

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Тни Тун Аунг

**Исследование особенностей проектирования и анализа
универсального сухогрузного судна водоизмещением
до 5000 т**

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

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2018



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

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

Защита состоится «27» июня 2018 года в 9 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

Автореферат разослан 20 июня 2018 г.

Секретарь ГЭК.

Е.И. Селиванов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для Республики Союз Мьянма водный транспорт является важным видом транспорта, благодаря расположению страны на побережье Бенгальского залива и Андаманского моря на юге и юго-западе и наличия крупных рек, которые протекают с севера на юг страны. Протяженность берега страны составляет 1930 км, и общая судоходная длина внутренних путей достигает 12,8 тыс. км. В РС Мьянма, как и во многих странах, все главные населенные пункты находятся недалеко от крупных рек, которой является река Иравади. Поэтому река Иравади является основной главной артерией для перевозки грузов и пассажиров.

С 2011 года в Мьянме наблюдается рост экономического развития, который требует создания современной эффективной транспортной инфраструктуры, в состав которой входят современные транспортные суда. Однако следует отметить, что транспортные суда, эксплуатирующийся на реке Иравади состоят главным образом из старых тихоходных судов. Они не обеспечивают всех потребностей страны. В последние годы увеличивает грузопотоки по реке Иравади, что требует повышенного внимания, в том числе к качественному состоянию флота.

Это делает актуальным научно-технические исследования, связанные с разработками вопросов проектирования, конструкции корпуса и технологии постройки современных судов внутреннего плавания приспособленных к грузопотоку и эксплуатационным условиям на реке Иравади.

Цель магистерской диссертации. На основе системного анализа состояния внутренних транспортных путей и перспективных грузопотоков разработать перспективный архитектурно-конструктивный тип (АКТ) сухогрузного судна внутреннего плавания для РС Мьянма и рассмотреть особенности проектирования судов данного типа.

Основными задачами диссертационной работы являются:

- проанализировать специальную литературу и другие источники научно-технической информации о научно-технических достижениях по тематике магистерской диссертации;
- провести сбор технических характеристик по современным сухогрузным судам внутреннего плавания и провести анализ их архитектурно-конструктивных особенностей;
- провести анализ перспективный грузопоток и условий эксплуатации на внутренних водных путях РС Мьянма;
- на основе собранной технической информации провести анализ архитектурно-конструктивных сухогрузных судов внутреннего плавания;
- разработать предложения по перспективному архитектурно-конструктивному типу сухогрузного судна внутреннего плавания для РС Мьянма;
- рассмотреть отдельные вопросы проектирования и конструкции корпуса предлагаемого перспективного типа сухогрузного судна с учетом его архитектурно-конструктивных особенностей.

- рассмотреть обобщенную методику проектирования перспективного типа сухогрузного судна внутреннего плавания на начальных стадиях проектирования;
- рассмотреть вопросы технологичности постройки рассматриваемого типа судов в условиях РС Мьянма;
- выполнить систематизацию и анализ полученных результатов.

Объектом исследования в данной диссертации является универсальное сухогрузное судно внутреннего плавания понтонного типа грузоподъемностью до 5000 т.

Предметом исследований является архитектурно-конструктивные особенности универсальных сухогрузных судов внутреннего плавания для РС Мьянма; особенности проектирования судов данного типа на начальных стадиях; особенности конструкции корпуса и технологии постройки судов предлагаемого АКТ.

Методы исследования. Для решения поставленных задач и достижения намеченной цели в исследованиях архитектурно-конструктивных особенностей использованы методы системного анализа и математической статистики. При создании отдельных математических моделей проектирования универсального сухогрузного судна внутреннего плавания использованы основные методики и аппарат теории проектирования судов с учетом дополнений, разработанных в настоящем исследовании.

Научную новизну результатов исследования составляют:

1. Результаты анализа архитектурно-конструктивных особенностей современных сухогрузных судов внутреннего плавания.
2. Статистические зависимости проектных характеристик сухогрузных судов внутреннего плавания.
3. Технические предложения по архитектурно-конструктивному типу перспективных судов внутреннего плавания для РС Мьянма.
4. Параметрическая математическая модель формы корпуса судна понтонного типа.
5. Модернизированный способ определения главных размерений универсального сухогрузного судна внутреннего плавания понтонного типа, основанный на комплексном учете геометрических и конструктивных факторов размещения груза, а также с учетом параметрической модели корпуса судна.

