



ІТМО

Применение Arduino для изучения робототехники в образовательных учреждениях

Выпускная квалификационная работа студента
группы R34423 Евстигнеева Дмитрия Максимовича

Современные технологии робототехники играют важную роль во многих отраслях, включая медицину, производство и транспорт. Это делает изучение робототехники и программирования важным для будущих специалистов во многих областях.



Введение в платформу Arduino



Платформа Arduino состоит из двух основных компонентов: физического микроконтроллера и программного обеспечения, называемого Arduino IDE (интегрированная среда разработки).

Одной из самых популярных моделей является Arduino Uno

Преимущества использования платформы Arduino в образовательных учреждениях



Простота использования



Arduino основан на языке программирования C++, который является достаточно простым для понимания и изучения даже для новичков в программировании.

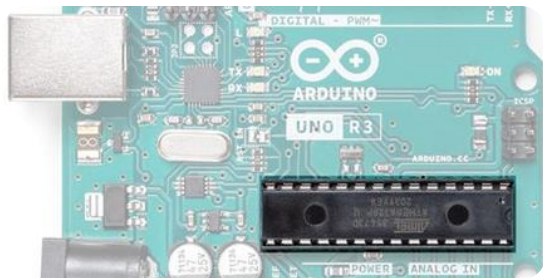
Открытый код



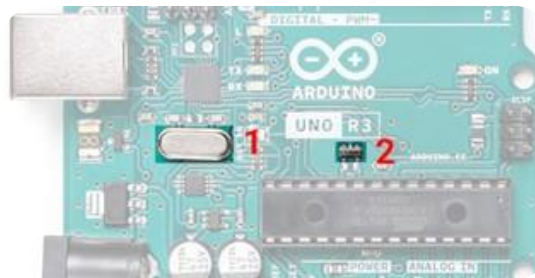
Это позволяет образовательным учреждениям внедрять ее в учебный процесс, не прибегая к большим затратам на оборудование.

