Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника и электроника»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС

_____ Е.М. Димитриади
(подпись)
«16» 06 2026 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)
«16» 06 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)
«16» 06 2026 г.

«Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов»

Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ	10.06.2026 *(подпись, дата)*	С.И. Сухоруков
Руководитель проекта	10.06.2026 *(подпись, дата)*	А.В. Бузикаева
Наставник проекта	06.2026 *(подпись, дата)*	В.С. Кольцов

Комсомольск-на-Амуре 2026

Карточка проекта

Название	Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов
Тип проекта	Научно-исследовательский проект
Исполнители	Школьник _____ А.И. Хобяков – МОУ «Инженерная школа города Комсомольска-на-Амуре» Школьник _____ Ю.А. Иванов – МОУ СОШ №4 Студент _____ В.С. Кольцов – 5ЭЛм-1
Срок реализации	10.2025-05.2026

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Драйвер шагового двигателя A4988	1
Шаговый двигатель 17HS4401	1
Arduino Uno	1
поворотная платформа	1
Основание поворотной платформы	1
винты м3	12
WEB-камера	1
Блок питания 16в	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ЗАДАНИЕ
на разработку

Название проекта: Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов

Назначение: Создание цифровых трехмерных моделей объектов путем построения облака точек на основе данных 3D-сканирования.

Область использования: 3D-моделирование, реверс-инжиниринг, образование, 3D-печать, промышленный дизайн

Функциональное описание проекта: Устройство выполняет автоматическое сканирование объекта, формирует облако точек на основе полученных данных и создает цифровую трехмерную модель объекта. Дополнительной функцией системы является построение модели по серии фотографий.

Техническое описание устройства: Устройство состоит из поворотной платформы, лазера, шагового двигателя, камеры, системы подсветки, микроконтроллера Arduino и программного обеспечения для построения облака точек и генерации трехмерной модели.

Требования: Система должна обеспечивать стабильную работу, автоматизацию процесса сканирования, совместимость с персональным компьютером и возможность экспорта 3D-моделей в распространенные форматы.

План работ:

Наименование работ	Срок
Проектирование 3D-моделей поворотного стола CAD системе	02.2024
Изготовление деталей с использованием аддитивных технологий	03.2024
Разработка электрической схемы	04.2024
Реализация программы сканирования объектов	04.2024
Апробация системы сканирования объектов	05.2024

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема;
2. Чертежи изделия (или трехмерные модели изделия);
3. Внешний вид изделия;
4. Блок-схема алгоритмов (при наличии управляющих программ);

Руководитель проекта _____ 10.06.2024г А.В. Бузикаева
(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ПАСПОРТ

«Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов»

Руководитель проекта _____ 10.06.2026 А.В. Бузикаева
(подпись, дата)

Наставник проекта _____ 09.06.26 В.С. Кольцов
(подпись, дата)

Исполнители проекта _____ 09.06.26 А.И. Хобяков
(подпись, дата)

_____ 09.06.26 Ю.А. Иванов
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2026

Содержание

1 Общие положения.....7
1.1 Наименование изделия.....7
1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия.....7
1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия.....7
1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах.....8
2 азначение и принцип действия.....9
2.1 Назначение изделия.....9
2.2 Области использования изделия.....9
2.3 Принцип действия изделия.....9
3 Состав изделия и комплектность.....10
4 Технические характеристики.....11
4.1 Основные технические характеристики блока «Поворотный стол».....11
4.2 Основные технические характеристики «Программное обеспечение».11
5 Устройство и описание работы изделия.....12
5.1 Устройство изделия.....12
6 Условия эксплуатации.....15
6.1 Правила и особенности размещения изделия.....15
6.2 Меры безопасности.....15
6.3 Правила хранения и транспортирования.....16
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....17
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....20

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование изделия – «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов» (*3Д-сканер*).

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирвание «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 17.

Исполнителями проекта «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов» являются Конструкторы студенческого

конструкторского бюро «Промышленная робототехника» (далее СКБ), студенты группы 5ЭЛм-1, Кольцов Вячеслав Сергеевич.

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.

ГОСТ 2.601-2013. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

2 азначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов – Автоматизированный 3D-сканер предназначен для получения цифровых трехмерных моделей физических объектов

В состав изделия входят: Драйвер шагового двигателя A4988, шаговый двигатель 17HS4401, Arduino Uno, поворотная платформа, основание поворотной платформы, винты M3, WEB-камера, блок питания 16 В.

2.2 Области использования изделия

Изделие может применяться в области 3D-моделирования, реверс-инжиниринга, прототипирования, промышленного проектирования, образования, реставрации объектов, а также при подготовке моделей для 3D-печати и цифровой обработки изделий.

