

A custom-built ground crawler drone, named "Terminator", is shown on a light-colored tiled floor. The drone features a long, blue, textured track for movement. The chassis is primarily orange and red, with various mechanical components visible, including what appears to be a motor and a sensor or camera module. The text "Беспилотный наземный гусеничный дрон 'Терминатор'" is overlaid in white on the image.

Беспилотный наземный гусеничный дрон "Терминатор"

Выполнили:
Камалиев Рустам, Назаров Валерий
МАОУ «Лицей №38», 10 класс
Руководитель:
Еделев Андрей Юрьевич,
Учитель физики

Актуальность темы

В настоящее время многие наземные дроны-доставщики, используемые различными крупными компаниями, оказываются неподготовленными к разнообразным городским ландшафтам или суровым климатическим условиям. В данном проекте была внедрена гусеничная система с плавающими звеньями, способными адаптироваться под ландшафт. Предполагается, что с помощью данной технологии можно будет решить проблему с проходимостью наземных доставщиков и повысить их эффективность.



Цель работы

Создание рабочего прототипа беспилотного, дистанционно управляемого гусеничного доставщика на базе платы «Arduino mega».



Задачи проекта

1. Изучение теоретического материала о гусеничных лентах
 2. Разработка и создание прототипа беспилотного гусеничного доставщика
 - 2.1. Создание и печать 3D моделей
 - 2.2. Сборка компонентов дрона
 - 2.3. Подключение электронных комплектующих
 3. Создание мобильного приложения для управления дроном
 4. Сбор необходимых замеров и проведение тестирований дрона
- 

Преимущества гусеничного двигателя

Преимуществами гусеничного двигателя по сравнению с другими типами двигателей являются простота устройства, компактность и маневренность. Но главным из этих факторов является проходимость, такой трансмиссии не проблема проехать по грязи, снегу, песку и на других участках дорог. Колеса в данном случае во многом уступают, они не способны проехать туда, где техника на гусеницах производит работу.

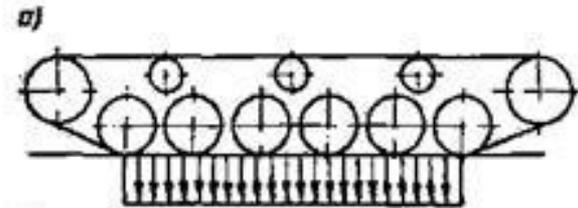


Преимущества гусеничного движителя

$$q_{\text{ср}} = G/2Lb$$

Где **G** – вес машины, Н; **L** – длина опорной поверхности движителя, м; **b** – ширина гусеницы, м.

Для гусеничного движителя обеспечение высокой проходимости по мягким и топким грунтам (болото, снег, песок), преодоление подъемов до 30-35° и различного рода естественных и искусственных препятствий (рвы, пороги, эскарпы и контрэскарпы, неглубокие водоемы и т. д.) зависит прежде всего от величины среднего удельного давления на грунт.



Состав гусеничного движителя

Гусеничная система состоит из нескольких частей: ведущее колесо, гусеницы (гусеничные ленты), опорные катки, поддерживающие катки, механизм натяжения с ленивцами.

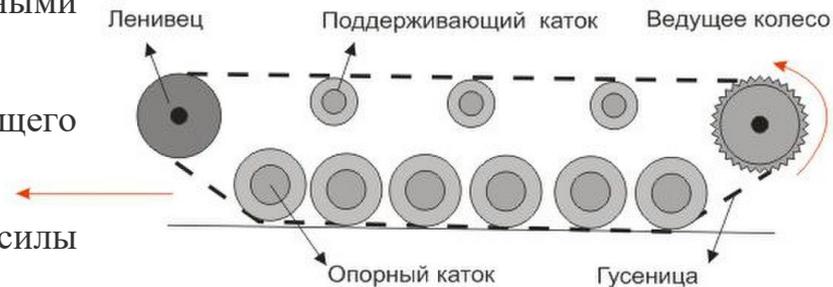
Гусеница: На машине устанавливаются гусеницы цевочного зацепления с параллельными резинометаллическими шарнирами.

Ведущее колесо: предназначено для передачи крутящего момента от вала бортового редуктора к гусенице.

Опорный каток: Он предназначен для передачи силы веса устройства через гусеницы на грунт.

Поддерживающий каток: Они предназначены для поддержания верхней ветви гусеницы от провисания.

