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)
«19» 06 2026 г.

Декан ФЭУ

_____ А.С. Гудим
(подпись)
«19» 06 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по научной работе, д-р техн. наук, профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)
«19» 06 2026 г.

«Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций»

Комплект конструкторской документации

Руководитель СКБ _____ 18.06.2026 С.И. Сухоруков
(подпись, дата)

Руководитель проекта _____ 15.06.26 Е.П. Иванкова
(подпись, дата)

Наставник проекта _____ 15.06.26 Е.С. Ильченко
(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2026

Карточка проекта

Название	VoxArm: Интеллектуальное голосовое управление роборукой на базе Arduino и Raspberry Pi
Тип проекта	Тип проекта: техническое творчество
Исполнители	Школьник _____ Е.А. Вортман – МБОУ СОШ Сельского Поселения "Село Большая Картель" Школьник _____ Д.С. Мальков – МБОУ СОШ Сельского Поселения "Село Большая Картель" Школьник _____ В.И. Гулов – МБОУ СОШ Сельского Поселения "Село Большая Картель"
Срок реализации	год

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
Arduino nano	1
Сервоприводы	6
ESP AI модуль	1
Модель робота	1
Блок питания	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: Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций

Назначение: Проект «Коллаборативный робот-помощник с распознаванием эмоций» направлен на создание интеллектуальной робототехнической системы, способной взаимодействовать с человеком, анализировать его эмоциональное состояние и адаптировать своё поведение в зависимости от результатов анализа. Основное назначение проекта заключается в разработке доступного и удобного робота-помощника, который сможет выполнять простые бытовые задачи, осуществлять голосовое взаимодействие и обеспечивать более комфортное общение между человеком и роботизированным устройством. Использование технологий компьютерного зрения, анализа речи и искусственного интеллекта позволяет повысить эффективность взаимодействия пользователя с роботом и расширить возможности применения робототехнических систем в повседневной жизни.

Область использования: Домашние условия, образовательные учреждения, реабилитационные центры, социальные учреждения, научные исследования в области робототехники и искусственного интеллекта.

Функциональное описание проекта: Проект «Коллаборативный робот-помощник с распознаванием эмоций» представляет собой систему, предназначенную для взаимодействия с пользователем посредством анализа мимики лица, речи и голосовых команд. Камера и микрофон осуществляют сбор данных, которые передаются на ESP AI-модуль для обработки. С помощью алгоритмов искусственного интеллекта система определяет эмоциональное

состояние пользователя и распознаёт голосовые команды. Полученные результаты используются для формирования управляющих команд, которые передаются на микроконтроллер Arduino. Arduino управляет сервоприводами робота и манипулятора, обеспечивая выполнение необходимых действий. Робот может перемещаться, воспроизводить голосовые сообщения и выполнять команды пользователя. Система обеспечивает голосовую и визуальную обратную связь, а также способна адаптировать своё поведение в зависимости от эмоционального состояния человека, делая взаимодействие более комфортным и естественным.

Техническое описание устройства: Аппаратная часть системы включает ESP AI-модуль, микроконтроллер Arduino, камеру, микрофон, сервоприводы, мобильную платформу и манипулятор. ESP AI-модуль выполняет обработку видеоданных и аудиосигналов, распознавание эмоций и голосовых команд. Камера используется для анализа мимики пользователя, а микрофон — для приёма речевых команд. Arduino получает команды от ESP AI-модуля и управляет сервоприводами робота. Сервоприводы обеспечивают перемещение платформы и работу манипулятора. Программная часть реализована на языках Python и C++ с использованием библиотек компьютерного зрения и машинного обучения. Программный интерфейс обеспечивает обмен данными между ESP AI-модулем и Arduino и управление всеми компонентами системы.

Требования: Система должна быть устойчивой и безопасно конфиденциальной.