Практическая значимость и ценность работы состоит в исследовании особенностей универсального сухогрузного судна внутреннего плавания как объекта проектирования и получении новых зависимостей для определения главных размерений судна. Разработанные методики и алгоритмы предназначены для использования в задачах начального проектирования универсальных сухогрузных судов понтонного типа.

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 архитектурно-конструктивных особенностей и статистических исследований проектных характеристик современных сухогрузных судов внутреннего плавания.

2. Технические предложения по архитектурно-конструктивному типу перспективного универсального сухогрузного судна внутреннего плавания для РС Мьянма.

3. Результаты обоснования выбора формы корпуса судна предлагаемого АКТ и ее параметрическая модель.

4. Типовая конструкция корпуса судна предлагаемого АКТ.

5. Модифицированная методика определения главных размерений сухогрузных судов понтонного типа, основанная на принципе проектирования судна от параметров размещения грузов и параметрической модели формы корпуса.

6. Рекомендуемая технология постройки судов рассматриваемого АКТ в условиях РС Мьянма.

Апробация работы. Результаты и положения, изложенные в диссертации, докладывались и обсуждались на научно-технических семинарах кафедры «Кораблестроение» КнАГУ, на XVI Молодежной международной научно-технической конференции «БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ», посвященной 100-летию НГТУ им. Р.Е. Алексеева (г. Нижний Новгород, 2017), а также на ежегодных научно-технических конференциях студентов и аспирантов КнАГУ (г. Комсомольск-на-Амуре, 2017, 2018 г.).

По теме диссертации автором опубликовано 4 печатные работы:

Структура и объем магистерской диссертации.

Диссертация состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованных источников и приложений. Она содержит 145 страниц основного текста (включая 110 рисунков и 27 таблиц) и 3 страницы оглавления. Список использованных источников включает 30 наименований и занимает 3 страниц. Три приложения имеют объем 20 страниц.

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 приводится общий обзор водных транспортных путей РС Мьянмы и дана характеристика грузопотока. Приведена постановка задачи исследования.

Для Мьянмы водный транспорт является важным видом транспорта благодаря географическому положению страны у морского побережья и наличию крупных рек, которые пронизывают всю страну с севера на юг. РС Мьянма экспортирует и импортирует грузы с разными

странами по морским путям и в том смысле, что важную транспортную роль играет речное и прибрежное судоходство, обеспечивающее торговые и пассажирские перевозки. Протяженность берега страны имеет 1930 км, и общая судоходная длина внутренних путей достигает 12,8 тыс. км.

В Мьянме, как и во многих странах, все главные населенные пункты находятся недалеко от крупных рек, особенно находятся на берегу реки Иравади. Поэтому река Иравади является основной главной артерией для перевозки грузов и пассажиров. Главными направлениями перевозок грузов водным транспортом является линия, Янгон-Мандалай. Протяжённость этой линии примерно 912 км.

С 2011 года в РС Мьянма наблюдается рост экономического развития. Объем иностранных инвестиции увеличивается с каждым годом после уменьшения уровня налогов на импорт и экспорт. Экономическое развитие требует создания современной эффективной транспортной инфраструктуры.

В РС Мьянма во время сезона дождей наземный транспорт в большей части территории страны функционировать не может. Поэтому актуальна проблема развития внутреннего водного транспорта за счет разработки современных судов внутреннего плавания повышенной эффективности.

В центральной части РС Мьянма развито земледелие (кунжут, арахис, хлопчатник) и нефтедобыча. В городе Мьинджан находится промышленная зона. Главные виды грузов во внутренних грузопотоках по водным путям: сельскохозяйственные продукты, сельскохозяйственная техника, строительные материалы, генеральные и массовые грузы. Центральным «хабом» перевалки грузов является порт Янгон, из которого импортные грузы доставляются во все районы страны, особенно в центральную часть страны (в город Мандалай). Поэтому в диссертационной работе рассматриваемый тип универсального сухогрузного судна для эксплуатации на линиях Янгон – река Иравади, предназначенное для транспортировки широкой номенклатуры грузов.

Второй раздел посвящен анализу современного состояния сухогрузных судов внутреннего плавания и их архитектурно-конструктивных особенностям. Приведен анализ внешних факторов, влияющих на архитектурно-конструктивный тип судна внутреннего плавания, и определён перспективный АКТ сухогрузного судна внутреннего плавания для РС Мьянма.

