

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

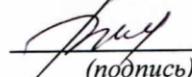
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»

СОГЛАСОВАНО


Начальник отдела ОНИПКРС

 Е.М. Димитриади
(подпись)

« 16 » 06 2023 г.

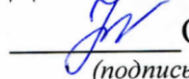
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

 А.В. Космынин
(подпись)

« 19 » 06 2023 г.

Декан ФАМТ

 О.А. Красильникова
(подпись)

« 16 » 06 2023 г.

Проектирование в САД-системе «Компас-3D» и изготовление макета
судового фундамента методами аддитивных технологий

Комплект отчетной документации

Руководитель СКБ КИТ

 15.06.2023
(подпись, дата)

А.Д. Бурменский

Руководитель проекта

 15.06.23
(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Комсомольск-на-Амуре 2023

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: Смолин Вадим Дмитриевич, группа 2КСб-1П

Название проекта: Проектирование в САD-системе «Компас-3D» и изготовление макета судового фундамента методами аддитивных технологий

Назначение: Исследование методологии трехмерного моделирования судовых конструкций с применением аддитивных технологий

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

Требования к научно-техническому продукту: _____

- функциональные: Трехмерная модель фундамента судна в САD-системе «Компас-3D»; подготовка моделей к печати, настройка трехмерного принтера и печать моделей

- технические: Трехмерная модель объемной судовой конструкции, содержащей разнотипные конструкционные элементы. Габаритные размеры должны соответствовать чертежу, за исключением толщин.

План работ:

Наименование работ	Срок
Анализ и подбор конструкторской и справочной документации для моделирования	Ноябрь, 2022
Исследование и отработка методик моделирования объемных судовых конструкций инструментами САD-системы Компас-3D	Ноябрь, 2022 - Январь, 2023
Подготовка к печати и печать созданных трехмерных моделей.	Февраль 2023
Сборка макета судовой конструкции	Февраль-Март 2023
Подготовка доклада на конференцию	Апрель, 2023
Оформление отчета	Май, 2023

Перечень отчетных материалов:

Графический и иной материал:

1. Трехмерные модели конструкции, сборочная трехмерная модель.
2. Распечатанные модели изделий и трехмерная сборочная модель (макет).
3. Практические рекомендации по моделированию трехмерной конструкции.

Требования к содержанию основного раздела пояснительной записки к проекту:

Пояснительная записка должна содержать описание и назначение конструкции, основные характеристики и требования эксплуатации устройств.

Комментарии:

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

Руководитель проекта



А.В. Свиридов

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

Пояснительная записка к проекту

**«Проектирование в САД-системе «Компас-3D» и изготовление макета
судового фундамента методами аддитивных технологий»**

Руководитель проекта

Свиридов 15.06.23
(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Комсомольск-на-Амуре 2023

Содержание

Введение.....	7
1. Теоретические сведения «Фундаменты».....	8
2. Подготовка трехмерных моделей, практические рекомендации по моделированию в системе «Компас-3D».....	10
3. Настройка трехмерного принтера, печать моделей.....	18
Заключение.....	20
Список использованных источников.....	21

					СКБ КИТ.18.ИП.000000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		6

Введение

С развитием прогрессивных методов производства и обработки материалов ужесточаются требования к качеству продукции и эффективности технологического процесса. В понятие современных производственных процессов прочно вошли определения «аддитивные технологии», «цифровизация производства», «системы автоматизированного проектирования работ». Начальные этапы подготовки производства не обходятся без создания трехмерных моделей, макетов и прототипов будущих изделий.

Целью работы являлось моделирование трехмерных сборочных узлов корабельных конструкций в определенном масштабе с последующей трехмерной печатью и разработкой методики создания подобных объектов в системе Компас-3D.

Задачи проекта заключались в создании трехмерных моделей корабельных конструкций их сборочных узлов, создании макетов и методических указаний их реализации.

В ходе работы решали актуальные вопросы отработки приемов трехмерного моделирования элементов и сборочных узлов корабельных конструкций, с проработкой методик их создания в комплексе «Компас-3D».

Предметом разработки является законченный макет в виде трехмерного сборочного узла / конструкции и практические рекомендации к проведению лабораторных работ по курсу «Инженерная графика в САД-системах».

Также решались актуальные вопросы разработки концепции применения аддитивных технологий в области кораблестроения с использованием современных наработок отечественного аддитивного производства в условиях импортозамещения.