План работ:

Наименование работ	Срок
Исследование и проектирование	09.2025 г.
Разработка ПО	12.2025 г.
Сборка и проектирование аппаратной части	02.2026 г.
Интеграция и тестирование	03.2026 г.
Оптимизация и улучшение	05.2026 г.
Подготовка документации	06.2026 г.

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 _____ 18.09.25 Е.П. Иванкова
(подпись, дата)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

ПАСПОРТ

«Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций»

Руководитель проекта _____ 15.06.26 (подпись, дата) Е.В. Иванкова

Наставник проекта _____ 15.06.26 (подпись, дата) Е.С. Ильченко

Исполнители проекта _____ 15.06.2026 (подпись, дата) Е.А. Вортман

_____ 15.06.2026 (подпись, дата) Д.С. Мальков

_____ 15.06.2026 (подпись, дата) В.И. Гулов

Комсомольск-на-Амуре 2026

Содержание

1 Общие положения 8

1.1 Наименование изделия 8

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия 8

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия 8

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах 9

2 Назначение и принцип действия 10

2.1 Назначение изделия 10

2.2 Области использования изделия 10

2.3 Принцип действия изделия 11

3 Состав изделия и комплектность 13

4 Технические характеристики 14

4.1 Основные технические характеристики аппаратной части 14

4.2 Основные технические характеристики программной части 14

5 Устройство и описание работы изделия 15

5.1 Устройство изделия 15

6 Условия эксплуатации 18

6.1 Правила и особенности размещения изделия 18

6.2 Меры безопасности 18

6.3 Правила хранения и транспортирования 19

ПРИЛОЖЕНИЕ А 20

ПРИЛОЖЕНИЕ Б 23

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций».

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 – «Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций»

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирвание «Коллаборативного робота помощника с распознаванием эмоций» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта «Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций» 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 являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро «Промышленная робототехника» (далее СКБ), студенты группы 4ПЭМ – Ильченко Е.С..

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 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Коллаборативный робот-помощник с распознаванием эмоций предназначен для взаимодействия с человеком в бытовой и социальной среде. Основное назначение изделия заключается в помощи пользователю при выполнении повседневных задач и повышении комфорта за счёт анализа эмоционального состояния человека.

Система использует методы компьютерного зрения и искусственного интеллекта для распознавания эмоций по мимике лица и речи. На основе полученных данных робот адаптирует своё поведение, обеспечивает голосовое взаимодействие, выдаёт напоминания, сопровождает пользователя и выполняет простые команды.

В состав изделия входят: esp ai модуль, arduino nano, сервоприводы, блок питания, ПО, программный интерфейс.

2.2 Области использования изделия

Коллаборативный робот-помощник с распознаванием эмоций может применяться в домашних условиях для оказания помощи пользователям при выполнении повседневных задач, организации напоминаний, голосового взаимодействия и обеспечения комфортной среды общения. Особенно актуально использование изделия для пожилых людей и людей с ограниченными возможностями, которым требуется дополнительная поддержка в быту.

В образовательных учреждениях робот может использоваться для демонстрации современных технологий робототехники, искусственного интеллекта и компьютерного зрения, а также для проведения научно-исследовательских и учебных работ. В медицинских и реабилитационных центрах изделие может применяться в качестве вспомогательного средства для наблюдения за эмоциональным состоянием пациентов и организации интерактивного взаимодействия.

В исследовательской деятельности робот может использоваться для изучения методов распознавания эмоций, человеко-машинного взаимодействия и разработки интеллектуальных систем поддержки пользователей. Также изделие может найти применение в социальных учреждениях и центрах психологической поддержки, где требуется создание комфортной и безопасной среды взаимодействия человека с робототехническими системами.

Таким образом, коллаборативный робот-помощник способен использоваться в различных сферах деятельности, связанных с сопровождением, поддержкой и интеллектуальным взаимодействием человека и роботизированных устройств.

