**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ШКОЛА №1502 ПРИ МЭИ «ЭНЕРГИЯ»**

**ОТЧЁТ ПО ПРОЕКТНОЙ РАБОТЕ  
РОБОТ-ОФИЦИАНТ**

**Выполнил:**

Романов Максим Денисович,

Ученик 9 класса.

**Научный руководитель:**

Черепанов Сергей Павлович.

Москва, 2025

Оглавление

[СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ 3](#_Toc189600616)

[РЕФЕРАТ 4](#_Toc189600617)

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc189600618)

[1 ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП 6](#_Toc189600619)

[1.1 Сбор информации о проблеме 6](#_Toc189600620)

[1.2 Анализ существующих прототипов; анализ возможных идей 7](#_Toc189600621)

[1.3 Техническое задание 8](#_Toc189600622)

[2 КОНСТРУКТО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП 9](#_Toc189600623)

[2.1 Моделирование и изготовление корпуса, выбор компонентов 9](#_Toc189600624)

[2.1.1 Определение типа управления роботом, выбор моторов 9](#_Toc189600625)

[2.1.2 Разделение робота на составные части (компоненты) 9](#_Toc189600626)

[2.1.3 Изготовление основания для робота 9](#_Toc189600627)

[2.1.4 Моделирование корпуса 10](#_Toc189600628)

[2.1.5 Изготовление корпуса 11](#_Toc189600629)

[2.2 Моделирование и изготовление креплений для корпуса и датчиков 12](#_Toc189600630)

[2.3 Разработка электрической и электронной схемы 12](#_Toc189600631)

[2.3.1 Выбор микроконтроллера 12](#_Toc189600632)

[2.3.2 Изготовление паячной платы 12](#_Toc189600633)

[2.4 Программирование 13](#_Toc189600634)

[ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП 14](#_Toc189600635)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 15](#_Toc189600636)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 16](#_Toc189600637)

# СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ТЗ – техническое задание.

VEX – стартовый набор программного управления VEX EDR.

ABS – ABS пластик REC 1,8 мм, белый, RAL 9016.

# РЕФЕРАТ

Актуальность

В современном мире все более широкое применение находят роботы, заменяющие человеческий труд. Одной из таких сфер является обслуживание в ресторанах и кафе, где робот-официант может выполнить многие функции, ранее выполняемые человеком

Проблема

Несмотря на то, что в сфере обслуживания уже существуют роботы-официанты, они все не подходят для ресторанов японской кухни, так как являются слишком громоздкими.

Цель проекта – создание современного компактного робота-официанта, который был бы полезен в ресторанах и кафе японской кухни.

**В ходе работы** над проектом был создан работающий прототип робота-официанта, который полностью соответствует заявленным требованиям и решает поставленные задачи.

# ВВЕДЕНИЕ

В современном мире все более широкое применение находят роботы, заменяющие человеческий труд. Одной из таких сфер является обслуживание в ресторанах и кафе, где робот-официант может выполнить многие функции, ранее выполняемые человеком.

В моей семье уже 2 года существует традиция: каждое последние воскресенье месяца мы ходим в ресторан или кафе японской кухни. За всё это время мы ни разу не замечали там роботов, помогающих официантам. Удивившись и расспросив сотрудников ресторана, мы поняли в чём дело: **существующие роботы-официанты слишком громоздкие для подобных заведений**.

Если в подобных ресторанах заменить официантов на роботов, прежде всего создастся выгодная ситуация для администраторов данного заведения: в разы возрастёт продуктивность, уменьшатся траты на заработные платы сотрудникам, а также – робот-официант послужит рекламой заведения, привлекая посетителей.

Цель проекта – создание современного компактного робота-официанта, который был бы полезен в ресторанах и кафе японской кухни.

Задачи:

* + 1. Изучить проблему и существующие решения
    2. Составить техническое задание
    3. Смоделировать устройство
    4. Продумать электронику
    5. Изготовить устройство
    6. Протестировать устройство и, при необходимости, внести изменения

Ожидаемый результат – современный компактный робот-официант, который был бы полезен в ресторанах и кафе японской кухни.