Анализ аппаратных средств

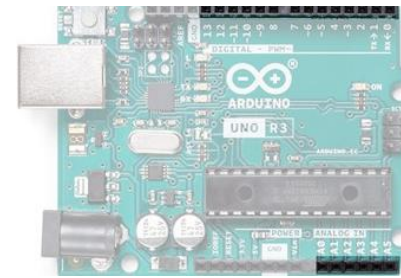
ИТМО



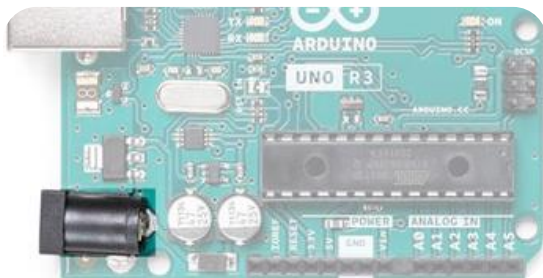
Микроконтроллер



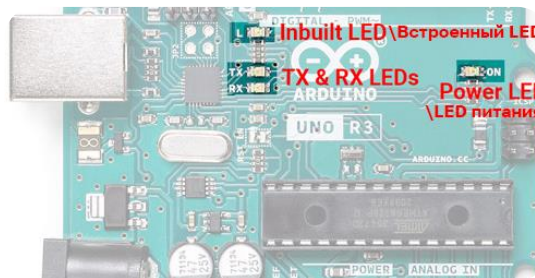
Кварцевый резонатор



Разъемы ввода\вывода, USB



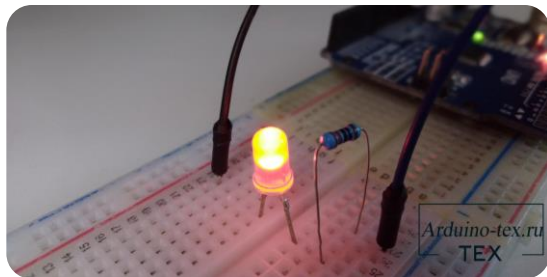
Разъем питания



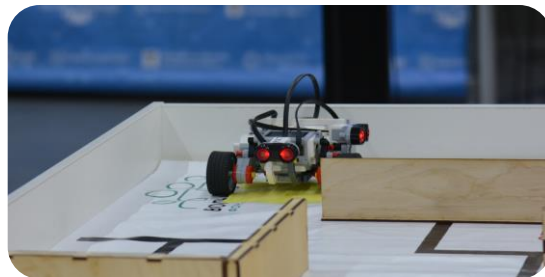
Кнопки и светодиоды

Примеры робототехнических проектов для обучения

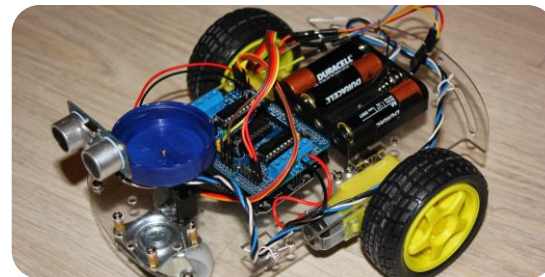
ИТМО



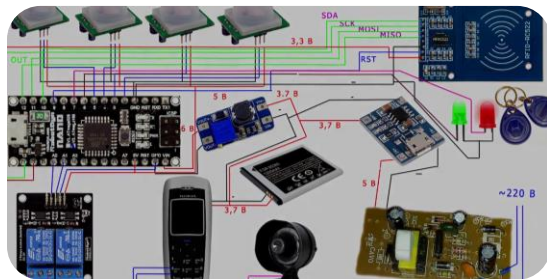
Мигающий светодиод



Робот, избегающий препятствий



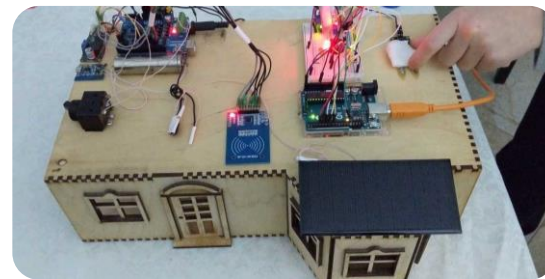
Простой робот



Система охранной сигнализации



Робот с дистанционным управ.



Система автоматизации умного дома

Финальный проект



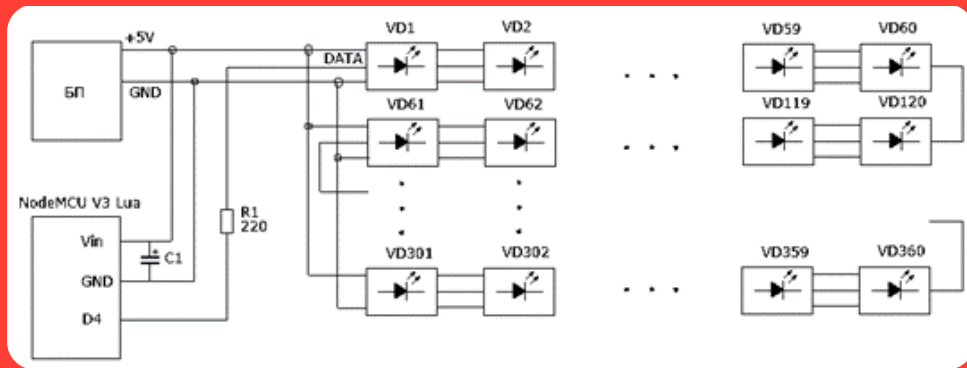
Финальный проект — это проект, который ученики выбирают сами. Он является наиболее сложным и продвинутым из всех описанных проектов.

В качестве примера финального проекта курса был разработан проект **«Бегущая строка Wi-Fi»** на базе платы NodeMCU V3 ESP8266 Wi-Fi 4Mb CH340 5-9V.



Также проект включает в себя блок питания LRS-50 50W 5V 10A и адресную светодиодную ленту WS2812b 60led IP33 (60 диодов\метр, для проекта 6 метров – 360 светодиодов).

