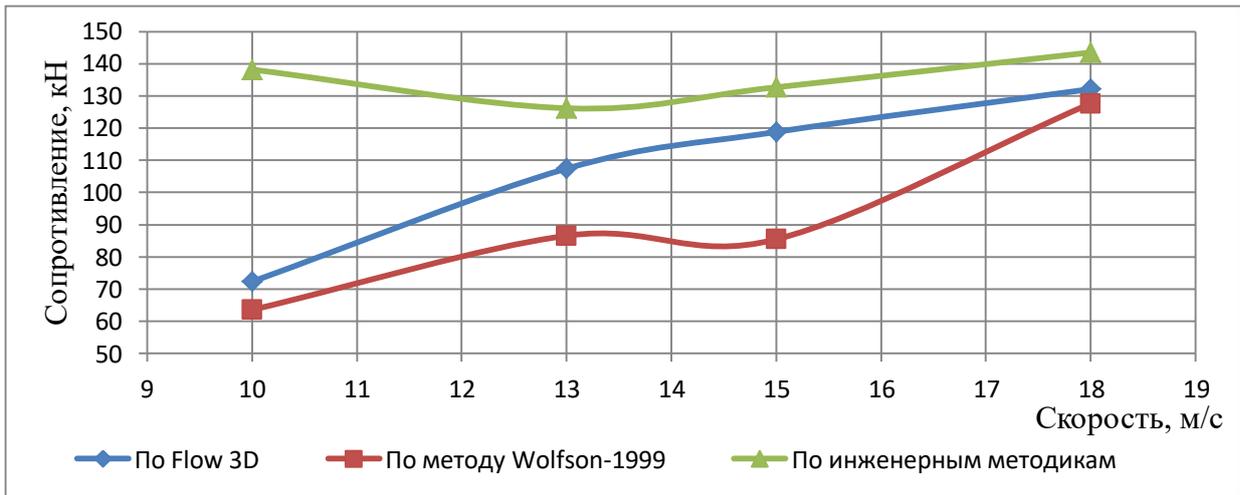


Рисунок 6 – Зависимость силы сопротивления от скорости движения судна

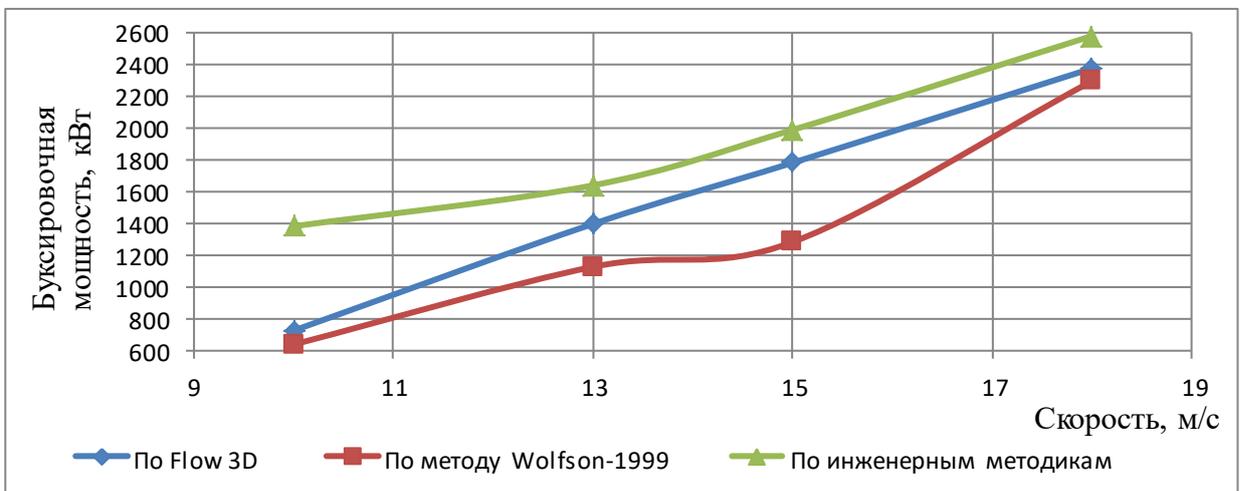


Рисунок 7 – Зависимость буксировочной мощности от скорости движения судна

Остойчивость судна проанализирована в пакете FreeShip по Правилам Российского морского регистра судоходства (далее Правила РМРС) (рисунок 8). Рассмотрены разные варианты загрузки судна: для 70%, 80% и более 100% пассажироместимости. Ожидаемая координата  $Z_g$  Ц.Т. рассчитана по месту расположения двигателя, центра тяжести корпуса и центра тяжести общего плана расположения пассажиров.