					СКБ КИТ.18.ИП.000000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		7

1. Теоретические сведения «Фундаменты»

Судовой фундамент – это специальная корпусная конструкция, жёстко связанная с набором судна, к которой крепится основное и вспомогательное оборудование.

Назначение фундамента – служить надёжным основанием и обеспечивать нормальную эксплуатацию установленного на нём оборудования.

Фундаменты должны отвечать таким требованиям, как устойчивость и прочность: отсутствие чрезмерных деформаций от установленного на них оборудования; исключение сильной вибрации, которая неблагоприятно действует на работу машин и механизмов; рассредоточение нагрузки от механизмов на такое количество связей, которое исключило бы возникновение местных деформаций [1].

При проектировании и изготовлении фундаментов, прежде всего, учитывают технологичность их конструкции. Под технологичностью понимают свойство конструкции, позволяющее производить монтаж по заданным техническим требованиям с наименьшими затратами труда, времени и средств. Конструкцию и форму фундамента определяют технической характеристикой монтируемого оборудования, массой, габаритами, назначением и его расположением в соответствии с набором корпуса судна.

Фундамент должен представлять собой законченную самостоятельную корпусную конструкцию узла или секций судна.

При проектировании фундаментов следуют соблюдать следующие условия:

- использовать набор перекрытия судна для конструкции фундаментов или совмещать конструкции фундамента с набором судна;
- тщательно ознакомиться с механизмом, его работой, особенностями его обслуживания, с конструкцией его крепления (расположения опорных лап);

					СКБ КИТ.18.ИП.010000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		8

- ознакомиться с прототипами аналогичных конструкций на существующих судах в соответствии с требованиями и нормами Регистра.

Основным материалом для фундаментов служит тот же материал, что и для конструкций корпуса судна. Фундамент должен быть облегченным и обеспечивать доступ к любому месту опорной поверхности, что достигается устройством вырезов в стенках. При этом высота выреза не должна превышать 40% высоты стенки. Все сварные швы фундаментов и подкреплений, кроме монтажных, выполняют полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа, а монтажные швы в открытых помещениях полуавтоматом [1].

Главные и подкрепляющие связи Фундамента по возможности совмещают с основными связями корпусной конструкции, на которую Фундамент установлен. Для уменьшения сварочных деформаций конструкции Фундамента выполняются по возможности симметричными. В Фундаменте при необходимости предусматривают вырезы, а при большой высоте - лазы для доступа к любому месту опорной поверхности. Различают Фундаменты под главные механизмы и котлы и Фундаменты под вспомогательные механизмы, устройства, приборы. Последние могут опираться на горизонтальные связи, висящие на переборках и бортах, подвешиваться к палубам, платформам или мостикам. Их конструкции имеют вид столов с развитой опорой; плит; кронштейнов, висящих на вертикальной конструкции корпуса; бракет; подкреплений (усиление набора и утолщение листов настила) и др. Фундаменты воспринимают различные нагрузки: вес установленных на них механизмов; силы инерции, вызванные качкой, торможением или столкновением судна с препятствием; инерционные усилия неуравновешенно движущихся частей механизмов; силы, вызываемые тепловым расширением; динамические нагрузки (удары о лед, посадка на мель и т. п.); давление воды, если Фундамент установлен на днищевое перекрытие; усилия в продольных балках при общем изгибе и пр. Поэтому Фундаменты должны не допускать чрезмерных осадок,

					СКБ КИТ.18.ИП.010000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		9

препятствующих эксплуатации установленных на них механизмов, и рассредоточивать нагрузку по корпусу, чтобы в связях корпуса исключались недопустимые местные деформации. Для ослабления вибрации могут применяться фундаменты с вибропоглощающими покрытиями, антивибрационными деталями или виброзадерживающими массами.

					СКБ КИТ.18.ИП.010000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		10

2. Подготовка трехмерных моделей, практические рекомендации по моделированию в системе «Компас-3D»

Аддитивные технологии как одно из направлений цифрового производства являются мощнейшим инструментом ускорения НИОКР и вывода новой продукции на рынок. Под аддитивным производством понимают процесс выращивания изделий на трехмерном принтере по заранее подготовленной цифровой модели. Этот процесс считается инновационным и противопоставляется традиционным способам промышленного производства [2].

