


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

 Е.М. Димитриади
(подпись)

«07» июня 2024 г.

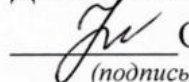
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 А.В. Космынин
(подпись)

«07» июня 2024 г.

Декан ФАМТ


 О.А. Красильникова
(подпись)

«06» июня 2024 г.

Моделирование конструкции объемной корпусной секции
в САD-системе «Компас-3D»

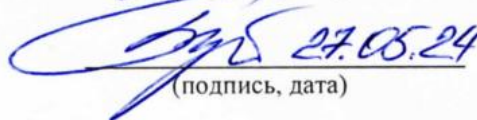
Комплект проектной документации

Руководитель СКБ «КИТ»


(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

Комсомольск-на-Амуре 2024

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

Название проекта: Моделирование конструкции объемной корпусной секции в CAD-системе «Компас-3D»

Назначение: Исследование методологии 3D моделирования корпусных судовых конструкций в CAD-системе Компас-3D

Область использования: В учебном процессе для направления подготовки 26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры» в качестве фрагмента учебно-методического комплекса

Функциональное описание: Пошаговая инструкция формирование 3D-модели объемной секции корпуса судна в CAD-системе Компас-3D.

Техническое описание: 3D-модель объемной корпусной секции, содержащей разнотипные конструкционные элементы.

Требования: Пошаговая инструкция должна описывать процесс формирования 3D-модели объемной секции корпуса как сложной сборки, на основе моделирования ее отдельных корпусных элементов. Данная инструкция должна быть оформлена в виде методических указаний по выполнению компьютерного практикума. Дополнительно методические указания должны содержать описание процесса разработки конструкторской документации на основе цифровой модели секции.

3D-модель объемной секции корпуса должна быть подготовлена для представления на конкурс «Цифровой инженер» IT-компании АСКОН.

План работ:

Наименование работ	Срок
<i>Анализ и подбор конструкторской документации для моделирования</i>	<i>Февраль, 2024</i>
<i>Исследование и отработка методик моделирования объемных судовых конструкций инструментами САД-системы Компас-3D</i>	<i>Февраль, 2024 - Март, 2024</i>
<i>Разработка методического обеспечения моделирования отдельных разнотипных конструктивных элементов судовых корпусных конструкций и формирования объемных секций как сложной сборки из отдельных деталей</i>	<i>Апрель 2024</i>
<i>Оформление отчета</i>	<i>Май, 2024</i>

Комментарии:

Пояснительная записка к проекту выполняется по требованиям РД 013-2016 с изм. 4. Графический материал (чертеж, спецификация) оформляется по требованиям судостроительного черчения

Перечень графического материала:

- 3D-модель судовой секции
- оформленная конструкторская документация
- презентация проекта

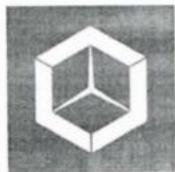
Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

(подпись, дата)

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



СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»

ПАСПОРТ ПРОЕКТА

«Моделирование конструкции объемной корпусной секции
в САД-системе Компас-3D»

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

Комсомольск-на-Амуре 2024

Содержание

Введение.....	3
1 Общие положения	5
1.1 Цель и задачи проекта	5
1.2 Предмет разработки	5
1.3 Исходные данные	5
2 Моделирование носового блока танкера-химовоза.....	8
2.1 Моделирование судовой поверхности	8
2.2 Моделирование шпангоутов и бортовых стрингеров	9
2.3 Моделирование секции палубы.....	12
2.4 Моделирование секции переборки.....	13
2.5 Моделирование обшивки корпуса судна.....	14
2.6 Общие результаты моделирования носовой секции	16
3 Выполнение расчетов МЦХ судовой конструкции	20
Заключение	21
Список использованных источников	22
ПРИЛОЖЕНИЕ А Конструкторская документация	23

					СКБ КИТ.5.ИП.00000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		2

Введение

В настоящее время в России из-за введенных санкций, многие отечественные предприятия испытывают трудности в экономическом, ресурсном аспекте, а также можно отдельно выделить программное обеспечение. В объединенную судостроительную корпорацию входит более 40 проектно-конструкторских бюро, специализированных научно-исследовательских центров, верфей, судоремонтных и машиностроительных предприятий, на которые приходится около 80% объема отечественного судостроения.

Многие отечественные судостроительные предприятия используют импортное программное обеспечение такие как CADMATIC, AVEVA, Tribon, Foran. Президент России поручил правительству России перевести государственные органы в том числе предприятия «Объединенной судостроительной корпорации» на отечественное программное обеспечение до 2024 года. Однако, в России пока нет тяжелой PLM-системы которая позволила бы создавать проекты судов и сопровождать его от эскиза, проектирования до готового заказа.

В 2018 году компания АСКОН протестировала возможности КОМПАС – 3D для создания трехмерной модели корпуса судна. Команда разработчиков и инженеров создали трехмерную модель кормовой части судна-нефтесборщика. Работа показала, что КОМПАС – 3D может создавать подобные проекты. В настоящее время группой компаний «РазВИТие» на основе PLM-решений компании АСКОН ведет разработку тяжелой судостроительной PLM-системы , основой которого является система 3D моделирования КОМПАС-3D.

В настоящее время в КнАГУ предложена концепция и начато развитие учебно-производственной лаборатории «Виртуальная верфь». **«Виртуальная верфь»** – это «учебный полигон», представляющий собой комплекс аппаратного, программного и методического обеспечения, а также библиотеки учеб-

					СКБ КИТ.5.ИП.00000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		3

ных цифровых моделей, как судов, так и отдельных секций, оборудованных судовых помещений, судового оборудования, судовых устройств, дельных вещей и т.п.

Цель проекта:

- обеспечение индивидуальной или командной работы по виртуальному моделированию как отдельных, так и сквозных процессов судостроительного производства: от разработки цифровой модели судна и его подсистем, до подготовки и выпуска технологической документации по его постройке;

- исследование вопросов адаптации PLM-решений компании АСКОН к конкретному судостроительному производству.

Данный проект как раз посвящен вопросам отработки технологии моделирования сложных объемных судовых корпусных конструкций на примере моделирования блока носовой оконечности танкера-химовоза.

					СКБ КИТ.5.ИП.00000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		4

1 Общие положения

1.1 Цель и задачи работы

Цель работы заключается в отработке методики моделирования трехмерной конструкции носовой объемной корпусной секции и проведения расчетов ее массо-центровочных характеристик.

Задачами проекта являются: создание конструктивных элементов трехмерной судовой конструкции, а также сборочного узла на их основе и расчет массо-центровочных характеристик полученной конструкции; разработка методических указаний реализации моделей и сборочного узла в программном комплексе «Компас 3D».

1.2 Предмет разработки

Предметом разработки является законченная цифровая модель в виде трехмерного сборочного узла / конструкции и практические рекомендации к проведению лабораторных работ по курсу «САПР морской техники» по направлению подготовки бакалавров и магистров «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры».

1.3 Исходные данные для проектирования

Исходными данными для моделирования носовой блок-секции послужили чертежи танкера-химовоза DWT 13000 «Autumn» IMO 9416795 (рисунк 1.1)

					СКБ КИТ.5.ИП.01000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		5



Рисунок 1.1 – Танкер-химовоз «Autumn»

Главные проектные характеристики танкера-химовоза «Autumn» приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Главные проектные характеристики танкера-химовоза «Autumn»

Характеристика	Значение
Длина наибольшая, м	128,6
Длина между перпендикулярами, м	120,4
Ширина, м	20,4
Высота борта, м	11,8
Осадка конструктивная, м	8,0
Осадка грузовая, м	8,8
Дедвейт для конструктивной осадки, т	9600
Дедвейт для грузовой осадки, т	11500
Водоизмещение, т	17471,384
Скорость хода судна, уз	13,4

Танкер-химовоз представляет собой однопалубное стальное судно с цилиндрической вставкой, с баком и ютом. Кормовая часть оснащена рулевой рубкой, жилой надстройкой, машинным отделением (МО), которое отделено от грузовой зоны коффердамом.

Судно имеет двойное дно и двойные борта, грузовое пространство разделено гофрированными непроницаемыми продольными и поперечными переборками на шесть грузовых танков. Данный проект имеет бульбообразную

носовую оконечность (рисунок 1.2) в подводной части, наклонную форму в надводной части и транцевую корму

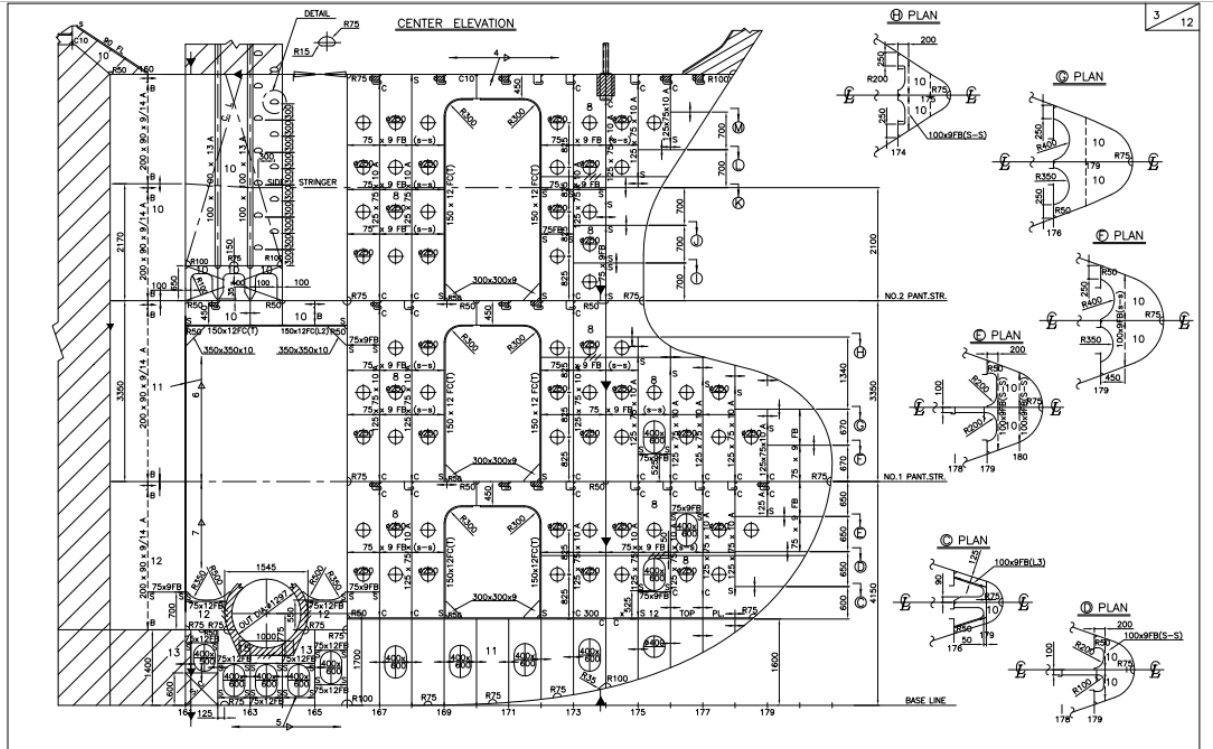


Рисунок 1.2 – Пример проектной документации (разрез по ДП)

Полный перечень исходных данных приведен в приложении А.

					СКБ КИТ.5.ИП.01000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		7

2 Моделирование носового блока танкера-химовоза

2.1 Моделирование судовой поверхности

Для моделирования судовой поверхности в КОМПАС-3D, по исходным данным была построена 3D модель корпуса, разработанная в системе FreeShip (рисунок 2.1).

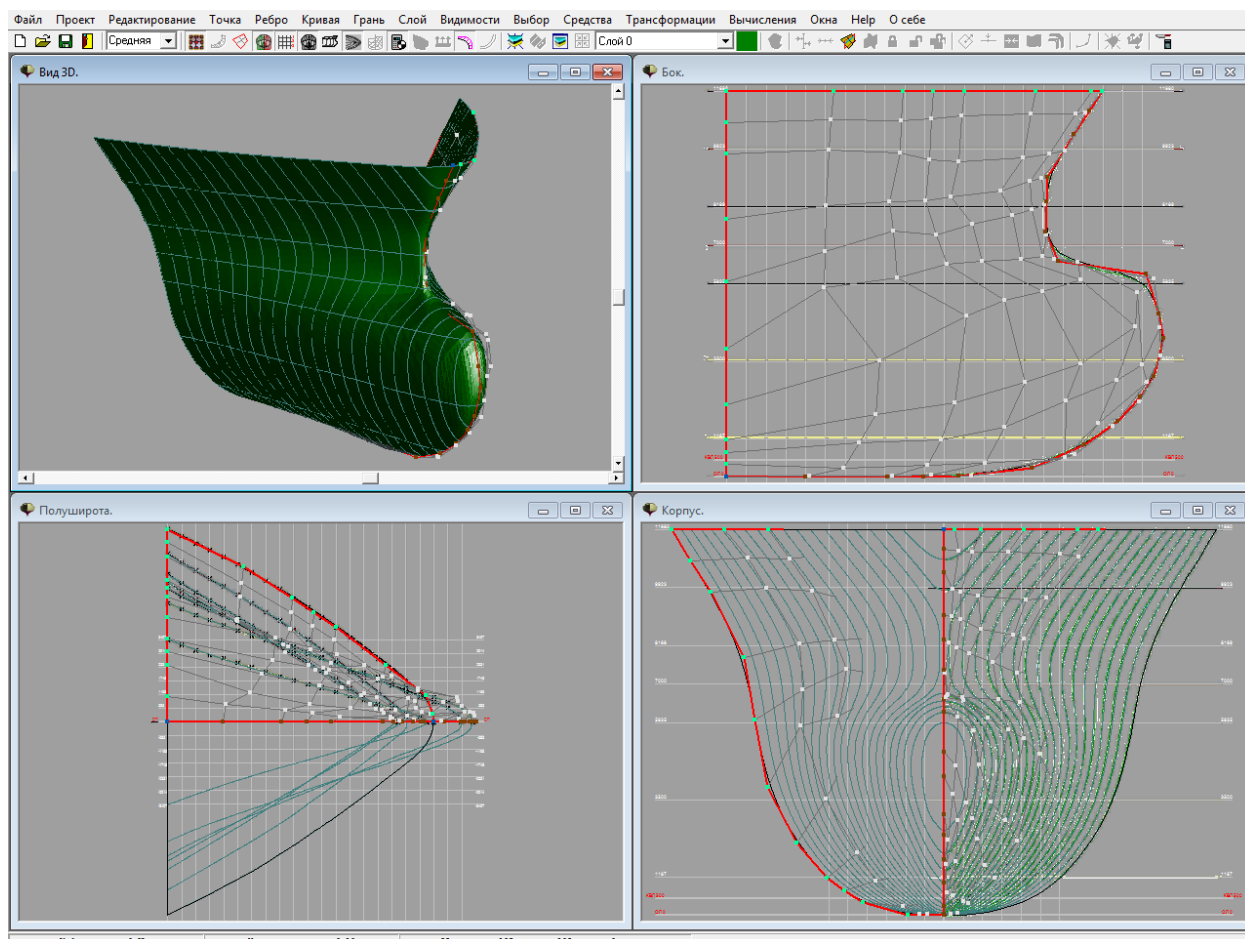


Рисунок 2.1 – Поверхность в системе FreeShip

После чего поверхность была экспортирована в формат IGES (.igs, .iges) и открыта в КОМПАС-3D (рисунок 2.2).