Направляющее колесо: Оно служит для удержания гусеницы в обводе при её перематывании, а вместе с механизмом натяжения – для изменения натяжения гусеницы.

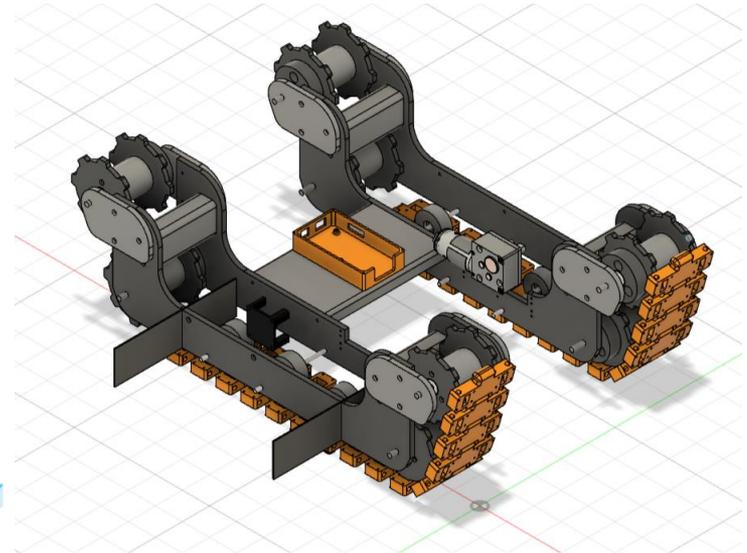
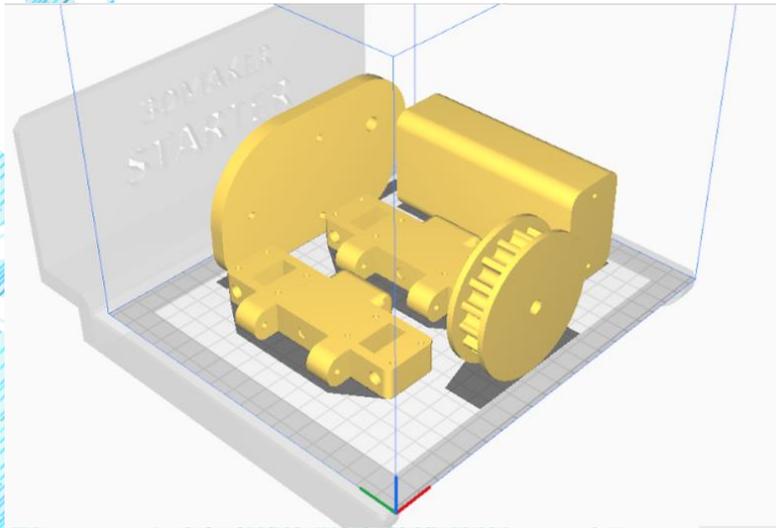


Создание 3D моделей

Для гусеничного доставщика была продумана система приводов, гусеничная лента и корпус с платформой для электроники. Практически все компоненты робота, были созданы самостоятельно. Для этих целей разработали и напечатали 3D модели, общее время печати всех деталей составило порядка 580 часов.

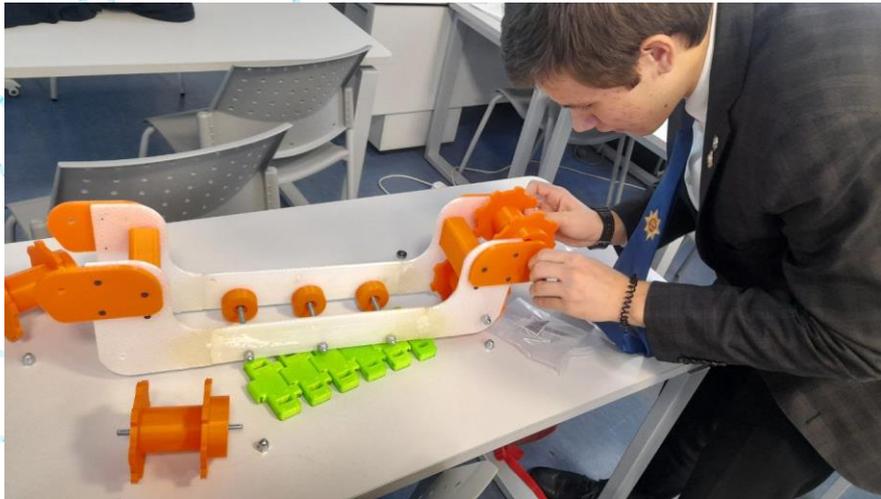
Для создания моделей использовались программы Fusion 360 и Ultimaker Cura

При печати деталей использовался PETG пластик, а также эластичный TPU пластик для ремней передачи, использовавшихся в приводах двигателей.



