

Министерство образования Республики Мордовия

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Республики
Мордовия "Республиканский лицей для одарённых детей"

Предметная область: робототехника

**Тема проекта: Робот-помощник для одиноких и
маломобильных людей “Забота”**

Автор: Петряев Егор Олегович, ученик 9В класса
ГБОУ РМ “Республиканский лицей” г. Саранск

Руководитель: Кадикин Рушан Ринадович, педагог
дополнительного образования ГБОУ РМ
“Республиканский лицей”

Саранск 2023 г.

Содержание

Аннотация.....	2
Обоснование актуальности.....	3
Формулировка целей, гипотез и задач.....	4
Дорожная карта.....	5
Описание разработанного решения.....	6
Технические характеристики объекта (объектов) проекта: чертежи или эскизы, массогабаритные параметры.....	6
Функциональное назначение объектов проекта и возможности применения.....	7
Программный код проекта.....	9
Описание функций и возможностей прототипа, компоновка технического задания.....	12
Технологическая карта.....	16
Анализ существующих решений, экономическая и маркетинговая часть проекта.....	18
Подведение итогов.....	21
Список источников.....	23
Приложение А.....	24
Приложение Б.....	25
Приложение В.....	26
Приложение Г.....	27
Приложение Д.....	28

Аннотация

Численность пожилого одинокого и маломобильного населения растет с каждым годом – в России живет 38 миллионов пожилых и маломобильных людей, которые нуждаются в постоянной поддержке. Профессия социального работника стала непопулярной в современном обществе среди молодежи, а близкие люди не всегда могут оказаться рядом.

Решение проблемы: универсальный робот-помощник, обладающий не только эмоциональной, но и функциональной оснащенностью.

Цель проекта: создать робота-помощника “Забота” с умными функциями, позволяющими следить за состоянием пожилого или маломобильного пользователя.

Целевая аудитория: пожилое одинокое и маломобильное население страны, нуждающееся в медицинской, физической и моральной поддержке, которое обладает необходимыми финансовыми возможностями для покупки робота-помощника.

Робот для помощи пожилому и маломобильному населению “Забота” – универсальное устройство, обладающее рядом умных функций. Для его передвижения используется гусеничная система, позволяющая легко преодолевать пороги. Робот двигается за человеком благодаря датчику расстояния.

Если в течении 30 минут “Забота” не обнаруживает движений владельца на указанные контакты приходит тревожное уведомление. Стоит заметить, что функция отключается в ночное время, во время сна и отсутствия в квартире пользователя. Тревожное уведомление также приходит, когда показания датчика задымления повышены или нажата специальная кнопка “SOS”. Робот оснащен датчиками температуры, влажности и загазованности воздуха, а также видеокамерой. Наблюдать за показаниями можно как на встроенном экране, так и на удаленном устройстве. Важной функцией робота-помощника является функция выдачи таблеток по заданному расписанию.

“Забота” может стать настоящим другом для пользователя – робот обладает эргономичным и стильным дизайном. Благодаря микро-компьютеру Orange Pi можно включить музыку и найти какую-то информацию в интернете.

В дальнейшем, в робот “Забота” будет добавлена функция объезда препятствий, звонка на мобильное устройство при помощи голосового управления, интеграции с системами умного дома и трекинга здоровья. Более того, будет разработана рекламная кампания для популяризации проблемы одиночества пожилого и маломобильного населения и добавлена возможность адаптации робота под конкретные заболевания.

Обоснование актуальности

В РФ маломобильные группы населения (инвалиды, пожилые люди (старше 60 лет) и лица с избыточной массой тела) составляют 25% от всего населения страны – это примерно 37-38 миллионов человек. Из них часть населения одинокая, не имеющая родственников и постоянной поддержки.

Численность пожилого одинокого и маломобильного населения будет расти с каждым годом (*Приложение А «Прогноз динамики изменения численности маломобильного населения России до 2035 года»*), таким образом, одинокое маломобильное население — это значительная часть страны, которая нуждается в постоянной поддержке. Профессия социального работника стала непопулярной в современном обществе среди молодежи, а близкие люди не всегда могут оказаться рядом.

Чтобы подтвердить актуальность проекта среди целевой аудитории был проведен опрос фокус-группы, состоящей из 50 человек по следующим вопросам:

1. Есть ли у вас одинокие бабушки и дедушки?
2. Часто ли вы приезжаете к ним?
3. Есть ли у ваших бабушек и дедушек проблемы со здоровьем?

По результатам опроса, у 70% опрошенных есть одинокие бабушки и дедушки, и у 80% из них есть серьезные проблемы со здоровьем (*Приложение Б «Результаты опроса потенциальных пользователей»*).

Проблема: одинокие пожилые или маломобильные люди нуждаются в контроле и заботе, а социальные службы или родственники не всегда могут осуществлять такой контроль. На замену может прийти робот-помощник, который будет следить за состоянием человека, проверять двигается ли он, при необходимости вызывать экстренную помощь.

Формулировка целей, гипотез и задач

Гипотеза: если я создам робота-помощника с умными функциями, то он принесет пользу пожилым одиноким или маломобильным людям и сможет следить за состоянием их здоровья.