					СКБ КИТ.5.ИП.02000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		8

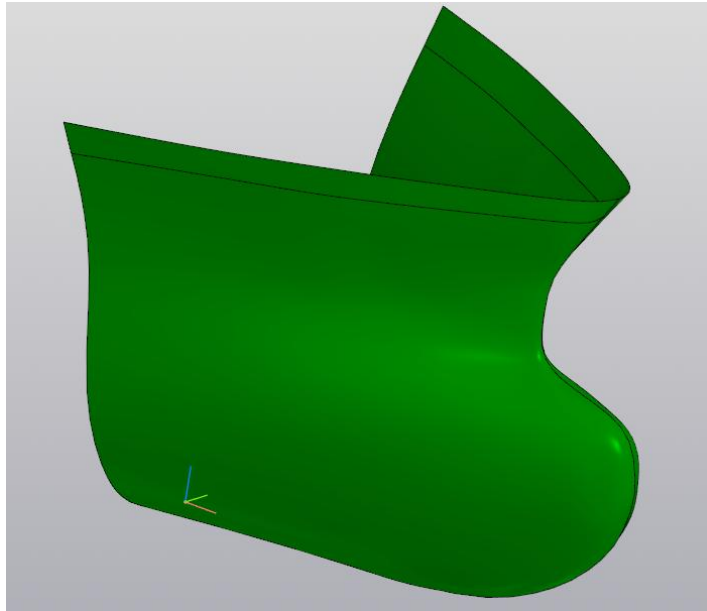


Рисунок 2.2 – Поверхность, экспортированная в IGES

2.2 Моделирование шпангоутов и бортовых стрингеров

Данный этап включает в себя создание вспомогательных плоскостей, которые являются теоретическими плоскостями продольного и поперечного набора. С помощью команды «смещенная плоскость», создается вспомогательные плоскости шпангоутов (рисунок 2.3).

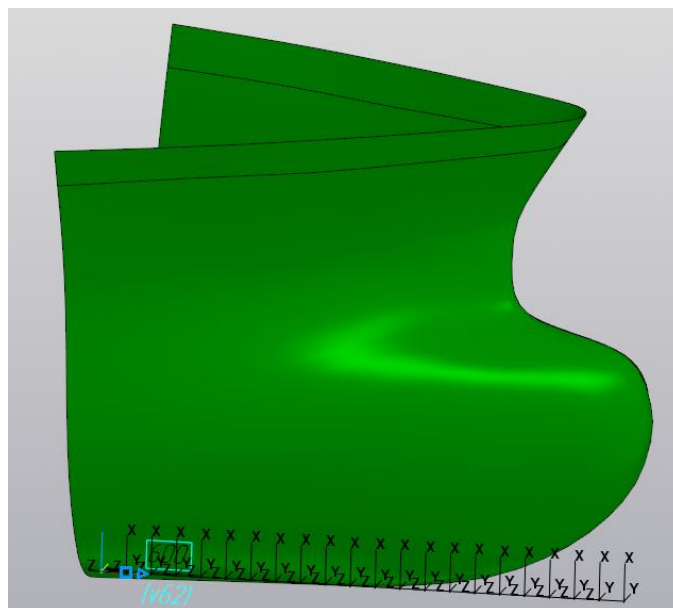


Рисунок 2.3 – Создание вспомогательных поверхностей

					СКБ КИТ.5.ИП.02000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		9

Далее необходимо создавать сборку для каждого сложного элемента. Для получения линии шпангоута, при помощи команды «кривая пересечения», необходимо получить пересечение параллельной плоскости с обшивкой корпуса (рисунок 2.4).

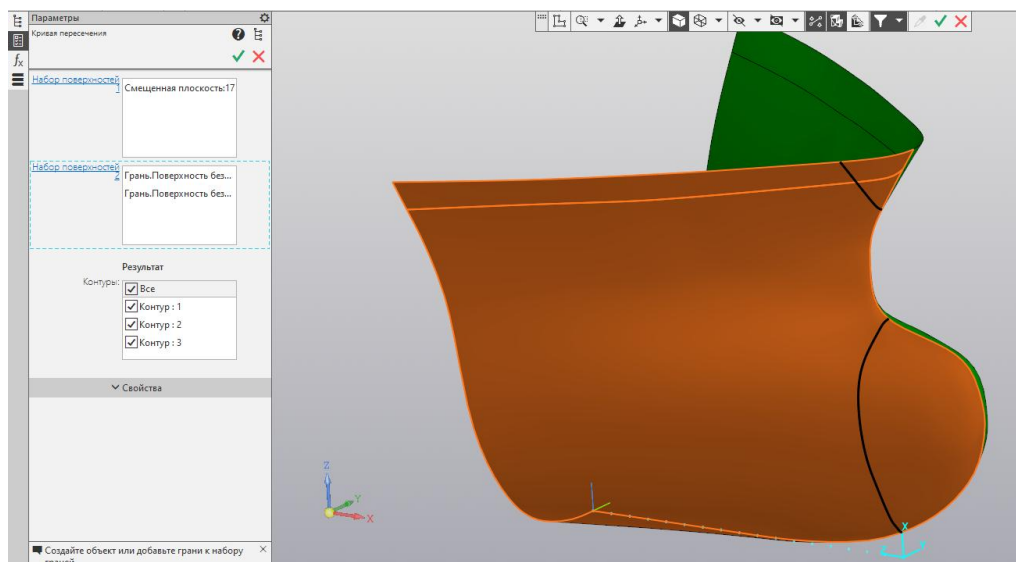


Рисунок 2.4 – Создание линии шпангоута

Построение сборки шпангоута проще проводить в отдельном окне.

Для построения brackets необходимо построить эскиз, после чего создать тело при помощи команды «пластина» (рисунок 2.5-2.6).

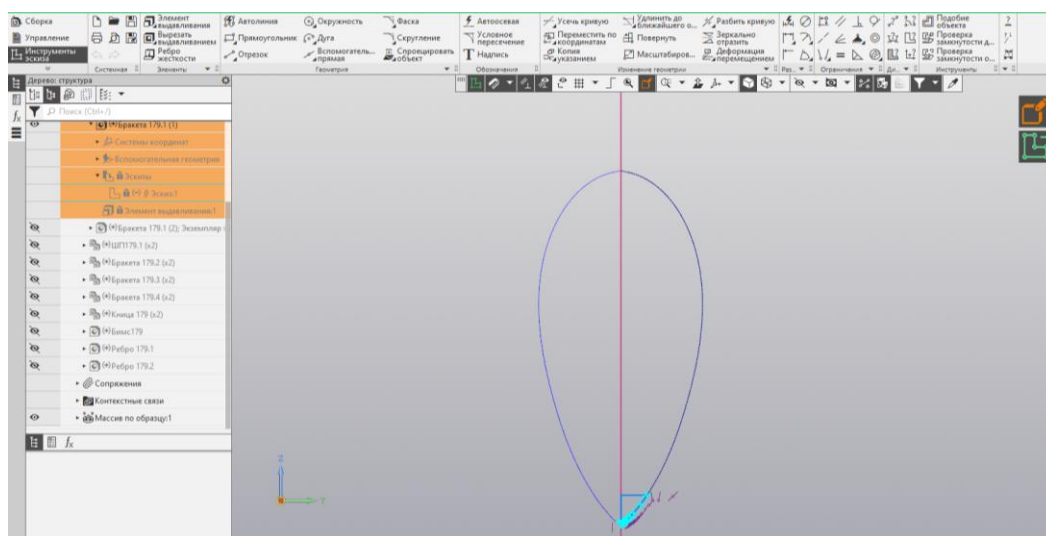


Рисунок 2.5 – Создание эскиза brackets

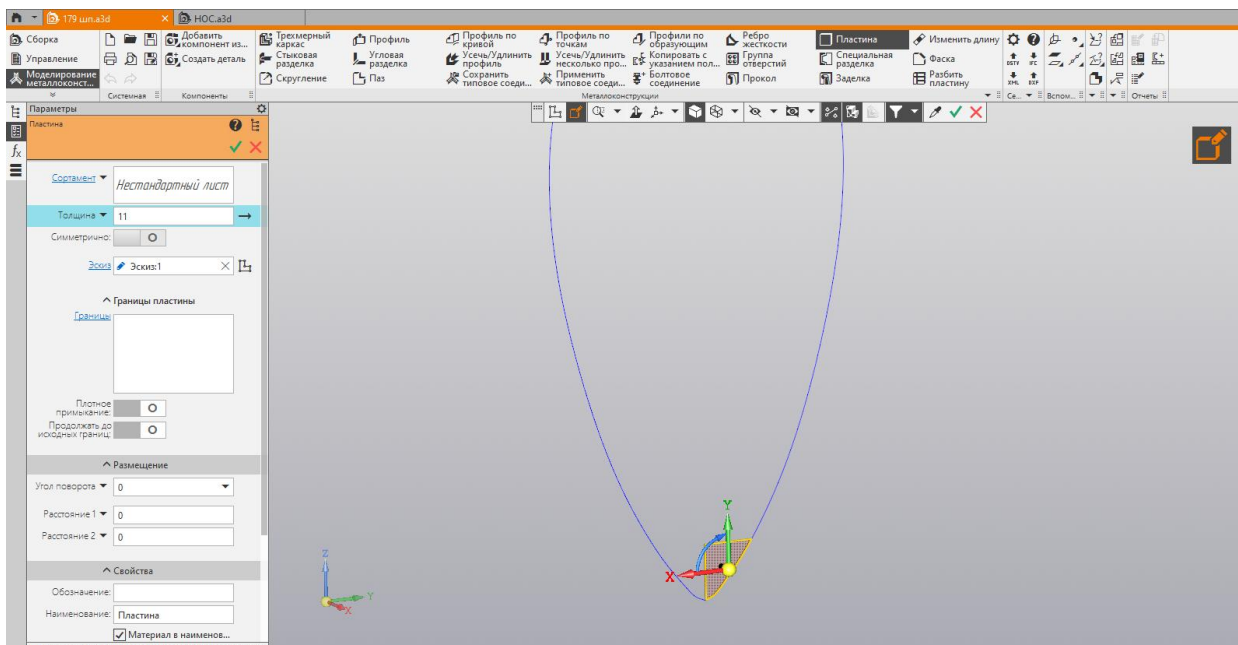


Рисунок 2.6 – Создание тела бракетки

Всвязи с отсутствием в библиотеке необходимого профиля полосульба, нужно начертить его эскиз, после чего выдать при помощи команды «элемент по траектории» (рисунок 2.7).

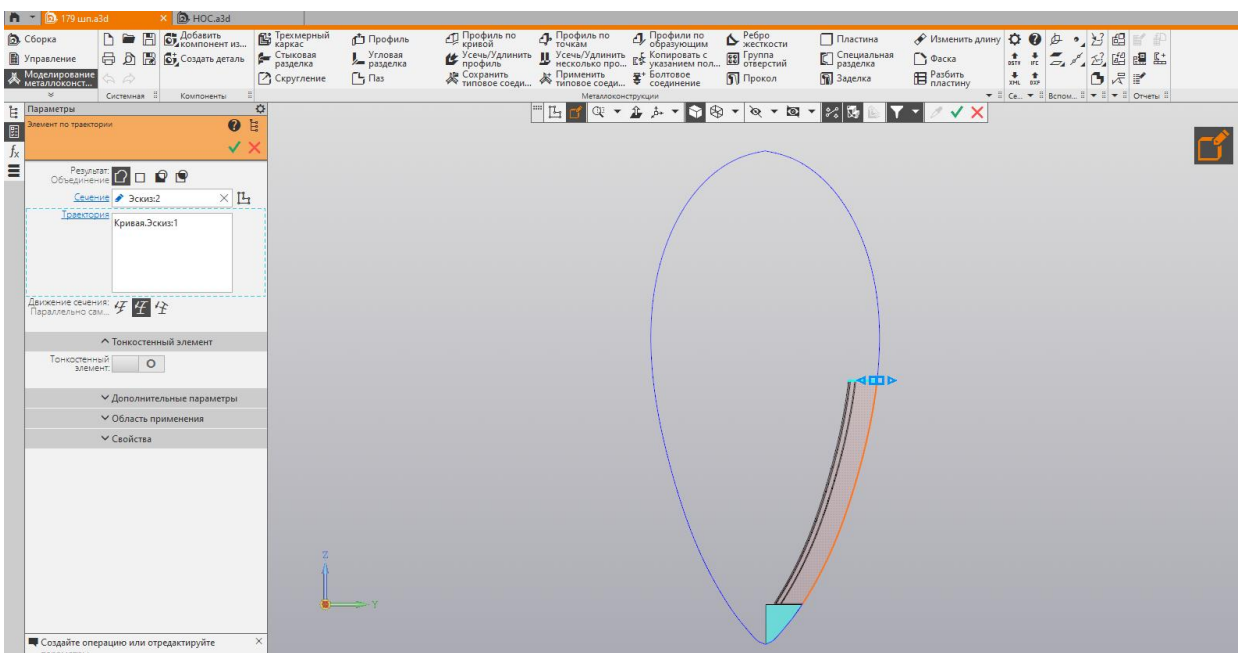


Рисунок 2.7 – Моделирование полосульба по траектории

Повторяя вышеуказанные действия для каждого элемента, получается сечение шпангоута (рисунок 2.8). Аналогично моделируются бортовые стрингеры.