Финальный проект



В первую очередь
была разработана
схема соединений



Потребление светодиодов

N - количество светодиодов

P_{led} - потребление одного светодиода в ваттах

Тогда максимальное потребление светодиодами выражается следующей формулой:

$$P_{max} = N * P_{led}, \quad (1)$$

В данном случае:

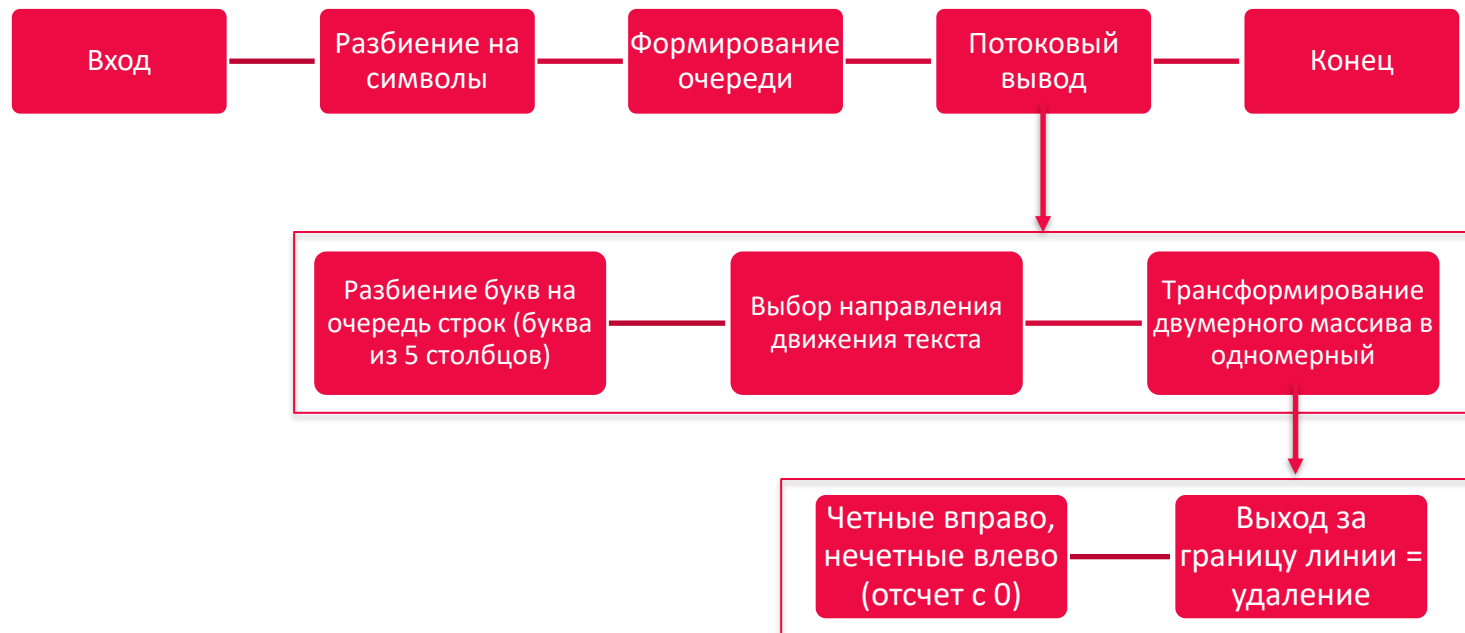
$$N = 360, \quad (2)$$

$$P_{led} = 0.15 \text{ Вт}, \quad (3)$$

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$P_{max} = 360 * 0.15 \text{ Вт} = 54 \text{ Вт}, \quad (4)$$

Алгоритм вывода текста



Сложность программы

Предположим, что размер входной строки равен n .



1. Ввод строки - сложность $O(1)$, так как это простая операция ввода.
2. Создание пустой строки ``newString`` - сложность $O(1)$.
3. Преобразование ``epromVar1.Running_String`` в верхний регистр и замена некоторых символов в ``newString`` - сложность $O(n)$, так как мы проходим по каждому символу входной строки.
4. Инициализация светодиодной матрицы - сложность $O(1)$.
5. Установка начальной позиции вывода символов на светодиодной матрице - сложность $O(1)$.
6. Для каждого символа ``ch`` в ``newString``:
 - Вывод символа на светодиодную матрицу - сложность $O(n)$.

Таким образом, общая сложность алгоритма составляет $O(n^2)$, где n - размер входной строки.