Цель проекта: создать робота-помощника “Забота” с умными функциями, позволяющими следить за состоянием пожилого или маломобильного пользователя.

Целевая аудитория: Оценка рынка по методу PAM, TAM, SAM, SOM:

1. **PAM:** Все жители России (147 млн. чел.);
2. **TAM:** Пожилое, маломобильное и одинокое население страны (38 млн. чел.);
3. **SAM:** Пожилое, маломобильное и одинокое население страны, нуждающееся в медицинской, физической и моральной поддержке (21 млн. чел.);
4. **SOM:** Пожилое, маломобильное и одинокое население страны, нуждающееся в медицинской, физической и моральной поддержке, которое обладает необходимыми финансовыми возможностями для покупки робота (10 млн. чел.).

Декомпозиция задач:

1. Создать принципиальную схему и описать функции проекта (постановка технического задания);
2. Изучить существующие решения и сравнить с предложенным;
3. Разработать 3D-модель;
4. Напечатать детали на 3D-принтере;
5. Написать программный код для умных функций прототипа;
6. Создать систему движений робота;
7. Создать систему выдачи таблеток;
8. Создать систему передачи данных с датчиков и видеокамеры на мобильное устройство;
9. Создать интерактивную систему управления устройством с помощью микрокомпьютера Orange Pi;
10. Создать систему отправки тревожных текстовых уведомлений при отсутствии движения, повышенных показаний датчика задымления, или нажатой кнопки “SOS”;
11. Протестировать систему;
12. Подвести итоги, сделать выводы и обозначить развитие.

Дорожная карта

1. Поиск инвесторов и потенциальных покупателей;
Срок: через 2 месяца;
2. Запуск производства тестовых прототипов;
Срок: через 3 месяца;
3. Выход на краудфандинговые платформы;
Срок: через 3,5 месяцев;
4. Отправка тестовых прототипов фокус-группе;
Срок: через 5 месяцев;
5. Сбор обратной связи;
Срок: через 6 месяцев;
6. Дополнение проекта новыми функциями, усовершенствование недостатков;
Срок: через 8 месяцев.

Описание разработанного решения

Технические характеристики объекта (объектов) проекта: чертежи или эскизы, массогабаритные параметры

Размеры: 270x200x400;

Вес: 5 кг;

Энергопотребление: 12V, 10A, аккумулятор;

Используемые компоненты:

1. Микрокомпьютер Orange Pi;
2. Микроконтроллер Arduino Uno;
3. Сенсорный 7-дюймовый ЖК-экран;
4. Датчик расстояния HC-SR04;
5. Сервопривод;
6. Модуль SIM-900 GSM;
7. USB-камера;
8. Двигатели;
9. Датчик утечки газа и дыма MQ-2
10. Электромагнитное реле;
11. Инфракрасный датчик препятствия;
12. Драйвер моторов L293D;
13. Кнопка
14. Датчик температуры и влажности воздуха DHT-11.

Обоснованием для выбора именно такого набора электронных компонентов стали **следующие критерии:**

1. Оптимальная цена;
2. Наличие товара в ассортименте Российского рынка;
3. Оптимальные размеры, доступность для расположения в корпусе устройства;
4. Оптимальный набор технических характеристик для проекта.

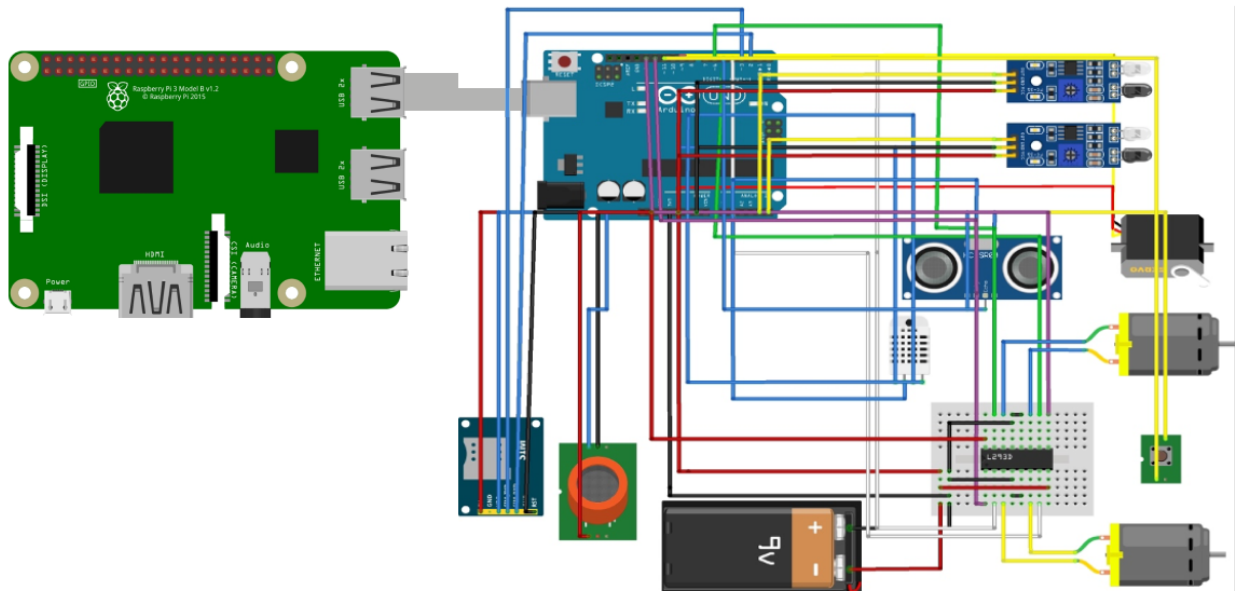


Рисунок №1 “Схема на макетной плате”