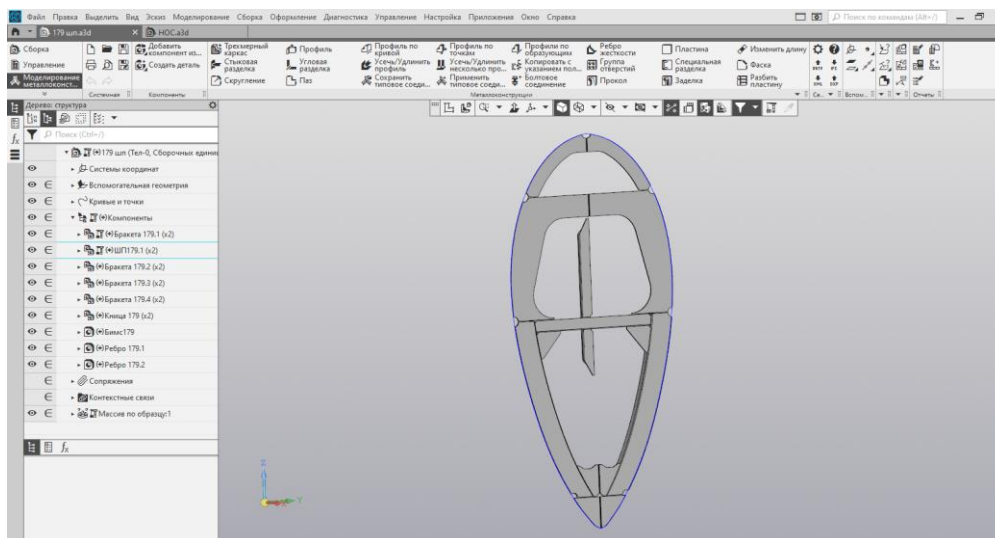


Рисунок 2.8 – Моделирование шпангоутов и бортовых стрингеров

2.3 Моделирование секции палубы

При моделировании секции палубы был построен эскиз каждой детали сборки и преобразован в тело при помощи команды «пластина» (рисунок 2.9).

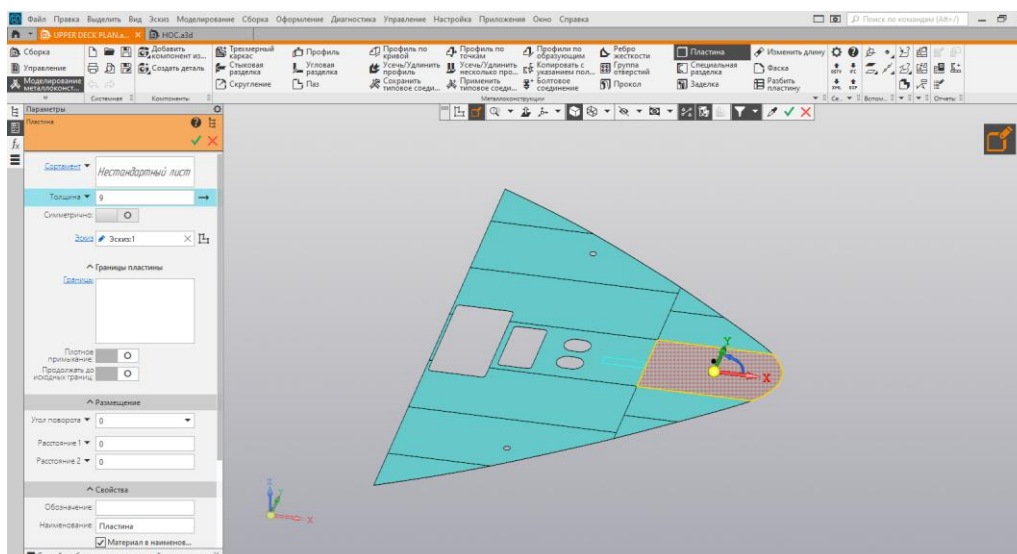


Рисунок 2.9 – Моделирование верхней палубы

										Лист
										12
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.						

СКБ КИТ.5.ИП.02000000

2.4 Моделирование секции переборки

Для моделирования переборки 166 шп. необходимо в первую очередь построить ее обшивку (рисунок 2.10). После чего получить ее пересечение с продольными плоскостями, выставленными на расстояние шпации. По полученным пересечениям выставить стойки при помощи создания эскиза и команды «элемент по траектории», подкрепить конструкцию кницами. Результат моделирования продольной переборки представлен на рисунке 2.11.

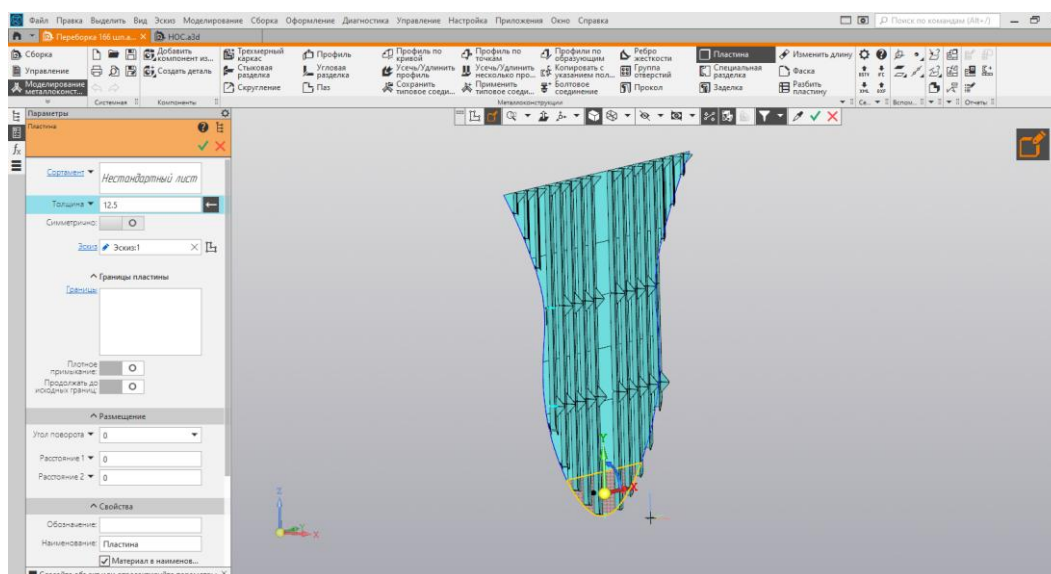


Рисунок 2.10 – Моделирование обшивки переборки

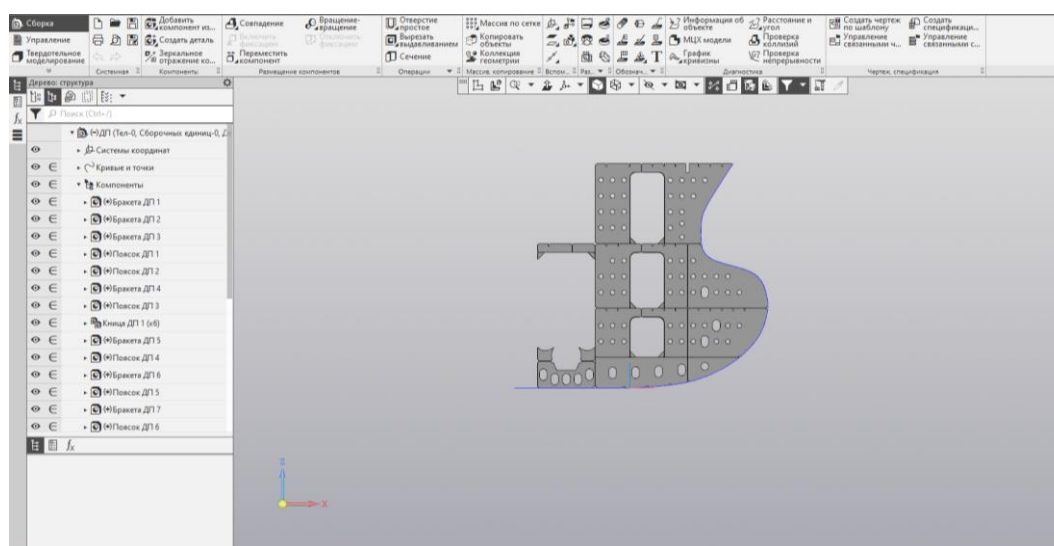


Рисунок 2.11 – Моделирование продольной переборки

2.5 Моделирование обшивки корпуса судна

На данном этапе необходимо выполнить следующее:

- наметить на поверхности границы листов обшивки (рисунок 2.12).

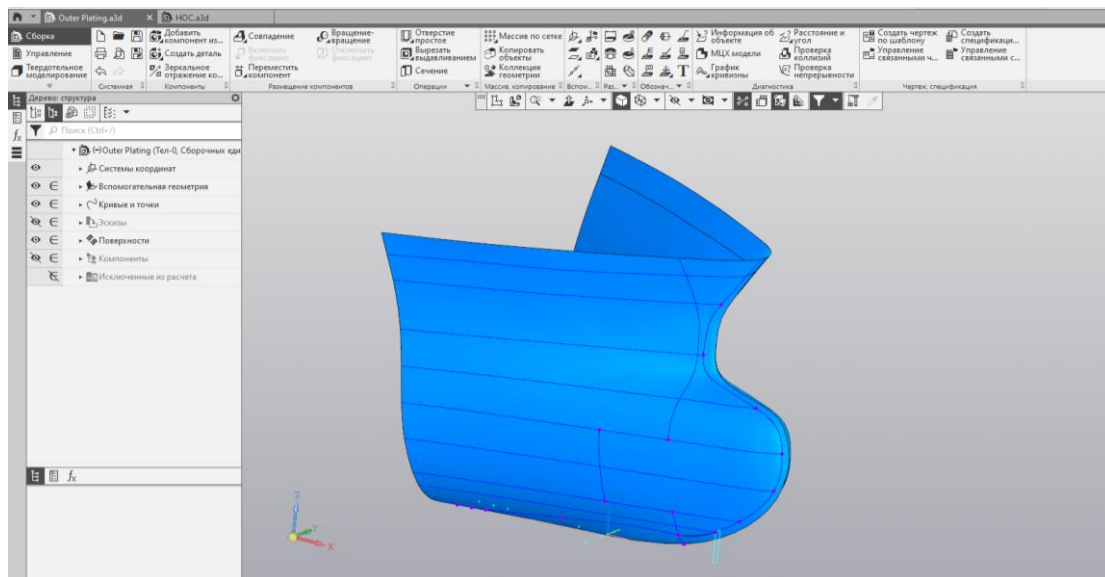


Рисунок 2.12 – Границы листов обшивки

- поделить поверхность на листы обшивки при помощи команды «разбиение поверхности» (рисунок 2.13).

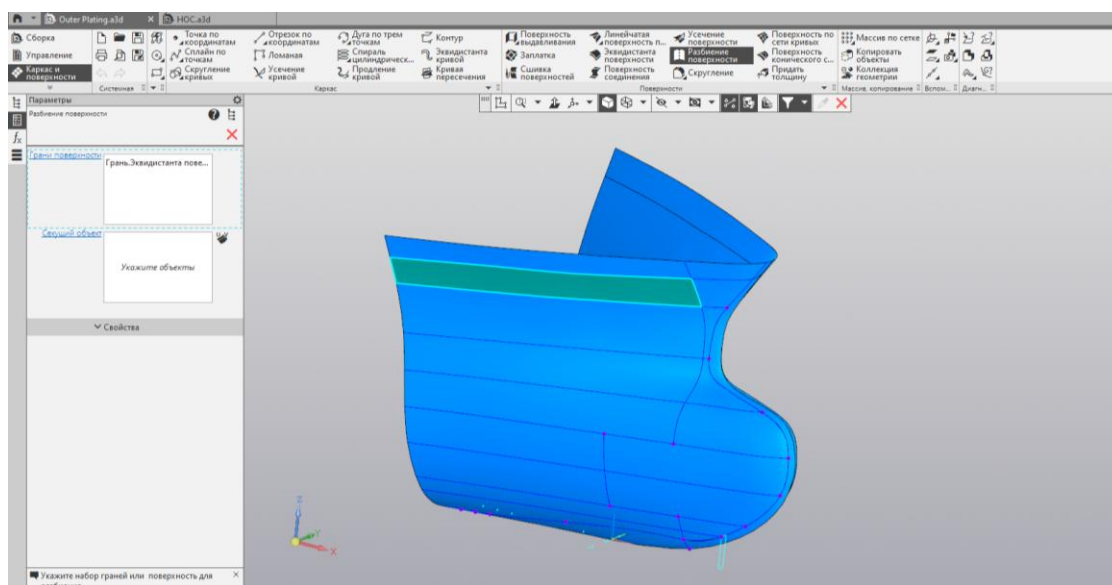


Рисунок 2.13 – Разбиение поверхности

– придать толщину листам наружной обшивки при помощи команды «пластина по грани» (рисунок 2.14).

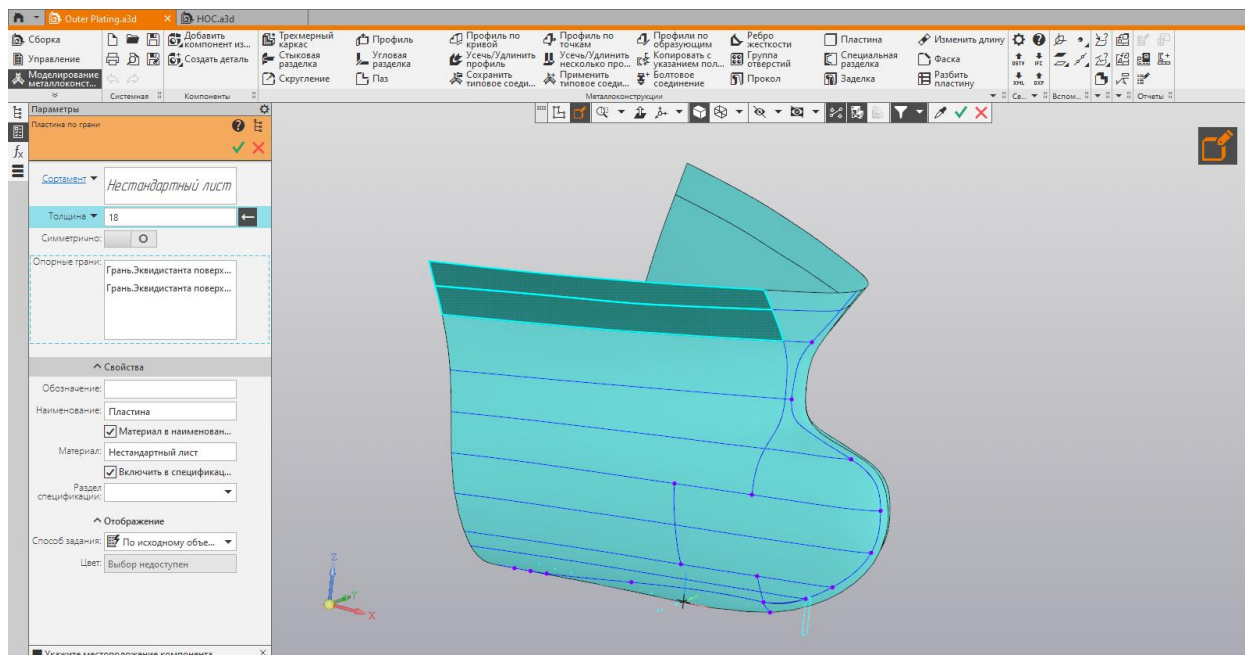


Рисунок 2.14 – Создание пластины по грани

Результат моделирования наружной обшивки приведен на рисунке 2.15.