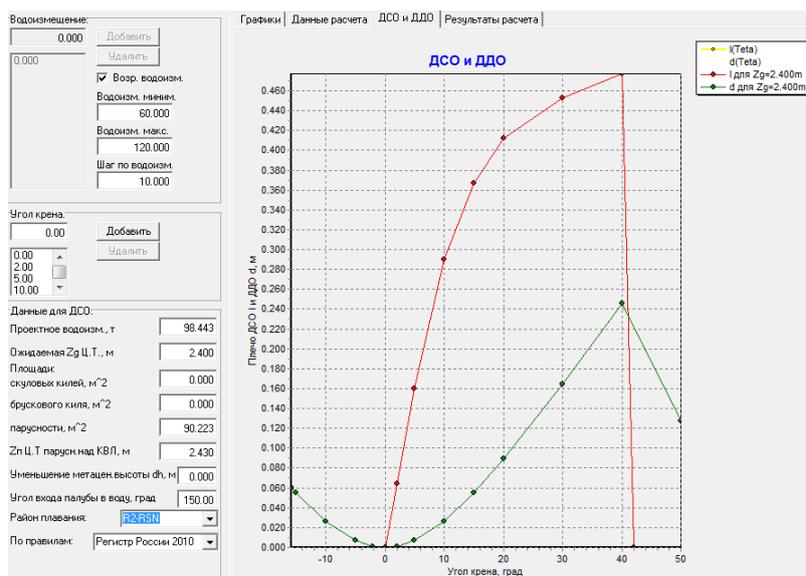


Рисунок 8 - Диаграммы статической и динамической устойчивости судна

Выполнено численное моделирование гидродинамики ударного погружения. Проведенная серия расчётов позволила выявить взаимосвязь между параметрами удара судна о воду (рисунки 9, 10). Так, увеличение скорости и дифферента судна, а также высоты волны приводит к увеличению начальной скорости удара. Увеличение длины волны приводит к обратному эффекту.

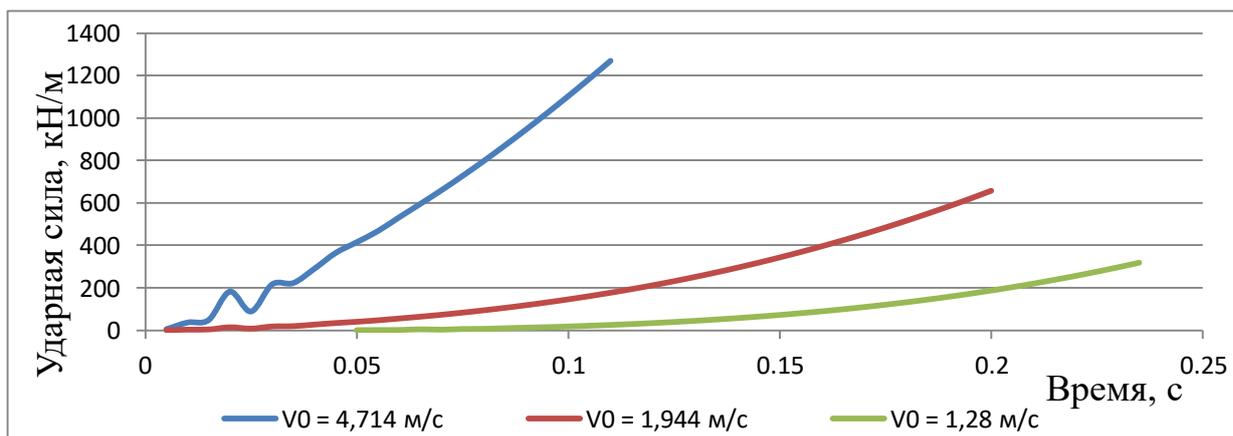


Рисунок 9 – Изменение ударной силы в процессе погружения в воду

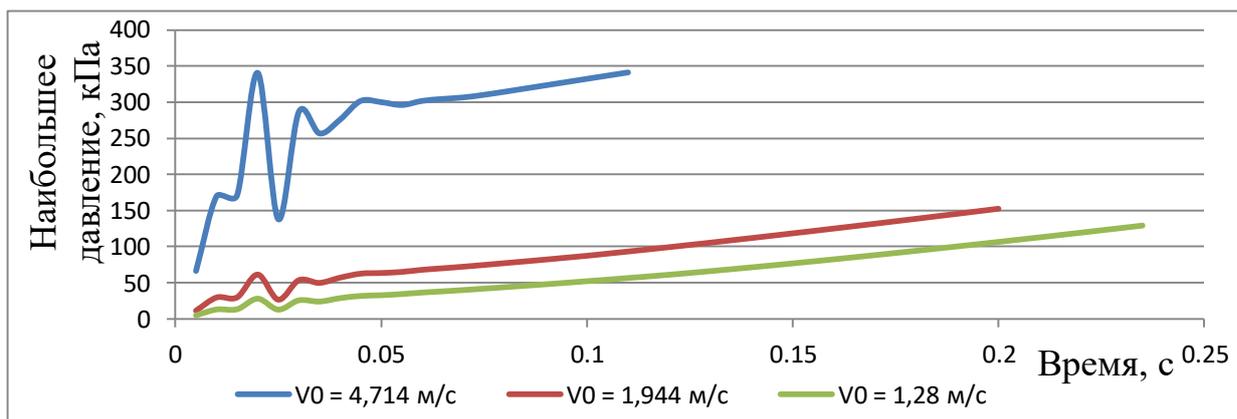


Рисунок 10 – Изменение наибольших давлений в процессе удара о воду

Выполнено проектирование конструкции поперечного сечения пассажирского судна по Правилам Регистра Германского Ллойда (далее Правила GL). Чертеж мидель-шпангоута на рисунке 11. Приведено описание помещений судна для пассажиров.