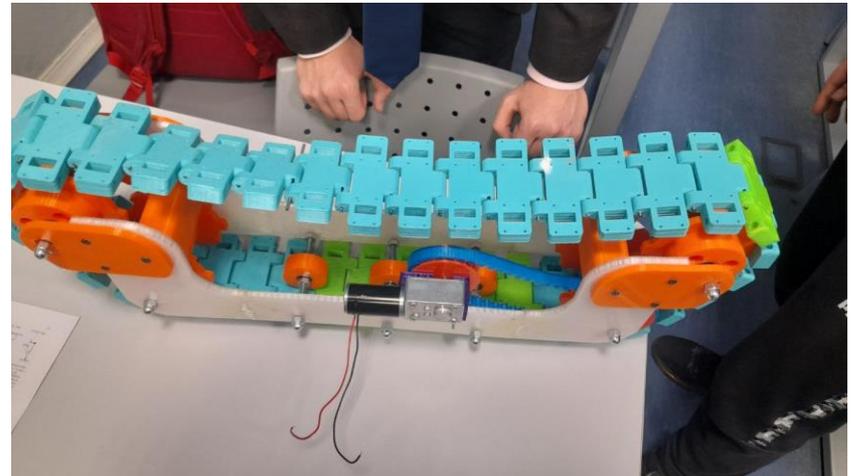
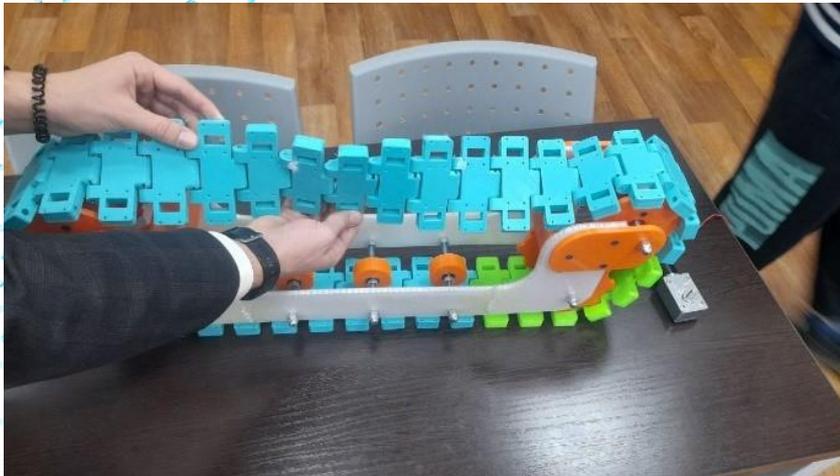
Создание прототипа

После того, как были напечатаны все компоненты для одной гусеницы, была проведена её сборка. Для скрепления между собой гусеничных звеньев, а также других деталей гусеницы шпильки были нарезаны болгаркой. После этого мы поэтапно соединили все необходимые части.