Управление скоростью текста

1. Пусть переменная "x" представляет текущую позицию текста на светодиодной матрице, а переменная "v" - скорость прокрутки текста.



2. Обратная связь может быть представлена формулой:

$$u = Kp * (x_{desired} - x) + Ki * \int (x_{desired} - x)dt + Kd * \frac{d}{dt}(x_{desired} - x), \quad (5)$$

где:

- u - управляющий сигнал, определяющий скорость движения текста,
- Kp, Ki, Kd - коэффициенты пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих соответственно,
- $x_{desired}$ - желаемая позиция текста,
- $\int (x_{desired} - x)dt$ - интеграл ошибки позиции текста,
- $d/dt(x_{desired} - x)$ - производная ошибки позиции текста по времени.

Управление скоростью текста

3. Значение управляющего сигнала "u" может быть преобразовано в скорость "v" с помощью функции преобразования, например:



$$v = f(u), \quad (6)$$

где функция "f" может быть определена в соответствии с характеристиками светодиодной матрицы и требуемой скоростью прокрутки текста, в данном случае:

$$f(x) = speed * \frac{r_{обн}}{n_{leds} * t} * x, \quad (7)$$

где:

- $r_{обн} = 800\text{кГц}$ (800 000 Гц), частота обновления светодиодов (в Гц)
- $n_{leds} = 360$, количество светодиодов
- $speed$ – скорость от 1 до 10
- x – текущая позиция прокрутки текста
- t – длина текста, который будет прокручиваться

4. Для определения оптимальных коэффициентов K_p , K_i и K_d был использован метод настройки контроллера Циглера-Никольса.

Режим «Циглера-Никольса по величине»:

Экспериментальные данные:

$T_c = 0.1$ с (период колебаний составляет 0.1 секунды)

$K_u = 10$ (коэффициент усиления равен 10)

$$K_p = 0.2 * 10 = 2, \quad (8)$$

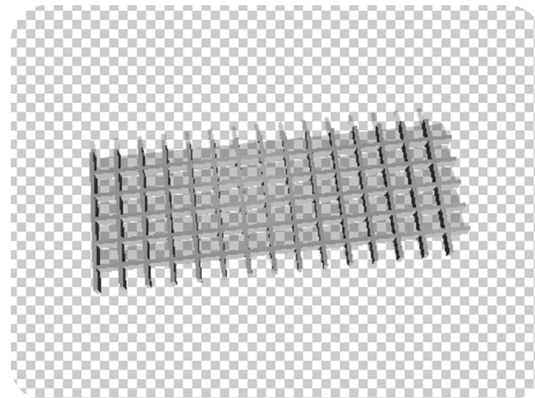
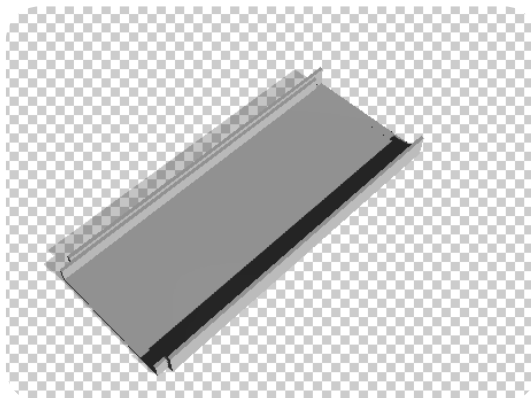
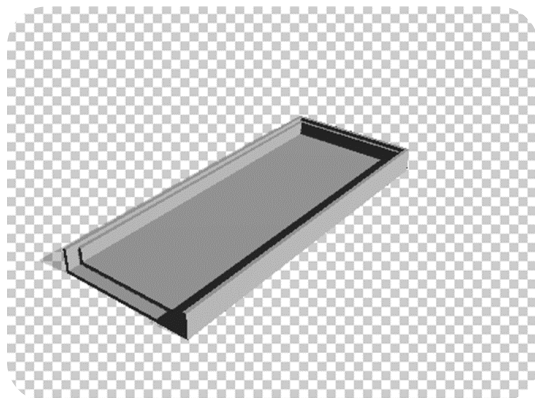
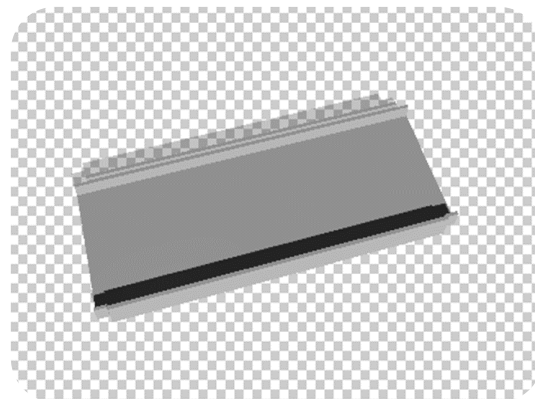
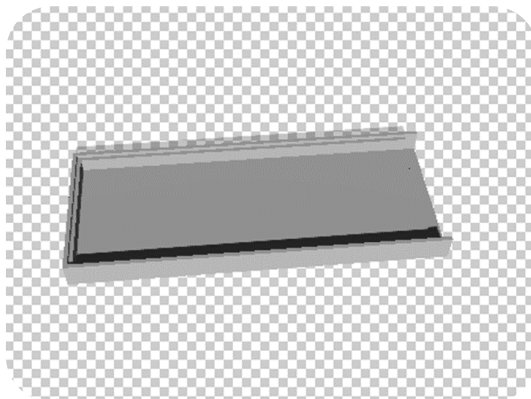
$$K_i = 2.5 * \frac{2}{0.1} = 50, \quad (9)$$