На АКТ судна влияет большое количество внешних факторов, но основные из них:

- условия эксплуатации судна;
- экономические факторы.

Под условиями эксплуатации для внутренних водных путей понимаются:

- гидрологические условия реки;
- геометрия судового хода;

- «качество» береговой линии;
- наличие шлюзов;
- наличие мостовых переходов.

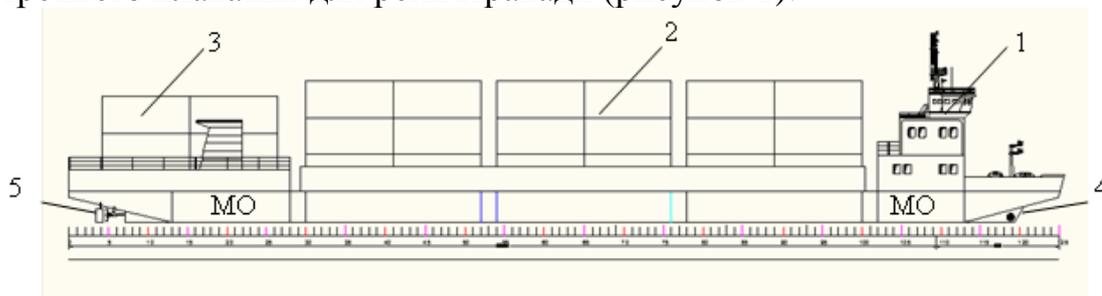
К основным экономическим факторам можно отнести:

- величину и состав грузопотока;
- наличие портовой инфраструктуры.

Для выбора архитектурно-конструктивного типа перспективных сухогрузных судов для реки Иравади рассматриваются основные характеристики, показаны на следующем:

- топология формы корпуса;
- размещение груза на судне.

На основе проведенного анализа архитектурно-конструктивных особенностей судов внутреннего и смешанного, а также влияния условий эксплуатации и состава грузопотока, был выбран расчетный вариант архитектурно-конструктивного типа универсального сухогрузного судна внутреннего плавания для реки Иравади (рисунок 1).



- 1 – носовая надстройка; 2 – центральная грузовая зона;
 3 – кормовая грузовая зона; 4 – носовое подруливающее устройство;
 5 – винто-рулевой комплекс

Рисунок 1 – Расчетный вариант АКТ универсального сухогрузного судна

Третий раздел посвящен вопросам обоснования и выбора формы корпуса судна внутреннего плавания понтонного типа. Для этого было выполнено компьютерное моделирование судовой поверхности корпуса судна в системе FreeShip, и проведён расчёт ходкости модели корпуса судна в пакете вычислительной гидродинамики Flow 3D.

Можно выделить два типа формы носовой части речного судна:

- V-образные корабельные обводы;
- санеобразные обводы.

Для выбора формы носовой части проектируемого судна-площадки необходимо провести расчёт ходкости, чтобы сравнить влияние формы носовой оконечности судна на его ходкость.

Для выполнения расчёта первоначально создается компьютерная модель судовой поверхности корпуса судна в системе Free!Ship. В пакете Free!Ship с помощью управляющей сетки формируется поверхность корпуса.