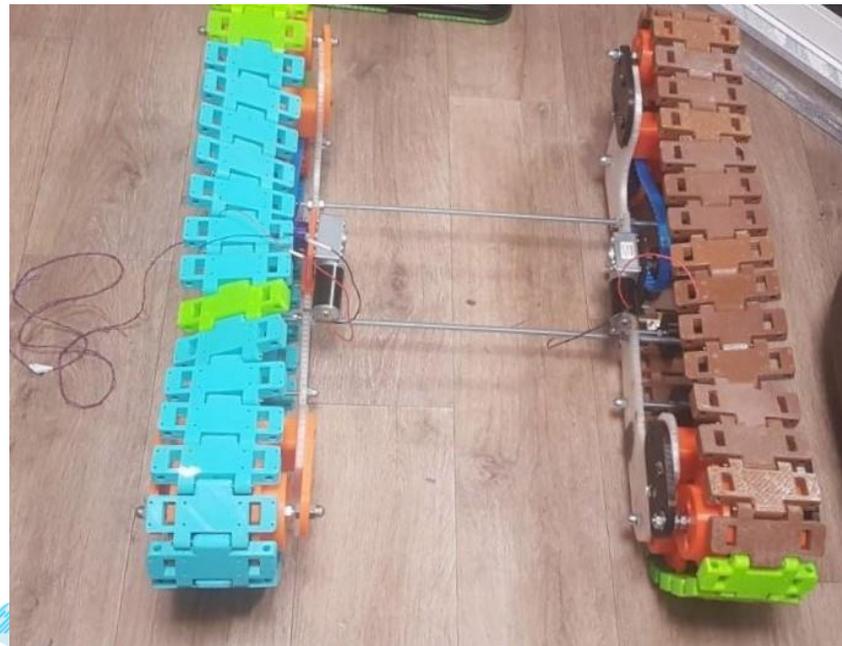
Сборка движителя

В итоге была получена модель гусеницы с плавающими звеньями. Особенность данной системы обеспечивается за счёт конструкции звеньев, а также их довольно свободного скрепления друг с другом при помощи стальных валов диаметром 3 мм.



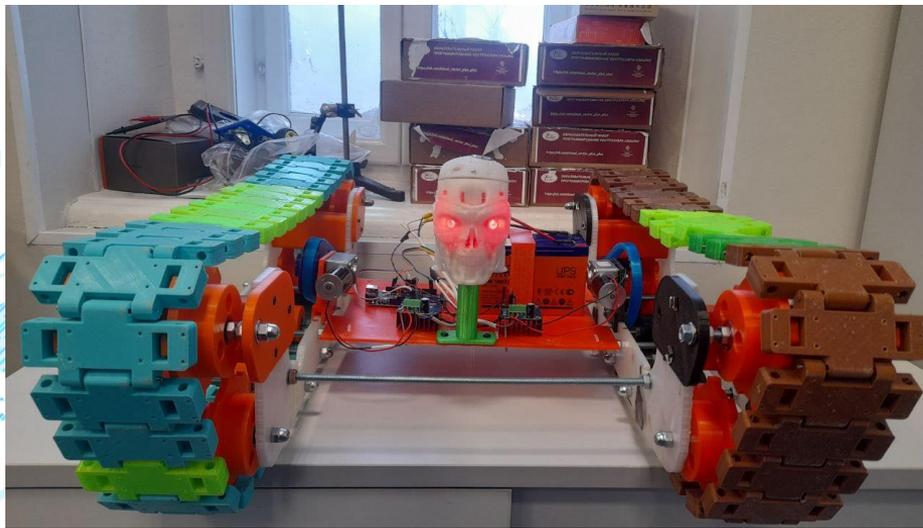
Проведение первых испытаний

Первые испытания были проведены в лицее. На этих испытаниях мы проверили работоспособность одного гусеничного движителя, после учёта результатов испытаний по аналогии был собран второй. После её сборки она была соединена с первой гусеницей двумя валами.