Созданный научно-технологический задел по базовым направлениям аддитивных технологий в основном соответствует предъявляемым требованиям и ориентирован на решение широкого спектра задач. Имеется значительный потенциал роста, прежде всего в части профессионального и промышленного аддитивного оборудования. Научно-исследовательский комплекс, нормативно-техническая база регулирования и сертификация продукции аддитивного производства не обеспечивают в полной мере решение отраслевых задач. Исследования в области аддитивного производства ведутся преимущественно в специализированных исследовательских центрах, при масштабной поддержке от промышленности и правительства. Все чаще вовлекаются в эту деятельность национальные исследовательские институты и лаборатории Министерства обороны.

В настоящее время ведутся разработки концептуальных методов проектирования, которые помогут определить границы и провести исследование пространства проектных решений, открываемого технологиями аддитивного производства; разработка новых принципов работы для систем автоматизированного проектирования с целью преодоления ограничений существующих подходов к объемному моделированию в том, что касается представления сложных геометрических структур и одновременного

					СКБ КИТ.18.ИП.020000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		11

использования нескольких материалов; исследование многоуровневой методологии процесса моделирования и обратного проектирования, позволяющей ориентироваться в сложной системе соотношений «процесс – структура – свойства»; создание методов моделирования и проектирования с вариативностью параметров: форма, процесс, свойства.

Алгоритмы системы управления производством должны опираться на предсказательную модель реакции системы на изменения в процессе. Одно из самых значительных направлений исследования обусловлено необходимостью достичь более полного и фундаментального понимания физических основ каждого процесса аддитивного производства.

В процессе выполнения проекта планируется разработка методов проектирования технологий изготовления оснастки и макетов моделей корабельных конструкций с использованием современных методик аддитивного производства.

Целью работы являлось моделирование трехмерных сборочных узлов корабельных конструкций в определенном масштабе с последующей трехмерной печатью и разработкой методики создания подобных объектов в системе «Компас-3Д».

Задачи проекта заключались в создании трехмерных моделей корабельных конструкций их сборочных узлов, создании макетов и методических указаний их реализации.

Для обеспечения конкурентоспособности создаваемых изделий путем снижения сроков проектирования и изготовления, уменьшения себестоимости и значительного повышения качества конструкторско-технологическая подготовка производства в настоящее время предполагает использование 3D моделей изделий, их узлов и деталей. Такой подход обеспечивает также возможность оценки работоспособности и технического обслуживания разрабатываемых конструкций в условиях эксплуатации, создания в автоматизированном режиме необходимой технической документации для разработки пу-

					СКБ КИТ.18.ИП.020000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		12

тей и способов их изготовления и контроля с применением новых технологий, оборудования и инструмента. Переход на безбумажные, с использованием компьютера технологии, когда информация создается, хранится и используется в едином информационном пространстве в электронном виде, требует выполнения новых условий при подготовке специалистов, понимания ими принципов функционирования прикладных программ, их классификации и возможностей использования в конкретных целях, устойчивых навыков работы в диалоговом режиме. При этом безбумажная графическая подготовка является основой сквозной подготовки современного специалиста. Для обеспечения подготовки конкурентноспособных специалистов инновационного машиностроения в учебном процессе разрабатывают концепции виртуального предприятия, которые предполагают приобретение знаний и навыков студентами путем имитационного моделирования, в частности, сквозного конструкторско-технологического проектирования в среде единого информационного пространства организации [3, 4].

Исходные данные проекта.

Создать сборочную трехмерную модель «Фундамент» в программном комплексе «Компас 3D» (рисунок 1) состоящую из балки (5x500x1450 – 1шт); бракет (4x400x500 – 6шт); листа (8x700x1000 – 1шт) и планок (10x125x200 – 8шт).

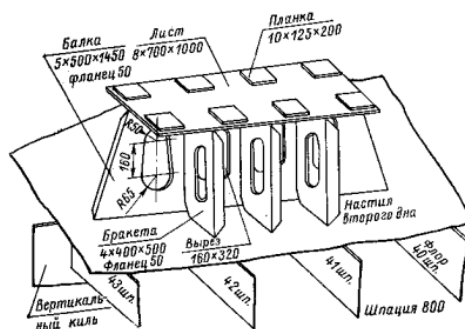


Рисунок 1 – Задание для моделирования сборочного узла «Фундамент»

					СКБ КИТ.18.ИП.020000ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		13

Для возможности печати на трехмерном принтере сохраняем полученную модель (рисунок 3) в формате stl.