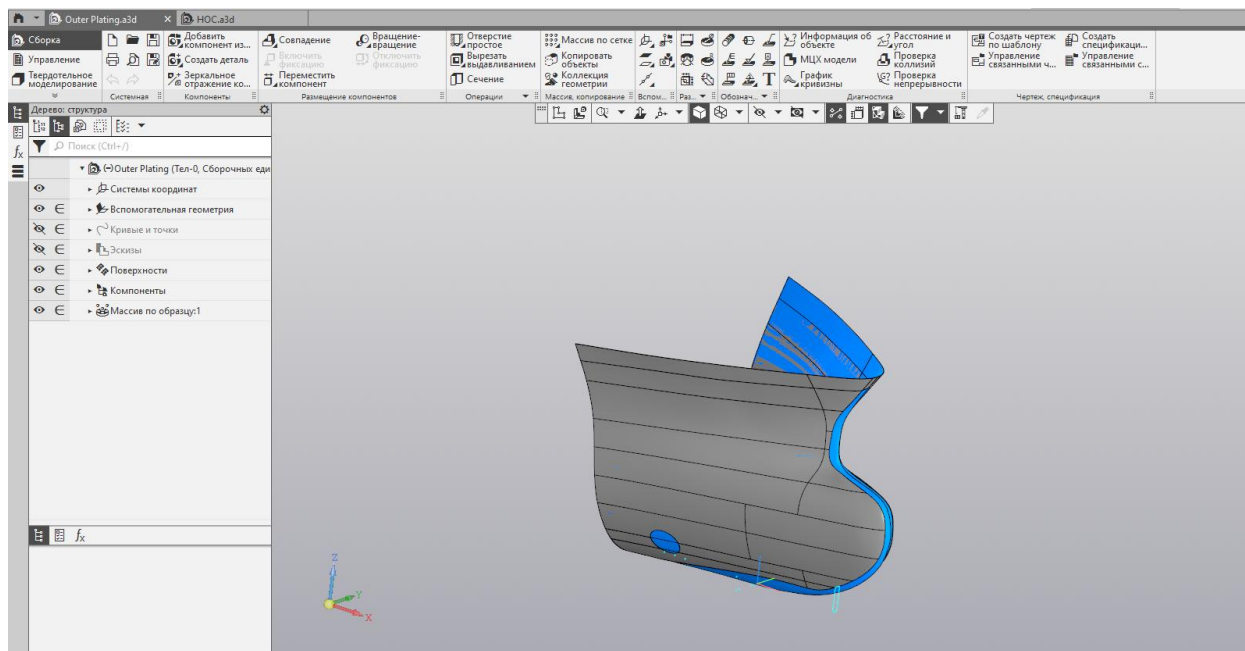


Рисунок 2.15 – Результат моделирования наружной обшивки

					СКБ КИТ.5.ИП.02000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		15

2.6 Общие результаты моделирования носовой секции

На рисунках 2.16-2.20 представлены результаты моделирования носовой секции танкера-холовоза.

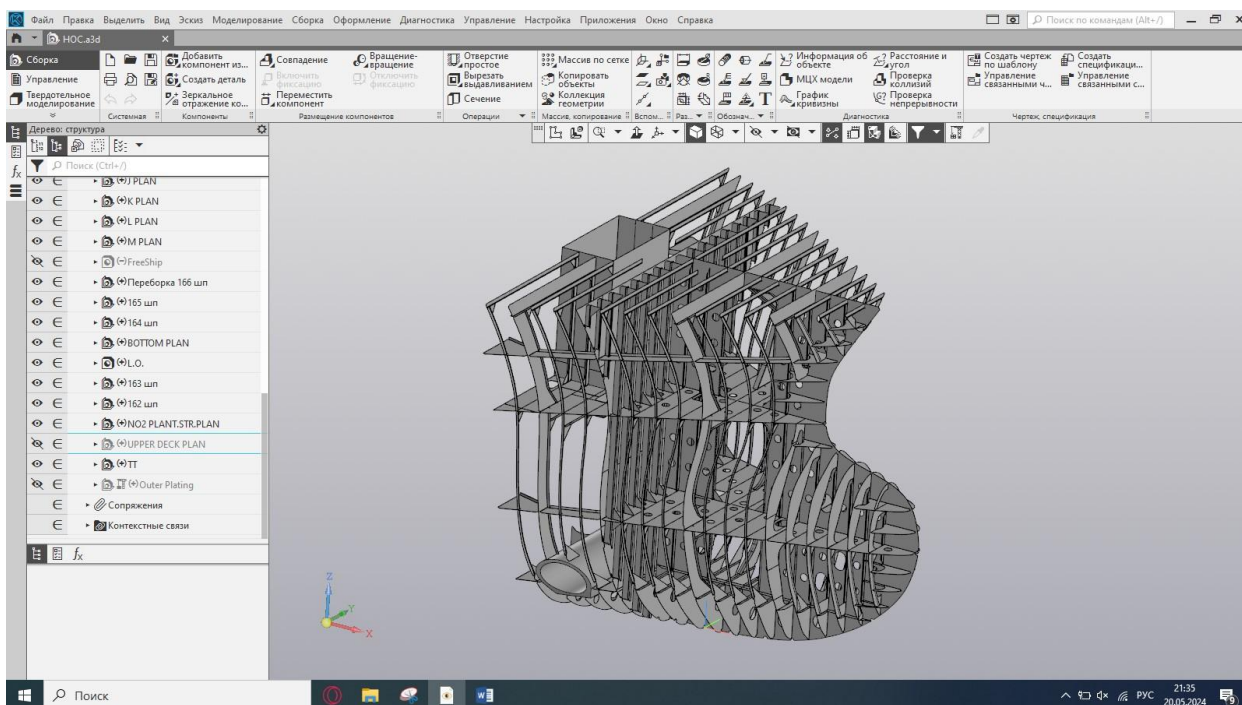


Рисунок 2.16 – Результат моделирования набора секции (вид с носа)

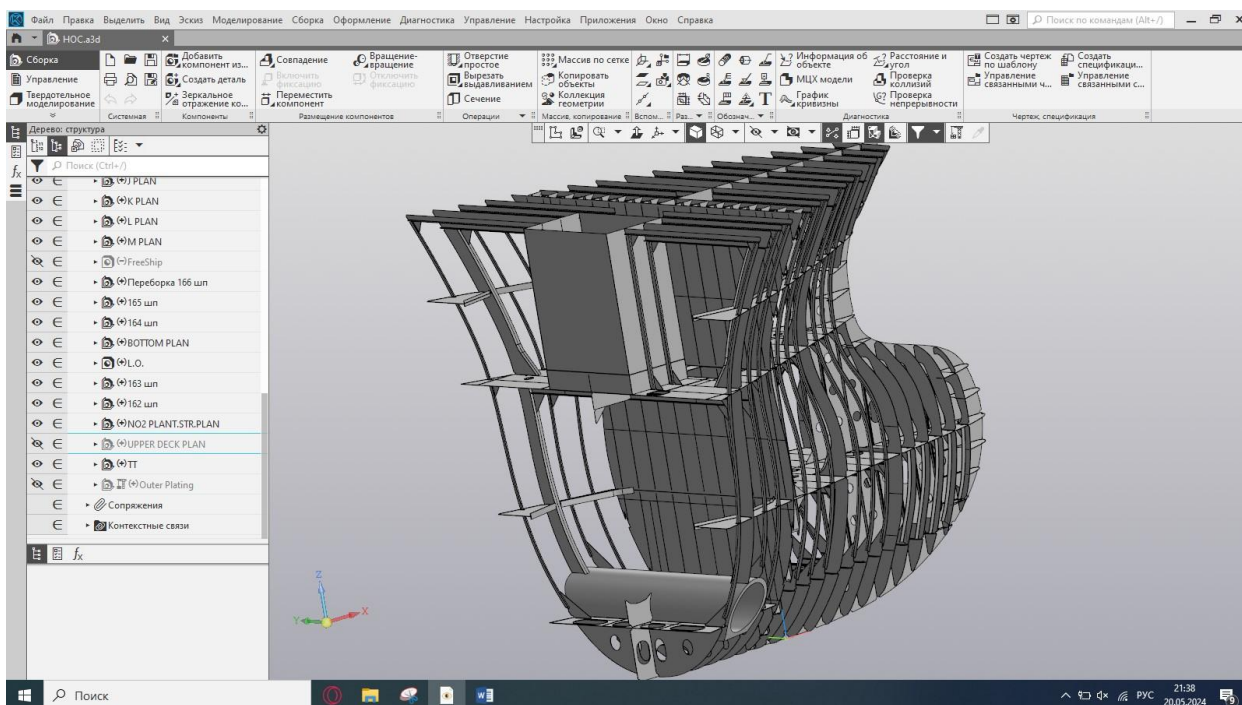


Рисунок 2.17 – Результат моделирования набора секции (вид с кормы)

					СКБ КИТ.5.ИП.02000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		16

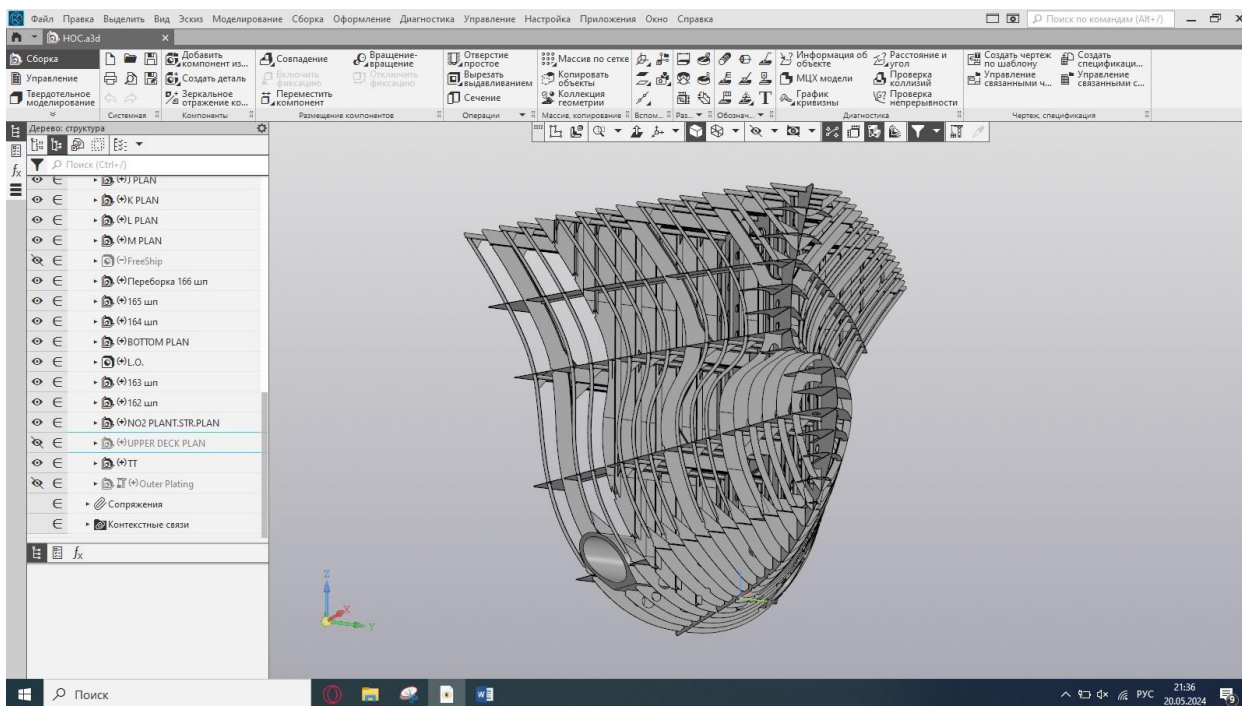


Рисунок 2.18 – Результат моделирования набора секции (вид с носа)

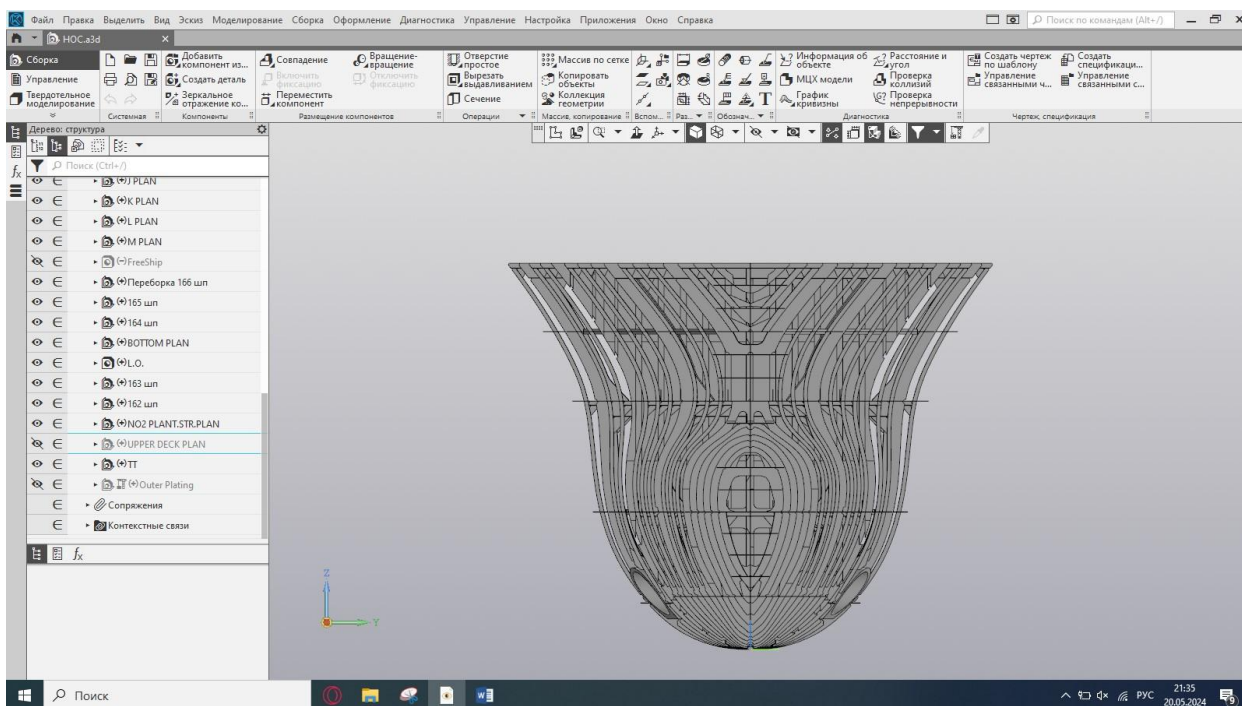


Рисунок 2.19 – Результат моделирования набора секции (вид на поперечную плоскость)