2.3 Принцип действия изделия

Принцип действия коллаборативного робота-помощника основан на сборе и обработке информации, поступающей от встроенных датчиков, камеры и микрофона. В процессе работы камера фиксирует изображение пользователя, а микрофон принимает речевые сигналы. Полученные данные передаются на вычислительный модуль, где выполняется их обработка с использованием алгоритмов искусственного интеллекта.

Система компьютерного зрения осуществляет обнаружение лица пользователя и анализ мимики, а модуль обработки речи выполняет распознавание голосовых команд и определение эмоциональной окраски речи. Результаты анализа объединяются в модуле принятия решений, который определяет текущее эмоциональное состояние пользователя и формирует соответствующую реакцию робота.

В зависимости от полученных данных робот может выполнять голосовое взаимодействие с пользователем, воспроизводить информационные сообщения, выдавать напоминания, перемещаться по помещению и выполнять действия с помощью манипулятора. Управление

исполнительными механизмами осуществляется автоматически на основании команд, сформированных программным обеспечением.

Таким образом, изделие обеспечивает интеллектуальное взаимодействие с человеком, адаптируя своё поведение в соответствии с эмоциональным состоянием пользователя и выполняя функции персонального помощника.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Модель робота;
- ESP AI модуль;
- Arduino nano;
- Блок питания;
- Паспорт.

4 Технические характеристики

4.1 Основные технические характеристики аппаратной части

Основные технические характеристики аппаратной части приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики блока аппаратной части

Наименование параметра	Значение
Микроконтролер	Arduino nano
Микроконтролер	ESP AI модуль
Потребляемая мощность, Вт	15
Интерфейсы	USB, HDMI, GPIO, UART
Питание, В	5
Габариты, мм	200x150x200
Масса нетто, кг	1

4.2 Основные технические характеристики программной части

Основные технические характеристики программной части приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики программной части

Наименование параметра	Значение
Основная платформа разработки	Python, C
Библиотеки	Google Speech API, CMU Sphinx
Интерфейсы программирования	GPIO, UART для связи между ESP AI и Arduino

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Коллаборативный робот-помощник с распознаванием эмоций представляет собой робототехническую систему, предназначенную для взаимодействия с пользователем и выполнения вспомогательных функций в бытовой среде. Основными компонентами системы являются ESP AI-модуль и микроконтроллер Arduino.

ESP AI-модуль выполняет функции обработки данных, получаемых от камеры и микрофона. На данном модуле запускается программное обеспечение, предназначенное для распознавания эмоций пользователя по мимике лица и голосу, а также для обработки голосовых команд. После анализа данных формируются управляющие команды, которые передаются на микроконтроллер Arduino.

Arduino является исполнительным контроллером системы и отвечает за управление сервоприводами робота. Получая команды от ESP AI-модуля, микроконтроллер формирует управляющие сигналы для приводов, обеспечивая выполнение необходимых движений робота и манипулятора.

Робот оснащён несколькими сервоприводами, обеспечивающими перемещение подвижных частей конструкции и работу манипулятора. Сервоприводы преобразуют электрические сигналы, поступающие от Arduino, в механические движения, позволяя роботу выполнять действия в соответствии с выбранным сценарием работы.

Для взаимодействия с пользователем система использует камеру и микрофон. Камера осуществляет захват изображений лица пользователя для анализа эмоционального состояния, а микрофон используется для приёма голосовых команд и анализа речевых характеристик. На основании полученных данных робот может выбирать различные варианты поведения и осуществлять голосовое взаимодействие с пользователем.

Структурная схема изделия представлена на рисунке 1.

