

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации


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



СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»


СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

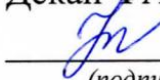

(подпись) Е.М. Димитриади
« 16 » 06 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе


(подпись) А.В. Космынин
« 18 » 06 2023 г.

Декан ФАМТ


(подпись) О.А. Красильникова
« 16 » 06 2023 г.

**«3D моделирование поверхности и плоскостных конструктивных
элементов корпуса контейнеровоза в САД-системе Компас-3D»**

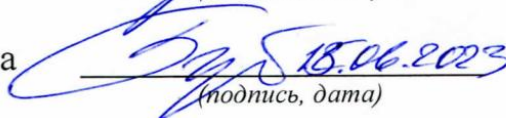
Комплект отчетной документации

Руководитель СКБ КИТ


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский


Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

Комсомольск-на-Амуре 2023

Карточка проекта

Название	3D моделирование поверхности и плоскостных конструктивных элементов корпуса контейнеровоза в CAD-системе Компас-3D
Тип проекта	Научно-исследовательский проект (с дальнейшей публикацией РИНЦ и участия в конкурсе профессионального мастерства)
Вид результата (НТП)	3D модель объекта, методология моделирования судовой поверхности и формирования судовых отсеков в CAD-системе КОМПАС-3D.
Назначение	Методология моделирования судовых помещений и цистерн.
Область использования	Научные исследования в области проектирования судов. В учебном процессе для направления подготовки 26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры»
Исполнитель	Студент  Боярчук И.М. группа 2КСм-1
Срок реализации	осенний семестр 2022 г.

Использованные информационно-технические ресурсы

Наименование	Количество, шт.
Персональный компьютер	1
САПР FreeShip	
CAD система AutoCAD	
CAD система КОМПАС-3D	
Проектная документация по судну	
3D модель поверхности корпуса контейнеровоза «Hoheweg» в формате IGES	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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



СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»

ЗАДАНИЕ
на разработку

Выдано студенту: Боярчук Иван Михайлович, гр. 2КСм-1

Название проекта: 3D моделирование поверхности и плоскостных конструктивных элементов корпуса контейнеровоза в САД-системе Компас-3D

Назначение: Методология моделирования судовых помещений и цистерн.

Область использования: Научные исследования в области проектирования судов.

В учебном процессе для направления подготовки 26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры»

Требования к научно-техническому продукту: _____

- функциональные: Разработанная методология должна быть предназначена для определения массо-геометрических характеристик судовых отсеков и цистерн.

- технические: Методология 3D моделирования судовых отсеков должна быть реализована в САД-системе КОМПАС-3D и позволять определять МЦХ отсеков инструментами САД-системы.

План работ:

Наименование работ	Срок
<i>Анализ и подбор конструкторской документации для моделирования</i>	<i>Сентябрь, 2022</i>
<i>Исследование и отработка методик моделирования судовой поверхности и судовых помещений в САД-системе Компас-3D</i>	<i>Октябрь, 2022</i>
<i>Разработка методического обеспечения моделирования. Подготовка статьи на конференцию.</i>	<i>Ноябрь, 2022</i>
<i>Подготовка проекта для участия в международном конкурсе «Цифровой инженер» компании АСКОН</i>	<i>Декабрь, 2022</i>

Перечень отчетных материалов:

- 3D модель корпуса контейнеровоза разбитая на судовые помещения;*
- Методология гибридного моделирования судовой поверхности;*
- Методология моделирования судовых помещений и цистерн;*
- Методология определения МЦХ отсеков инструментами САД-системы;*
- статья на конференцию и модель для участия в конкурсе.*

Требования к содержанию основного раздела пояснительной записки к проекту: *Описание исходных данных;*

Гибридное моделирование судовой поверхности в КОМПАС-3D;

Моделирование судовых помещений и цистерн;

Методика и результаты определения МЦХ отсеков инструментами САД-системы.

Комментарии:

Отчет по проекту выполняется по требованиям РД 013-2016 с изм. 4.

Руководитель проекта



(подпись, дата)


А.Д. Бурменский

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

Пояснительная записка к проекту

**«3D моделирование поверхности и плоскостных конструктивных
элементов корпуса контейнеровоза в САД-системе Компас-3D»**

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

Комсомольск-на-Амуре 2023

Введение

Основой для большинства проектных расчётов по определению функциональных качеств судов является теоретический чертёж. Однако использование приближённых численных методов расчёта на его основе для современных форм судовой поверхности может приводить к существенным погрешностям. Более качественные результаты можно получить на основе 3D-модели поверхности корпуса судна.

Для получения более точных расчётов объёмов балластных цистерн, цистерн судовых энергетических запасов, пресной воды и аппликат их центров тяжести, расчёты выполняются на основе 3D модели.

В качестве базы при создании трехмерной поверхности корпуса был выбран пакет Компас-3D. Выбор обусловлен доступностью программного обеспечения, удобством освоения и работы.

В соответствии с заданием, необходимо разработать 3D модель судовой поверхности контейнеровоза «Hoheweg», смоделировать переборки и диафрагмы, ограничивающие цистерны. На основе разработанной модели выполнить расчёты объёмов и центров тяжести.

					СКБ КИТ.1.ИП.000000ПЗ	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата		7

1 Исходные данные

Исходными данными являются модель корпуса контейнеровоза в пакете FreeShip (рисунок 1.1) и чертёж расположения балластных цистерн (рисунок 1.2). Моделирование корпуса проводилось в рамках выпускной квалификационной работы бакалавриата, результаты были также представлены на 2 международной научно-практической конференции молодых ученых в статье «Особенности определения параметров вместимости судов в CAD-системе Космос-3D» (Приложение А).

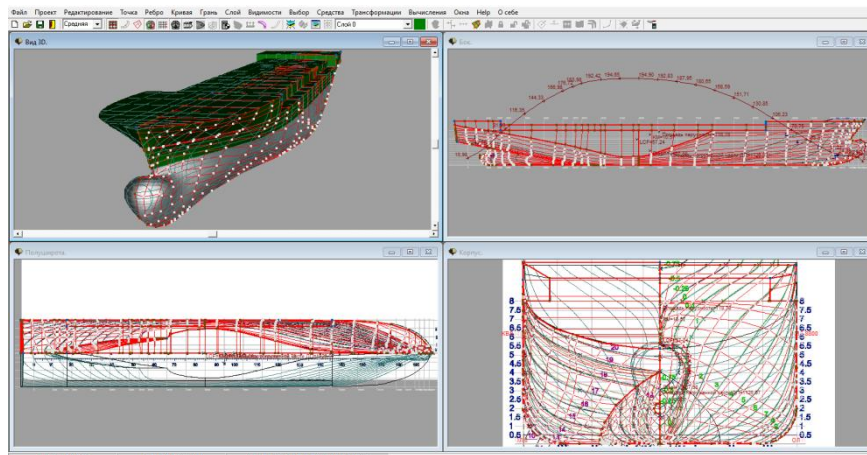


Рисунок 1.1 – Модель корпуса в пакете FreeShip

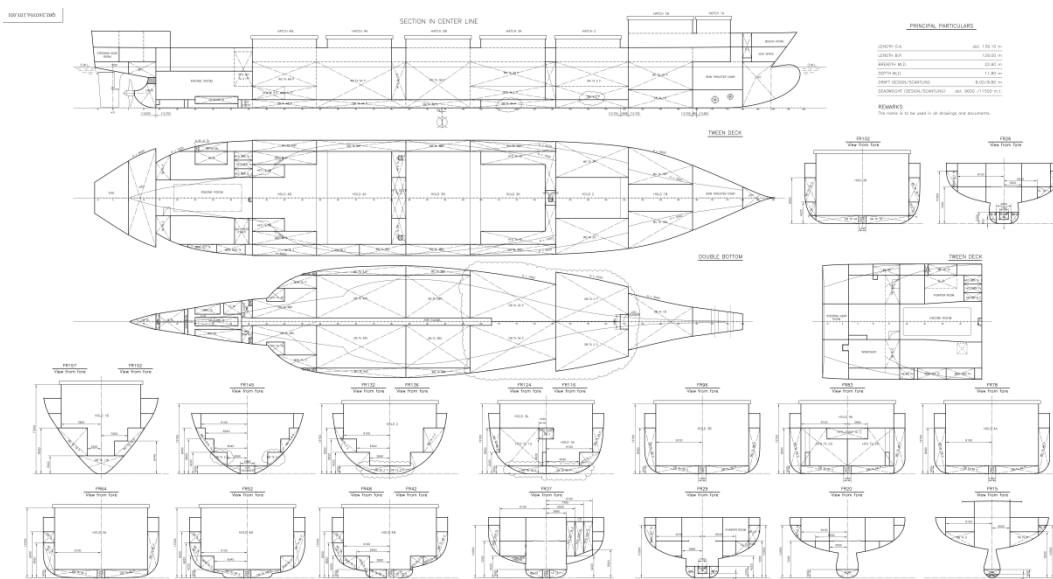


Рисунок 1.2 – Чертёж расположения балластных цистерн

Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата
-------	-------	---------------	----------	------

СКБ КИТ.1.ИП.010000ПЗ

Лист-

8

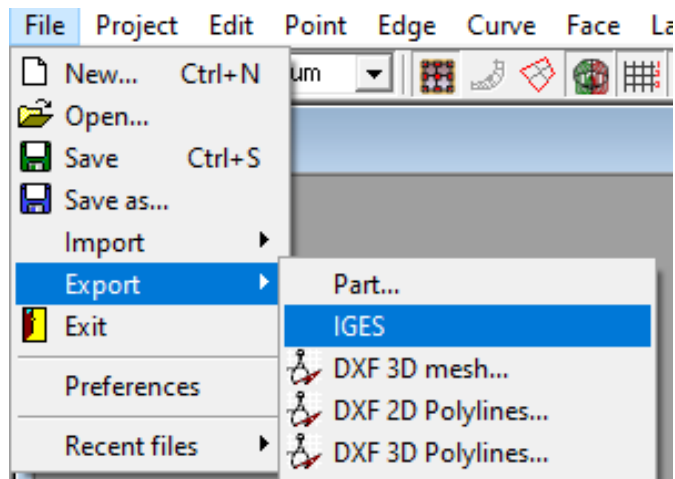


Рисунок 2.3 – Экспорт в формат IGES

5 В Компас-3D открыть сборку «Корпус», Создать подсборку «Бульб», на верхней вкладке нажать «Добавить компонент из файла...», выбрать тип файла IGES (.igs, .iges), открыть сохранённую ранее модель судовой поверхности (рисунок 2.4).