# 1 ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП

1.1 Сбор информации о проблеме

Японская кухня является одной из самых популярных и узнаваемых кухонь в мире благодаря своему уникальному вкусу и специфике приготовления блюд. По данным РБК каждый третий россиянин регулярно выбирает ресторан японской кухни (32,2% опрошенных) [1].

В подобных заведениях самым необычным является посадка людей: сидения расположены непосредственно на полу, а для ног под невысоким столом расположено углубление (Рисунок 1). Средняя высота стола в ресторане японской кухни – 40-45см. Средняя высота существующих роботов официантов – 100-130см (1.2 Анализ существующих прототипов; анализ возможных идей), что существенно выше стола. Разница в 60-70см существенна и создаёт неудобства при использовании таких роботов.



Рисунок 1 – Ресторан японской кухни

1.2 Анализ существующих прототипов; анализ возможных идей

Для проекта были проанализированы аналоги – существующие роботы-официанты. В таблице ниже выделены основные.

Таблица 1. Существующие аналоги

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название и фотография | Характеристики | Достоинства и недостатки |
| Робот официант PUDU "BellaBot" [2]  Робот официант PUDU "BellaBot" | **Размер:**  56,5 х 53,7 х 129 см  **Вес:** 57 кг  **Скорость:** 0,5-1,2 м/с  **Грузоподъёмность:** поднос – до 10 кг | **Достоинства**:  Высокая грузоподъёмность, автономность, сенсорный интерфейс.  **Недостатки:**  Большие габариты. |
| Коммерческий робот-Леле для доставки [3] | **Размер:**  57 x 55 x 160 см  **Вес:** 35 кг  **Скорость:** 0,5-1,4 м/с  **Грузоподъёмность:**  до 15 кг | **Достоинства**:  Высокая грузоподъёмность, автономность.  **Недостатки:**  Большие габариты. |

Можно заметить, что главным недостатком аналогов являются габариты, а именно – высота, поэтому было решено сделать проектируемого робота 40см в высоту, чтобы он находился на уровне стола.

1.3 Техническое задание

1. Робот должен удовлетворять следующим требованиям: возможность доставки подносов с едой и напитками к столикам, ориентация в пространстве по чёрной (в перспективе – магнитной) линии.
2. Геометрические размеры робота: 32 x 32 x 40 см.
3. Основа робота должна представлять собой сборку из VEX.
4. На основе должны быть закреплены два ведущих колеса с моторами VEX, два омни-колеса в качестве опоры.
5. Робот должен иметь четыре ультрозвуковых датчика и два датчика линии для ориентации в пространстве.
6. Корпус робота должен быть изготовлен в форме «песочных часов» из двух усечённых пирамид.
7. Должны быть изготовлены: крепёжные элементы для датчиков линии с возможностью регулировки расстояния между ними и высоты над полом, крепления корпуса к основе робота, корпус, блок управления.
8. Электроника: плата Arduino Mega, паячная плата, драйвер L293d и соединительные провода.
9. Весь робот должен быть выполнен в белом цвете.

# 2 КОНСТРУКТО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП

2.1 Моделирование и изготовление корпуса, выбор компонентов

2.1.1 Определение типа управления роботом, выбор моторов

Так как роботу не нужно следовать сложной криволинейной траектории, было выбрано дифференциальное управление (два колеса, 1 опора). В качестве моторов были выбраны коллекторные моторы постоянного тока из набора VEX, потому что они просты в использование, а также имеют встроенные энкодеры.

2.1.2 Разделение робота на составные части (компоненты)