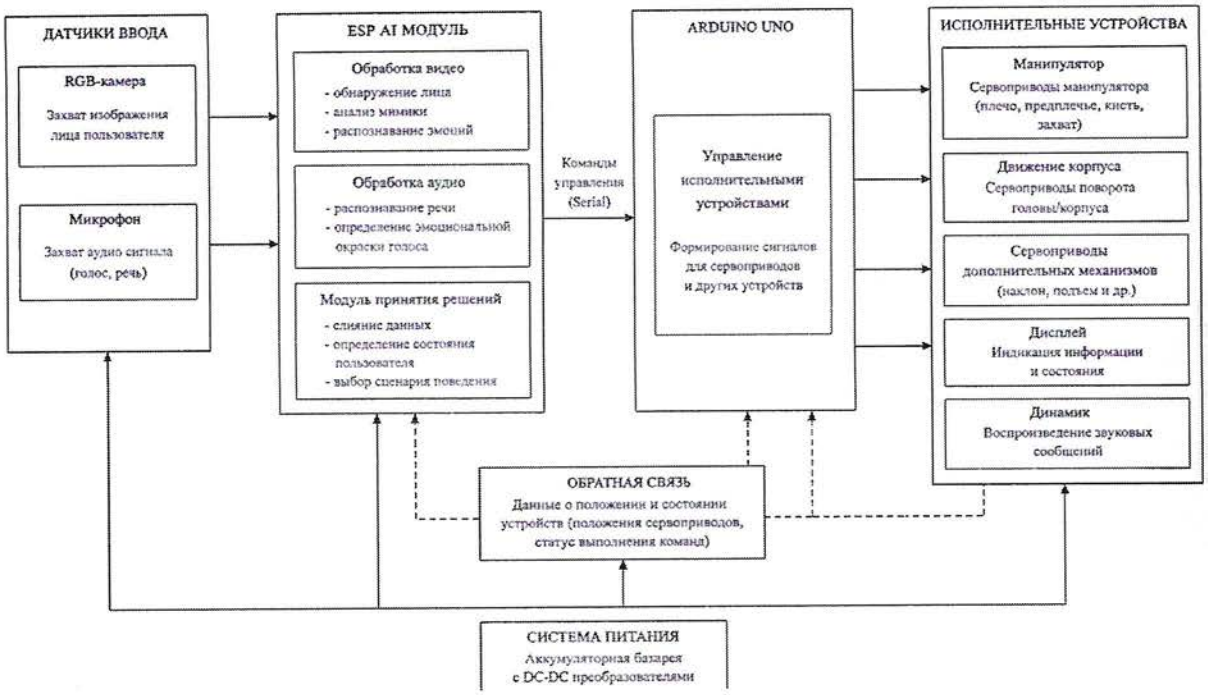

Рисунок 1 – Структурная схема изделия

Система включает несколько основных узлов, обеспечивающих её функционирование. Камера передаёт видеопоток на ESP AI-модуль, где выполняется обнаружение лица и распознавание эмоций. Микрофон передаёт аудиосигнал для распознавания речи и определения эмоциональной окраски голоса. После обработки информации формируются команды управления, которые передаются на Arduino.

Микроконтроллер Arduino управляет сервоприводами мобильной платформы и манипулятора, обеспечивая выполнение действий робота. Взаимодействие всех компонентов позволяет системе анализировать состояние пользователя, реагировать на голосовые команды и выполнять функции интеллектуального помощника.

5.2 Описание работы изделия

Для подготовки изделия к работе необходимо установить основные компоненты системы на мобильную платформу и выполнить их подключение в соответствии со структурной схемой. Камера и микрофон подключаются к ESP AI-модулю, который выполняет обработку

видеосигнала и аудиоданных. Сервоприводы манипулятора и подвижных элементов конструкции подключаются к микроконтроллеру Arduino. После подключения всех компонентов необходимо убедиться в правильности соединений и исправности оборудования.

После сборки аппаратной части выполняется настройка программного обеспечения. На ESP AI-модуль загружается программное обеспечение для распознавания эмоций и обработки голосовых команд. На микроконтроллер Arduino загружается программа управления исполнительными механизмами. После загрузки программного обеспечения осуществляется проверка обмена данными между ESP AI-модулем и Arduino, а также работоспособности всех исполнительных устройств.