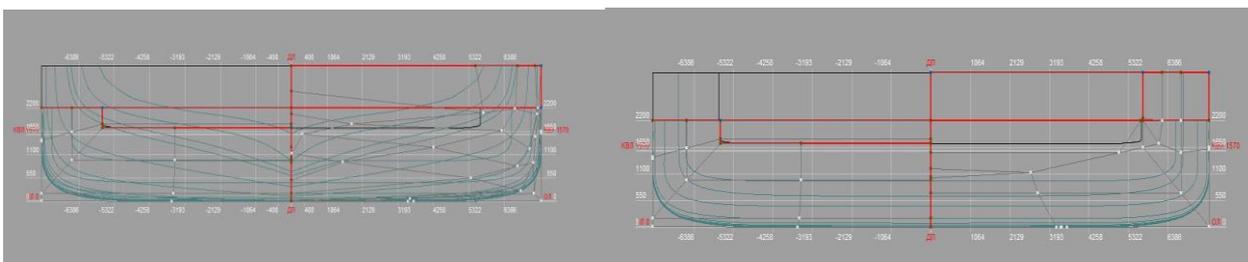


Рисунок 2 – Корпус модели с разной формой носовой части

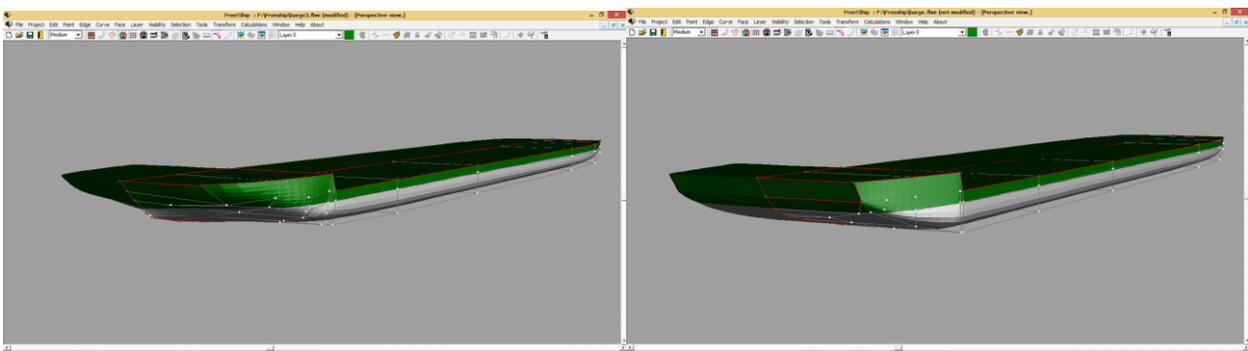


Рисунок 3 – Модель с V-образными обводами и с санообразными обводами носовой формы

В пакете Flow 3D анализируется величина скорости модели с различными формами носа при течение воды с расчетной скоростей.

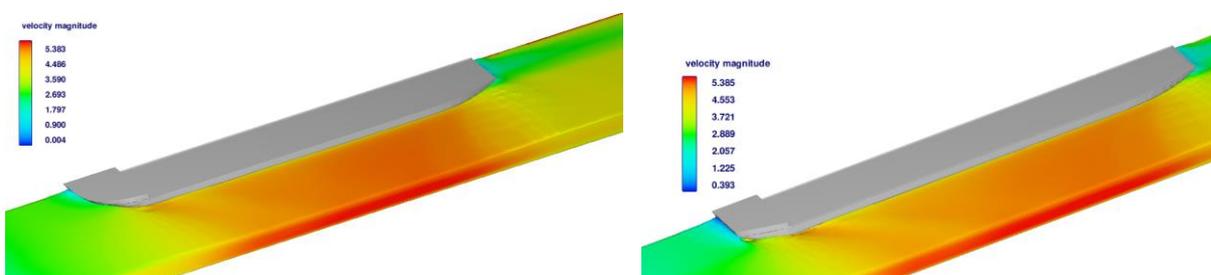


Рисунок 4 – Расчёт величины скорости

Результаты расчетов сопротивления корпусов судов с различными формами показали практически одинаковый результат (менее 5%). С точки зрения технологичности постройки судна санообразные обводы более предпочтительные V-образных обводов. Поэтому для дальнейшего модели работа в задаче проектирования выбираем корпус с санообразными обводами.

В четвёртом разделе приводится анализ конструкции корпуса судов понтонного типа, определяются основные размерения конструктивных элементов, и исследуется типовая параметрическая конструкция корпуса.

На выбор конструкции корпуса судов-площадок на основе влияет следующие факторы:

- виды перевозимых грузов на судне,
- эксплуатационный район (бассейн).

На основе анализа конструкции корпуса судов понтонного типа предлагается форма мидели-шпангоута проектируемого судна на следующий:

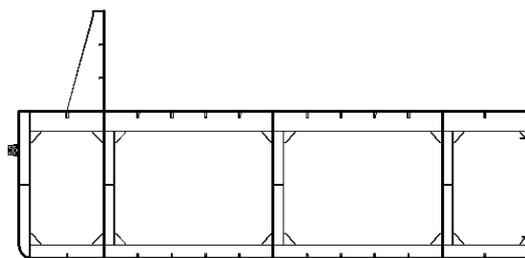


Рисунок 5 – Предлагаемая конструкция мидель-шпангоута

По Правилам Речного Регистра рассчитывается минимальный момент сопротивления основных конструктивных элементов с помощью различных уравнений, требуемых по Правилам РРР, и определяются толщина обшивок и переборок, размеры конструктивных связей и профилей.