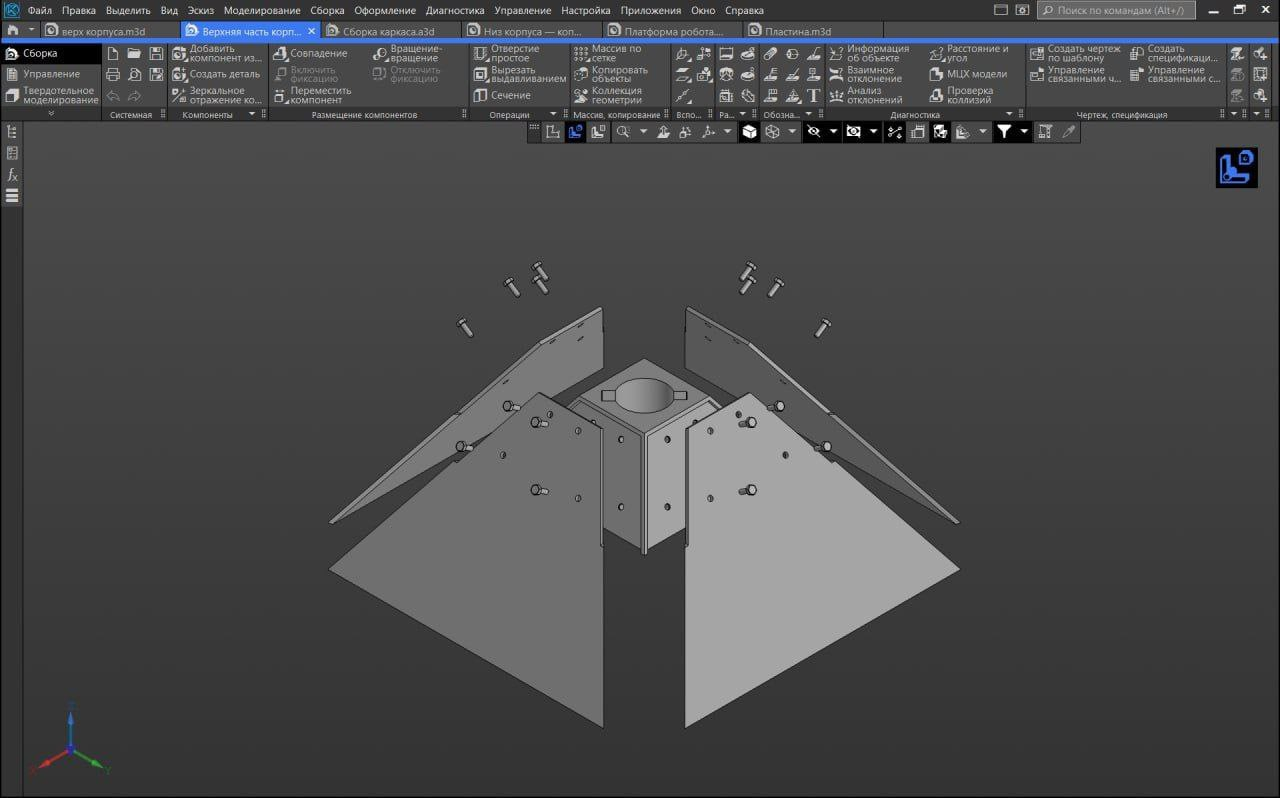
Было решено разделить робота на 3 составные части (не считая крепёжные изделия): основание с колёсами, нижняя часть корпуса, верхняя часть робота.

2.1.3 Изготовление основания для робота

Для конструирования и изготовления основания с колёсами использовался набор VEX, так как он прост в использовании и надёжен. Размер основания – 32см\*32см.

2.1.4 Моделирование корпуса

В качестве программы для 3D-моделирования был выбран Компас-3D из-за своей универсальности и из-за наличия на школьных компьютерах. В данной программе была смоделирована нижняя часть корпуса (Рисунок 2) – усечённая пирамида с отверстием для крепления сверху. Потом она была поделена на четыре стенки из фанеры и основание из ABS. Далее была смоделирована верхняя часть корпуса аналогично нижней.

Рисунок 2 – Разработка нижней части корпуса в Компас-3D

2.1.5 Изготовление корпуса

Для изготовления корпуса использовался школьный лазерный станок (изготовление стенок из фанеры), школьный 3D-принтер (изготовление пластиковых компонентов). После изготовления корпус был покрашен. На Рисунке 3 изображена нижняя часть корпуса до покраски.

Рисунок 3 – Изготовленная нижняя часть корпуса

2.2 Моделирование и изготовление креплений для корпуса и датчиков

Для крепления и фиксации корпуса к платформе были смоделированы и изготовлены 6 пластиковых деталей – накладок на платформу. Чертёж одной из них расположен ниже. В том числе 4 накладки имеют крепление под ультрозвуковой датчик. Чертёж и фотография одной из деталей проекта, а именно – «Накладки на платформу №5», расположен в приложение А.