После включения питания система переходит в режим ожидания пользователя. Камера непрерывно выполняет захват изображения, а микрофон принимает речевые сигналы. Полученные данные передаются в программные модули анализа, где осуществляется распознавание лица пользователя, определение эмоций по мимике и анализ голосовых команд.

Результаты обработки поступают в модуль принятия решений, который формирует управляющие команды для исполнительных устройств. В зависимости от эмоционального состояния пользователя и полученных голосовых команд робот может выполнять перемещение, изменять положение манипулятора, воспроизводить голосовые сообщения и выводить информацию на дисплей.

В процессе эксплуатации система обеспечивает непрерывный анализ окружающей обстановки и взаимодействие с пользователем в режиме реального времени. При обнаружении изменений эмоционального состояния пользователя робот может корректировать сценарий работы и выбирать наиболее подходящий режим взаимодействия.

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)

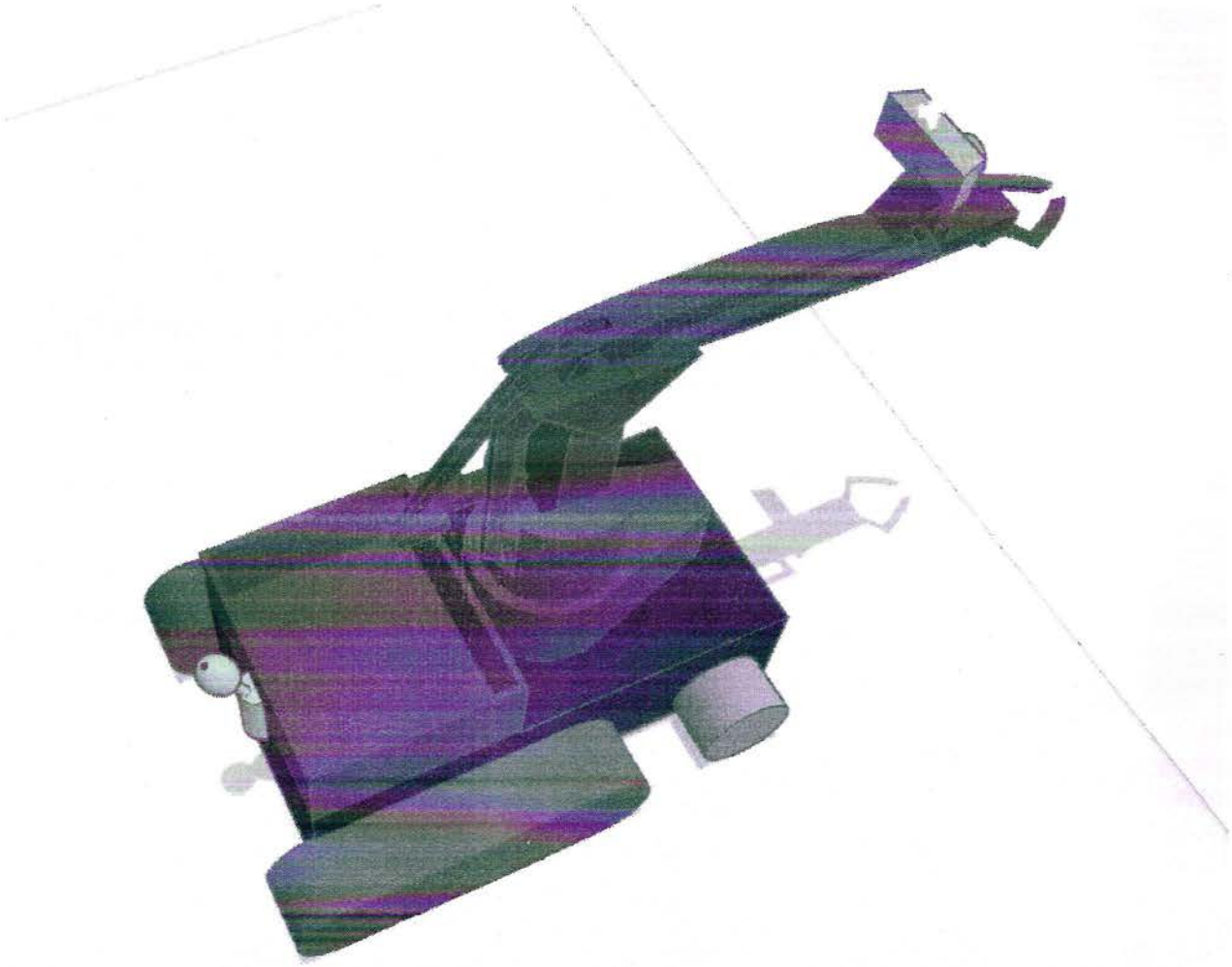

Рисунок 2 – Модель робота

Рисунок 3 – Вид изделия

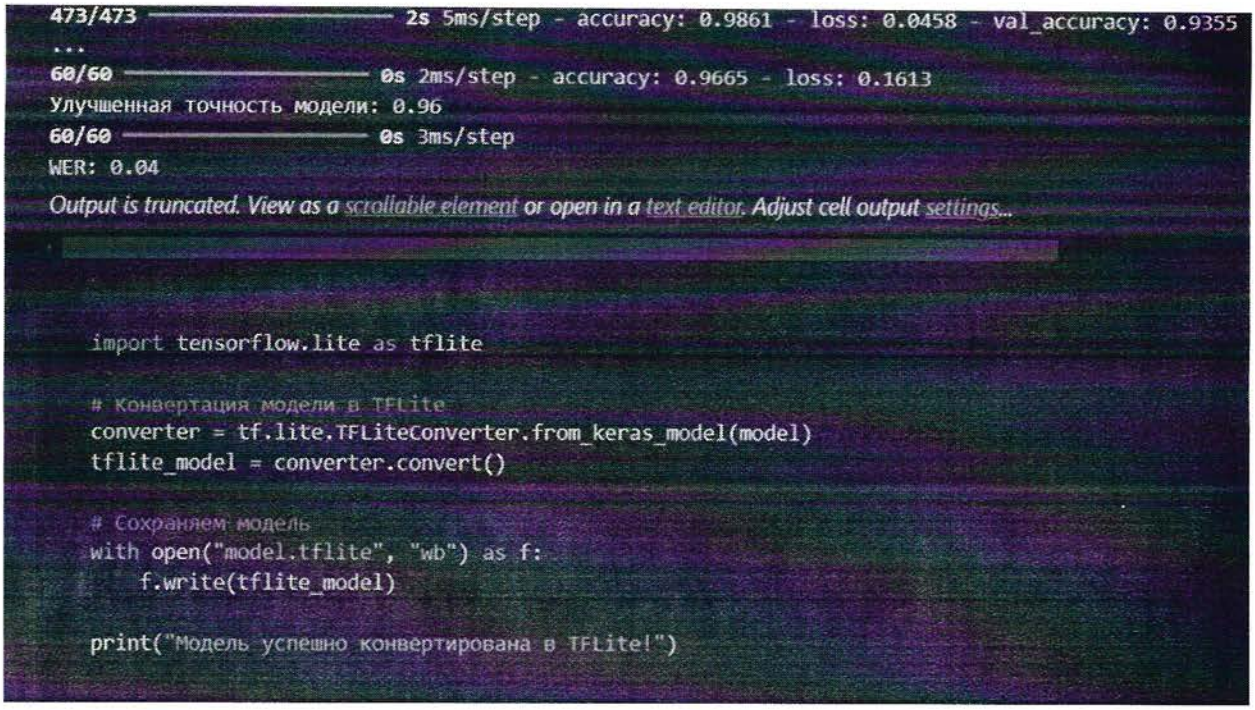

Рисунок 4 – Точность работы модели 96%

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

```
#Код для обучения распознавания голосовых команд
import os
import numpy as np
import tensorflow as tf
import librosa
from tensorflow.keras import layers, models
from sklearn.model_selection import train_test_split
CLASSES = ["left", "right", "up", "down"]
DATASET_PATH = "speech_commands/"
SR = 16000  # Частота дискретизации
N_MFCC = 20  # Количество MFCC увеличено