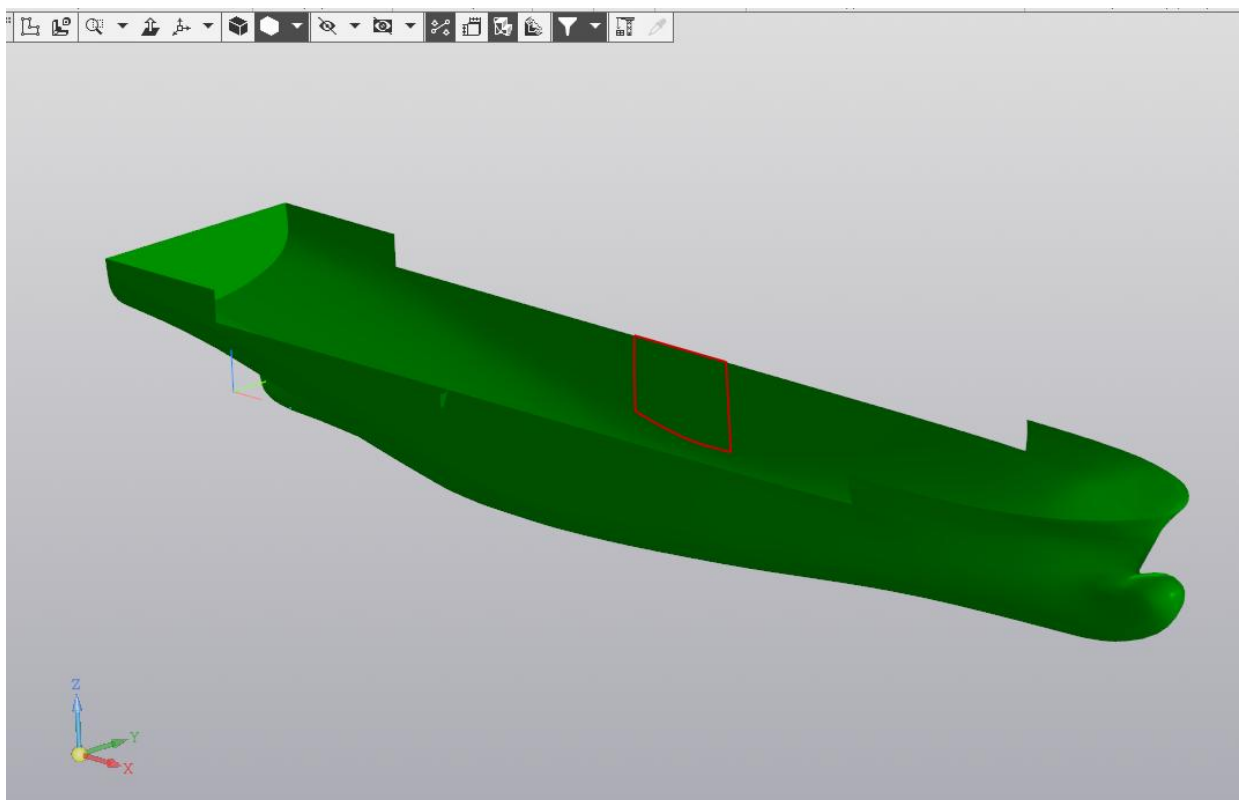


Рисунок 2.4 – Импортированная судовая поверхность в Компас-3D

6 Далее при помощи команды «Смещенная плоскость» следует создать плоскость параллельную YOZ на расстоянии 122550 мм (173 шп.) и параллельную YOX на высоту до ВП (11800 мм). На верхней панели переключить конфигурацию на «Каркас и поверхности». На верхней панели выбрать «Усечение поверхности», в поле «Грани поверхности» внести импортированную поверхность, в поле «Секущий объект»– смещённую плоскость (рисунок 2.5).

Результат усечения импортированной поверхности представлен на рисунке 2.6.

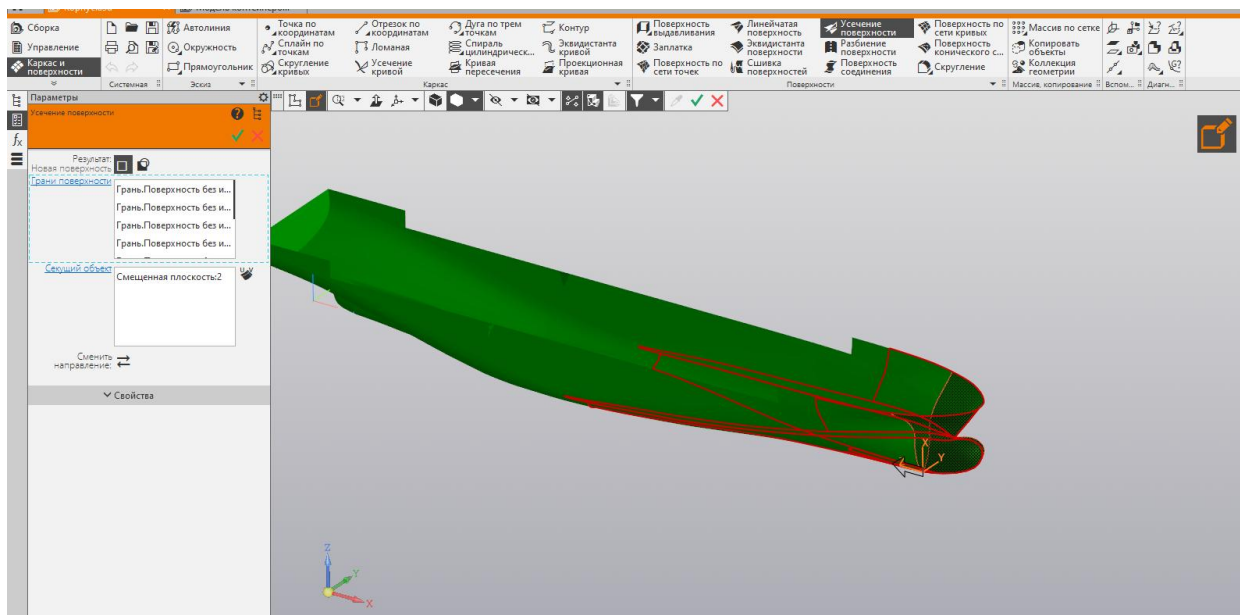


Рисунок 2.5 – Усечение импортированной поверхности

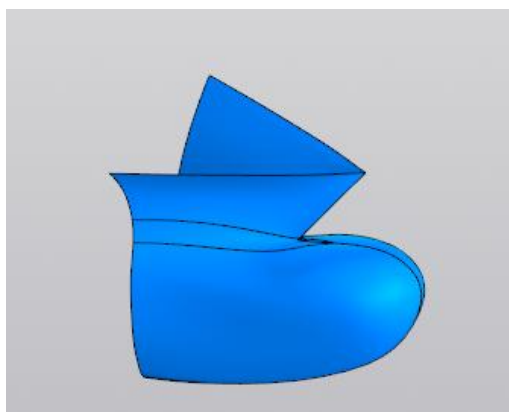


Рисунок 2.6 – Результат усечения импортированной поверхности

Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата

7 Далее в AutoCAD следует снять координаты с теоретического чертежа (для района сбега снимать координаты каждой половины теоретической шпации), полученного из FreeShip, внести их в таблицу (Приложение Б).

8 Вставить точки по снятым в пункте 7 координатам при помощи команды «Точка по координатам» (рисунок 2.7).

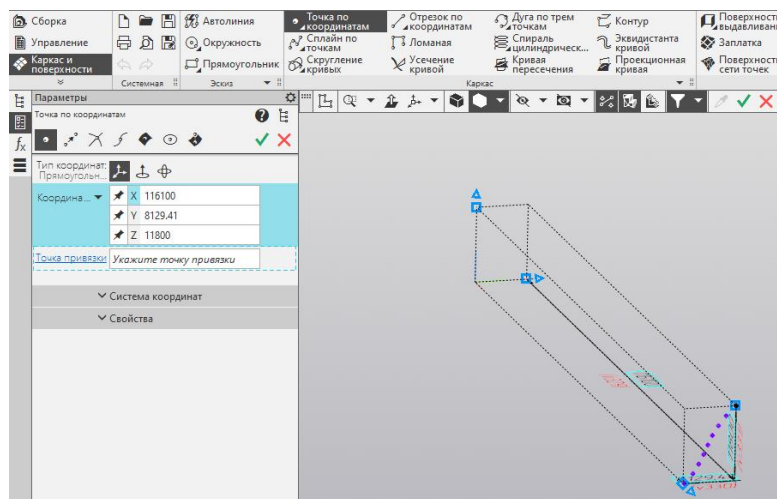


Рисунок 2.7 – Точки по координатам шпангоута

9 Соединить выставленные точки при помощи команды «Сплайн по точкам» (рисунок 2.8).

