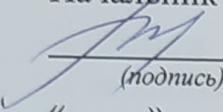


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
СКБ «Компьютерные и инженерные технологии»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

Е.М. Димитриади
(подпись)

«___» _____ 2024 г.

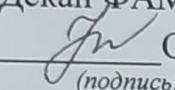
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.В. Космынин
(подпись)

«___» _____ 2024 г.

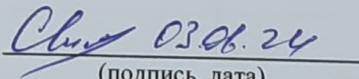
Декан ФАМТ

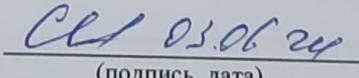

О.А. Красильникова
(подпись)

«06» июня 2024 г.

Применение аддитивных технологий при проектировании и
изготовлении макетов гребных винтов

Комплект проектной документации

Руководитель СКБ «КИТ» 
(подпись, дата) А.В. Свиридов

Руководитель проекта 
(подпись, дата) А.В. Свиридов

Комсомольск-на-Амуре 2024

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

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 Соколову Денису Андреевичу, гр. ЗКСб-1.

Название проекта: Применение аддитивных технологий при проектировании
и изготовлении макетов гребных винтов.

Назначение: Исследование особенностей моделирования и изготовления ма-
кетов гребных винтов с использованием аддитивных технологий.

Область использования: В учебном процессе для направления подготовки
26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника мор-
ской инфраструктуры» в качестве наглядного пособия и учебного задания.

Функциональное описание: Трехмерная модель винта должна демонстриро-
вать особенности применения аддитивных технологий в судостроительной
области

Техническое описание: Макет гребного винта должен соответствовать габа-
ритным характеристикам судового оборудования, назначению и требовани-
ям, предъявляемым к конструкциям данного типа

Требования: Трехмерная модель выполняется в САД-системе «Компас-3D».
В модели разрабатываются конструктивные элементы винта согласно черте-
жа.

План работ:

| Наименование работ | Срок |
|--|---------------------------------|
| Анализ проектных характеристик и основных требований к конструкции гребных винтов. | Ноябрь, 2023 |
| Определение основных геометрических характеристик и параметров винта. | Декабрь, 2023 – Январь, 2024 |
| Формирование трехмерной конструкции винта. Выявление, анализ и устранение ошибок связанных с геометрическими пресечениями и нарушениями нормируемых расстояний между элементами модели. | Февраль-Апрель, 2024 |
| Оформление отчета | Май, 2024 |

Комментарии:

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

Перечень графического материала:

- 3D-модель гребного винта;

- макет винта

Руководитель проекта

Свирдов 12.10.23
(подпись, дата)

А.В. Свиридов

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

ПАСПОРТ

**«Применение аддитивных технологий при проектировании
и изготовлении макетов гребных винтов».**

Руководитель проекта

Свиридов 05.06.24

(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Комсомольск-на-Амуре 2024

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Общие положения..... | 7 |
| 1.1 Цель и задачи работы..... | 7 |
| 1.2 Предмет разработки..... | 7 |
| 1.3 Исходные данные для проектирования..... | 7 |
| 2. Теоретические сведения, область использования разработки..... | 8 |
| 2.1 Теоретические сведения | 8 |
| 2.2 Назначение и область использования разработки..... | 10 |
| 3. Методические рекомендации по моделированию изделия «Винт»..... | 10 |
| 3.1 Подготовка трехмерных моделей и практические рекомендации по изготовлению макета..... | 10 |
| 3.2. Настройка трехмерного принтера, печать моделей..... | 14 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 15 |

| | | | | | | |
|------|-------|-------------|-------|-------|------------------------------|------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.01000000 | Лист |
| Изм. | Лист. | № документа | Подп. | Дата. | | 6 |

1 Общие положения

1.1 Цель и задачи работы.

Целью работы является моделирование и создание макета гребного винта пригодного для проведения натурных испытаний корабельных конструкций; для создания мастер-модели литого винта, а также изучение других способов применения аддитивных технологий при изготовлении гребных винтов из различных материалов.