FIXED_LENGTH = 32
def extract_mfcc(file_path, sr=SR, n_mfcc=N_MFCC, fixed_length=FIXED_LENGTH):
    audio, _ = librosa.load(file_path, sr=sr)
    mfcc = librosa.feature.mfcc(y=audio, sr=sr, n_mfcc=n_mfcc)
    if mfcc.shape[1] < fixed_length:
        pad_width = fixed_length - mfcc.shape[1]
        mfcc = np.pad(mfcc, ((0, 0), (0, pad_width)), mode='constant')
    else:
        mfcc = mfcc[:, :fixed_length]
    return np.expand_dims(mfcc, axis=-1)  # Добавляем ось для CNN
X, y = [], []
for label, command in enumerate(CLASSES):
    folder_path = os.path.join(DATASET_PATH, command)
    for file in os.listdir(folder_path):
        if file.endswith(".wav"):
```

```
                file_path = os.path.join(folder_path, file)
                features = extract_mfcc(file_path)
                X.append(features)
                y.append(label)
        X = np.array(X)
        y = np.array(y)
        X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, ran-
dom_state=42)
        X_train = np.expand_dims(X_train, axis=-1)
        X_test = np.expand_dims(X_test, axis=-1)
        print(f"Данные загружены! Размер обучающей выборки: {len(X_train)},
тестовой: {len(X_test)}")
        model = models.Sequential([
            layers.Conv2D(32, (3, 3), activation="relu", input_shape=(N_MFCC, 32,
1)),
            layers.BatchNormalization(),
            layers.MaxPooling2D((2, 2)),
            layers.Conv2D(64, (3, 3), activation="relu"),
            layers.BatchNormalization(),
            layers.MaxPooling2D((2, 2)),
            layers.Flatten(),
            layers.Dense(128, activation="relu"),
            layers.Dropout(0.3),