Приведена типовая параметрическая конструкция в зависимости от количества рядов контейнеров по ширине судна.

В пятом разделе рассматриваются вопросы проектирования сухогрузного судна понтонного типа на начальных стадиях.

Приведён расчёт автономности плавания. Для определения главных размерений перспективного судна в первом приближении разработан алгоритм их определения на основе параметров перевозимого груза. Первоначально определяется количества рядов по длине судна и производится формирование контейнерного пакета и определение длины и ширины судна.



Рисунок 6 – Алгоритм определения главных размерений судов

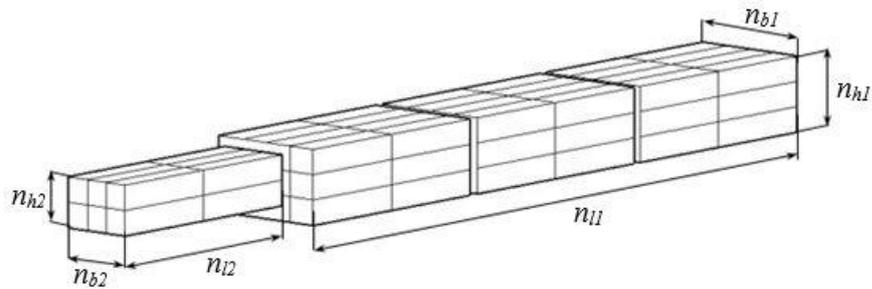


Рисунок 7 – Общая схема контейнерного пакета

Высота борта определяется исходя из условий обеспечения прочности.

Осадка определяется в результате решения уравнение плавучести:

$$\gamma V = D,$$

где V - объемное водоизмещение; D - весовое водоизмещение; γ – удельный вес воды. Для определения весового водоизмещения должно решать уравнение нагрузки:

$$D = \sum P_i \cdot (LBH) + \sum P_{из}.$$

При решении уравнения нагрузки измерители соответствующего значения массы принимаются равным измерителям близких прототипов: проект № Р86А «Ока» и проект № 19610 «Волга».

С помощью использования уравнения соответствующих масс можно определить водоизмещение порожнем $D_{пор}$ и дедвейт DW .

$$D_{пор} = (q_k + q_{uc} + q_{зв} + 0,0146 \cdot n_1 \cdot p_{эо}) \cdot (LBH) + (q_y + q_c + q_{нжс}) \cdot (LBH)^{\frac{2}{3}} + ..$$

$$+ (p_{60} + p_{34}) \cdot (\rho \delta LBT) + p_{сэу} \cdot \frac{v_s^3}{Ca} \cdot (\rho \delta LBT)^{\frac{2}{3}} + 37,079 p_{эо} \cdot n_1 + p_{эо} \cdot n_2 \cdot k \cdot n_{реф} \cdot N_{но}.$$

$$DW = P_{зр} + k_{см} \cdot P_m \left(\frac{R}{v} \cdot N_{з0} + \frac{2}{3} \cdot t \cdot N_{эо} \right) + n_{эк} (3,12 + 0,003A)$$

Тогда окончательное уравнение нагрузки будет иметь вид:

$$D = (q_k + q_{uc} + q_{зв} + 0,0146 \cdot n_1 \cdot p_{эо}) \cdot (LBH) + (q_y + q_c + q_{нжс}) \cdot (LBH)^{\frac{2}{3}} + ..$$

$$+ (p_{60} + p_{34}) \cdot (\rho \delta LBT) + p_{сэу} \cdot \frac{v_s^3}{Ca} \cdot (\rho \delta LBT)^{\frac{2}{3}} + 37,079 p_{эо} \cdot n_1 + p_{эо} \cdot n_2 \cdot k \cdot n_{реф} \cdot N_{но} + ..$$

$$+ P_{зр} + k_{см} \cdot P_m \left(\frac{R}{v} \cdot N_{з0} + \frac{2}{3} \cdot t \cdot N_{эо} \right) + n_{эк} (3,12 + 0,003A).$$

В процессе решения уравнения нагрузки объёмное водоизмещение рассчитывается с учётом параметрической модели формы корпуса судна. Так как корпус судна имеет упрощенные обводы, то это дало возможность аналитически описать процедуру вычисления объёмного водоизмещения в зависимости от осадки.