2.3 Разработка электрической и электронной схемы

2.3.1 Выбор микроконтроллера

Так как функционал у робота простой, было решено использовать плату Технолаб на базе Arduino Mega, потому что она имеет встроенные драйвера для моторов. Однако плата работала некорректно с постоянными сбоями, поэтому было решено итспользовать стандартную плату Arduino Mega.

2.3.2 Изготовление паячной платы

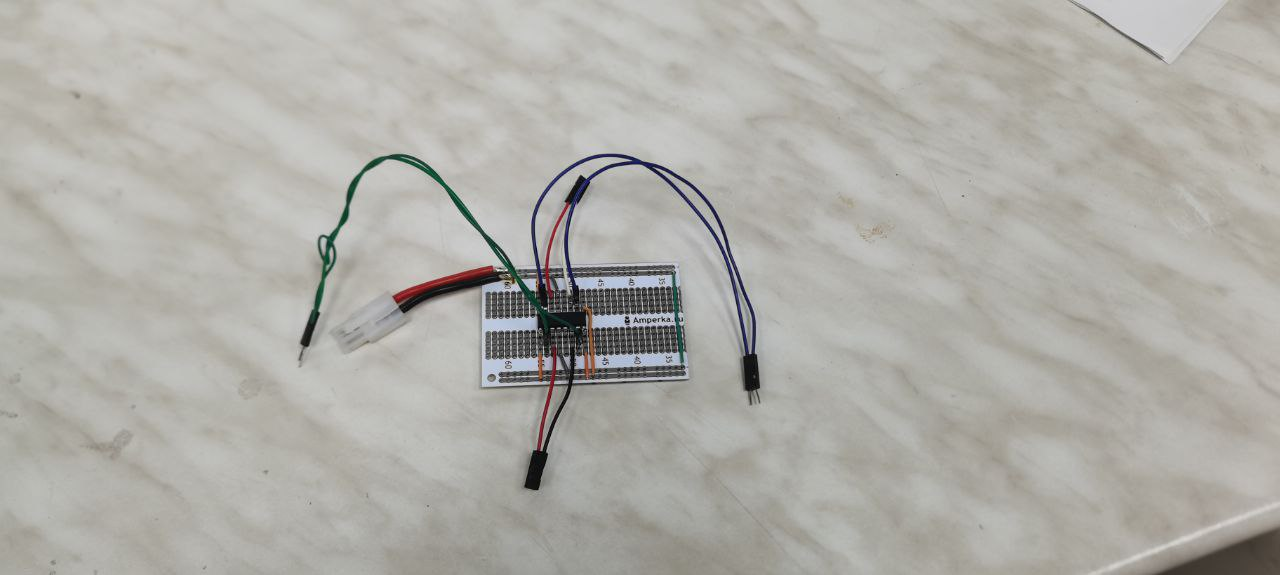
В начале для тестирования моторов и платы Arduino Mega использовалась макетная плата, позже было решено использовать аналогичную паячную макетную плату (Рисунок 4) во избежание дребезга контактов и непредвиденных неполадок.

Рисунок 4 – Выбранная паячная плата на начальной стадии разработки

2.4 Программирование

Программирование робота выполнялось в программе Arduino IDE из-за её универсальности и удобства.

Для езды по линии был выбран ПИД-регулятор.

# ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

В ходе работы над проектом был сделан рабочий прототип робота-официанта, который решает проблему громоздких роботов официантов в ресторанах японской кухни.

В ходе работы над проектом были изучены такие программы как Arduino IDE, Компас-3D; было смоделирован и изготовлен работающий прототип робота-официанта.

Я считаю, что проект сделан на 80%, так как нужно доработать блок управления роботом и поработать над дизайном.

В перспективе возможны следующие улучшения:

1. Модернизировать платформу: поставить четыре омни-колеса, изготовить корпус, закрывающий колёса
2. Создать интерфейс взаимодействия пользователя с роботом
3. Создать приложение для управления роботом
4. Изготовить упаковку и инструкцию для изделия, создать фирменный дизайн
5. Замена чёрной линии на магнитную

# СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

[1] – Каждый третий россиянин выбирает японскую кухню // Магазин исследований URL: [https://marketing.rbc.ru/articles/5887/](https://marketing.rbc.ru/articles/5887/%20) (дата обращения: 20.01.2025).