$$K_d = 0.05 * 2 * 0.1 = 0.01 \quad (10)$$

Финальный проект

ІТМО

Была составлена
модель корпуса
проекта и
разделена на 4
части ввиду
ограничения печати



Финальный проект

ИТМО

Выберите режим

Off

Моргайка

Бегущий огонь

Микс

Цвета

Радуга

Яркость: 

Скорость: 

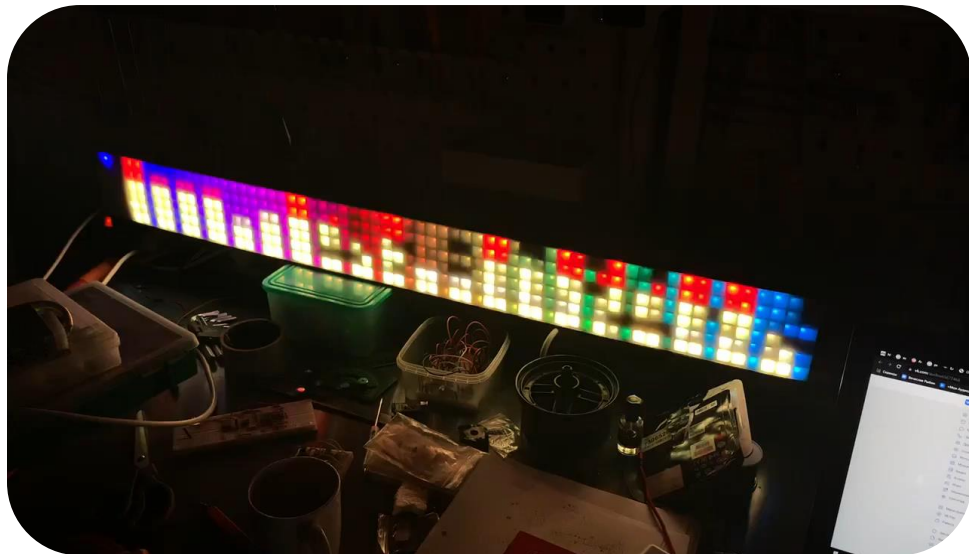
Применить

Проект управляется через форму, которая создается платой



Финальный проект

ИТМО



Итоговый вариант Финального проекта

Оценка эффективности использования Arduino в образовательных учреждениях



— ✕
Был проведен мастер-класс для детей 10-15 лет с использованием платформы TinkerCAD.

Ученики отметили, что получили ценный опыт работы с платформой Arduino и научились создавать и программировать различные устройства.

Они также выразили желание продолжить обучение робототехнике с использованием платформы Arduino.

**Спасибо
за внимание!**

it'sMO *re than a*
UNIVERSITY