				СКБ КИТ.5.ИП.02000000		Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		
					17	

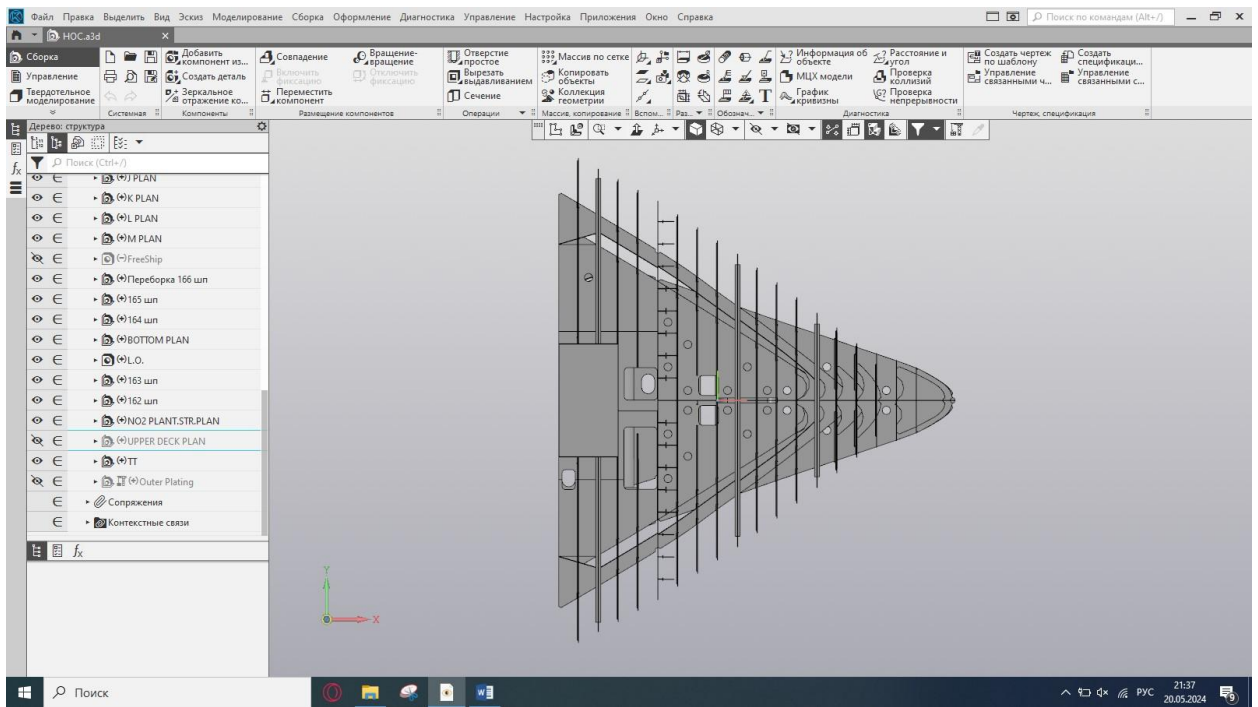


Рисунок 2.20 – Результат моделирования набора сечии (вид на основную плоскость)

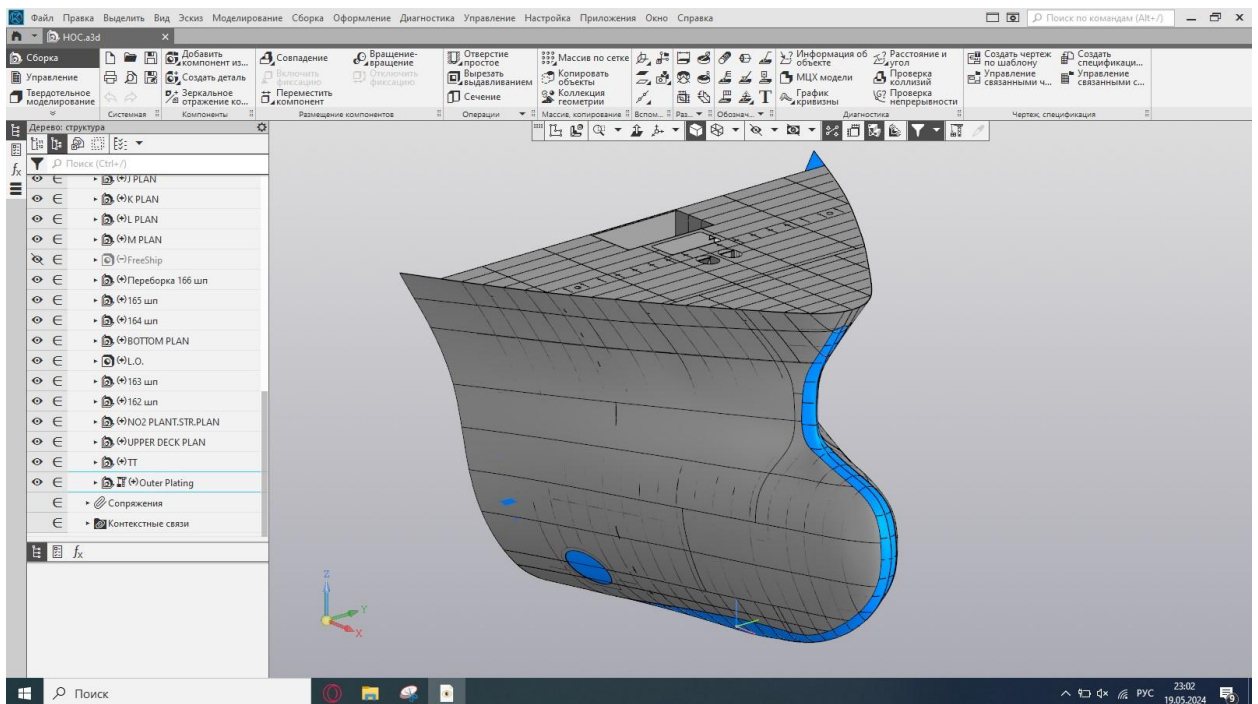


Рисунок 2.21 – Результат моделирования сечии с обшивкой (вид с носа)

					СКБ КИТ.5.ИП.02000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		18

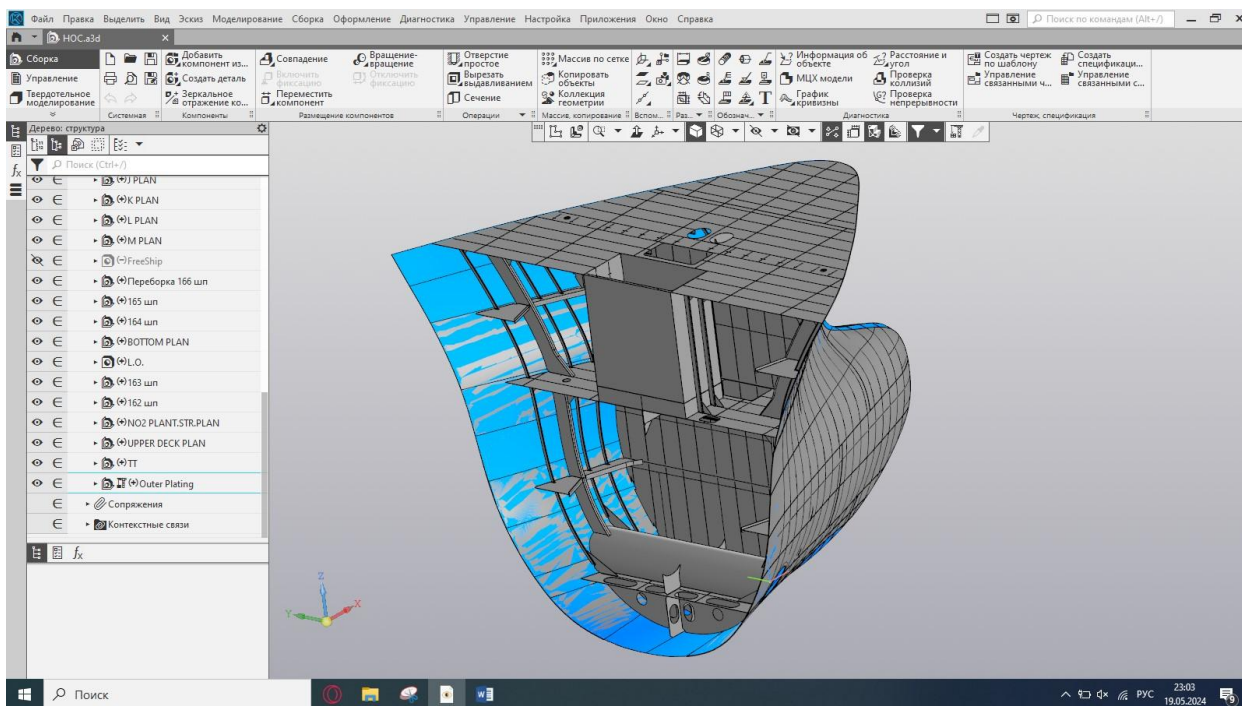


Рисунок 2.22 – Результат моделирования секции с обшивкой (вид с кормы)

					СКБ КИТ.5.ИП.02000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		19

3 Выполнение расчетов МЦХ судовой конструкции

Для проведения расчетов массо-центровочных характеристик модели необходимо выйти из редактирования подборок, их компонентов и воспользоваться командой «МЦХ модели».

При построении модели материал не менялся, была использована сталь 10 ГОСТ 1050-2013.

После вызова команды значения массы, площади поверхности, объема модели и координаты центра масс отображаются в Информационном окне.

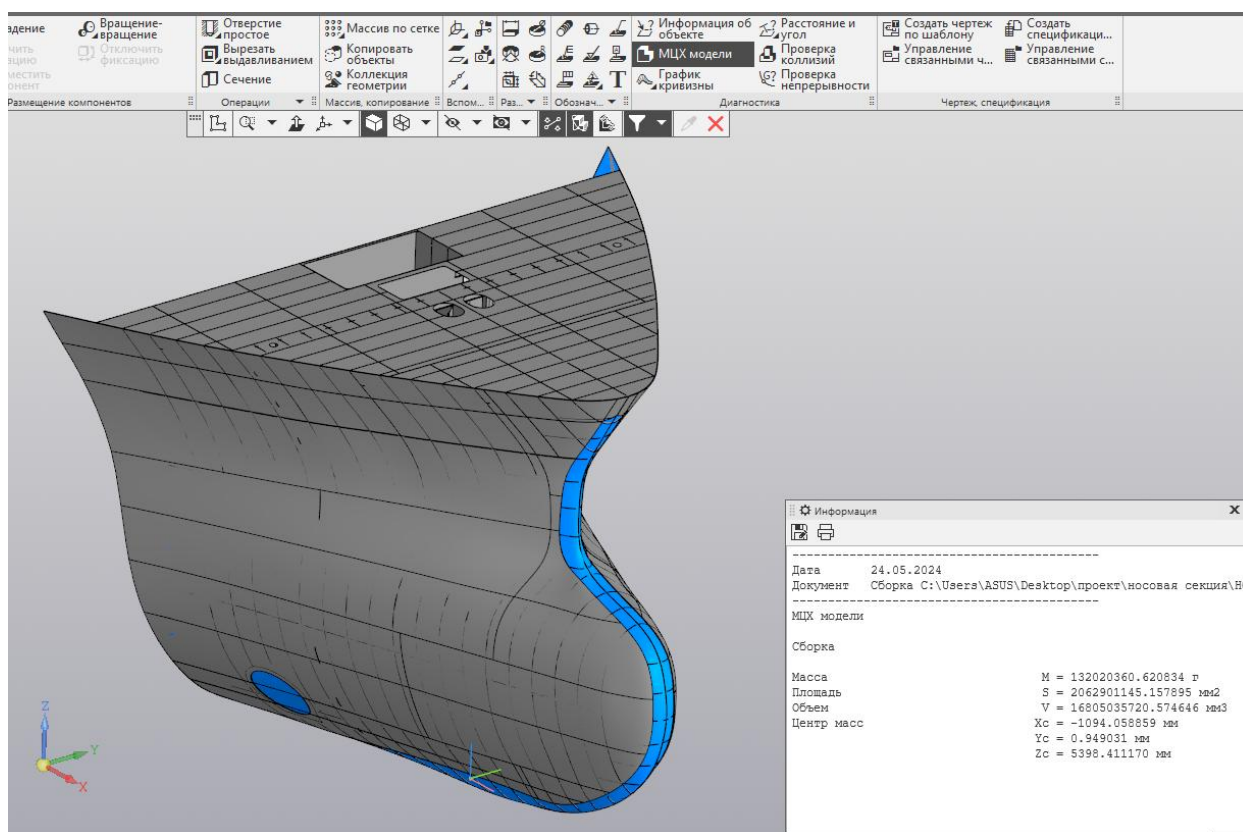


Рисунок 3.1 – Расчет МЦХ

Заключение

В ходе работы была сформирована трехмерная модель блок-секции танкера, проведены расчеты массо-центровочных характеристик. Создана пошаговая инструкция, в которой отражены основные этапы моделирования корпусной конструкции судна:

- моделирование судовой поверхности;
- моделирование шпангоутов и бортовых стрингеров;
- моделирование секции палубы;
- моделирование секции переборки;
- моделирование обшивки корпуса судна.

Моделирование и расчеты проводились в «Компас-3D v22 Учебная версия». Инструкция является рекомендуемой для моделирования судовых корпусных конструкций в системе CAD КОМПАС-3D.

Результаты моделирования данной модели планировалось представить на конкурс компании АСКОН «Цифровой инженер». Однако в период 2023-2024 годы данный конкурс не проводился в связи с загруженностью представителей компании разработкой и представлением в ОСК варианта судостроительной PLM-системы.

					СКБ КИТ.5.ИП.00000000	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		21

Список использованных источников

1 Гончаров, А. С. Анализ современных САПР и PLM-систем, используемых в судостроении / А. С. Гончаров, А. В. Жарихина, А. Д. Бурменский // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению : Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 14–18 ноября 2022 года / Редколлегия: А.В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 269-273.

2 Мерзликина, В. С. Архитектурно-конструктивные особенности танкера-химовоза «Autumn» / В. С. Мерзликина, Н. С. Гуменюк // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года. Том Часть 2. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 231-232. – EDN HMPBOT.