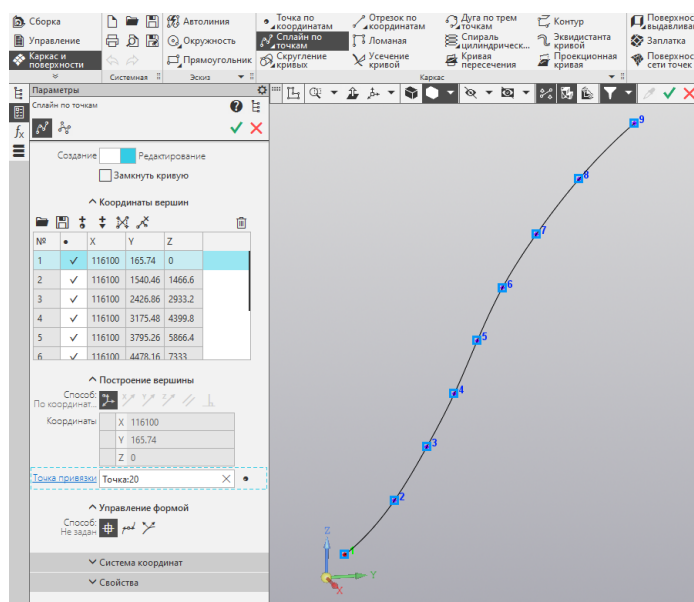


Рисунок 2.8 – Соединение выставленных точек сплайном

10 Повторить пункт 8 и 9 для всех шпангоутов, для поверхности скега создать отдельные сплайновые линии. При помощи команды «Поверхность по сети кривых» построить поверхности (рисунок 2.9). При помощи «Зеркальный массив» отразить созданные поверхности относительно плоскости XOZ. Плоскостные элементы поверхности (плоский борт, транец, днище) формируются при помощи команды «Заплата» (рисунок 2.10). При помощи команды «Сшивка поверхностей» соединить созданные поверхности в одну. Результат построения судовой поверхности представлен на рисунке 2.11.

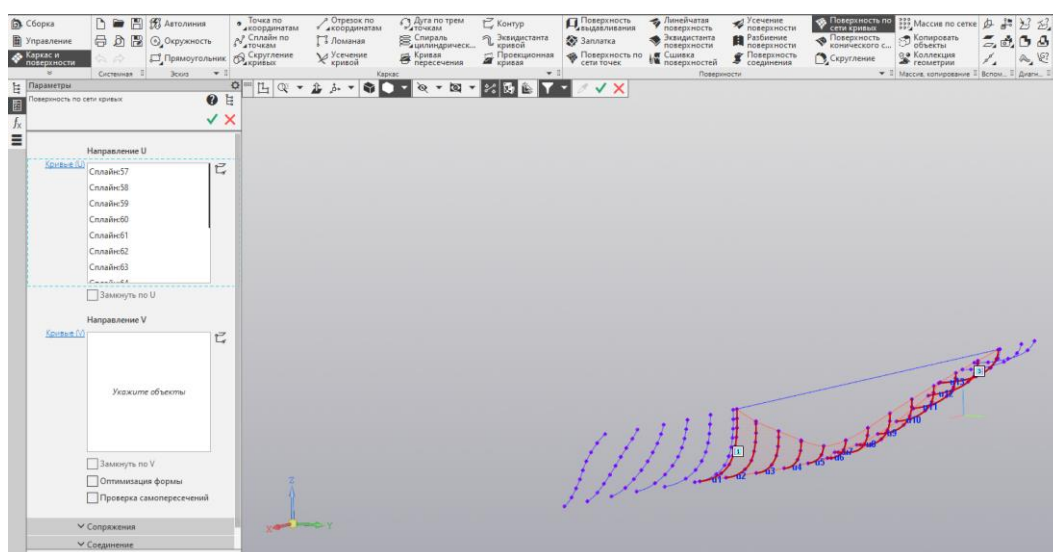


Рисунок 2.9 – Построение поверхности при помощи команды «Поверхность по сети кривых»

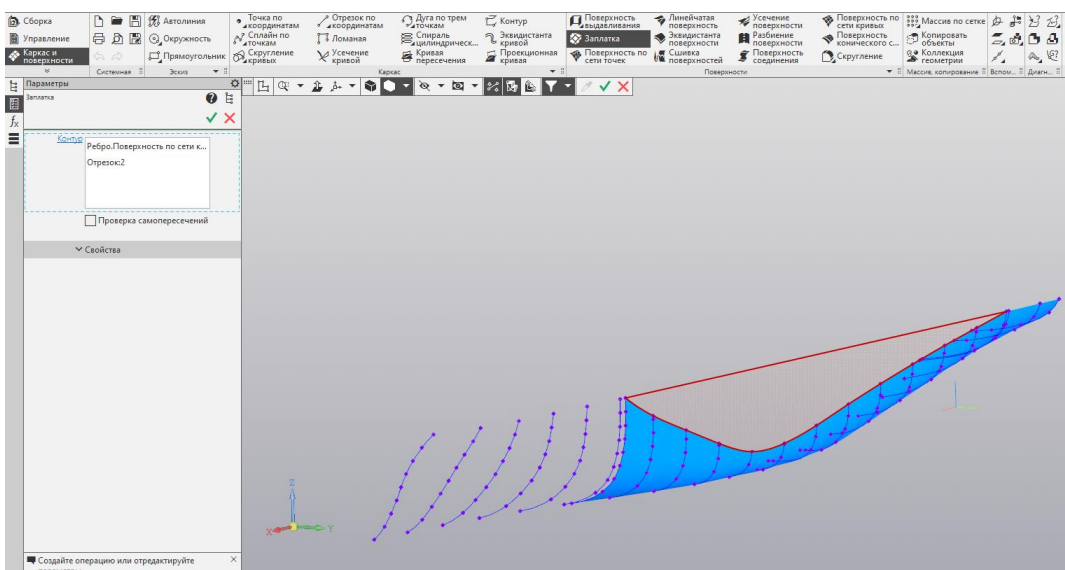


Рисунок 2.10 – Построение поверхности при помощи команды «Заплата»

Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата

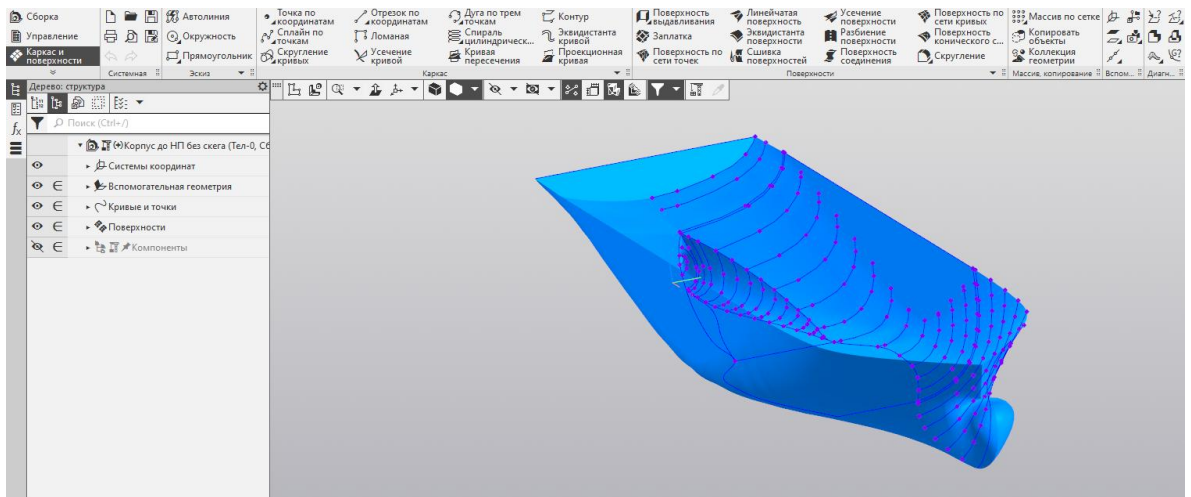


Рисунок 2.11 – Результат построения судовой поверхности

2.2 Моделирование переборок

1 В сборке «Модель контейнеровоза 900TEU» создать подсборку «Переборка 39900», сохранить в папке «Компоненты».

2 Создать смещенную плоскость параллельную плоскости YOZ на расстоянии 39900 мм.

3 Построить кривую пересечения судовой поверхности со смещенной по пункту 2 плоскостью при помощи команды «Кривая пересечения» (рисунок 2.12).