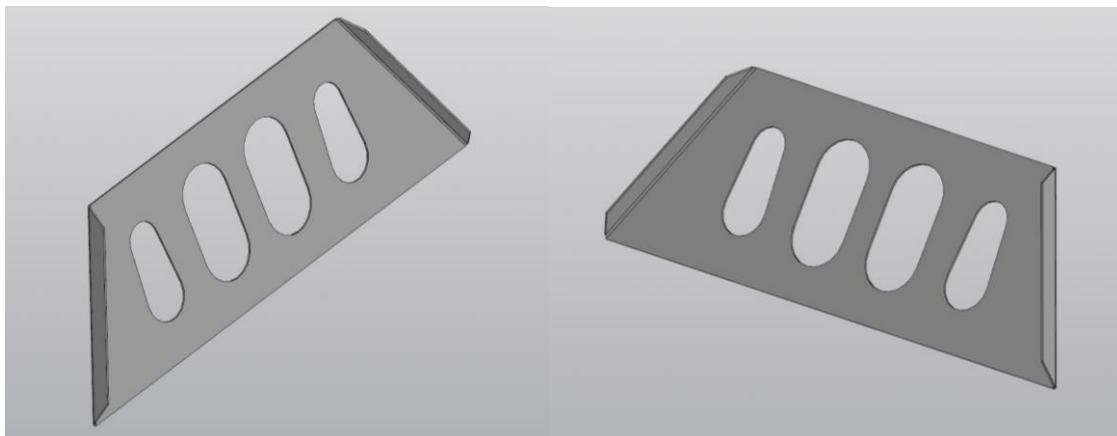


Рисунок - 3. Трехмерная модель «Балка»

Аналогично, для построения модели «Бракета» применим операцию «листовое тело» для созданного двухмерного эскиза. На полученной модели построим эскиз выреза и создадим его операцией «вырезание». При помощи операции «гнутый профиль» создаем недостающий фланец (рисунок 4).

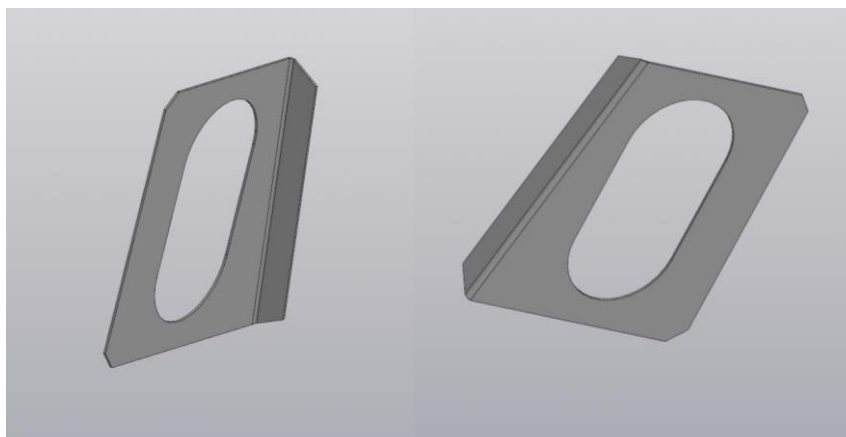


Рисунок - 4. Трехмерная модель «Бракета»

Для построения модели «Лист» к созданному эскизу применим операцию «выталкивание» на расчетную толщину детали. На поверхности строим эскизы планок и применяем «выталкивание» (рисунок 5, 6).