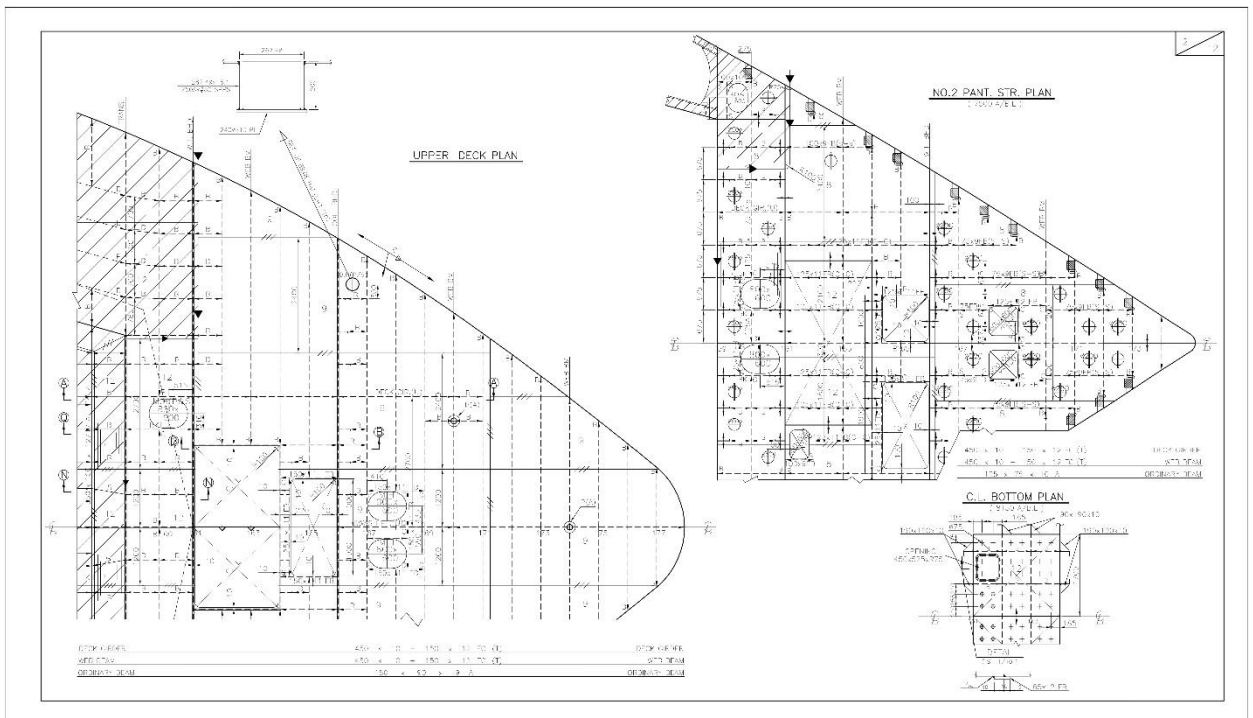
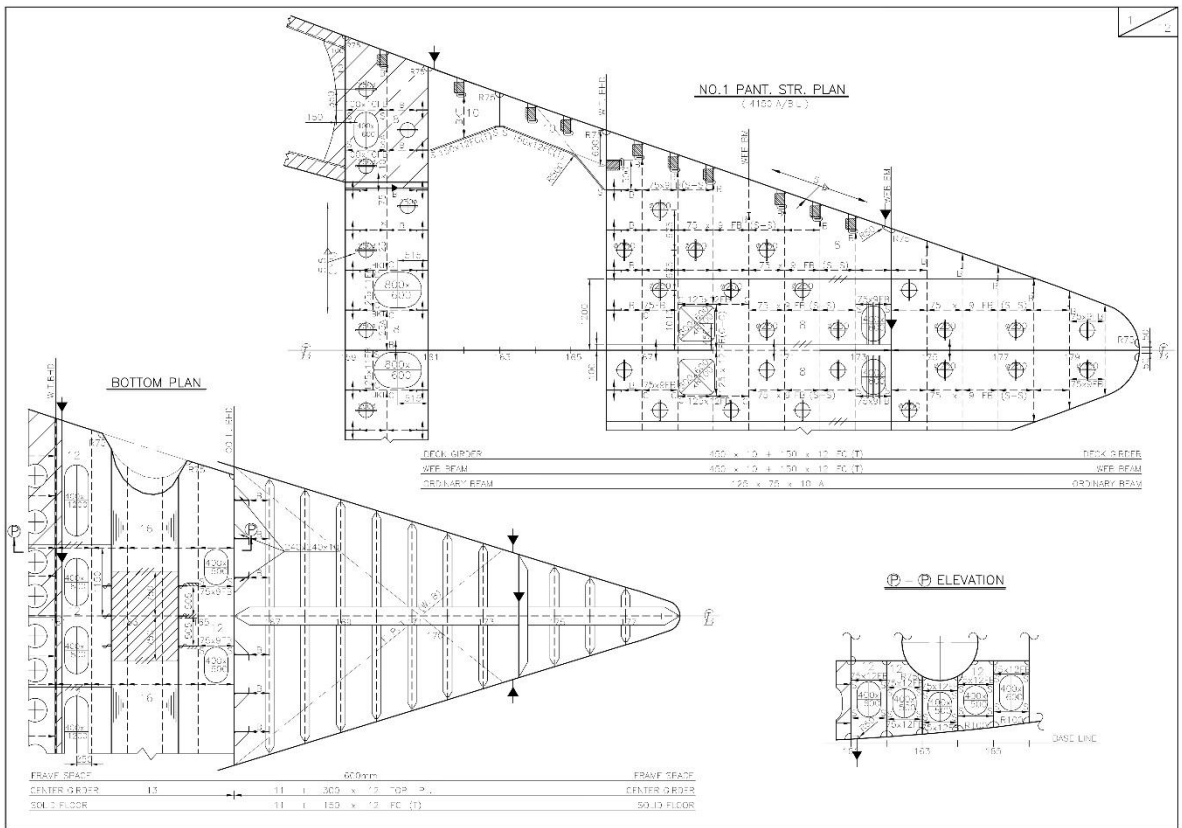
4 Самсонов, В. В. Автоматизация конструкторских работ в среде Компас-3D / В. В. Самсонов, Г. А. Красильникова. – М. : Academia, 2016. – 224 с.

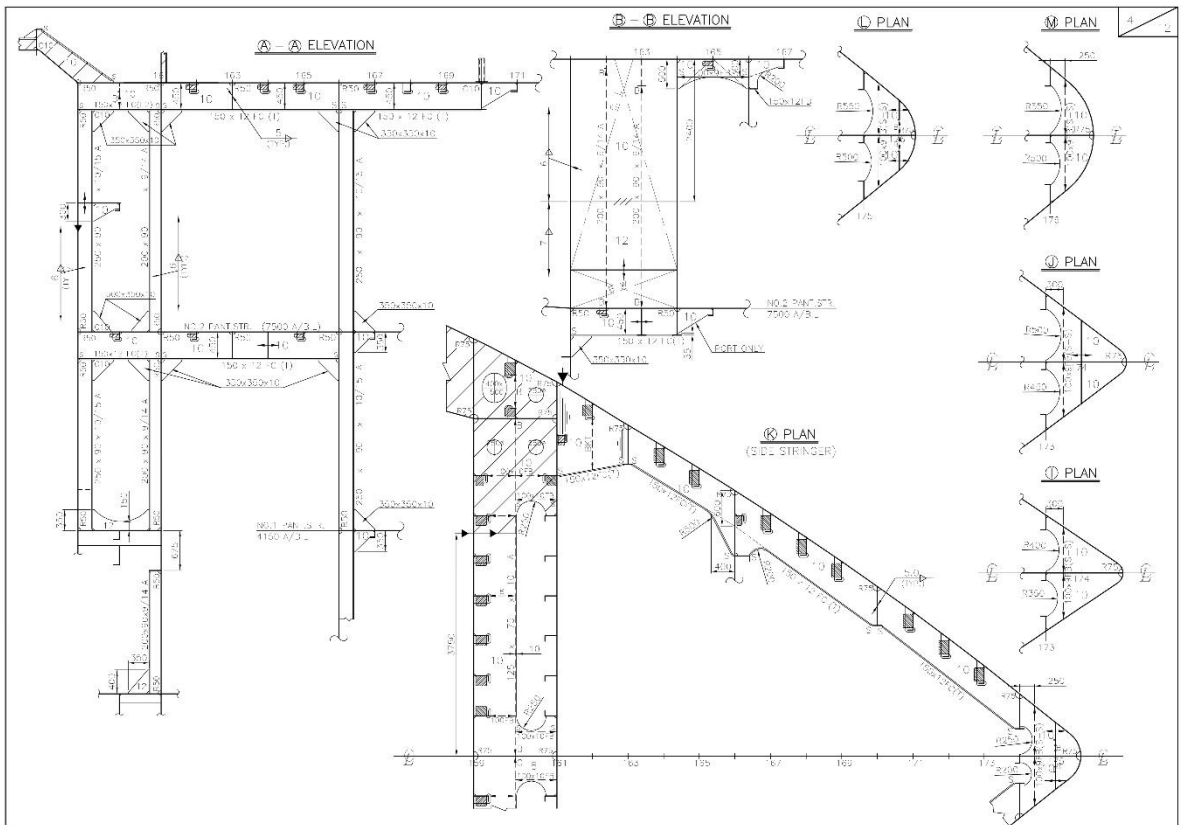
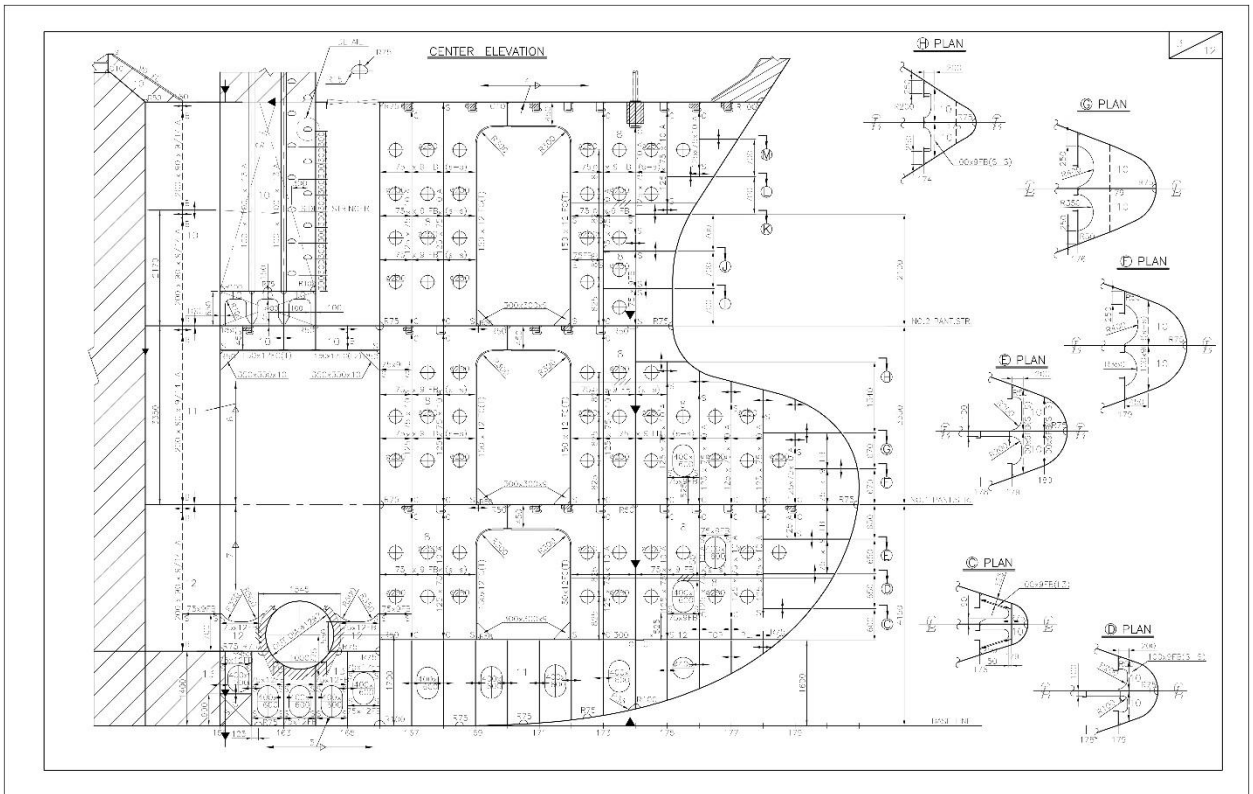
5 Гончаров, А. С. Анализ развития САД-системы КОМПАС-3D в области моделирования корпусных конструкций судов / А. С. Гончаров, А. Д. Бурменский // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 3-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 10–14 апреля 2023 года. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. – С. 528-531.

					СКБ КИТ.5.ИП.00000000	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		22

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Конструкторская документация

					СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		23



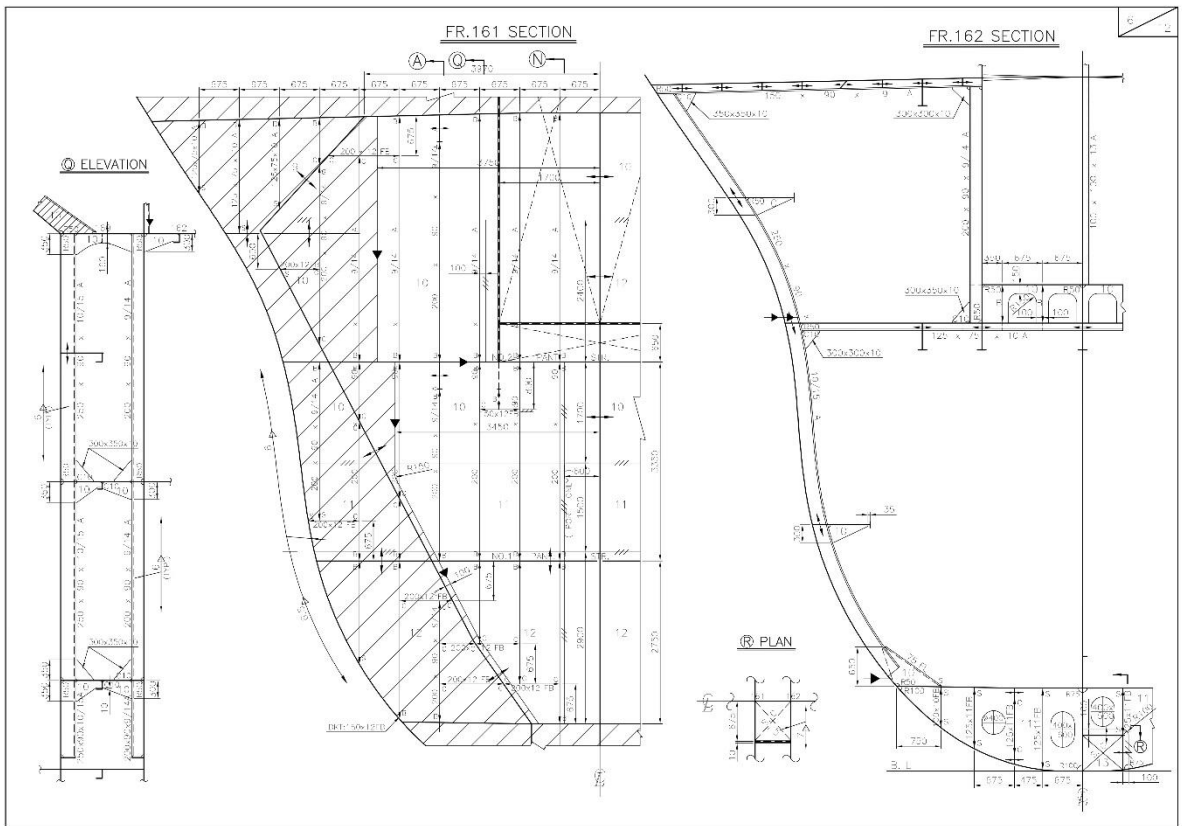
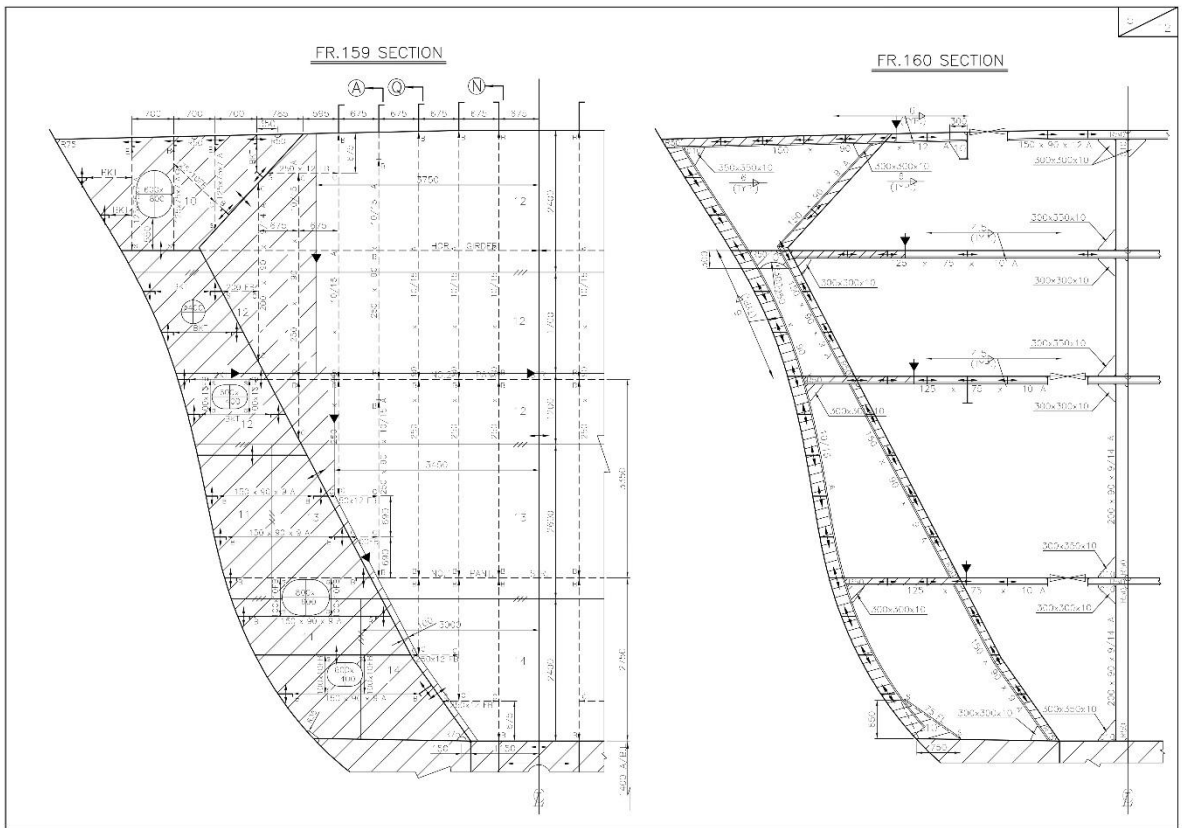


Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА

Лист

25

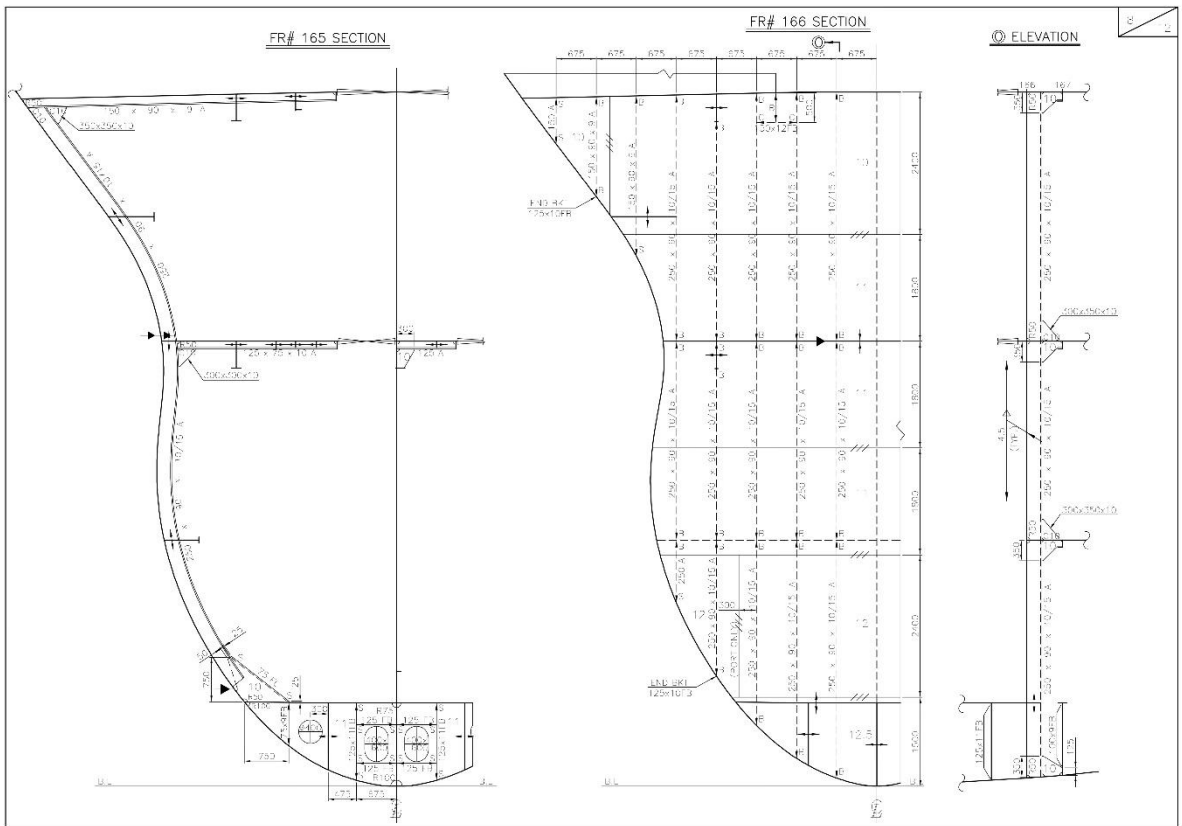
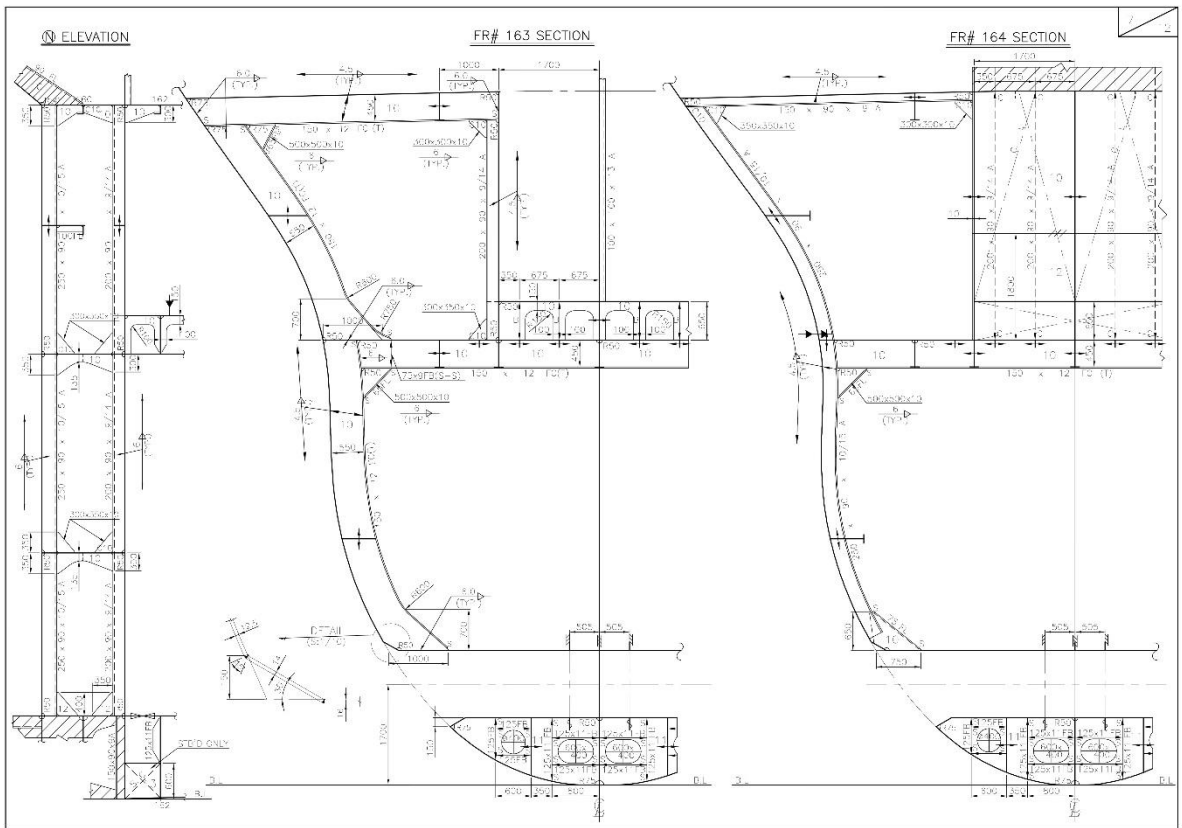


Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА

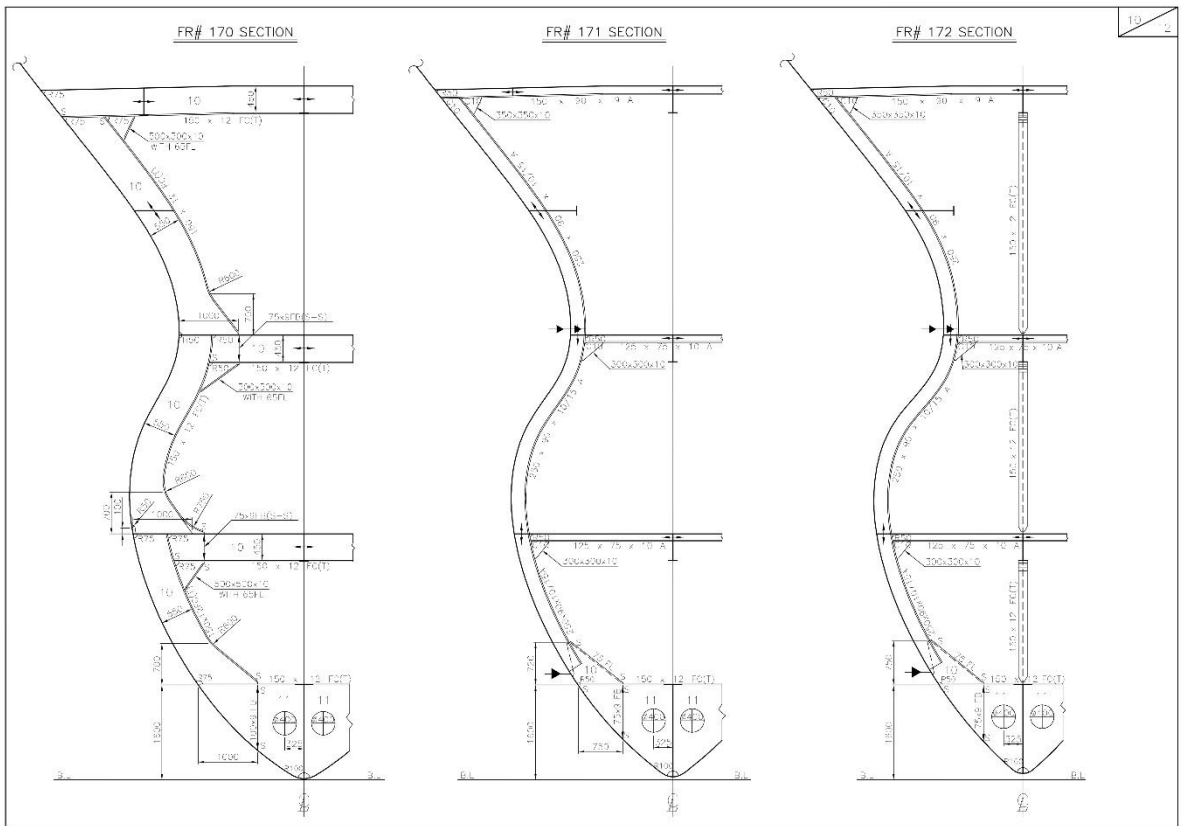
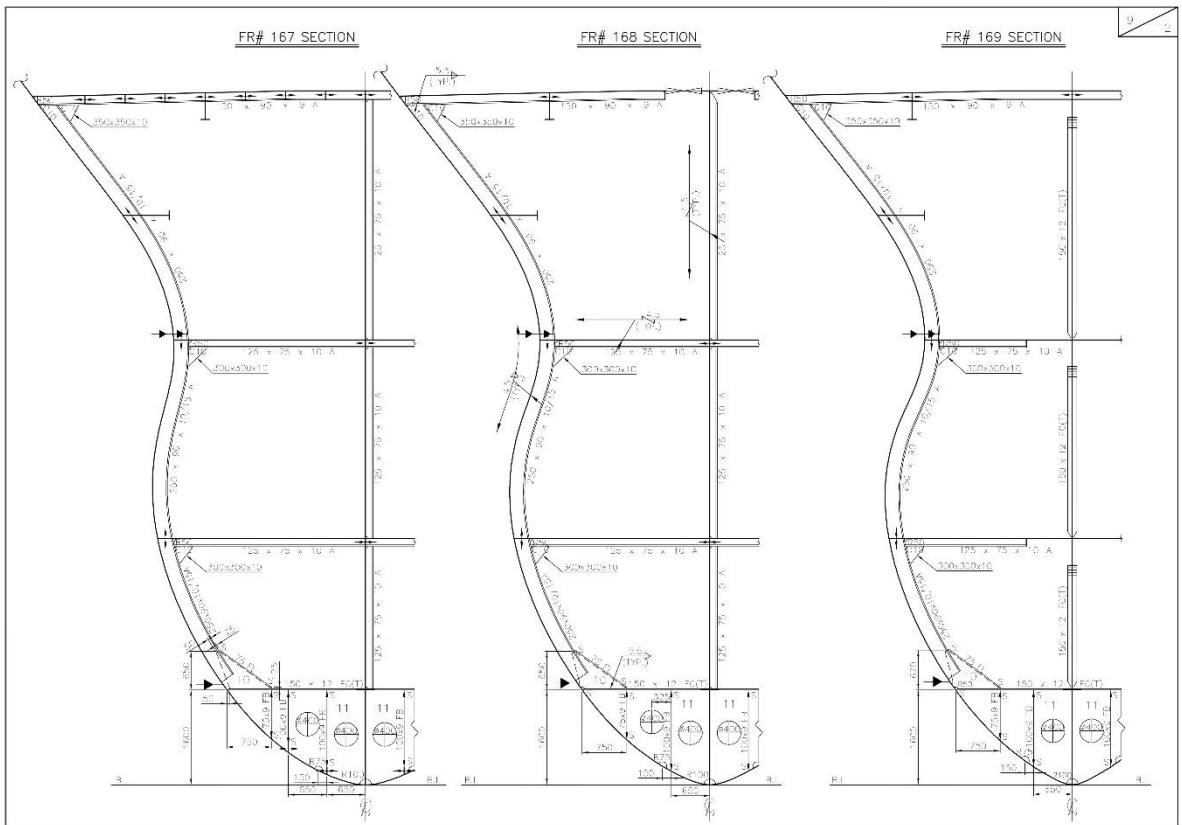
Лист