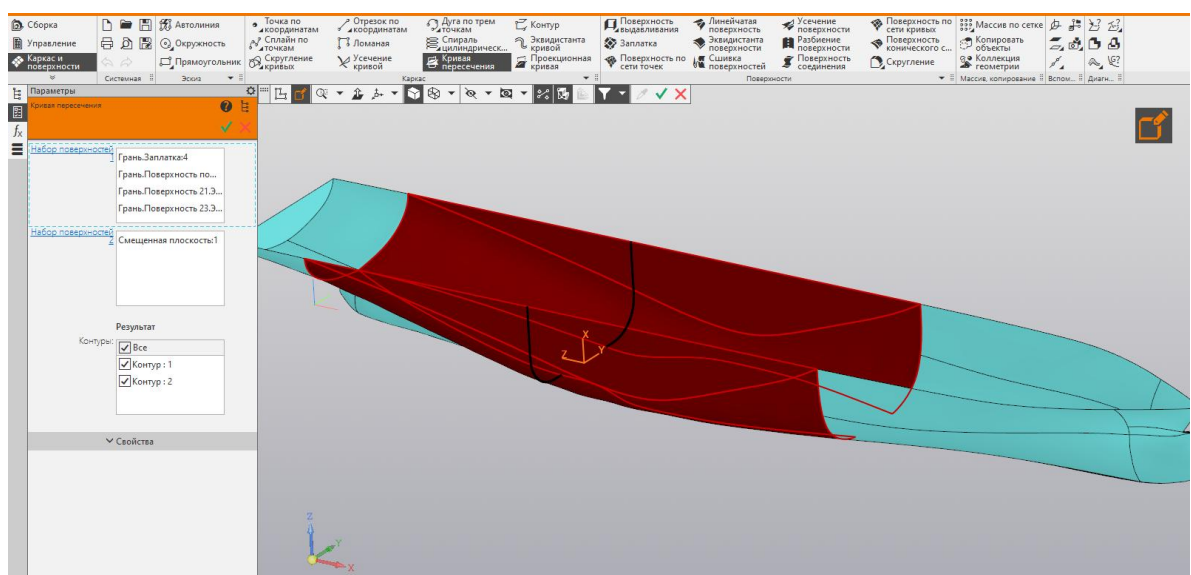


Рисунок 2.12 – Кривая пересечения судовой поверхности со смещенной плоскостью 39900 мм

4 Соединить свободные кромки полученной кривой при помощи отрезка по двум точкам. Создать поверхность переборки при помощи команды «Заплата» (рисунок 2.13).

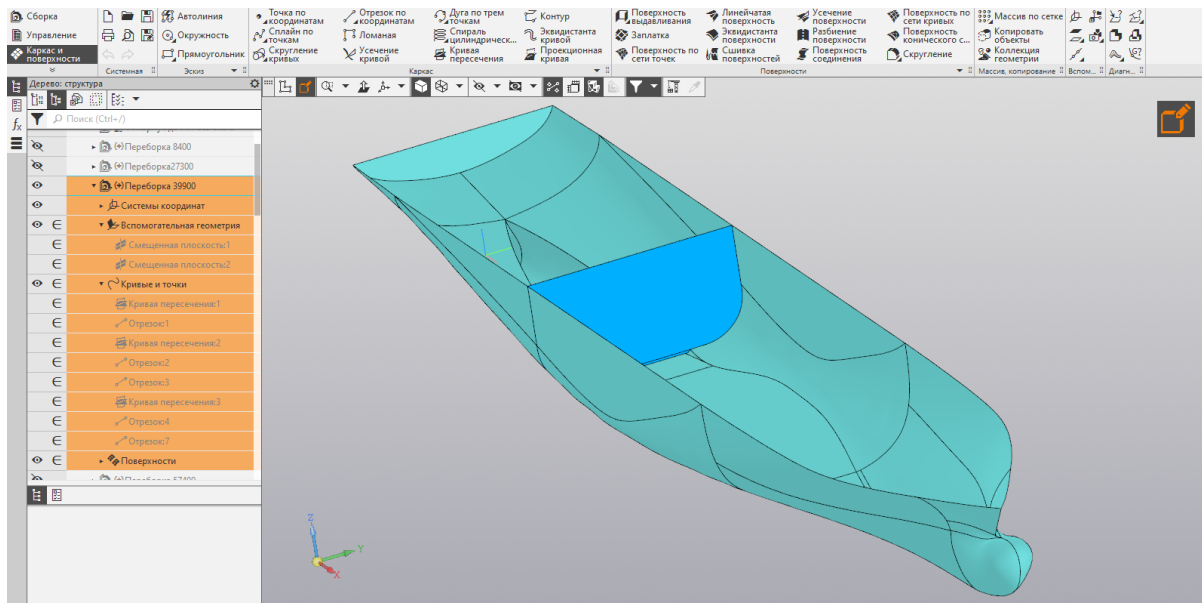


Рисунок 2.13 – Переборка 39900 мм

Повторить пункты 1-4 для остальных переборок. Результат построения переборок представлен на рисунке 2.14.

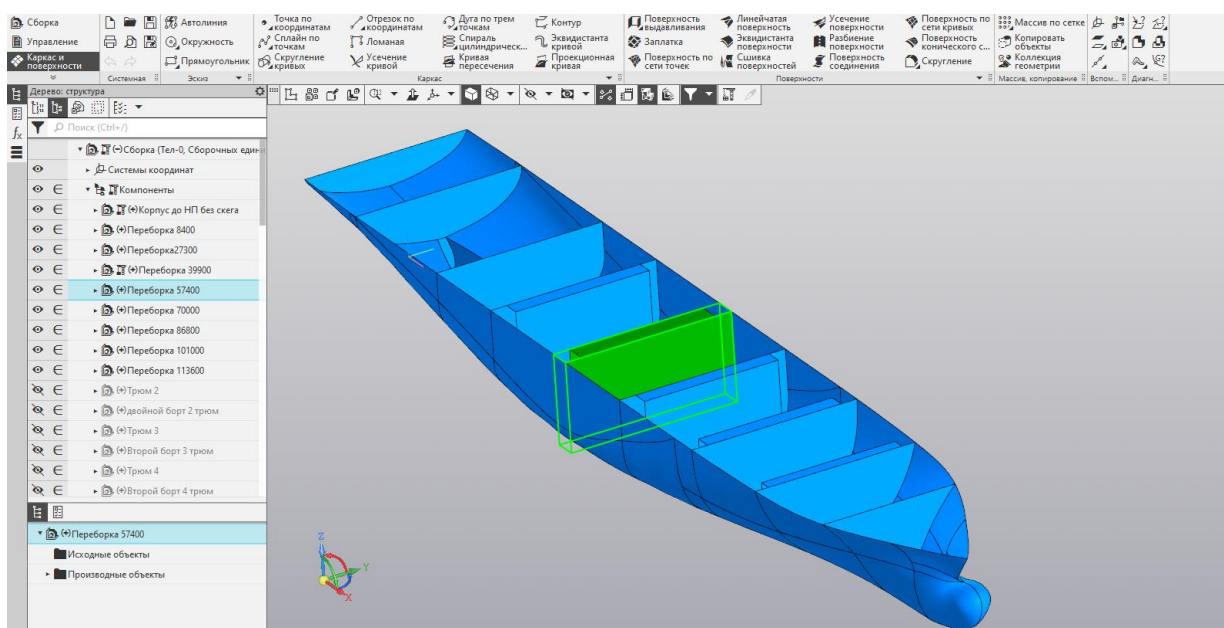


Рисунок 2.14 – Результат построения переборок

2.3 Моделирование платформ и диафрагм

1 В сборке «Модель контейнеровоза 900TEU» создать подсборку «WG Tk3BS», сохранить в папке «Компоненты».

2 Создать эквидистанту судовой поверхности на расстоянии 0 при помощи команды «Эквидистанта поверхности» (рисунок 2.15).

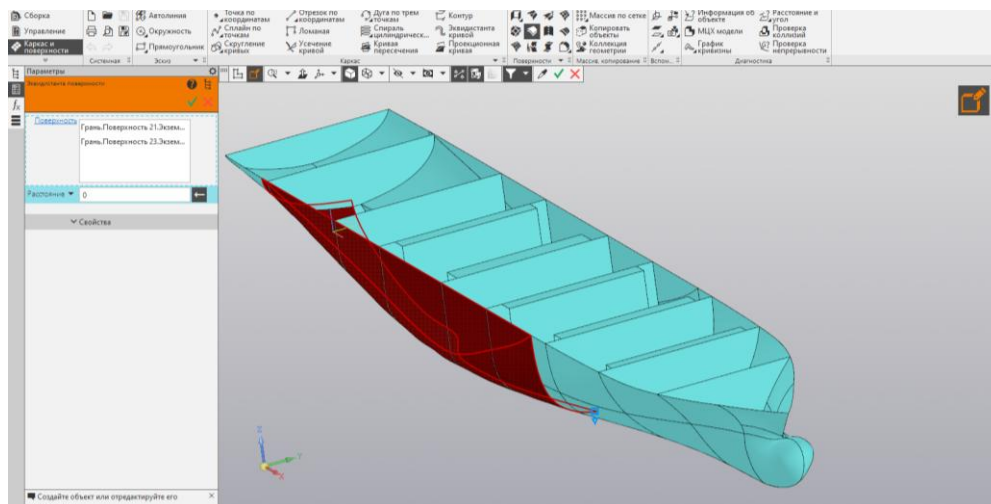


Рисунок 2.15 – Эквидистанта поверхности

3 Создать смещенные поверхности параллельные плоскости YOZ на расстоянии 57400 мм, 70000 мм, параллельную плоскости YOX на расстоянии 9000 мм, параллельную плоскости XOZ на расстоянии 9100 мм. Усечь поверхность по построенным плоскостям при помощи команды «Усечение поверхности» (рисунок 2.16).

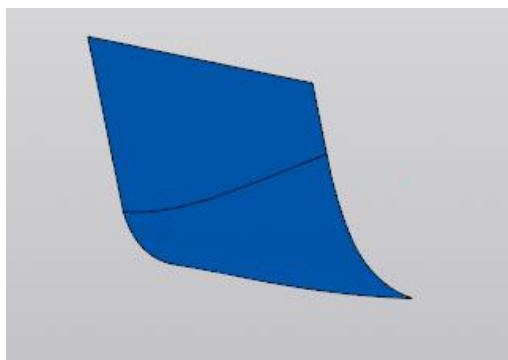


Рисунок 2.16 – Результат усечения поверхности

Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата

4 При помощи отрезков достроить каркас цистерны. Создать стенки цистерны при помощи команды «Заплата», сшить поверхности (рисунок 2.17).