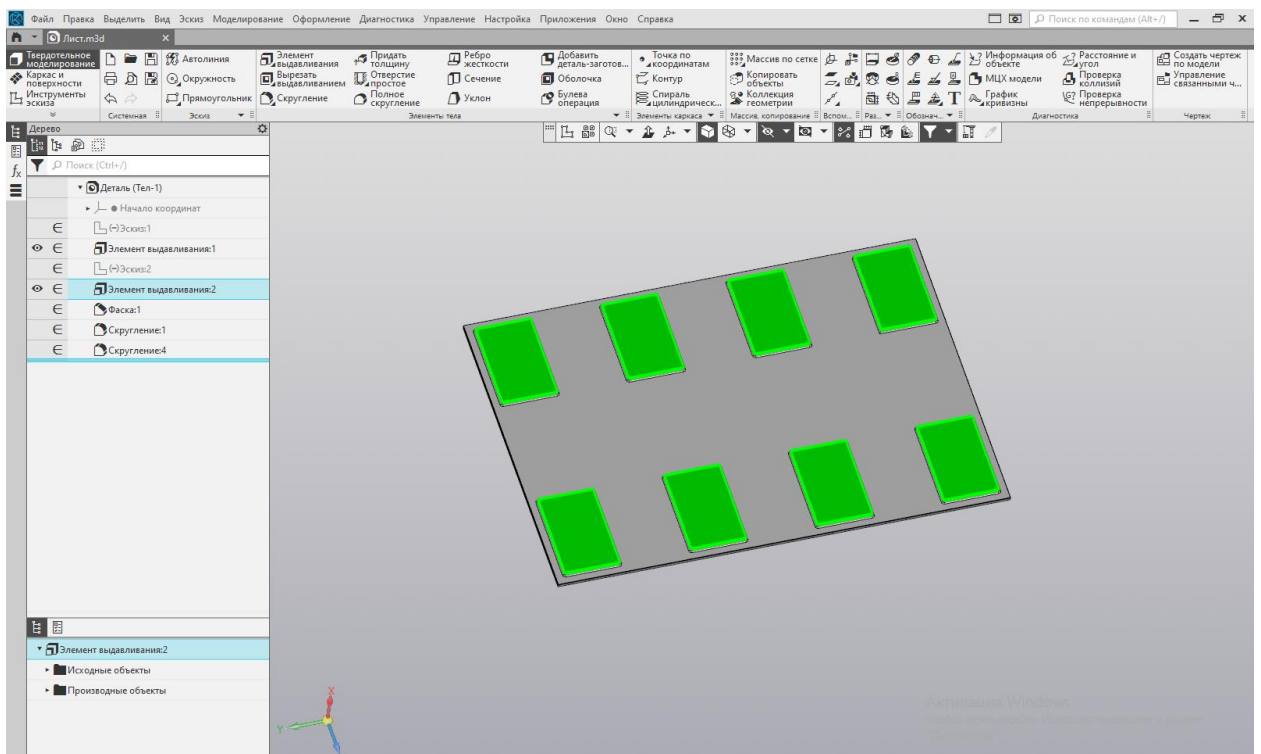
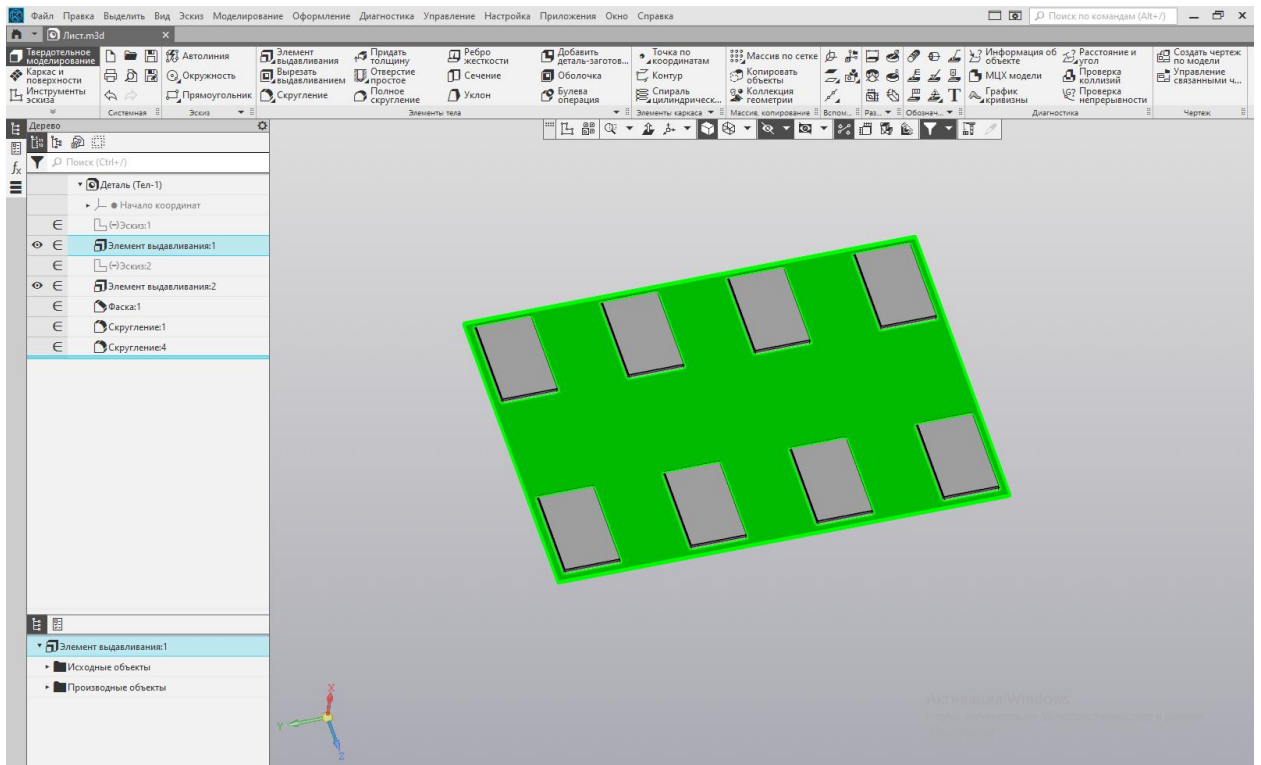


Рисунок 5 – Моделирование тела «Лист».