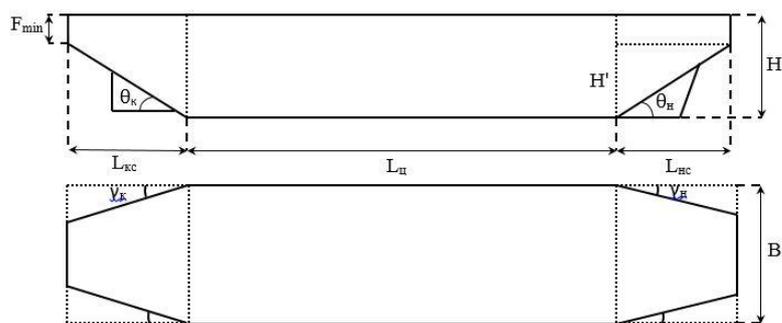


Рисунок 8 – Параметрическая модель корпуса судна

Параметрическая модель состоит из трех частей: центральной части, носового и кормового скоса. Поэтому в зависимости от осадки судна можно определить объем корпуса судна $V(T)$ по следующей формуле:

$$V(T) = V_{нс}(T) + V_{ц}(T) + V_{кс}(T),$$

где $V_{нс}(T)$ – объем носового скоса судна;
 $V_{ц}(T)$ – объем центральной части судна;
 $V_{кс}(T)$ – объем кормового скоса судна.

В шестом разделе проанализированна судостроительная мощность РС Мьянма и предложена технология постройки судов рассматриваемого АКТ в условиях РС Мьянма.

Для строительства судов понтонного типа предлагается применять блочно-секционный способ сборки корпуса. Корпус судна в районе центральной грузовой зоны предлагается разбивать на типовые блоки, кратных размеру контейнерного штабеля.

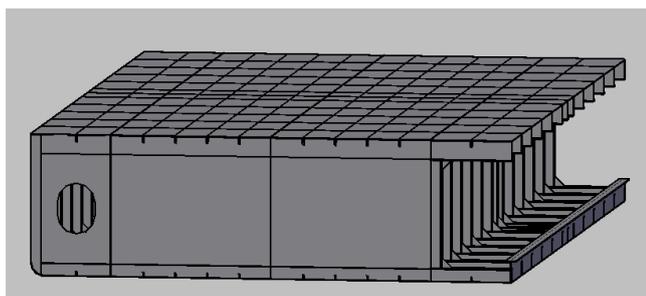


Рисунок 9 – Типовой центральный блок судна-площадки

Был произведен анализ массы типового блока для определения характеристики грузоподъемного оборудования, необходимого для перемещения блока во время строительства.

Проанализированы и предложены укрупнённая технология сборки блока из секций, и спуск судна на воду.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

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

Основными результатами исследования являются:

- выявлены основные архитектурно-конструктивные особенности современных сухогрузных судов внутреннего плавания

- предложен АКТ перспективного сухогрузного судна внутреннего плавания для РС Мьянма.

- получены форма корпуса судна и типовая конструкция корпуса судна предлагаемого АКТ.

- предложен модифицированный способ определения главных размерений сухогрузных судов понтонного типа, основанный на принципе проектирования судна от параметров размещения грузов и параметрической модели формы корпуса.

- предложена технология постройки судов рассматриваемого АКТ в условиях РС Мьянма.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. **Тин Тун Аунг** Архитектурно-конструктивные особенности универсальных сухогрузных судов малой грузоподъемности / Тин Тун Аунг, А.Д. Бурменский // Будущее технической науки: сборник материалов XVI Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017.– С. 382.

2. **Тин Тун Аунг** Современные сухогрузные суда типа «река-море»/ Тин Тун Аунг, А.Д. Бурменский // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, Апрель 01–21, 2017. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГТУ», 2017. – С. 1141-1143.

3. **Тин Тун Аунг** Особенности определения главных размерений речного сухогрузного судна понтонного типа / Тин Тун Аунг, А.Д. Бурменский // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018г.: в 2 ч. /редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.)[и др.]– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч.2, – С. 67-70.

4. **Тин Тун Аунг** Архитектурно-конструктивный тип универсального сухогрузного судна для реки Иравади / Тин Тун Аунг, А.Д. Бурменский // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018г.: в 2 ч. /редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.)[и др.]– Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч.2, – С. 71-74.