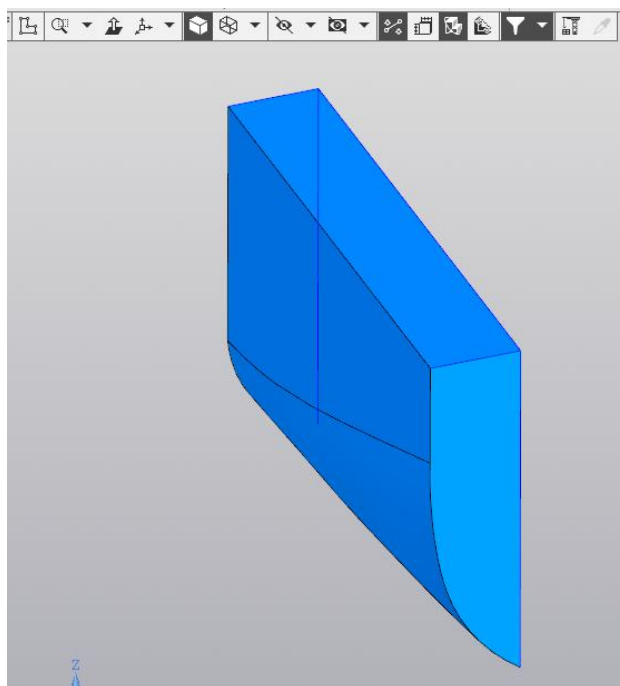


Рисунок 2.17 – Результат построения цистерны «WG Tk3BS»

Повторить пункты 1-4 для остальных цистерн. Результат построения цистерн представлен на рисунке 2.18.

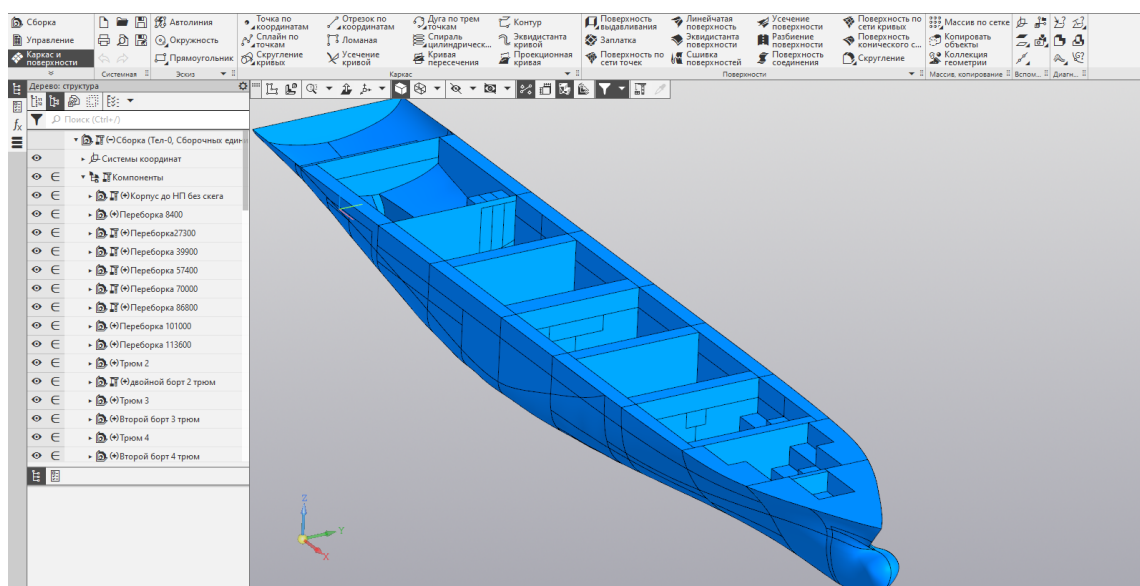


Рисунок 2.18 – Результат построения цистерн

3 Выполнение расчетов МЦХ судовых цистерн

1 В подборке судовой цистерны «НFO Тк2Р» на одной из граней создать эскиз (четырёхугольник по размерам грани). Выдавить параллелепипед при помощи команды «Элемент выдавливания» на расстояние 10000 мм (рисунок 3.1).

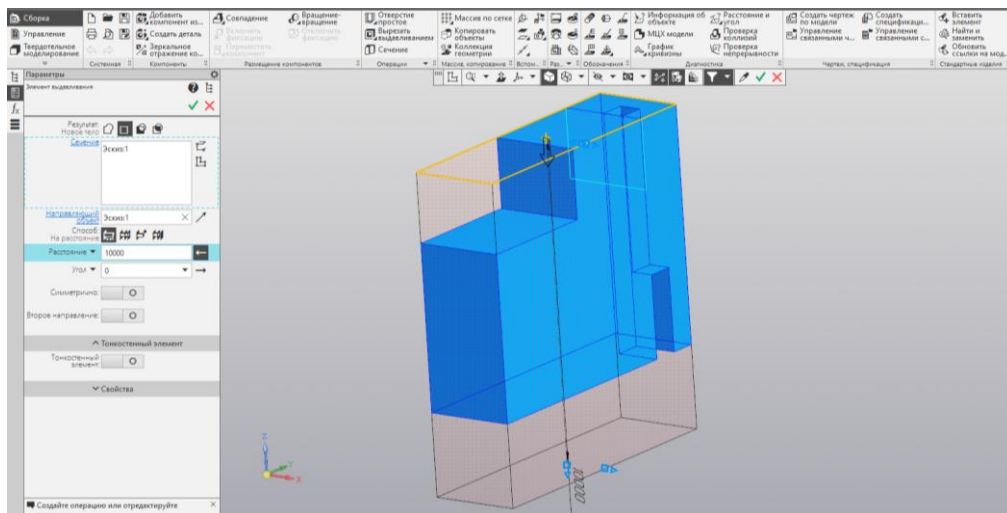


Рисунок 3.1 – Создание параллелепипеда

2 При помощи команды «Придать толщину», стенки цистерны выдавить с направлением наружу (рисунок 3.2).

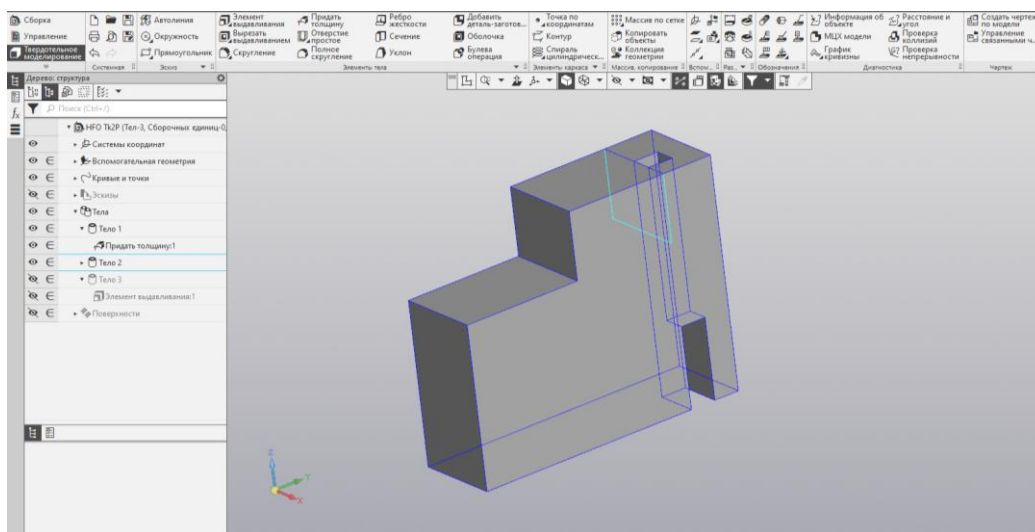


Рисунок 3.2 – Придание толщины стенкам цистерны

Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата

3 Получить внутренний объём цистерны при помощи булевой операции «Вычитание». Из второго тела вычесть первое, при этом выбрать вариант получаемого результата. Необходимый результат представлен на рисунке 3.3.

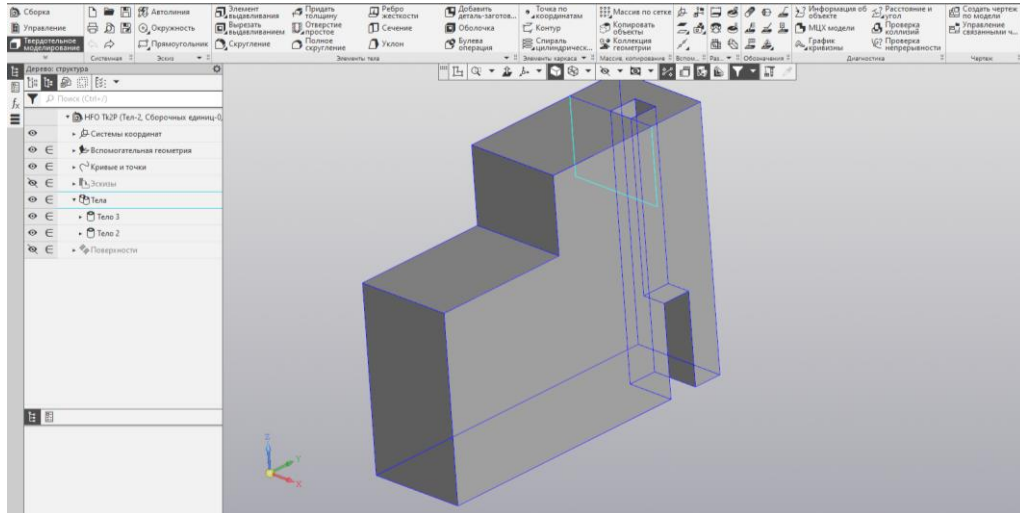


Рисунок 3.3 – Объём заполненной цистерны

4 Далее на верхней панели выбрать «МЦХ модели», таким образом определяется МЦХ объёмов, заполняющих цистерны (рисунок 3.4).