						СКБ КИТ.18.ИП.020000ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			16

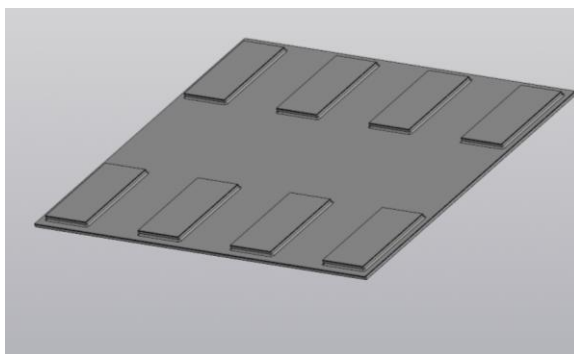


Рисунок - 6. Трехмерная модель «Лист, планка»

После создания всех моделей производим сборку деталей в сборочный узел, согласно задания.

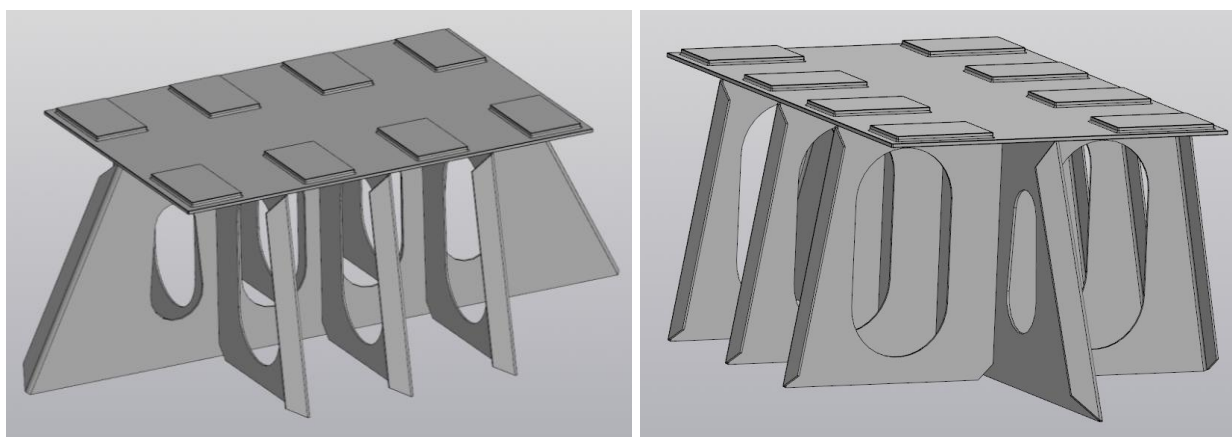


Рисунок - 8. Трехмерная сборочная модель «Фундамент»

					СКБ КИТ.18.ИП.020000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		17

3. Настройка трехмерного принтера, печать моделей

Настройка трехмерного принтера и печать моделей состоит из нескольких основных этапов.

Этап 1.

Установка программного обеспечения и подключение принтера к компьютеру

Этап 2.

Диагностика двигателей. Этап необходим для проверки всех функций принтера. В первую очередь нужно испытать его электродвигатели. Затем можно напечатать пробную модель и посмотреть на качество работы.

Этап 3.

Большинство принтеров работают с форматом файлов STL. Чтобы отправить на печать модель, необходимо в панели управления нажать на кнопку «Резать» и найти файл с расширением .stl. После этого нажать кнопку «Открыть». Работа начнется через несколько секунд.

Этап 4.

Установить рабочую поверхность. Поверхность для изготовления модели должна быть из алюминия и покрыта разделительной пленкой.

Этап 5. Настройка работы принтера, регулировка температуры сопла и стола. Печать моделей (рисунок 9).