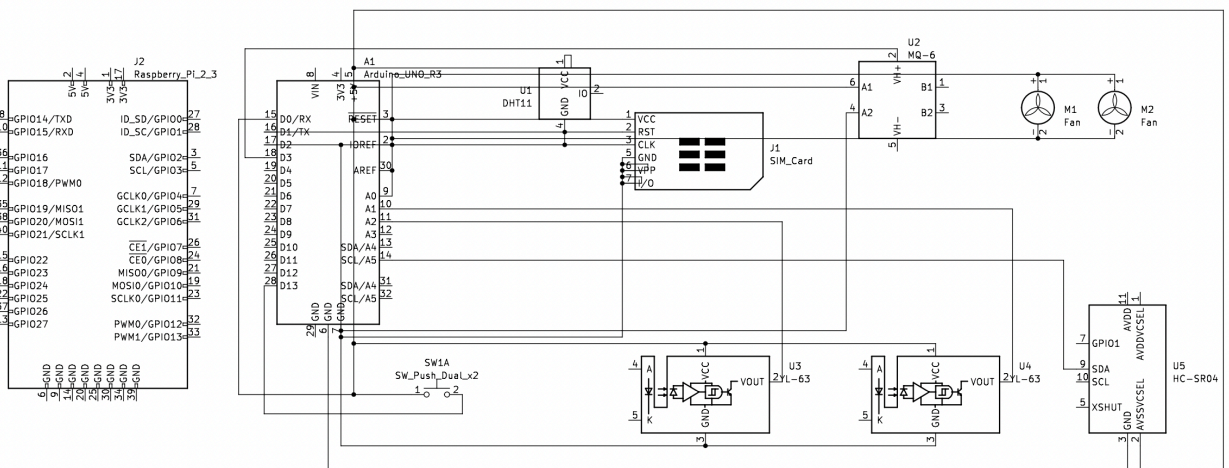


Рисунок №2 “Принципиальная схема”

Функциональное назначение объектов проекта и возможности применения

Используемое программное обеспечение: Микроконтроллер ATmega328P.

Сердцем платформы Arduino Uno является 8-битный микроконтроллер семейства AVR — ATmega328P.

Микроконтроллер ATmega16U2 обеспечивает связь микроконтроллера ATmega328P с USB-портом компьютера. При

подключении к ПК Arduino Uno определяется как виртуальный COM-порт. Прошивка микросхемы 16U2 использует стандартные драйвера USB-COM, поэтому установка внешних драйверов не требуется.

Пины питания:

VIN: Напряжение от внешнего источника питания (не связано с 5 В от USB или другим стабилизированным напряжением). Через этот вывод можно как подавать внешнее питание, так и потреблять ток, если к устройству подключен внешний адаптер.

5V: На вывод поступает напряжение 5V от стабилизатора платы. Данный стабилизатор обеспечивает питание микроконтроллера ATmega328.

Запитывать устройство через вывод 5V не рекомендуется — в этом случае не используется стабилизатор напряжения, что может привести к выходу платы из строя.

3.3V: 3,3 В от стабилизатора платы. Максимальный ток вывода — 50 мА.

GND: Выводы земли.

IOREF: Вывод предоставляет платам расширения информацию о рабочем напряжении микроконтроллера. В зависимости от напряжения, плата расширения может переключиться на соответствующий источник питания либо задействовать преобразователи уровней, что позволит ей работать как с 5 В, так и с 3,3 В устройствами.

Порты ввода/вывода:

Цифровые входы/выходы: пины 0–13

Логический уровень единицы — 5 В, нуля — 0 В. Максимальный ток выхода — 40 мА. К контактам подключены подтягивающие резисторы, которые по умолчанию выключены, но могут быть включены программно. ШИМ: пины 3, 5, 6, 9, 10 и 11 позволяют выводить 8-битные аналоговые значения в виде ШИМ-сигнала.

АЦП: пины А0–А5 - 6 аналоговых входов, каждый из которых может представить аналоговое напряжение в виде 10-битного числа (1024 значений). Разрядность АЦП — 10 бит.

I²C: пины SDA и SCL. Для общения с периферией по синхронному протоколу, через 2 провода. Для работы используется библиотеку Wire.

SPI: пины 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK). Через эти пины осуществляется связь по интерфейсу SPI. Для работы используется библиотеку SPI.

UART: пины 0(RX) и 1(TX). Эти выводы соединены с соответствующими выводами микроконтроллера ATmega16U2, выполняющей роль преобразователя USB-UART. Используются для коммуникации платы Arduino с компьютером или другими устройствами через класс Serial.