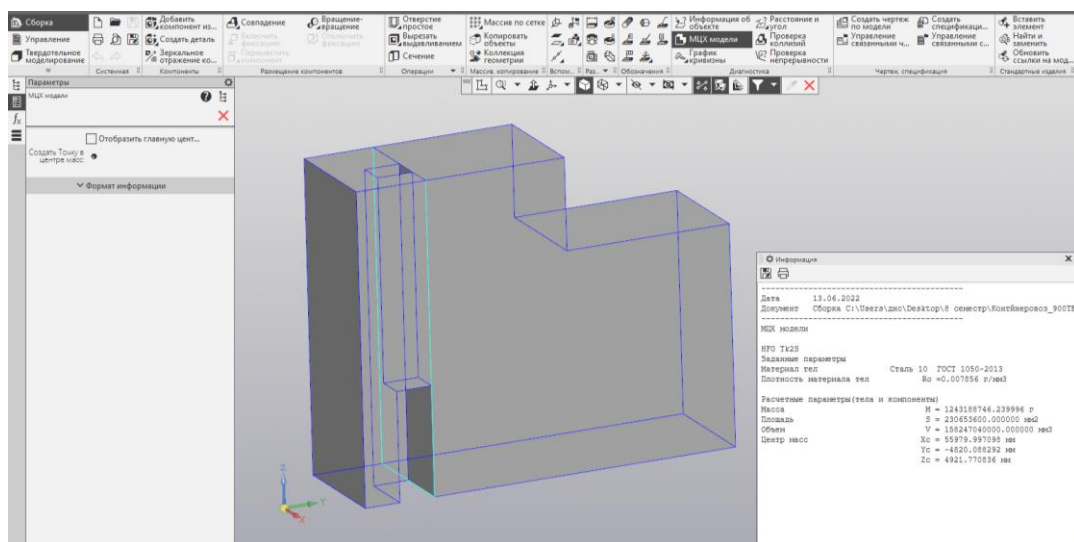


Рисунок 3.4 – Расчёт МЦХ цистерны

Повторить пункты 1-4 для остальных цистерн. Результаты вычисления МЦХ цистерн представлены в Приложении В.

Заключение

В результате выполнения проекта была разработана 3D модель судовой поверхности контейнеровоза «Hoheweg», начерчены переборки и диафрагмы, ограничивающие цистерны. На основе разработанной модели выполнен расчёт объёмов и центров тяжести.

Разработанная 3D модель корпуса контейнеровоза была использована для расчёта требуемой аппликаты центра тяжести судна методом балластировки, расчёта остойчивости и построения грузового плана контейнеровоза «Hoheweg» в рамках выпускной квалификационной работы бакалавриата.

Также данная модель была представлена на конкурсе «Цифровой инженер», получила специальный приз экспертной комиссии «Лучший проект в области судостроения» (Приложение Г).

					СКБ КИТ.1.ИП.000000ПЗ	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата		20

Список использованных источников

1 Даманский, Д. В. Практический опыт использования новых инструментов моделирования судовых конструкций в Компас-3D / Д. В. Даманский, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 4 ч., Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – Ч.1. – С. 232-234.

2 Container Ship Register: справочно-информационный портал по поиску технической информации контейнеровозов мира. – URL: <http://www.containershipregister.nl/schepen.php> (дата обращения 12.04.2021).

4 Моделирование поверхности корпуса судна: методические указания к выполнению компьютерного практикума и индивидуальных заданий по курсу «Информационные технологии в жизненном цикле морской техники» / сост. А.Д. Бурменский. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ» (рук.) (в свободном доступе в электронно-образовательной среде вуза).

5 Самсонов, В. В. Автоматизация конструкторских работ в среде Компас-3D / В.В. Самсонов, Г.А. Красильникова. - М.: Academia, 2016. - 224 с.

6 Дмитриев, С. А. Создание теоретического чертежа корпуса судна с использованием САПР КОМПАС / С. А. Дмитриев, В. Л. Раков, С. В. Чехович // СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2015.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Статья на конференцию

					СКБ КИТ.1.ИП.ПА000000ПЗ	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата		22

УНИВЕРСИТЕТ-НА-АМУРЕ



КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



СЕРТИФИКАТ

СВИДЕТЕЛЬСТВУЕТ О ТОМ, ЧТО

**БОЯРЧУК
ИВАН МИХАЙЛОВИЧ**

студент ФГБОУ ВО «КНАГУ»

принял(-а) участие во

II Международной научно-практической конференции молодых учёных
**«НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ:
ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ»**

Мероприятие проведено в рамках гранта в форме субсидий из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ

Ректор ФГБОУ ВО «КНАГУ»

Э. А. Дмитриев

г. Комсомольск-на-Амуре
14-18 ноября 2022 г.

ТРАЕКТОРИЯ НОВОГО ИЗМЕРЕНИЯ

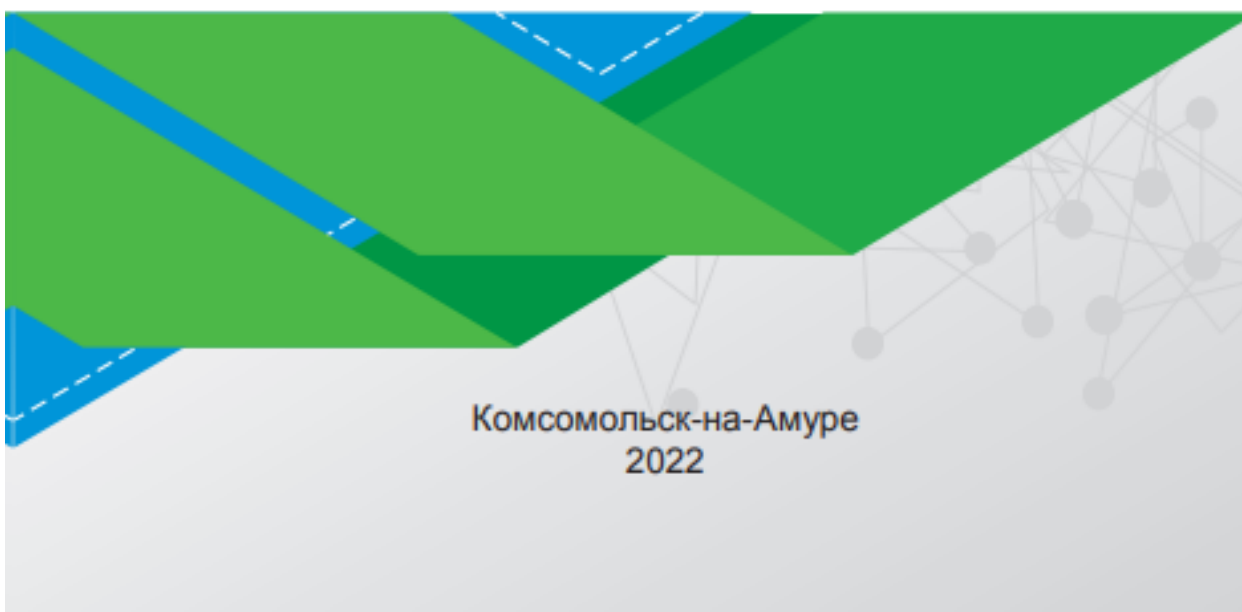
2022



НАУКА, ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ: ОТ ИДЕЙ К ВНЕДРЕНИЮ

Часть 2

Материалы II Международной научно-практической
конференции молодых ученых
Комсомольск-на-Амуре, 14-18 ноября 2022 г.



Комсомольск-на-Амуре
2022

**FEATURES OF DETERMINING THE CAPACITY OF VESSELS IN THE CAD
SYSTEM KOMPAS-3D**

Аннотация. В процессе разработки проектов судов с высоким расположением центра тяжести груза важной задачей является определение параметров вместимости балластных цистерн. Определение параметров вместимости можно выполнять как классическими методами, например, путем построения эпюры емкости, так и с использованием инструментов 3D моделирования, которые предоставляют проектанту современные CAD системы. В статье рассматриваются особенности определения параметров вместимости средствами CAD-системы КОМПАС-3D.

Abstract. In the process of developing projects for ships with a high center of gravity of the cargo, an important task is to determine the parameters of the capacity of ballast tanks. Determination of capacity parameters can be performed both by classical methods, for example, by constructing a capacity diagram, and using 3D modeling tools that provide the designer

265

with modern CAD systems. The article discusses the features of determining the capacity parameters using the KOMPAS-3D CAD system.

Ключевые слова: контейнеровоз, вместимость, судовая цистерна, объем, центр тяжести, КОМПАС-3D.

Key words: container ship, capacity, ship's tank, volume, center of gravity, KOMPAS-3D.

Одной из важных задач при проектировании контейнеровозов, которые относятся к судам с высоким расположением центра тяжести груза, является определение контейнеропровозности судна. В отличие от контейнеровместимости судна, которая определяется геометрическими характеристиками судна и ограничениями нагрузки на нижний контейнер в грузовом штабеле и конструктивные элементы, на контейнеропровозность влияет обеспечение требований безопасности мореплавания и параметров остойчивости. Исследования показывают, что обеспечение требований к остойчивости оказывает наибольшее влияние на рассматриваемую характеристику.