26



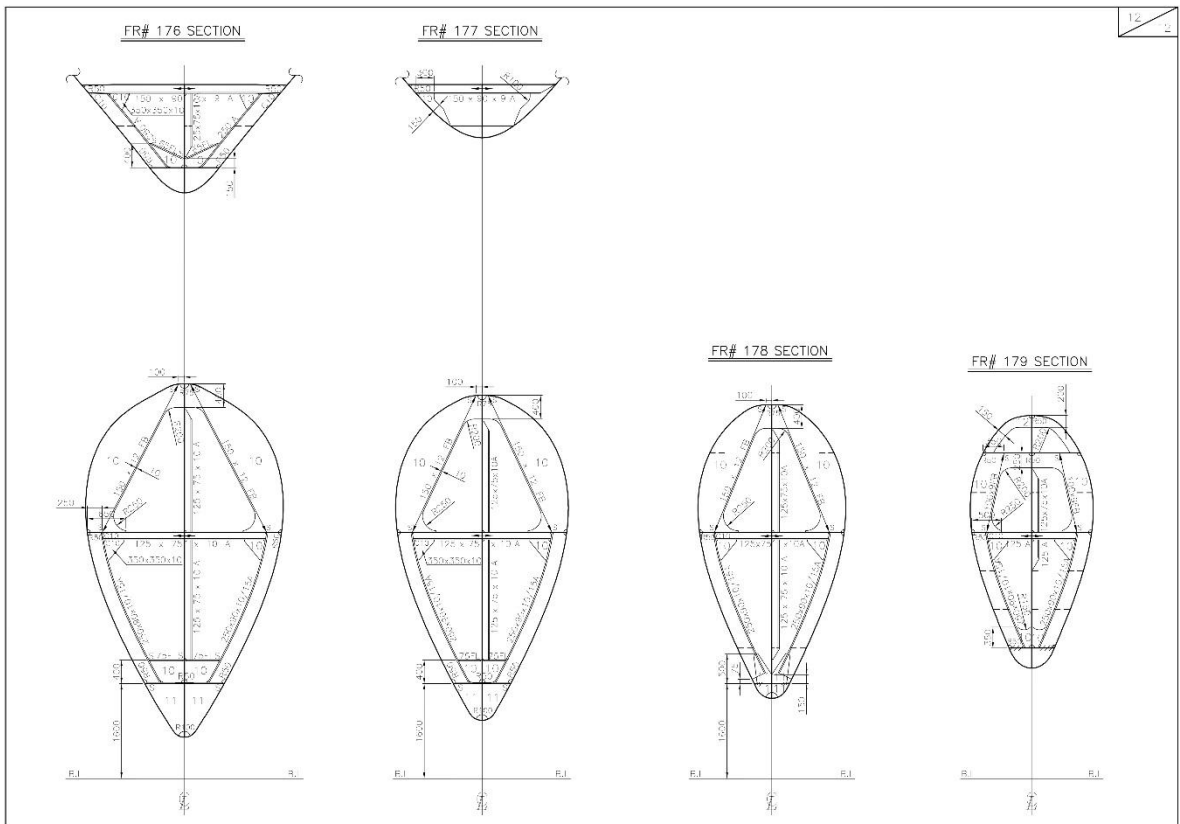
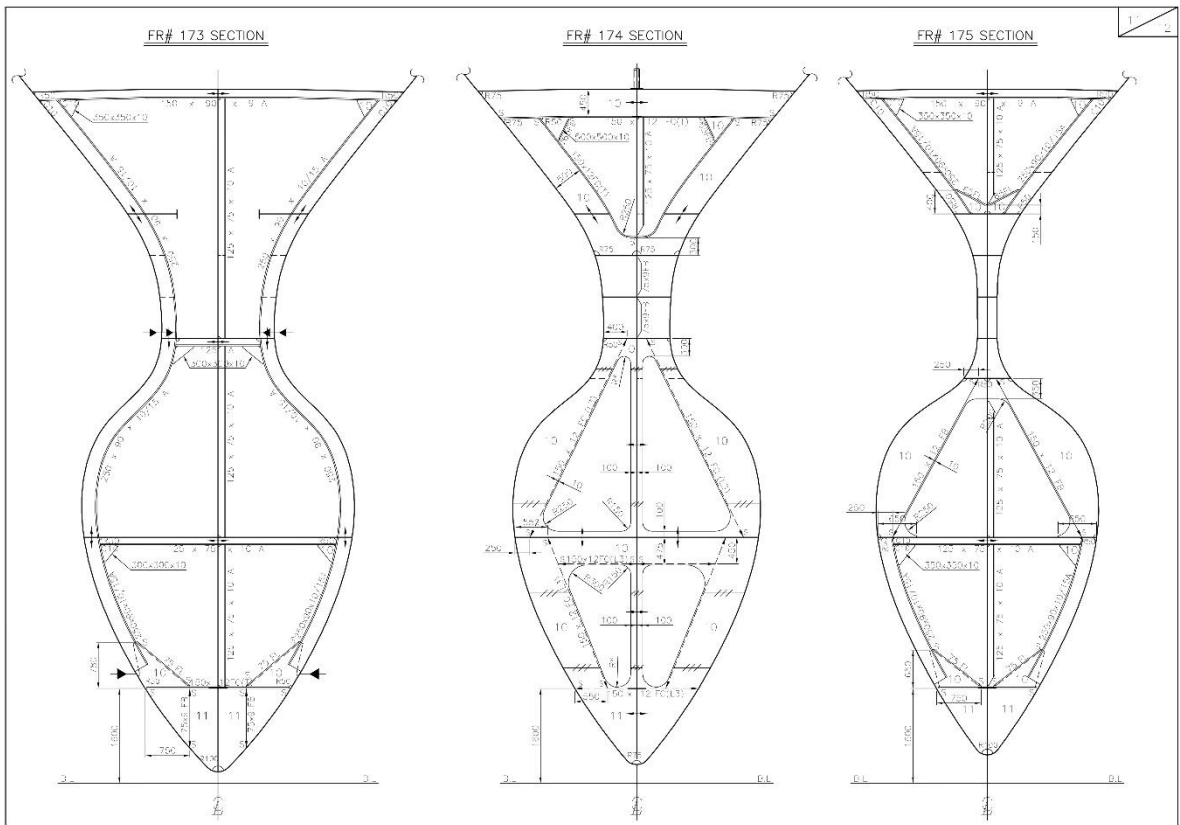
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА



Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА



Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.

СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА

Лист

29

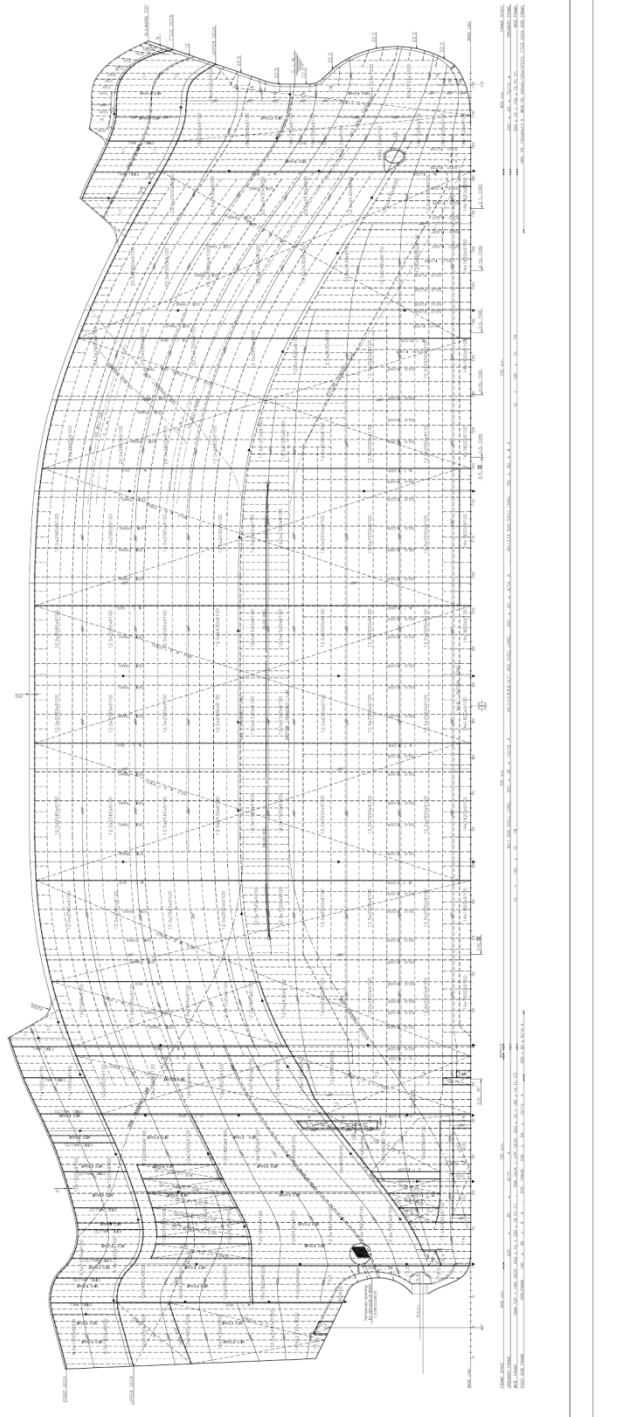
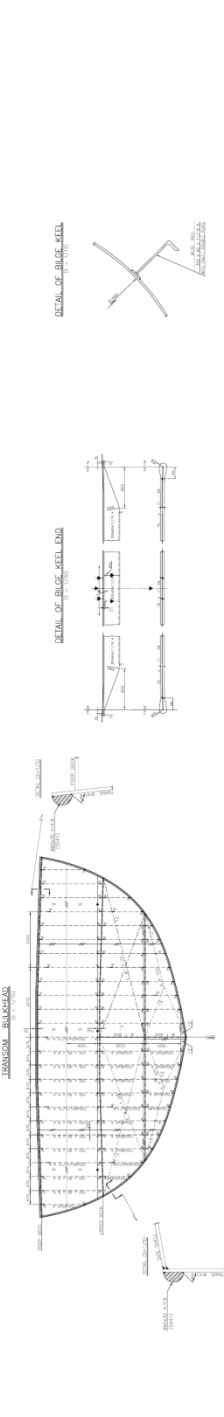
PLAN HISTORY	
DATE	NO.
REASON FOR ISSUE	
DATE	NO.
REASON FOR ISSUE	
DATE	NO.
REASON FOR ISSUE	

PRINCIPAL PARTICULARS	
SCALE	1:100
DATE	1970
PROJECT	EXPANSION OF SHELL
DESIGNED BY	...
CHECKED BY	...
APPROVED BY	...

SHELL EXPANSION	
PROJECT	EXPANSION OF SHELL
DESIGNED BY	...
CHECKED BY	...
APPROVED BY	...

BUILDER	
NAME	21st CENTURY BUILDING CO. LTD.
ADDRESS	...
TELEPHONE	...

NO. 544793
H-3
The documents are prepared by 21st Century Building Co. Ltd. and must be used only for the project for which they were prepared. No part of this document may be reproduced without the written permission of the copyright owner.

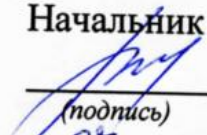



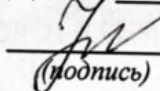
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.
------	-------	-------------	-------	-------

СКБ КИТ.5.ИП.000000ПА


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

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

(подпись) Е.М. Димитриади
« 07 » 06 20__ г.

Декан 

(подпись) О.А. Красильникова

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

(подпись) А.В. Космынин
« 07 » 06 20__ г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Моделирование конструкции объемной корпусной секции в
САD-системе Компас-3D».

г. Комсомольск-на-Амуре

« 17 » 05 2024 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- А.В. Свиридов – руководитель СКБ,
- О.А. Красильникова – декан «ФАМТ»

со стороны исполнителя

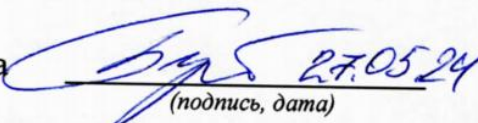
- А.Д. Бурменский – руководитель проекта,
- И.М. Боярчук – гр. 2КСм-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Моделирование конструкции объемной корпусной секции в САД-системе Компас-3D», в составе:

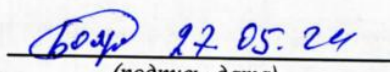
1. Трехмерных моделей судовой конструкции
2. Методических рекомендаций по изготовлению трехмерных моделей и сборки в программном комплексе «Компас-3D»

Руководитель проекта


(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

Исполнитель проекта


(подпись, дата)

И.М. Боярчук