[2] – Робот официант PUDU “BellaBot" // Robotic URL: <https://robotail.ru/product/robot-ofitsiant-dlya-biznesa-bellabot?yclid=13477595570617974783> (дата обращения: 03.02.2025).

[3] – Автоматическая Доставка еды, интеллектуальный человекоид, робот-официант для ресторана // AliExpress URL: [https://sl.aliexpress.ru/p?key=P7PLGY5](https://sl.aliexpress.ru/p?key=P7PLGY5%20) (дата обращения: 03.02.2025).

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

Рисунок 1 – Чертёж одной из деталей проекта «Накладка на платформу №5»

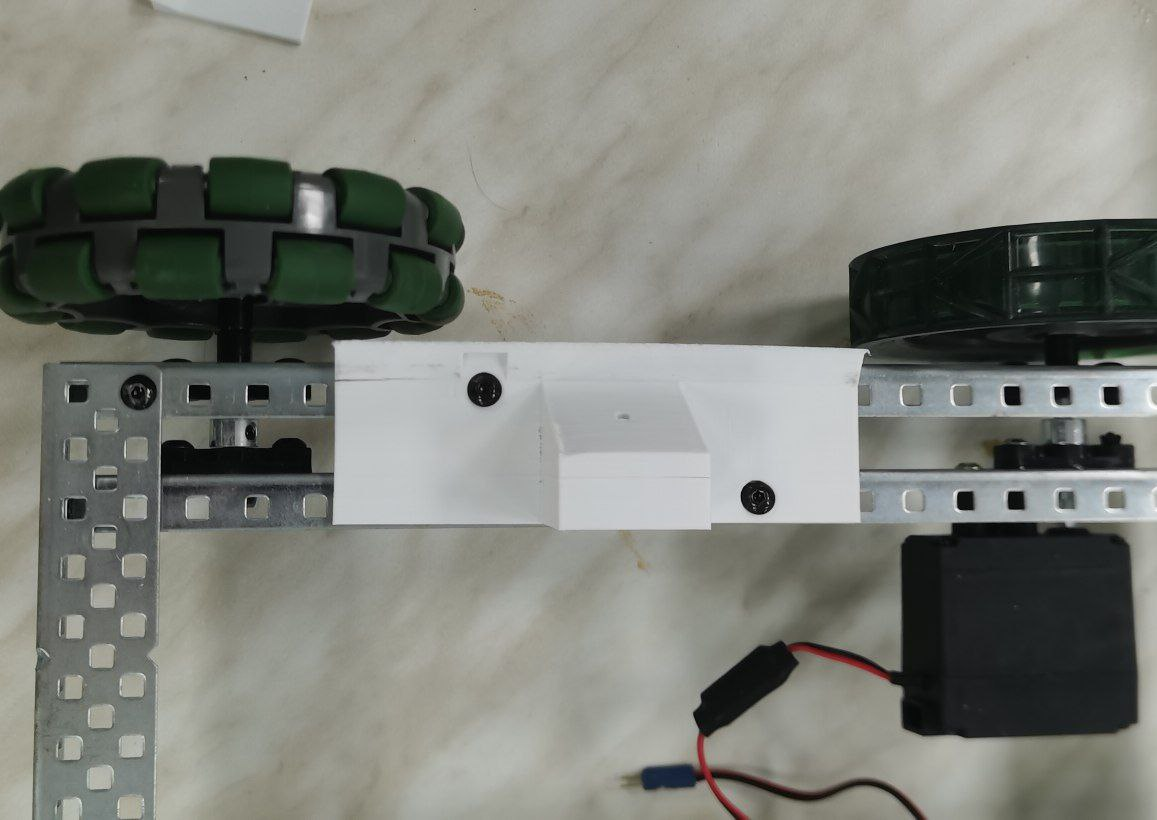


Рисунок 2 – Деталь «Накладка на платформу №5»