Используемые датчики: датчик расстояния HC-SR04, датчик температуры и влажности воздуха DHT-11, датчик широкого спектра газов MQ-2, инфракрасный датчик обнаружения препятствий YL-63.

Для реализации программной части проекта используется программная среда Arduino IDE. Код написан на языке программирования Wiring (C++). Передача данных на мобильное устройство реализована с помощью микрокомпьютера Orange Pi и стандарта передачи данных VncViewer. Отправка текстовых сообщений реализована с помощью GSM-модуля SIM-900. Обоснованием для выбора данного набора реализации технических характеристик стали удобность и легкость в использовании.

Для 3D-проектирования проекта использовался программный комплекс САПР Solidworks. Обоснованием для выбора данного комплекса послужили доступность в ассортименте программ и удобная система проектирования. Далее, модель печаталась на 3D-принтере посредством использования PLA пластика.

Программный код проекта

```
#include <NewPing.h>
#include <AFMotor.h>
#define RIGHT A2
#define LEFT A3
#define TRIGGER_PIN A1
#define ECHO_PIN A0
#define MAX_DISTANCE 100
```

```

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE);

AF_DCMotor Motor1(1, MOTOR12_1KHZ);
AF_DCMotor Motor2(2, MOTOR12_1KHZ);
AF_DCMotor Motor3(3, MOTOR34_1KHZ);
AF_DCMotor Motor4(4, MOTOR34_1KHZ);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(RIGHT, INPUT);
  pinMode(LEFT, INPUT);
}

void loop() {
  val = analogRead(potpin);
  val = map(val, 0, 1023, 0, 180);
  myservo.write(val);
  delay(15);
  delay(50);
  unsigned int distance = sonar.ping_cm();
  int Right_Value = digitalRead(RIGHT);
  int Left_Value = digitalRead(LEFT);
  if((Right_Value==1) && (distance>=10 &&
distance<=30)&&(Left_Value==1)) {
  Motor1.setSpeed(120);
  Motor1.run(FORWARD);
  Motor2.setSpeed(120);
  Motor2.run(FORWARD);
  Motor3.setSpeed(120);
  Motor3.run(FORWARD);
  Motor4.setSpeed(120);
  Motor4.run(FORWARD);
}
else if((Right_Value==0) && (Left_Value==1)) {
  Motor1.setSpeed(200);
  Motor1.run(FORWARD);
  Motor2.setSpeed(200);
  Motor2.run(FORWARD);
  Motor3.setSpeed(100);
  Motor3.run(BACKWARD);
  Motor4.setSpeed(100);
}

```

```

    Motor4.run (BACKWARD);
}
else if ((Right_Value==1) && (Left_Value==0)) {
    Motor1.setSpeed (100);
    Motor1.run (BACKWARD);
    Motor2.setSpeed (100);
    Motor2.run (BACKWARD);
    Motor3.setSpeed (200);
    Motor3.run (FORWARD);
    Motor4.setSpeed (200);
    Motor4.run (FORWARD);
}
else if ((Right_Value==1) && (Left_Value==1)) {
    Motor1.setSpeed (0);
    Motor1.run (RELEASE);
    Motor2.setSpeed (0);
    Motor2.run (RELEASE);
    Motor3.setSpeed (0);
    Motor3.run (RELEASE);
    Motor4.setSpeed (0);
    Motor4.run (RELEASE);
}
else if (distance > 1 && distance < 10) {
    Motor1.setSpeed (0);
    Motor1.run (RELEASE);
    Motor2.setSpeed (0);
    Motor2.run (RELEASE);
    Motor3.setSpeed (0);
    Motor3.run (RELEASE);
    Motor4.setSpeed (0);
    Motor4.run (RELEASE);
}
}
}

```

Описание функций и возможностей прототипа, компоновка технического задания

Робот для помощи пожилому и маломобильному населению “Забота” – универсальное устройство, обладающее рядом умных функций. Для его передвижения используется гусеничная система, состоящая из шин на колесную пару, позволяющая легко преодолевать пороги, или же, заезжать на ковры. Робот двигается за человеком благодаря датчику расстояния и двум инфракрасным датчикам препятствия. Алгоритм движения за человеком описан в *Приложении В* (“Блок-схема алгоритма движения за человеком”).

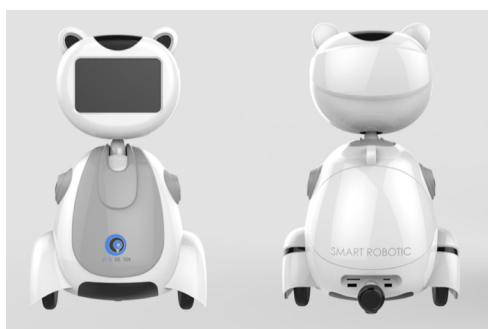


Рисунок №3 “3D-модель робота”

Если в течении 30 минут “Забота” не обнаруживает движений владельца на указанные контакты приходит тревожное уведомление. Стоит заметить, что функция отключается в ночное время, во время сна и отсутствия в квартире пользователя. Тревожное уведомление также приходит, когда показания датчика задымления повышены или нажата специальная кнопка “SOS”. Робот оснащен датчиками температуры, влажности и загазованности воздуха, а также видеокамерой. Стоит заметить, что датчик газа расположен внизу устройства, т.к. природный бытовой газ тяжелее чем воздух, и при образовании утечек он опускается вниз. Наблюдать за показаниями можно как на встроенном экране, так и на удаленном устройстве. Важной функцией робота-помощника является функция выдачи таблеток по заданному расписанию.