2.3 Принцип действия изделия

Принцип действия устройства основан на лазерном сканировании объекта при его вращении на поворотной платформе. Лазерная линия проецируется на поверхность объекта, а WEB-камера фиксирует изменение положения линии. Полученные данные обрабатываются программным обеспечением, в результате чего формируется облако точек. На основе облака точек выполняется построение цифровой трехмерной модели объекта. Дополнительно система поддерживает построение моделей по серии фотографий.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- поворотная платформа;
- основание поворотной платформы;
- шаговый двигатель 17HS4401;
- драйвер шагового двигателя A4988;
- микроконтроллер Arduino Uno;
- WEB-камера;
- лазерный модуль;
- блок питания 16 В;
- комплект крепежных элементов;
- программное обеспечение;
- Паспорт изделия.

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики блока «Поворотный стол»

Основные технические характеристики «Поворотный стол» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока «Поворотный стол»

Наименование параметра	Значение
Микроконтроллер	Arduino UNO
Интерфейсы	USB (прошивка), аналоговые входы A0–A3, ШИМ-выходы 2–6
драйвер шагового двигателя	A4988
шаговый двигатель	17HS4401
Лазер линейный	5mW
WEB-камера	1080x720 HD
Интерфейсы	USB
Питание, В	24
Габариты, мм	350x300x250
Масса нетто, кг	1,2

4.2 Основные технические характеристики «Программное обеспечение»

Основные технические характеристики «Программное обеспечение» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики «Программное обеспечение»

Наименование параметра	Значение
Наименование параметра	Значение
Среда разработки	Python
Метод построения модели	Лазерное сканирование
Формат выходных моделей	STL, OBJ, PLY
Метод обработки данных	Формирование облака точек
Поддержка построения модели по фото	Поддерживается
Интерфейс взаимодействия	USB
Операционная система	Windows 10/11
Минимальный объем ОЗУ, ГБ	4
Требуемое место на диске, МБ	500

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Устройство изделия состоит из механической, электронной и программной частей. Основным элементом конструкции является поворотная платформа, предназначенная для размещения и вращения объекта сканирования. Вращение платформы осуществляется шаговым двигателем 17HS4401 через драйвер шагового двигателя A4988. Управление работой системы выполняется микроконтроллером Arduino UNO, обеспечивающим управление двигателем, лазерным модулем и обмен данными с персональным компьютером через интерфейс USB.

Для получения данных о поверхности объекта используется линейный лазерный модуль мощностью 5 mW, формирующий лазерную линию на поверхности сканируемого объекта. Захват изображения осуществляется WEB-камерой с разрешением 1080×720 HD. Полученные изображения передаются в программное обеспечение, разработанное на языке Python с использованием библиотеки OpenCV.

Программное обеспечение выполняет выделение лазерной линии, обработку кадров, расчет координат точек поверхности и формирование облака точек. На основе полученного облака точек создается цифровая трехмерная модель объекта с возможностью сохранения в форматах STL, OBJ и PLY. Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