Обеспечение требуемых параметров безопасности мореплавания контейнеровозов, при неизменности главных размерений, осуществляется путем приема балласта с одновременным перераспределением груза (удаления контейнеров верхних палубных ярусов). Для этого необходимы данные по таким параметрам вместимости балластных цистерн, как их объемы и координаты центров тяжести.

Определение параметров вместимости судовых отсеков, а в особенности цистерн различного назначения является достаточно сложной процедурой. Это объясняется тем, что судовые цистерны располагаются в двойных бортах, в двойном дне, в пиковых отсеках. В общем, они занимают те объемы на судне, которые являются труднодоступными или не предназначенными для расположения грузов. Как правило, объем цистерны, с одной стороны, ограничивается наружной обшивкой, которая имеет криволинейную форму за исключением района цилиндрической вставки или двойного дна в килевой области. В этом случае приходится проводить сложные расчеты с проведением дополнительных геометрических построений, основанных на данных теоретического чертежа и чертежа разбивки корпуса грузовые отсеки и цистерны [1].

При наличии 3D модели корпуса судна процедуру определения геометрических характеристик отсеков и цистерн можно проводить с помощью CAD систем.

В Комсомольском-на-Амуре государственном университете в качестве базовой CAD-системы для подготовки студентов по направлению «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» был выбран комплекс КОМПАС-3D. В настоящее время параллельно с работой по внедрению данной CAD-системы в учебный процесс, в рамках выполнения магистерских диссертаций и выполнения студентами научных проектов ведутся исследования по использованию КОМПАС-3D для задач судостроения.

В качестве одной из таких задач, была выполнена исследовательская работа по отработке алгоритма определения геометрических характеристик судовых отсеков на примере контейнеровоза «HELENE».

Исходными данными являются 3D-модель корпуса контейнеровоза, сформированная в пакете FreeShip и чертёж расположения балластных цистерн (рисунок 1).

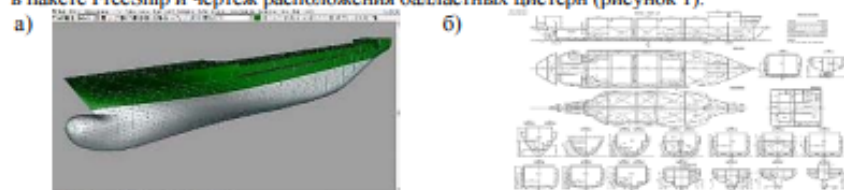


Рисунок 2 – Исходные данные для определения вместимости отсеков:
а – модель корпуса; б – чертёж расположения балластных цистерн

Процесс определения геометрических характеристик отсеков в КОМПАС-3D состоит из нескольких шагов [2,3].

На первом шаге производится моделирование судовой поверхности в КОМПАС-3D. Для этого 3D модель корпуса судна в формате IGES из пакета FreeShip экспортируется в систему КОМПАС-3D. На основе экспортируемой поверхности получаем линии шпангоутов в виде сплайнов, как результат пересечения поверхности с теоретическими плоскостями шпангоутов (рисунок 2,а).



Рисунок 2 – Построение поверхности по сети кривых:
а – сеть кривых; б – поверхность корпуса в КОМПАС-3D

Проводится анализ гладкости полученных линий шпангоутов. Окончательно построение поверхности корпуса контейнеровоза в КОМПАС-3D осуществляется с помощью инструмента «построение поверхности по сети кривых» (рисунок 2,б).

На втором шаге проводится формирование на основе поверхности корпуса судовых отсеков и цистерн в соответствии с чертежом. Данная процедура заключается в моделировании плоскостных элементов, которые ограничивают объемы отсеков и цистерн: продольных и поперечных переборок, платформ и диафрагм, вертикального кила, сплошных флоров и днищевых стрингеров.

Для построения переборок следует построить поверхность на основе пересечения смещенной плоскости с поверхностью наружной обшивки. Построение платформ и диафрагм проводится при помощи эквидистанты поверхности наружной обшивки и отрезков, ограничивающих цистерну, по граням которой строится поверхность (рисунок 3).

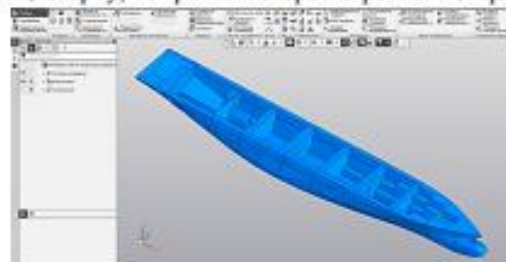


Рисунок 3 – Корпус судна после моделирования отсеков и цистерн

На основе выполненных геометрических построений, на третьем шаге производится процедура разбиения корпуса на отсеки и цистерны в виде отдельных 3D моделей последних. Для этого на нулевом расстоянии строятся эквидистанты поверхностей ограничивающих цистерны, проводится их рассечение. В результате получаем отдельные грани цистерн. Далее проводится сшивка данных граней в единую замкнутую поверхность, ограничивающую объем цистерны (рисунок 4).



Рисунок 4 – Варианты формы цистерн

На последнем шаге необходимо получить массо-центровочные характеристики (МЦХ) отсеков и цистерн. Основная сложность данной операции заключается в том, что нам необходимо определить объемно-центровочные характеристики внутреннего, т.е. «пустого» объема цистерны. А система АСКОН-3D позволяет определять данные характеристики только для твердотельных тел. Поэтому «пустое» пространство отсека надо предварительно преобразовать в твердое тело.

Но так форма отсеков, а в особенности цистерн может быть достаточно сложной, то последовательность данной процедуры, следующая (рисунок 5):

- предварительно строится параллелепипед, который полностью описывает модель отсека или цистерны;
- стенкам цистерны придаётся толщина наружу;
- с помощью булевой операции «вычитание» с выбором варианта получаемого результата получаем твердотельную модель «пустоты»;
- с помощью команды «МЦХ модели» получаем необходимые характеристики вместимости цистерны или отсека.



Рисунок 5 – Последовательность определения параметров вместимости:

а – создание описывающего параллелепипеда; б – расчёт МЦХ цистерны

В результате выполнения команды «МЦХ модели» получаем такие необходимые нам данные, как объем отсека или цистерны и координаты центра тяжести данного объема.

Результаты определения объемов и центров тяжести цистерн оформляются в виде таблицы (таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент таблицы с характеристиками вместимости отсеков и цистерн

№	Наименование цистерны	V_T, M^3	X_G, M	Y_G, M	Z_G, M
1	HFO OVER TK1	11,89	85,75	0,046	7,910
2	HFO OVER TK2	48,71	56,0	0,00	7,910
3	HFO OVER TK3	9,80	26,23	-2,24	0,830

Следует отметить, что данный алгоритм определения параметров вместимости отсеков и цистерн предназначен для определения теоретических значений и наличие конструктивных элементов внутри объема учитывается коэффициентом утилизации. Если же в отсеке предполагается располагать крупногабаритное оборудование или через него проходят трубопроводы различных систем, то в этом случае необходимо учитывать их объем и исключать его из твердотельной модели «пустоты».

Хотя рассмотренный алгоритм достаточно эффективен и позволяет получать достаточно точные результаты, но хотелось бы иметь специализированный инструментарий в КОМПАС-3D по определению параметров «пустоты» отсеков и цистерн, что позволит исключить третий и четвертый шаги алгоритма.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Цыганкова, Н. И. Моделирование процесса формирования грузового плана контейнеровоза / Н. И. Цыганкова, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2021. – Ч. 1. – С. 343-346.
2. Боярчук, И. М. Особенности разработки 3D - модели судовой поверхности контейнеровоза «Helene» / И. М. Боярчук, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022. – Ч. 2. – С. 174-176.
3. Даманский, Д. В. Практическое трёхмерное моделирование судовых корпусных конструкций в системе КОМПАС-3D / Д. В. Даманский, В. А. Ярополов // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы III Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в 3 ч., Комсомольск-на-Амуре, 06–10 апреля 2020 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – Ч.1. – С. 392-394.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

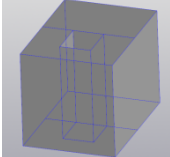
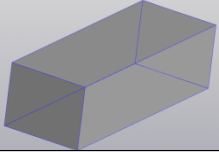
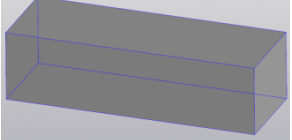
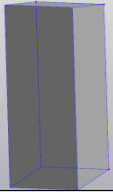
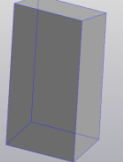
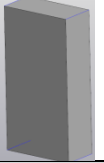
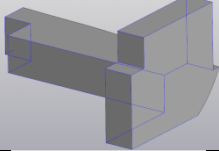
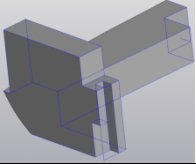
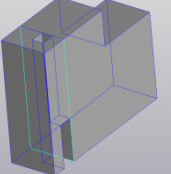
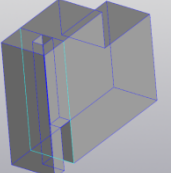
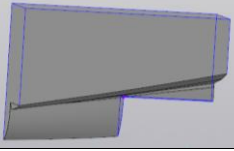
Координаты, снятые с теоретического чертежа