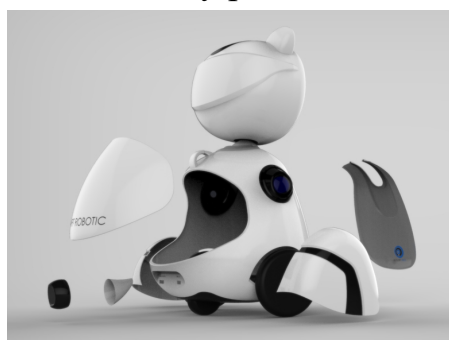


Рисунок №4 “3D-модель робота в раскладке”

“Забота” может стать настоящим другом для пользователя – робот обладает эргономичным и стильным дизайном. Благодаря микрокомпьютеру Orange Pi можно включить музыку, найти какую-то информацию в интернете и пообщаться с голосовым помощником “Алиса”.

Питанием для робота служит встроенный литий-ионный аккумулятор.

Основные структурные элементы робота и их взаимосвязь отражены на *Рисунке №5 (“Структурная схема Э1”)* в структурной схеме Э1.


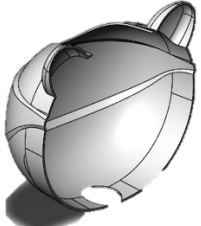
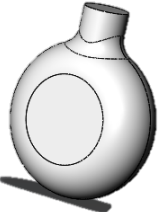






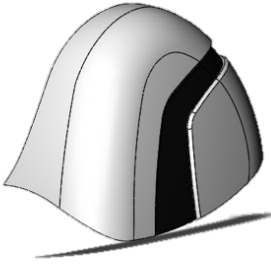
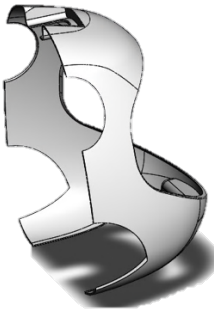
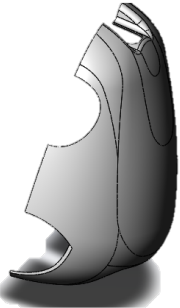

Рисунок №5 “Структурная схема Э1”

Детали 3D модели представлены в *Таблице №1 (“Спецификация конструктивных элементов”)* и в *Приложении Г (“Фотографии 3D-модели”)*, при печати используется пластик PLA. Чертеж 3D-модели представлен в *Приложении Д (“Чертеж 3D-модели робота”)*.

Деталь	Фотография	Материал
Левая рука		PLA пластик
Правая рука		PLA пластик

Продолжение на следующей странице

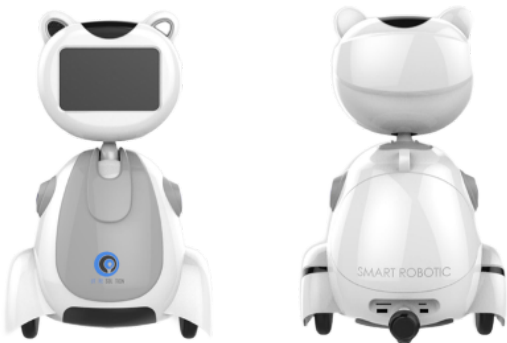

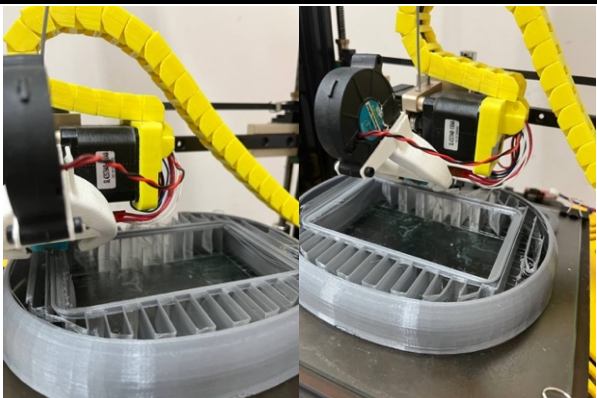
<i>Продолжение Таблицы №1</i>		
Передняя часть головы		PLA пластик
Тыльная часть головы		PLA пластик
Шея		PLA пластик
Тыльная крышка тела		PLA пластик
Передняя часть манишки		PLA пластик
Тыльная часть манишки		PLA пластик
<i>Продолжение на следующей странице</i>		

<i>Продолжение Таблицы №1</i>		
Левый футляр- укрытие для колеса		PLA пластик
Правый футляр- укрытие для колеса		PLA пластик
Тыльная часть тела		PLA пластик
Передняя часть тела		PLA пластик
Вспомогательное колесо		PLA пластик
<i>Продолжение на следующей странице</i>		