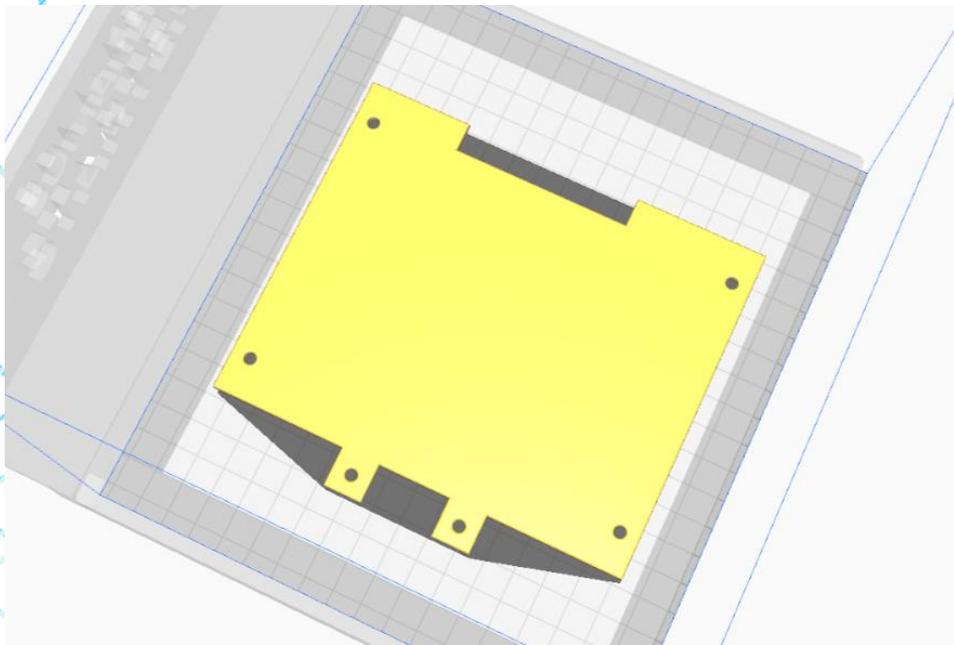


Итоговая сборка

В дальнейшем была смоделирована и напечатана платформа под электронику, на которой разместились все комплектующие дрона. Помимо этого был добавлен третий стальной вал для увеличения прочности конструкции. Также добавили некоторые элементы дизайна, а именно крепление для кнопки питания в виде головы терминатора и звуковой модуль для воспроизведения аудиофайлов.



3D модели добавленных деталей



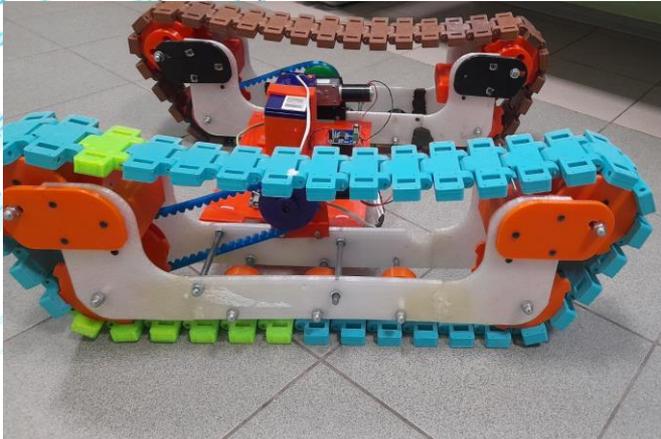
Платформа под электронику



Крепление для кнопки питания

Двигатели и движитель системы

Мы использовали гусеничный движитель для самоходных машин и механизмов, в котором тяговое усилие создается за счёт перематывания гусеничных лент. Он обеспечивает повышенную проходимость самоходной машины.



Двигателями были выбраны Червячные мотор-редукторы DC.

Номинальное напряжение: DC 12В

Скорость холостого хода: 160 об/мин

Максимальная мощность: 5 Вт

Максимальный крутящий момент: 70 кг.см

Диаметр вала: 8 мм

Длина вала: 15 мм

DC 12 В
160 об/мин



Канал передачи данных

Для связи телефона и дрона мы использовали **Модуль Bluetooth HC-06.**

Частота работы модуля: 2,4 — 2,48 ГГц

- Дальность действия: до 30 метров (при отсутствии препятствий)
- Максимальный ток потребления: 45 мА
- Рабочее напряжение: 3.3 — 5.0 В
- Интерфейс: UART
- Скорость передачи данных: 1200 — 1382400 бод (бит в секунду)



Управление дроном



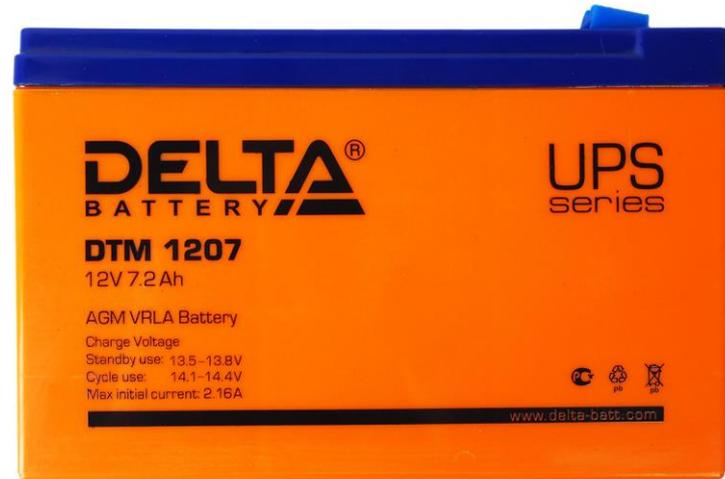
Контроллер Arduino Mega 2560 R3 это главное управляющее устройство, отвечает за управление двигателями и создает обратную связь с приложением.