					СКБ КИТ.18.ИП.030000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		18

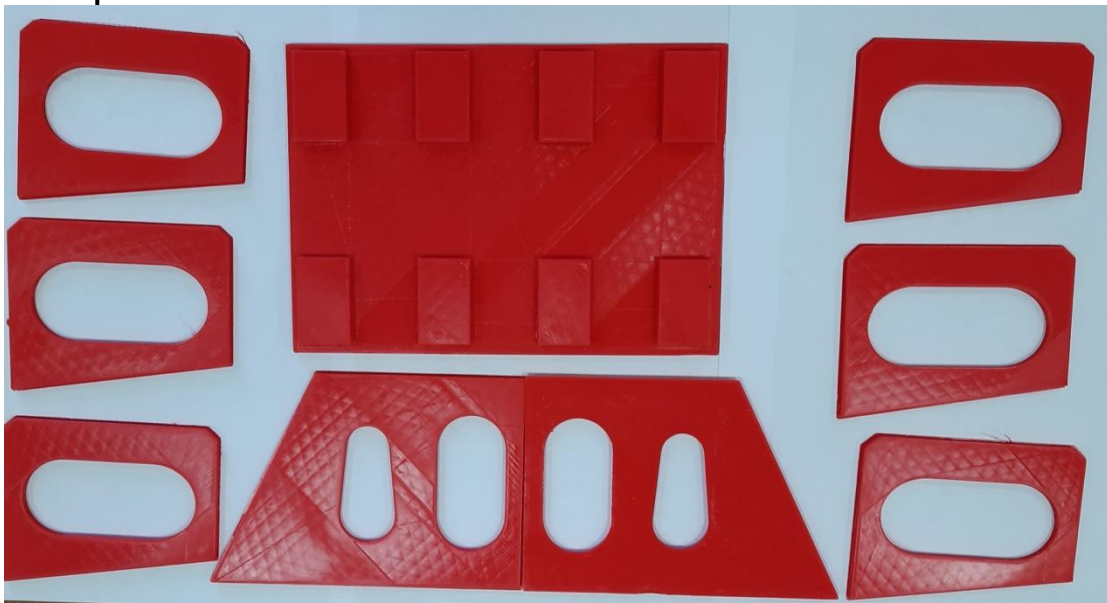
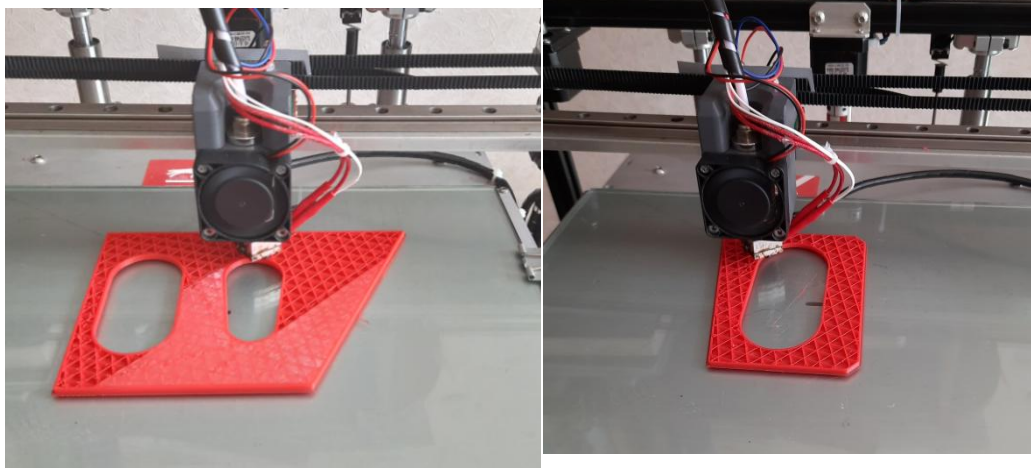