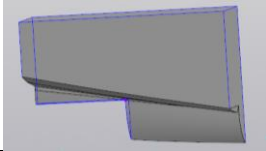
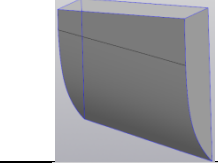
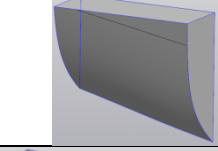
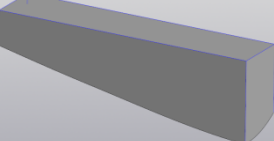
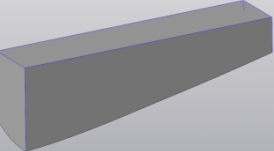
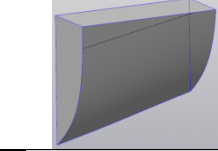
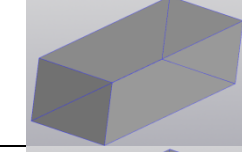
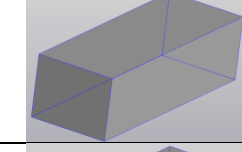
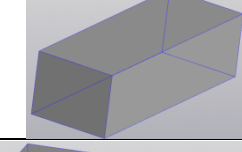
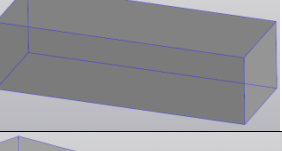
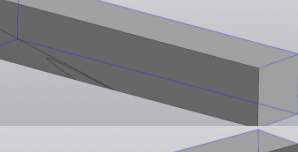
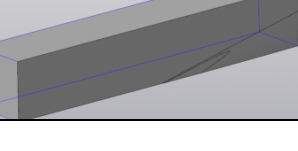
					СКБ КИТ.1.ИП.ПБ000000ПЗ	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата		28

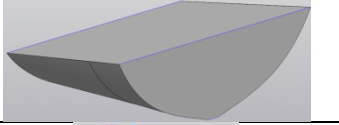
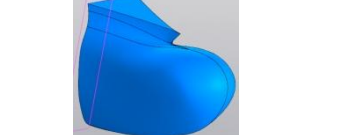
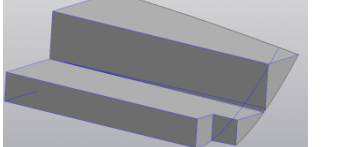
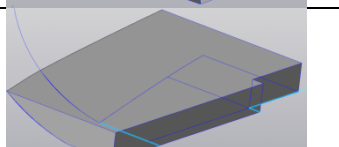
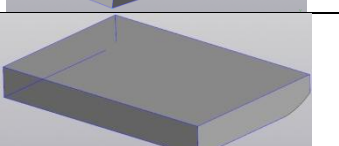
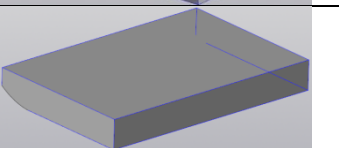
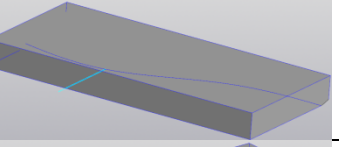
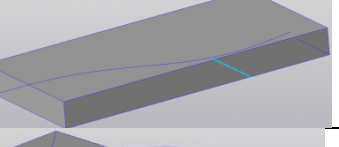
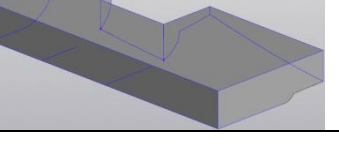
ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

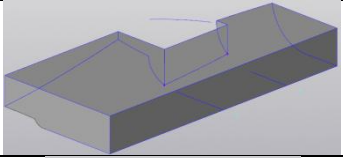
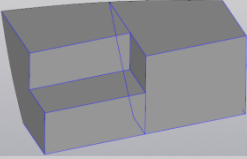
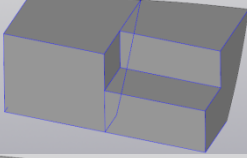
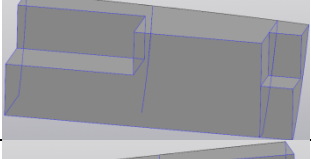
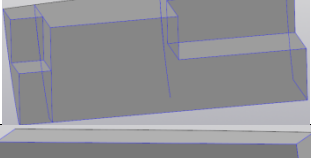

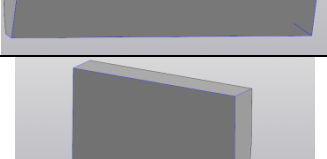
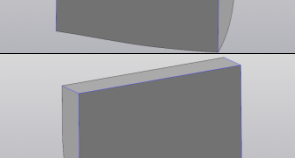
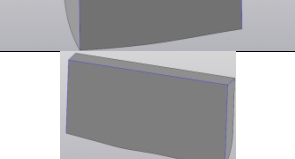
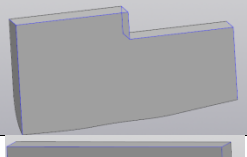
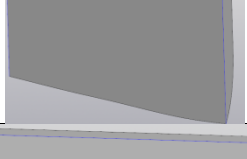
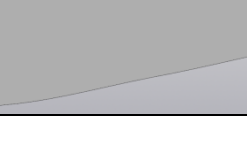
Результаты вычисления МЦХ цистерн

					СКБ КИТ.1.ИП.ПВ000000ПЗ	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата		30

№	Наименование	Изображение цистерны	$V_T, \text{ м}^3$	x, м	y, м	z, м
1	HFO OVER Tk1		11,88754	85,750	0,046	7,910
2	HFO OVER Tk2		48,70992	56,000	0,000	7,910
3	HFO OVER Tk3		9,8	26,230	-2,240	0,830
4	HFO SER Tk		38,41292	25,550	6,526	7,769
5	HFO SET Tk1		34,74863	25,550	8,229	8,094
6	HFO SET Tk2		40,341	25,550	4,840	7,610
7	HFO Tk1P		256,6384	81,791	6,497	4,161
8	HFO Tk1S		251,9833	81,713	-6,609	4,168
9	HFO Tk2P		158,247	55,980	4,820	4,922
10	HFO Tk2S		158,247	55,980	-4,820	4,922
11	HFO Tk3P		43,10093	30,737	5,184	2,821

12	HFO Tk3S		43,10093	30,737	-5,184	2,821
13	MDO SER Tk		53,62013	23,245	-10,075	7,966
14	MDO SET Tk		37,04689	17,721	-10,018	8,598
15	MDO TkP		80,66066	34,688	7,744	2,815
16	MDO Tks		80,66066	34,688	-7,744	2,815
17	ME LO Tk		34,700	19,660	10,120	8,800
18	AE LO Tk		11,000	12,680	-9,890	9,150
19	G/B LO Tk		3,900	16,450	10,030	8,880
20	LO SUMP Tk		20,500	22,300	0,000	1,510
21	FW Tk1		40,2864	44,100	-10,200	7,910
22	FW Tk2		60,38113	33,604	-10,199	7,911
23	TW Tk P		35,6	9,870	5,860	7,760

24	TW Tk S		35,6	9,870	-5,860	7,760
	APT		198,4194	5,923	0,000	7,875
	FPT		184,7	127,760	0,000	5,140
	DB Tk1B		251,4799	106,532	0,000	2,177
	DB Tk2P		205,3815	92,671	4,329	2,176
	DB Tk2S		205,3815	92,671	-4,329	2,176
	DB Tk3AP		197,342	77,897	3,979	0,86
	DB Tk3AS		197,342	77,897	-3,979	0,86
	DB Tk3BP		167,0319	63,675	4,871	0,808
	DB Tk3BS		167,0319	63,675	-4,871	0,808
	DB Tk4AP		227,3051	48,813	4,815	0,820
	DB Tk4AS		227,3051	48,813	-4,815	0,820
	DB Tk4BP		84,01712	34,342	2,954	0,852

	DB Tk4BS		84,01712	34,342	2,954	0,852
	WG Tk1BP		232,7737	106,776	5,115	6,536
	WG Tk1BS		232,7737	106,776	-5,115	6,536
	WG Tk2P		176,6257	93,556	8,377	6,628
	WG Tk2S		176,6257	93,556	-8,377	6,628
	WG Tk3AP		156,8714	77,931	10,098	6,735
	WG Tk3AS		156,8714	77,931	-10,098	6,735
	WG Tk3BP		212,6753	63,556	10,131	5,104
	WG Tk3BS		212,6753	63,556	-10,131	5,104
	WG Tk4AP		298,6819	48,894	10,140	5,068
	WG Tk4AS		258,6442	49,631	-10,134	4,629
	WG Tk4BP		155,1313	34,129	10,101	6,068
	WG Tk4BS		94,74729	34,464	-10,037	4,893

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

**Диплом лауреата международного конкурса
«Цифровой инженер»**

					СКБ КИТ.1.ИП.ПГ000000ПЗ	Лист-
Изм.И	Лист-	№ докум.№ до-	Подпись-	Дата		35

Цифровой
инженер

КОНКУРС
«ЦИФРОВОЙ ИНЖЕНЕР»
2022

ДИПЛОМ ЛАУРЕАТА

награждается

Комсомольский-на-Амуре
государственный университет

Проект:
«Судовая цистерна контейнеровоза 900 TEU»

Автор проекта: Боярчук Иван

Руководитель проекта:
Бурменский Андрей Дмитриевич

Специальный приз экспертной комиссии
«Лучший проект в области судостроения»

Генеральный директор АСКОН
Богданов М. Ю.