- **Напряжение питания 5В**
- **Входное напряжение 12В**
- **Цифровой ввод-вывод 54 линии (14 из них = ШИМ)**
- **Аналоговый ввод 16 линий**
- **Постоянный ток на линиях ввода-вывода 40мА**
- **Flash-память 256КВ, 4 КВ из них использованы для загрузчика**
- **Тактовая частота 16МГц**

Питание

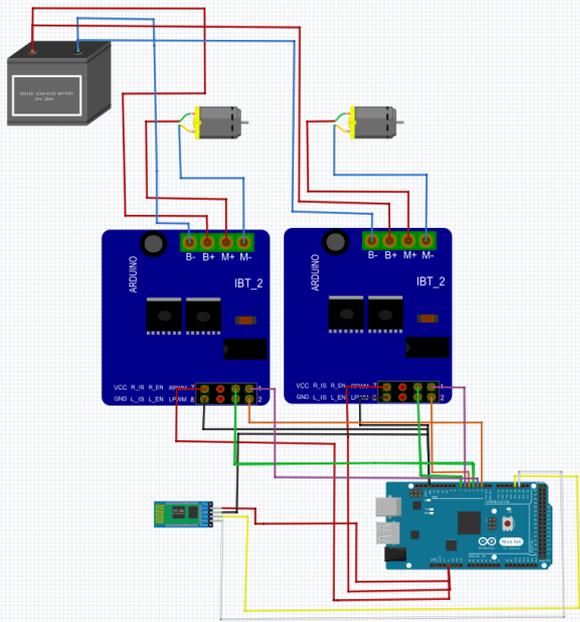
Аккумулятор DTM 1207- свинцово-кислотный аккумулятор Delta серии DTM. В батареях этой серии применена более совершенная конструкция решеток из особо чистого сплава свинца, что увеличивает срок службы и улучшает разрядные характеристики.

- Напряжение питания: 12 В
- Ёмкость: 7.2 Ач
- Размеры (ШхВхГ): 65 x 94 x 151 мм
- Масса: 2.4 кг



Принципиальная схема гусеничного доставщика

Принципиальная схема компонентов выглядит следующим образом. Плата Arduino Mega передает сигналы на драйверы двигателей, которые в свою очередь определяют направление и скорость вращения каждого колеса в зависимости от входящего сигнала, после чего приводят двигатели в движение.



Управление беспилотным дроном-доставщиком

Управление осуществляется с помощью изменения направления вращения двигателей. Эти параметры регулируются с помощью специально разработанного мобильного приложения. Гусеничный доставщик способен свободно поворачивать и ехать.



Мобильное приложение



Мобильное приложение было написано с помощью программы MIT APP INVENTOR, которая может решить большой спектр задач, благодаря широкому функционалу. В ней легко выбрать и расположить элементы интерфейса.

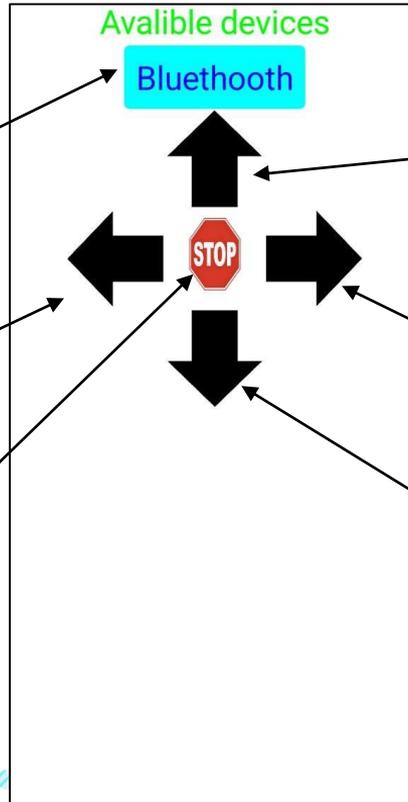
Программирование осуществляется с помощью готовых блоков. В этой программе также можно использовать показание датчиков смартфона, различные каналы связи, карты, что поможет в управлении нашим роботом.