            layers.Dense(len(CLASSES), activation="softmax")  # 4 выхода
        ])

        model.compile(optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(learning_rate=0.001),
                      loss="sparse_categorical_crossentropy",
                      metrics=["accuracy"])
```

```
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=40, batch_size=16, validation_data=(X_test, y_test))
test_loss, test_acc = model.evaluate(X_test, y_test)
print(f"Улучшенная точность модели: {test_acc:.2f}")
model.save("speech_command_model.h5")
print("Модель сохранена как speech_command_model.h5")
```

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

И.о. проректора по научной работе, д-р техн. наук. профессор

_____ А.В. Космынин
(подпись)
«19» 06 2026 г.

АКТ
о приемке в эксплуатацию проекта «Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций»

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

- Е.П. Иванкова – руководителя проекта,
- Е.С. Ильченко – наставник проекта,
- Е.А. Вортман – МБОУ СОШ Сельского Поселения "Село Большая Картель"
- Д.С. Мальков – МБОУ СОШ Сельского Поселения "Село Большая Картель"

- В.И. Гулов – МБОУ СОШ Сельского Поселения "Село Большая Картель"

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Коллаборативный робот помощник с распознаванием эмоций», в составе:

1. ESP AI модуль;
2. Arduino;
3. Робот;
4. Паспорт.

Руководитель проекта _____ 15.06.26 (подпись, дата) Е.П. Иванкова

Наставник проекта _____ 15.06.26 (подпись, дата) Е.С. Ильченко

Исполнители проекта _____ 15.06.26 (подпись, дата) Е.А. Вортман

_____ 15.06.26 (подпись, дата) Д.С. Мальков

_____ 15.06.26 (подпись, дата) В.И. Гулов