Исходя из цели решали задачи моделирования трехмерных моделей гребных винтов по чертежу в специализированных CAD-приложениях; настройки принтера и печати моделей из различных видов пластика и фотополимеров.

1.2 Предмет разработки.

Предметом разработки является законченная трехмерная модель гребного винта, ее макет и практические рекомендации к проведению лабораторных работ по курсу «Инженерная графика в CAD-системах» по профилю «Кораблестроение».

1.3 Исходные данные для проектирования.

Исходные данные проекта.

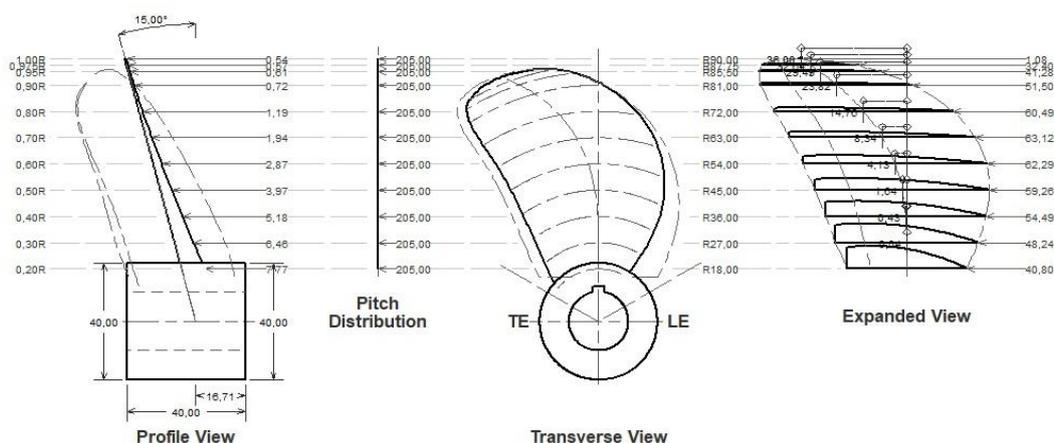


Рисунок 1 – Чертеж гребного винта.

| | | | | | | |
|------|-------|-------------|-------|-------|-----------------------|------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.01000000 | Лист |
| Изм. | Лист. | № документа | Подп. | Дата. | | 7 |

2 Теоретические сведения, область использования разработки

2.1 Теоретические сведения.

Одной из областей, где применение аддитивных технологий и 3D печати оправдано, является производство гребных винтов для крупных морских и речных судов. Как правило, суда производятся небольшими сериями, поэтому и для каждой серии требуется свой винт, индивидуально рассчитанный и подобранный.

Традиционно заготовки гребных винтов изготавливаются методами литья. Для изготовления отливки необходима модельная форма, которая максимально точно воспроизводит форму, включая "контур" лопастей гребного винта. Такие модели очень сложно изготовить вручную и в настоящее время они либо обрабатываются на станках с ЧПУ, либо, в печатаются на трехмерных принтерах. Часто прямая печать форм экономически выгодна и оправдана.

Наиболее подходящей технологией для печати мастер-моделей для последующего производства винтов является технология FDM представляющая собой послойное наплавление пластика путем перемещения печатающей головки принтера. Это самый распространенный и бюджетный вид печати. Различают ABS, PLA, NYLON пластики и WAX – представляет собой специальный воск с нулевой зольностью (сгорает без остатка) идеален для мелко-серийного литья небольших изделий, так как напечатанная модель сразу же является моделью для литья которую достаточно поместить в опоку и прокаливать, для последующего литья металла. Единственный недостаток такого материала - это его стоимость. Пластик NYLON подходит для тяжелых условий работы так как имеет высокую термостойкость, ударопрочность и износостойкость.

Немного менее распространена технология SLA печати, это печать при помощи светотверждаемой смолы. Технология подразумевает печать из

| | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.02000000 | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата.</i> | | 8 |

жидкой смолы отверждаемой путем засветки слоя через УФ матрицу. Преимущество технологии в детализации и точности так как минимальная толщина слоя составляет около 0.01мм, что позволяет печатать детали с высокой точностью и гладкой поверхностью практически не требующей последующей обработки, однако большинство принтеров с этой технологией имеют небольшую область печати в сравнении с FDM, и подходят для небольших изделий.