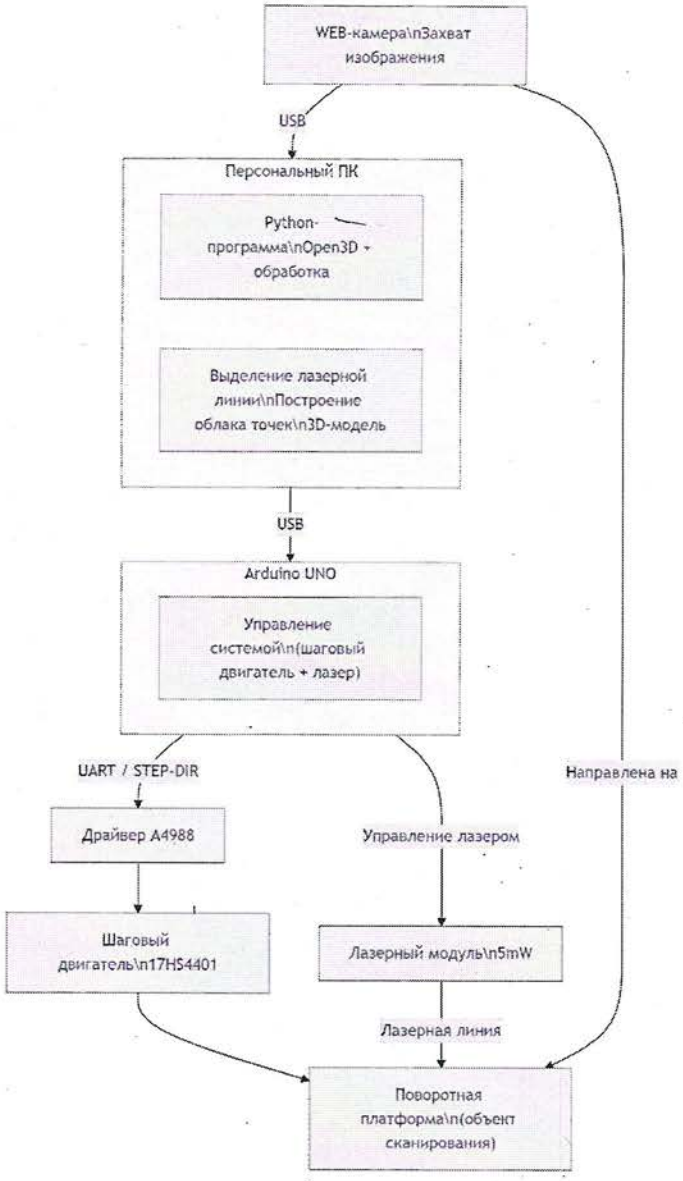

Рисунок 1 – Структурная схема управления

5.2 Описание работы изделия

Перед началом работы устройство необходимо установить на ровной устойчивой поверхности и подключить к источнику питания 24 В. WEB-камера подключается к персональному компьютеру через интерфейс USB. Микроконтроллер Arduino UNO также подключается к компьютеру посредством USB-соединения для передачи управляющих команд и обмена данными. После подключения оборудования необходимо запустить программное обеспечение системы сканирования.

Перед выполнением сканирования производится настройка зоны сканирования. Пользователь выделяет область расположения объекта в окне программы, после чего выполняется калибровка лазерного модуля. На этапе калибровки программное обеспечение определяет параметры распознавания лазерной линии для повышения точности построения облака точек.

Сканируемый объект размещается на поворотной платформе в центре рабочей области. После запуска процесса сканирования шаговый двигатель 17HS4401 осуществляет последовательное вращение платформы на заданный угол. Линейный лазерный модуль проецирует лазерную линию на поверхность объекта, а WEB-камера фиксирует изменение положения линии при вращении объекта.

Полученные изображения передаются в программное обеспечение, где выполняется обработка кадров с использованием библиотеки Open3D. Программа выделяет лазерную линию, вычисляет координаты точек поверхности объекта и формирует облако точек. На основе полученного облака точек выполняется построение цифровой трехмерной модели объекта. Готовая модель может быть сохранена в форматах STL, OBJ или PLY для дальнейшего использования в системах автоматизированного проектирования и программах 3D-печати.

Дополнительно устройство поддерживает режим фотограмметрии, при котором трехмерная модель создается по серии фотографий объекта без использования лазерного сканирования. Блок-схемы работы управляющих программ приведены в Приложении А.

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения.

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его сбережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;

– внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;

– не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20±5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