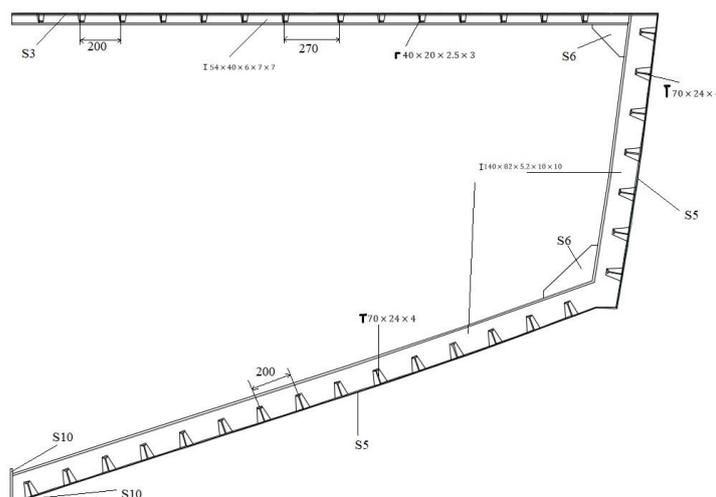


Рисунок 11 – Конструктивный мидель-шпангоут судна

**В четвёртом разделе** выполнено исследование возможности постройки пассажирского судна и особенностей его эксплуатации. Данное судно предлагается построить на верфи «Син Ма Лайт» в Мьянме. Верфь имеет следующие характеристики: общая площадь 161,554 акров. Размеры достроечной набережной: длина 542 фут, ширина 30 фут. Вместимость стапеля: по 2500 тонн 2 шт.; 700 тонн 4 шт. и 350 тонн 6 шт. Осуществляется постройка и судоремонт всех видов судов грузоподъемностью до 2500 тонн.

Строительство судна и основные поставки выполняются согласно графику строительства заказа. Метод формирования корпуса: секционно-блочный. Изготовление деталей, узлов и секций корпуса, фундаментов под крупное оборудование, мачты производится в сборочно-сварочном цехе. Блочный метод постройки судна сокращает время, важное для формирования корпуса на стапельном месте, увеличивает пропускную способность стапелей.

В разделе дано описание рекомендаций по обеспечению безопасности перевозки пассажиров.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В диссертационной работе решена задача, имеющая практическое значение для разработки методик проектирования перспективных пассажирских судов для эксплуатации в районе реки Иравади и прибрежного плавания РС Мьянмы.

**Основными результатами исследования являются:**

1. Результаты анализа характеристик пассажирских судов внутреннего и прибрежного плавания.
2. Проектирование конструкции пассажирского судна.
3. Результаты расчета мореходных качеств судна.
4. Исследование возможности постройки пассажирского судна для РС Мьянма.

### **Список публикаций автора магистерской диссертации**

1. Чжо Зин Оо, Каменских И. В. Конструкция корпуса высокоскоростных судов // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 48-й НТК студентов и аспирантов / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018.

2. Чжо Зин Оо, Каменских И. В. Результаты обработки данных для начальной стадии проектирования высокоскоростного судна // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 49-й НТК студентов и аспирантов / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019.

3. Чжо З.О. , Каменских И. В. Пассажирские перевозки в Республике Союз Мьянма // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LXII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 2(61). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://sibac.info/archive/technic/2\(61\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/2(61).pdf).

4. Чжо Зин Оо, Каменских И. В. Обзор пассажирских перевозок водным транспортом Мьянмы // [Электронный ресурс] : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (21–22 марта 2019 г., Красноярск) : электрон. сб. / СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2019. – Электрон. текстовые дан. (1 файл, 5,75 МБ). – Систем. требования: Internet explorer; Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf). – Режимдоступа: <https://www.sibsau.ru/scientific-publication/>, свободный. – Загл. сэкрана. – С. 429-433. <https://disk.sibsau.ru/index.php/s/tILZpoxBvGrQH4I>

Результаты исследования докладывались на международной конференции ТРИЗ технологий: Чжо Зин Оо, Каменских И. В. Проблема ударов о волны глиссирующего судна // ТРИЗ технологии 2018: 8-я международная конференция, Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2018.