**Пояснительная записка к проекту «Умная ёмкость»**

**Автор:** Шипилов Степан [shipilov.siu@phystech.edu](mailto:shipilov.siu@phystech.edu)

**GitHub:** https://github.com/stive-shipilov/Smart-Container

**1. Причины выбора проекта**

* **Проблема:** Отсутствие на рынке компактных ёмкостей с автоматическим контролем веса и удалённым мониторингом для бытового/промышленного использования.
* **Решение:** Создание универсального устройства с IoT-функционалом, объединяющего ёмкость для хранения и точные весы с Wi-Fi.

**2. Цель и задачи**

**Цель:** Разработать ёмкость с автоматическим измерением веса содержимого и передачей данных на смартфон/компьютер через Wi-Fi.

**Задачи:**

1. Анализ и подбор компонентов (тензодатчик, ESP8266, HX711).
2. Сборка и пайка электрической схемы.
3. Калибровка тензодатчика для минимизации погрешности.
4. Проектирование корпуса (лазерная резка) и эргономичной ручки (3D-печать).
5. Написание ПО для передачи данных в облако (ThingSpeak API).
6. Тестирование и оптимизация работы системы.

**3. Описание продукта**

* **Назначение: Ёмкость для хранения продуктов/материалов с функцией взвешивания и удалённого мониторинга.**
* **Компоненты:**
  + **Аппаратные: ESP8266 (Wi-Fi), HX711 (АЦП), тензодатчик, корпус из фанеры, 3D-печатная ручка.**
  + **Программные: Прошивка для ESP8266 (C++/Arduino IDE), интеграция с ThingSpeak.**
* **Функционал:**
  + **Измерение веса с точностью до ±5% (при нагрузке до 500 г).**
  + **Передача данных в реальном времени через Wi-Fi.**
  + **Эргономичный дизайн (разборный корпус, удобная ручка).**

**4. Процесс реализации**

**Этапы работы:**

1. **Аппаратная часть:**
   * **Пайка схемы: подключение тензодатчика к HX711 и ESP8266.**
   * **Лазерная резка корпуса (чертежи в SolidWorks, сборка «шип-паз»).**
   * **3D-печать ручки**
2. **Программная часть:**
   * **Калибровка датчика (подбор коэффициента через Serial Monitor).**
   * **Код для Wi-Fi и ThingSpeak**
3. **Тестирование:**
   * **Проверка точности: сравнение с эталонными грузами.**
   * **Анализ случайной погрешности при нагрузках до 1 кг.**

**5. Проектирование и изготовление**

* **Корпус: Лазерная резка фанеры (толщина 3 мм), сборка c клеем.**
* **Ручка: 3D-печать (PLA) с оптимизированной формой для удобства.**
* **Электроника: Компактное размещение плат внутри корпуса.**

**6. Анализ аналогов**

| **Аналог** | **Недостатки** | **Отличия «Умной ёмкости»** |
| --- | --- | --- |
| **Xiaomi Smart Kitchen Scale** | **Отдельное устройство (не ёмкость)** | **Интеграция датчика в ёмкость** |
| **Amazon Dash Smart Shelf** | **Крупногабаритная, для полок** | **Компактность, адаптация для сыпучих материалов** |
| **Умные контейнеры (например, Prepd)** | **Нет взвешивания** | **Полный цикл: хранение + мониторинг** |

**Уникальность проекта:**

* **Гибрид ёмкости и весов с удалённым доступом к данным.**
* **Открытый исходный код и возможность модернизации.**

**7. Тестирование и результаты**

* **Методика:**
  + **Поэтапное увеличение нагрузки (10–5000 г) с измерениями на каждом этапе.**
* **Результаты:**
  + **Погрешность примерно 5% при малых нагрузках (до 200 г).**
  + **Спад погрешности до 2–3% при 500-5000 г.**
  + **Стабильная передача данных в ThingSpeak (обновление данных каждые 30 сек).**

**7. Перспективы**

* **Разработка мобильного приложения для уведомлений.**
* **Улучшение точности (аппаратная фильтрация сигнала).**
* **Масштабирование: сеть ёмкостей с единым управлением.**