<i>Продолжение Таблицы №1</i>		
Колесная пара		PLA пластик

Таблица №1 “Спецификация конструктивных элементов”

Технологическая карта

Этап изготовления	Фотография	Инструменты
Подготовка 3D-модели для печати		Программа для моделирования “SolidWorks”
Сборка тестовой модели робота из пенопласта		Пенопласт, канцелярский нож, клей
Печать модели на 3D-принтере		Пластик PLA, 3D-принтер

Продолжение на следующей странице

Продолжение Таблицы №2

Сборка системы движения робота за человеком



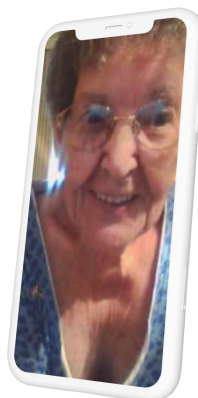
Провода, паяльник, припой, крепеж, отвертки

Сборка системы передачи данных с датчиков на мобильное устройство



Провода, паяльник, припой, крепеж, отвертки

Сборка системы передачи данных с камеры на мобильное устройство



Провода, крепеж, отвертки

Сборка системы выдачи таблеток



Провода, паяльник, припой, крепеж, отвертки

Сборка интерактивной системы управления роботом



Провода, паяльник, припой, крепеж, отвертки

Продолжение на следующей странице


<i>Продолжение Таблицы №2</i>		
Сборка системы отправки тревожных уведомлений на мобильное устройство		Провода, паяльник, припой, крепеж, отвертки
Общее тестирование системы у целевой аудитории		Отсутствуют

Таблица №2 “Технологическая карта”

Анализ существующих решений, экономическая и маркетинговая часть проекта

Преимущества робота-помощника “Забота” – это невысокая цена по сравнению с аналогами, эргономичность и простота использования, возможность выдачи таблеток, интерактивная система управления, гусеничная система передвижения и система отправки тревожных уведомлений. В *Таблице №3 (“Смета проекта”)* представлена смета создания прототипа устройства.

Наименование	Место покупки	К-во	Цена	Сумма
Микрокомпьютер Orange Pi	Магазин “Амперка”	1 шт.	3000 руб.	3000 руб.
Микроконтроллер Arduino Uno	Магазин “Амперка”	1 шт.	750 руб.	750 руб.
Сенсорный 7-дюймовый ЖК-экран	Магазин “Амперка”	1 шт.	2000 руб.	2000 руб.

Продолжение на следующей странице

<i>Продолжение Таблицы №3</i>				
Датчик расстояния HC-SR04	Магазин “Амперка”	1 шт.	300 руб.	300 руб.
Инфракрасный датчик препятствий	Магазин “Амперка”	2 шт.	100 руб.	200 руб.
Сервопривод	Магазин “Амперка”	1 шт.	500 руб.	500 руб.
Модуль SIM-900 GSM	Магазин “Амперка”	1 шт.	500 руб.	500 руб.
USB-Камера	Магазин “DNS”	1 шт.	300 руб.	300 руб.
Датчик газа и задымления MQ-2	Магазин “Амперка”	1 шт.	300 руб.	300 руб.
Двигатели с редуктором	Магазин “Амперка”	8 шт.	200 руб.	1600 руб.
Электромагнитное реле	Магазин “Амперка”	1 шт.	300 руб.	300 руб.
Датчик температуры и влажности воздуха DHT-11	Магазин “Амперка”	1 шт.	200 руб.	200 руб.
PLA-пластик	Магазин “Bestifilament”	2 шт.	1500 руб.	3000 руб.
			Итого:	11050 руб.

Таблица №3 “Смета проекта”

Аналоги устройства на рынке: HSR, ElliQ и Labrador – устройства иностранного производства и обладающие высокой ценой. Для сравнения были выбраны именно эти аналоги в связи с их возможностью в функциональной поддержке. В *Таблице №2 (“Сводный анализ*

существующих решений) представлен сводный анализ существующих решений.

	Медицинский робот “HSR” от компании “Toyota”	Робот “ElliQ”	Робот “Labrador”
Фото			
Габариты	1000x1000x1500	300x300x300	500x500x630-710
Цена	Тестовая модель, отсутствует на рынке	75000 руб.	590000 руб.
Функции	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие манипулятора 2. Открытие дверей 3. Приносить воду и подносить ее ко рту владельца 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интерактивность (возможность заказа такси, или же, включения музыки) 2. Оснащение камерой 3. Голосовое управление 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность перевозки объектов по дому 2. Установка напоминаний и уведомлений 3. Связь с родственниками по видеосвязи
Страна производства	США	Израиль	Израиль
Ссылка на автора	https://clck.ru/33vksQ	https://clck.ru/33vktJ	https://clck.ru/33yZLV

Таблица №2 “Сводный анализ существующих решений”

В качестве вывода от сравнения существующих решений стоит заметить, что робот “Забота” объединяет в себе функции конкурентов, является универсальным устройством и не имеет аналогов в России.

Подведение итогов

Столкнувшись с проблемой, когда пожилой человек нуждается в постоянном уходе и заботе, потому что стал маломобильным, было решено создать робота-помощника “Забота”, который призван помочь тем, кто в этом нуждается.