При помощи SLA печати возможно изготавливать винты для моделей гоночных лодок печатая выжигаемой смолой (рисунок 1). Винт при этом моделируют и печатают с литниковой системой и модель пригодна для способа литья по выжигаемым моделям под давлением. Такой метод позволяет изготавливать отливки высокого качества и требующие как правило лишь финишных операций их обработки.



Рисунок 1 – Мастер модель и отливка винта для гоночной лодки.
а – мастер модель; б – отливка

2.2 Назначение и область использования разработки.

Назначение разработки состоит в ее применении в учебном процессе для направления подготовки 26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника морской инфраструктуры» в качестве наглядного пособия и учебного задания

| | | | | | | |
|------|-------|-------------|-------|-------|------------------------------|------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.02000000 | Лист |
| Изм. | Лист. | № документа | Подп. | Дата. | | 9 |

3 Методические рекомендации по моделированию изделия «Винт» и изготовлению макета.

3.1 Подготовка трехмерных моделей и практические рекомендации по изготовлению макета.

Разработка модели производилась в программах «PropCad» и «Rhinoce-ros» (см. рисунок 2).

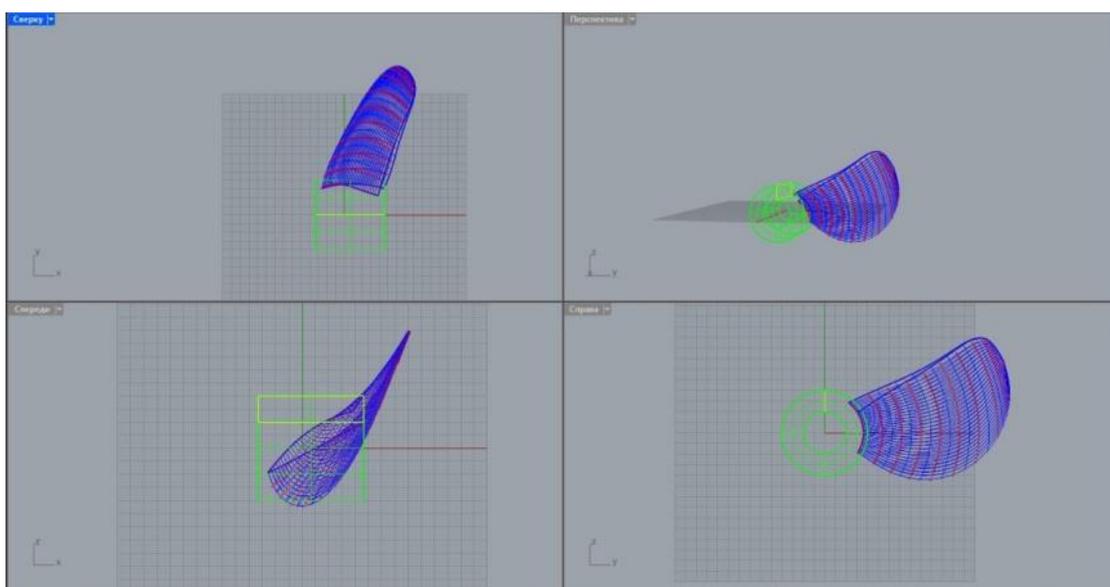


Рисунок 2 – Моделирование гребного винта.