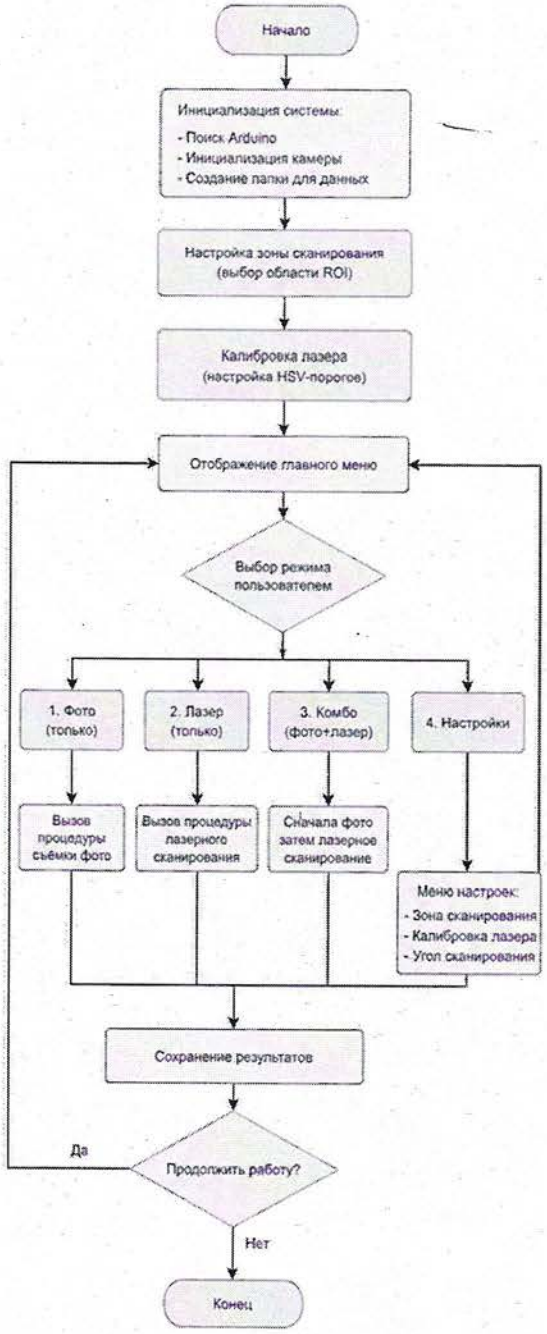

Рисунок 2 – Блок схема работы основной программы

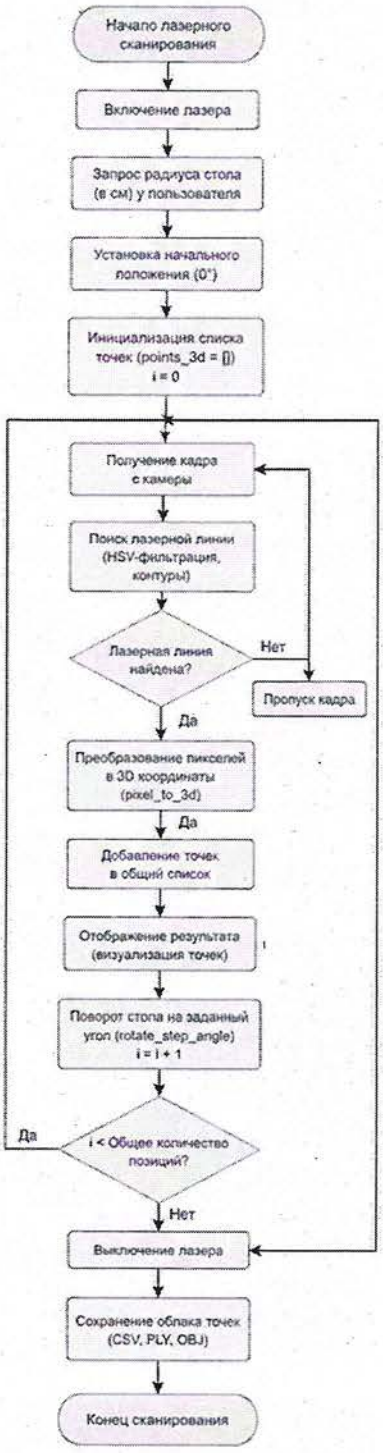

Рисунок 3 – Блок схема работы подпрограммы лазерного сканирования

Рисунок 4 – Блок схема подпрограммы создания 3д-модели по фото

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

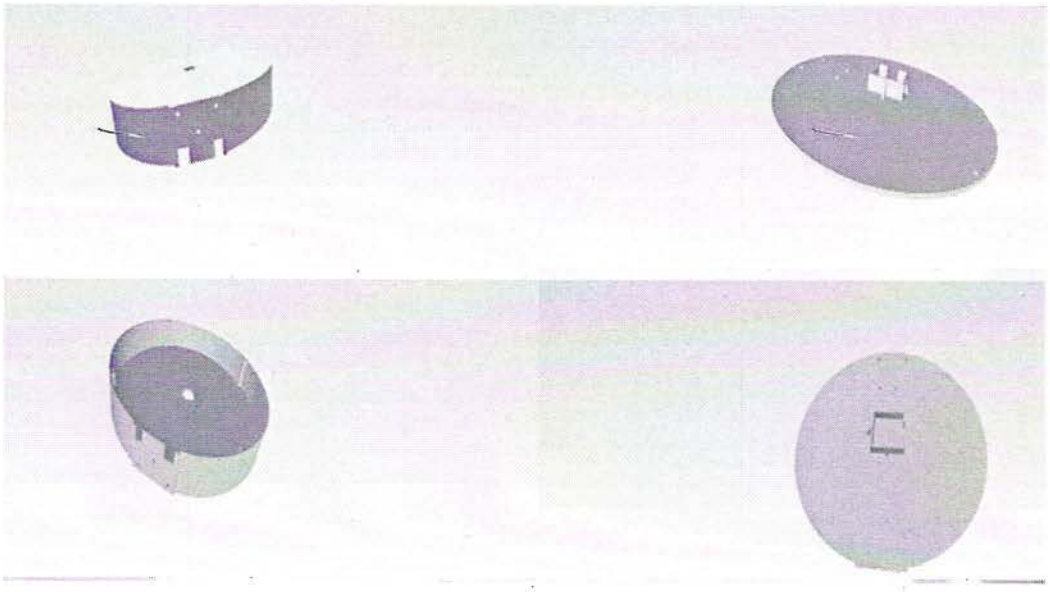

Рисунок 5 – 3D модели элементов

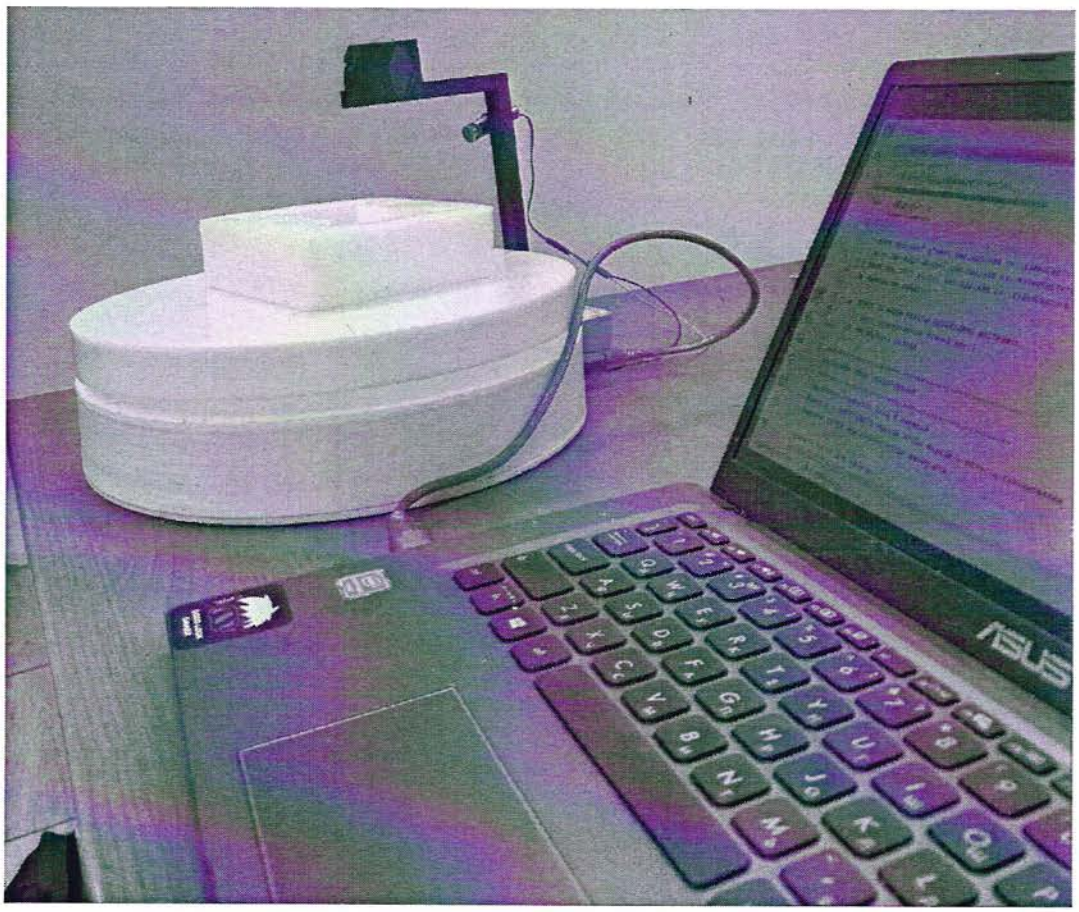

Рисунок 6 – Внешний вид изделия

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)

«19» 06 2026 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)

«19» 06 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе,
д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)

«19» 06 2026 г.

АКТ
о приемке в эксплуатацию проекта «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов»

г. Комсомольск-на-Амуре «19» 06 2026 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- С.И. Сухоруков – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

- А.В. Бузикаева – руководителя проекта,
- В.С. Кольцов – наставник проекта,
- Ю.А. Иванов – МОУ СОШ 4
- А.И. Хобяков – МОУ «Инженерная школа г. Комсомольска-на-Амуре»

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Автоматизированный 3D-сканер для создания цифровых моделей объектов», в составе:

1. Аппаратная часть 3D-сканера;
2. Программное обеспечение;
3. Паспорта

Руководитель проекта	10.06.2026г *(подпись, дата)*	А.В. Бузикаева
Наставник проекта	09.06.26 *(подпись, дата)*	В.С. Кольцов
Исполнители проекта	09.06.26 *(подпись, дата)*	Ю.А. Иванов
	09.06.26 *(подпись, дата)*	А.И. Хобяков