Целью было не просто создать компаньона, который выполнял бы только эмоциональную помощь – поддержание разговора, вызов близких, а функциональную – контроль движения человека и при необходимости вызов экстренной помощи, голосовой набор экстренных служб, подача лекарств и мониторинг состояния здоровья.

В России подобных аналогов нет, но потребность в подобных устройствах возрастает, так как профессия социального работника стала непопулярной в современном обществе, а близкие люди не всегда могут оказаться рядом.

В процессе создания проектной работы, автором было проведено не только создание робота и его технических функций, но и комплексный анализ актуальности, существующих аналогов и целевой аудитории. В ходе работы над проектом была достигнута цель и выполнены все задачи, поставленные в начале работы.

Кроме того, был получен обширный объём знаний в области робототехники, программирования, информатики, технологии, 3D-моделировании, проектировании и в конструкторской деятельности.

Итоги проектной работы:

1. Проведен социальный опрос потенциальных пользователей;
2. Разработана 3D-модель в программном комплексе САПР “SolidWorks”;
3. Напечатана 3D-модель с использованием пластика PLA на 3D-принтере;
4. Разработана система умных функций;
5. Разработан робот-помощник “Забота”;
6. Протестирована работа прототипа.

Планирование дальнейшего развития:

1. Добавления функции интеграции с системами умного дома и трекинга здоровья;
2. Добавления возможности расширения функционала под конкретные заболевания;
3. Добавление функции преодоления препятствий роботом:

4. Добавление возможности звонка на мобильный телефон с работа “Забота”;
5. Разработка клиентской части для настройки и управления функциями, встроенными в устройство;
6. Разработка рекламной кампании для популяризации проблемы одиночества пожилого и маломобильного населения;
7. Использование более дорогого и точного оптического датчика газа и лидара, для обнаружения препятствий и следования за человеком;
8. Отправка тестового устройства целевой группе, сбор мнений и совершенствование устройства на основе полученных отзывов.

Список источников

Книги:

1. Хромушина Е.Д., Матевосян А.В., Ковалева В.С. Определение численности маломобильных граждан в России и прогноз до 2035 года. - М.: 2021
2. Гергерт Д. В., Плотинская Т. А., Артемьев Д. Г. Совершенствование подходов к оценке государственных проектов доступной среды. Кейс-стади //Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2020. – №. 3. – С. 237-261.

Интернет-ресурсы:

1. Демографическое старение // “Википедия” URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Демографическое_старение (дата обращения: 22.01.2023);
2. Игрушечный робот получил мультяшный характер // "N+1" URL: <https://nplus1.ru/news/2016/06/27/sozmo> (дата обращения: 22.01.2023).
3. Израильтяне выпустили робота-помощника для пожилых людей // "N+1" URL: <https://nplus1.ru/news/2022/03/16/elliq> (дата обращения: 22.01.2023).
4. Робот Toyota может убирать за людьми, ухаживать за больными // "Robogeek" URL: <https://robogeek.ru/servisnye-roboty/robot-toyota-mozhet-ubirat-za-lyudmi-uhazhivat-za-bolnymi?ysclid=lff6bjj8mb540125190#> (дата обращения: 19.03.2023).
5. База знаний Амперки // "Амперка" URL: <http://wiki.amperka.ru/> (дата обращения: 22.01.2023).
6. "Labrador Systems" // "Products - Labrador Systems" URL: <https://labradorsystems.com/products/> (дата обращения: 02.04.2023).

Программное обеспечение:

1. Arduino IDE
2. VncViewer

**Приложение А. “Прогноз динамики изменения численности
маломобильного населения России до 2035 года”**

Год	Инвалиды от 4 до 60 лет	Люди с избыточной массой тела от 18 до 60 лет	Пожилые люди, 60 лет и старше	МГН, всего
2023	4 787 618	288 573	32 721 810	43 298 901
2024	4 763 656	288 168	32 668 940	43 037 965
2025	4 744 589	287 681	32 606 882	42 749 253
2026	4 727 230	287 111	32 535 614	42 486 555
2027	4 712 890	286 520	32 462 155	42 288 565
2028	4 755 396	285 928	32 388 830	42 189 654
2029	4 681 858	285 359	32 318 679	42 026 297
2030	4 717 036	284 823	32 252 709	41 997 568
2031	4 635 829	284 318	32 190 830	41 872 776
2032	4 612 207	283 847	32 133 310	41 825 965
2033	4 586 286	283 422	32 081 178	41 799 386
2034	4 561 418	283 051	32 035 283	41 800 253
2035	4 534 920	282 745	31 996 564	41 822 929

Приложение Б. “Результаты социального опроса потенциальных пользователей”

Ответы участников

Есть ли у вас одинокие бабушки и дедушки?

Да 34 68.0%



Нет 16 32.0%



Часто ли вы приезжаете к ним?

Стараюсь, как можно чаще 42 85.7%



Из-за работы и дел никак не выходит 7 14.3%



Есть ли у ваших бабушек и дедушек проблемы со здоровьем?