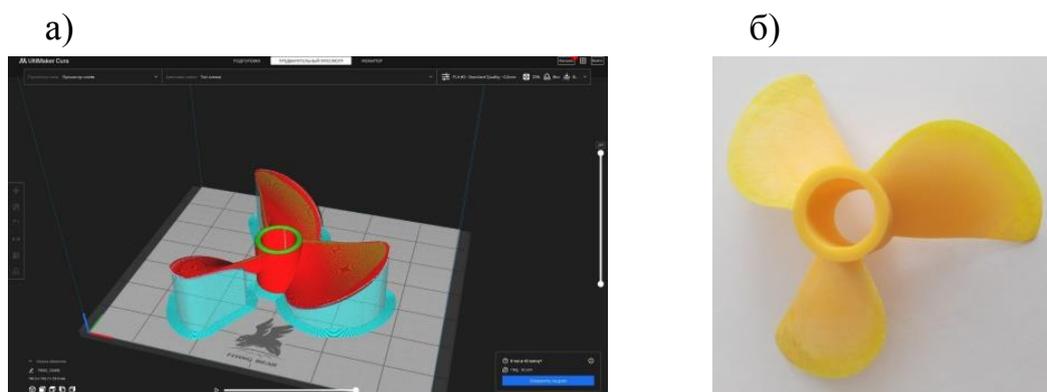


Рисунок 3 – Подготовка модели к печати и изготовленная модель:
а) трехмерная модель; б) изготовленный макет винта

В работе для создания макета винта был выбран FDM принтер и материал PLA, диаметр 180мм, шаг 205мм.

Для подготовки файла к печати применяли программу Cura 5.4.0, что необходимо для преобразования трехмерной геометрии в набор простых команд для принтера (см. рисунок 3).

Также при использовании высокопрочных смол возможна печать гребных винтов пригодных для применения в небольших спортивных моделях судов.

По итогам работы был смоделирован и изготовлен макет гребного винта пригодный для формования и литья из металла (рисунок 3). При соответствующем выборе материалов для печати также возможно изготовление готовых пластиковых винтов для моделей кораблей и небольших судов с мало-мощными силовыми установками.

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

| | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.03000000 | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата.</i> | | 11 |

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.

| | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.03000000 | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата.</i> | | 12 |

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

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОНИПКРС
_____ Е.М. Димитриади
(подпись)
« ____ » _____ 20__ г.

Проректор по научной работе
_____ А.В. Космынин
(подпись)
« ____ » _____ 20__ г.

Декан _____
_____ О.А. Красильникова
(подпись)

АКТ
о приемке в эксплуатацию проекта
«Применение аддитивных технологий при проектировании и изготовлении
макетов гребных винтов».

г. Комсомольск-на-Амуре

« ____ » _____ 20__ г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

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

со стороны исполнителя

- А.В. Свиридов – руководитель проекта,
- Д.А. Соколов – гр. ЗКСб-1,

составила акт о нижеследующем:

| | | | | | | |
|------|-------|-------------|-------|-------|------------------------------|------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.03000000 | Лист |
| Изм. | Лист. | № документа | Подп. | Дата. | | 13 |

«Исполнитель» передает проект «Применение аддитивных технологий при проектировании и изготовлении макетов гребных винтов», в составе:

1. Трехмерной модели изделия «Винт»
2. Методических рекомендаций по изготовлению модели
3. Макета изделия «Винт».

Руководитель проекта

(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Исполнитель проекта

(подпись, дата)

Д.А. Соколов

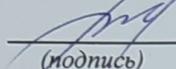
| | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | СКБ КИТ.8.ИП.03000000 | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист.</i> | <i>№ документа</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата.</i> | | 14 |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

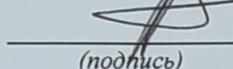
 Е.М. Димитриади

(подпись)

«___» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ

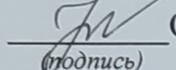
Проректор по научной работе

 А.В. Космынин

(подпись)

«___» _____ 20__ г.

Декан

 О.А. Красильникова

(подпись)

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта

«Применение аддитивных технологий при проектировании и изготовлении
макетов гребных винтов».

г. Комсомольск-на-Амуре

« 03 » 06 _____ 2024 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

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

со стороны исполнителя

- А.В. Свиридов – руководитель проекта,
- Д.А. Соколов – гр. ЗКСб-1,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Применение аддитивных технологий при проектировании и изготовлении макетов гребных винтов», в составе:

1. Трехмерной модели изделия «Винт»
2. Методических рекомендаций по изготовлению модели
3. Макета изделия «Винт».

Руководитель проекта

А.В. Свиридов 03.06.24
(подпись, дата)

А.В. Свиридов

Исполнитель проекта

Д.А. Соколов 03.06.24
(подпись, дата)

Д.А. Соколов