Интерфейс программы

Кнопка подключения к Bluetooth модулю, а также отображения доступных устройств

Кнопка включения режима “влево”

Кнопка остановки двигателей



Кнопка включения режима “вперед”

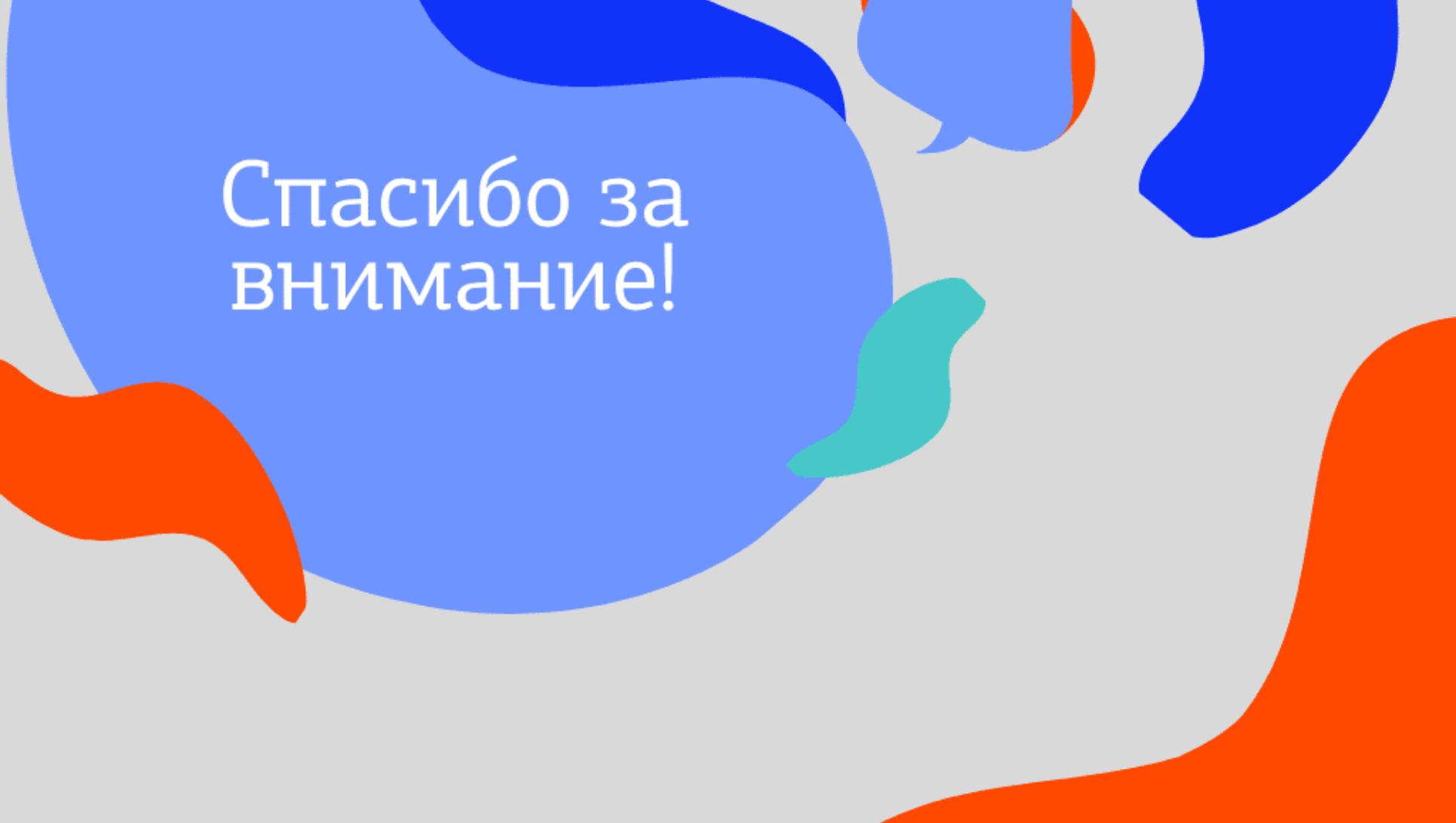
Кнопка включения режима “вправо”

Кнопка включения режима “назад”

Заключение

В ходе проекта мы создали и провели испытания беспилотного гусеничного доставщика, приспособленного для городской среды и свободно передвигающегося по ней. Также было разработано приложение для управления дроном. Нами был изучен теоретический материал о гусеничных движителях.



The background features several abstract, organic shapes in shades of blue and orange. A large, light blue shape is the central focus, containing the text. Other shapes in darker blue and bright orange are scattered around it, creating a modern, graphic look.

Спасибо за
внимание!