Да 39 76.5%



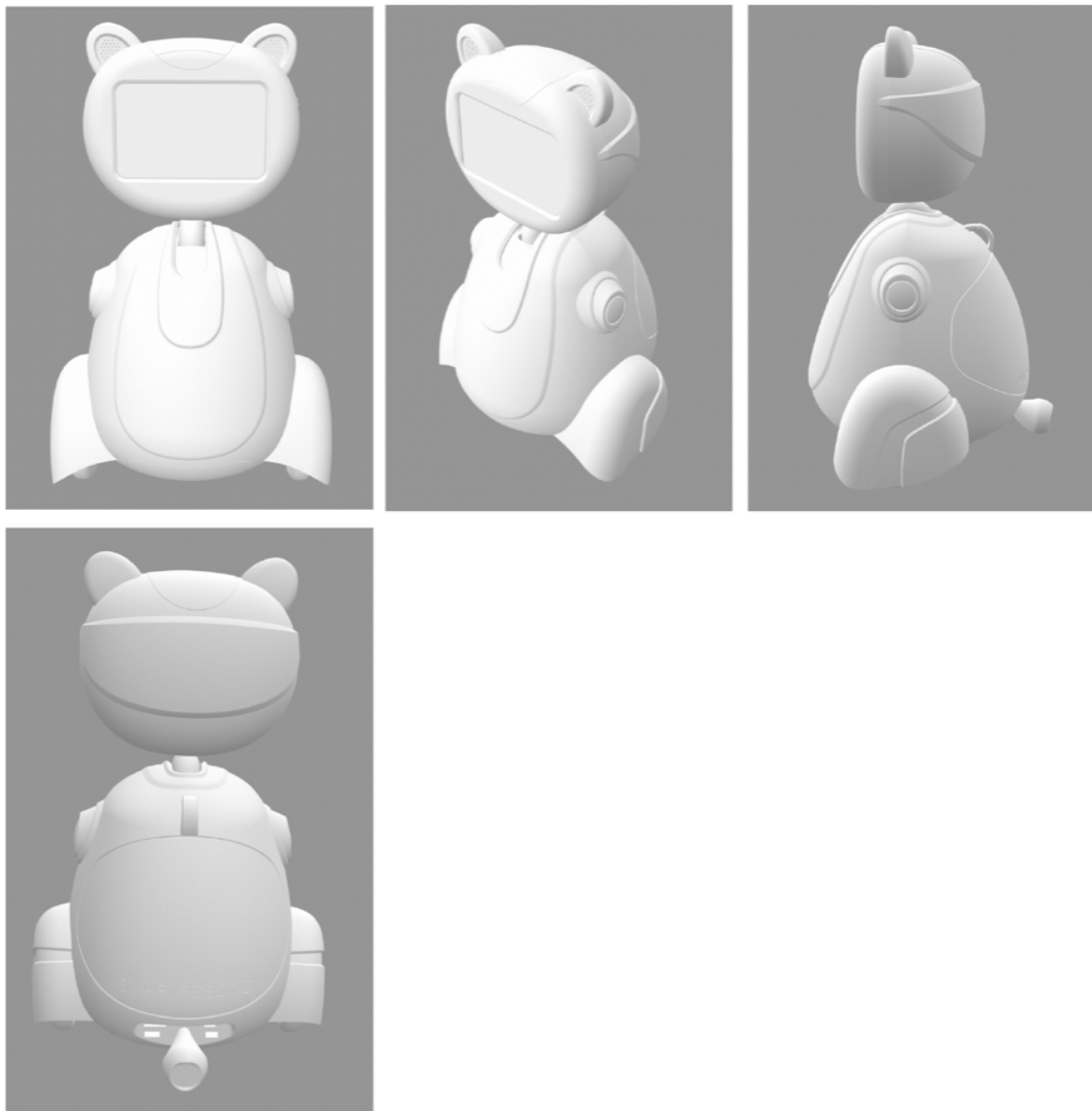
Нет 12 23.5%



Приложение В. “Блок-схема алгоритма движения за человеком”



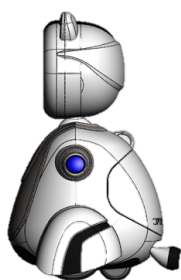
**Приложение Г. “Фотографии деталей 3D-модели,
использованной при печати”**



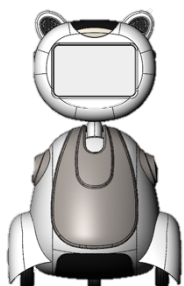
Приложение Д. “Чертеж 3D-модели робота”



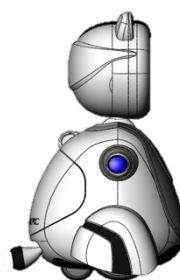
Вид снизу



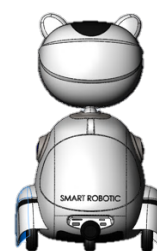
Вид справа



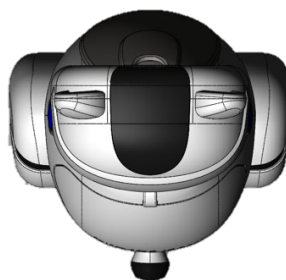
Вид спереди



Вид слева



Вид сзади



Вид сверху