Рисунок 9 – Печать моделей на трехмерном принтере

Заключение

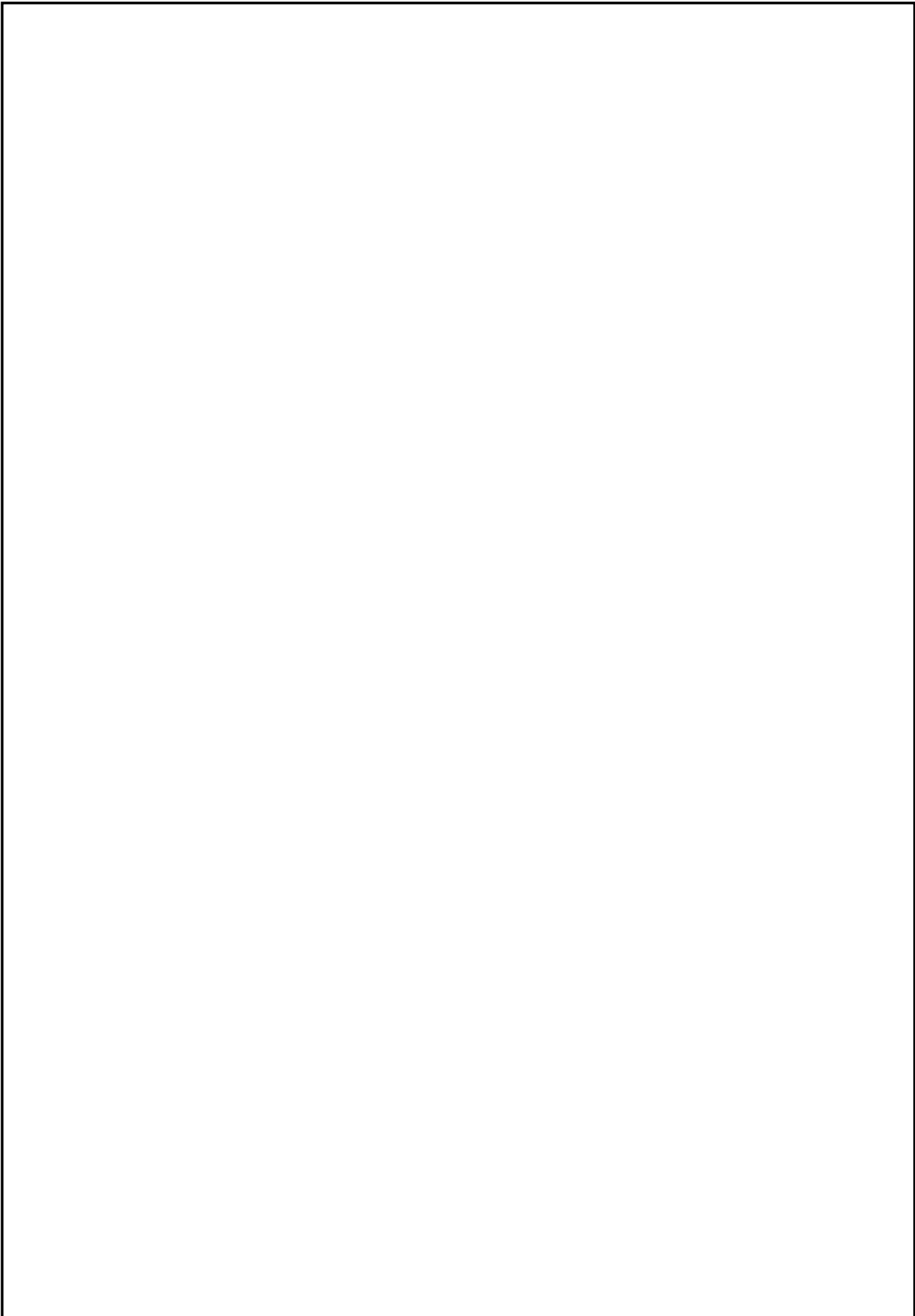
В ходе работы были получены трехмерные модели конструкции, сборочная модель, распечатанные модели изделий и трехмерная сборочная модель (макет). Практические рекомендации по моделированию корабельной трехмерной конструкции в системе «Компас 3Д»

					СКБ КИТ.18.ИП.000000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		20

Список использованных источников

1. Барабанов Н.В. Конструкция корпуса морских судов. Изд. 3-е. Судостроение, 1988. - 700 с.
2. Новиков С.В., Рамазанов К.Н. Аддитивные технологии: состояние и перспективы: учебное пособие [Электронный ресурс] / Уфимск. гос. авиац. техн.ун-т.–Уфа: УГАТУ, 2022. – URL: https://www.ugatu.su/media/uploads/MainSite/Ob%20universitete/Izdateli/El_izd/2022-41
3. Горунев, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунев. - Казань: КНИТУ-КАИ, 2019. - 56 с. - ISBN 978-5-7579-2360-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/144008>
4. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники : учебное пособие для вузов / А. Л. Галиновский, Е. С. Голубев, Н. В. Коберник, А. С. Филимонов ; под общей редакцией А. Л. Галиновского. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 115 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12043-1. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/496103>.

					СКБ КИТ.18.ИП.000000ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		21



					СКБ КИТ.18.ИП.000000ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		22