

Физтех-фабрика

Копилка с автоматическим счётчиком монет

Выполнили: Бочкарев Федор, Б01-003
Бочкарева Софья, Б01-003

1 Введение.

На сегодняшний день большинство транзакций и расчётов происходит путём переводов из мобильных приложений, либо по бесконтактной оплате. Несмотря на рост безналичных платежей, мелкие монеты все еще остаются частью повседневных расчетов. Накопление мелочи может мешать людям своим неопределённым положением – мелочь лежит где-то на столе, в различных кармах. Организация копилки определит конкретное место для скопившейся мелочи и поможет вернуть её в оборот.

Исходя из этих соображений, была выдвинута цель.

2 Цель.

Построить копилку с автоматическим определением номинала монет и накоплением общей суммы.

Задачи:

- Анализ существующих решений;
- Проектирование и изготовление устройства;
- Проверка и верификация надёжности работы

3 Анализ существующих аналогов.

Основными способами определять номинал монеты является определение одного из трёх характерных параметров: диаметр, толщина или магнитные свойства.

Определение номинала по магнитным свойствам возможно только с очень чувствительными (дорогими) датчиками.

Определение номинала по толщине требует высокой точности – до 0,01 мм. К тому же монета 50 копеек и 1 рубль имеют одинаковую толщину, что делает невозможным одновременный счёт в одном устройстве и копеек и рублей.

Разница в диаметре различных монет составляет минимум 1 мм. Поэтому реализовать механизм определения номинала монеты целесообразнее именно по диаметру.

Копилки со счетчиками монет не являются чем-то новым, они уже продаются в различных вариациях, однако такие устройства либо не являются автоматическими и требуют ручного ввода добавленной суммы (пример [1]); либо их цена сильно завышена [2] (стоит отметить, что всевозможные конструкционные решения уже реализованы в широком классе устройств [3], [4], которые специализируются на крупном монетно/денежном обороте, что характерно для банковского сектора, предпринимателей).

Помимо счётчиков, существуют ещё сортировщики монет, которые достаточно быстро разделяют монеты по номиналу на разные отсеки (примеры: [4],[5],[6]). Все они имеют схожий механизм работы: монеты скатываются по определённой дорожке и разделяются в процессе движения. Любой подобный сортировщик можно модернизировать: добавить датчики на обнаружение проскакивания монеты на каждый из отсеков разделения и соединить все эти датчики с счётчиком монет – получится необходимая нам копилка. К сожалению, все

подобные сортировщики имеют большие размеры, что является недостатком – копилка не должна занимать много места.

Наиболее подходящим будет являться пример устройства [7] – диаметр определяется по интенсивности инфракрасного сигнала, приходящего на фоточувствительный элемент (фототранзистор); монеты перекрывают часть ИК-излучения и это изменение регистрирует датчик. Такая реализация допускает возможность ошибки за счет проскакивания монеты и неправильного считывания ее диаметра (к тому же в этой версии не предусмотрены удобные элементы управления).

4 Общее описание.

Исходя из анализа существующих решений, можно составить требования к нашей копилке-счётчику: без сортировки, только автоматический счёт, высокая надёжность, низкая вероятность ошибки, компактность, удобство использования, хороший дизайн.

Основу надёжного механизма будет составлять не просто щель, а щель с внутренней задвижкой – такая конструкция не допустит проскакивания монеты без корректного считывания. К тому же, основным измерительным устройством в копилке будет сама щель с задвижкой – отклонившись на определённую величину, через задвижку проскочат только те монеты, диаметр которых меньше этой величины. Расширяя щель поочерёдно от меньшего диаметра к большему, на каждом отклонении можно определить прошла ли монета или нет, и, в зависимости от итогового отклонения, определять какой был номинал у выпавшей монеты.

За движение задвижки будет отвечать шаговый мотор. Тем самым, измерение с какого-либо датчика переключается на установление заданного угла шагового мотора. Фототранзистор и ИК-светодиод также установлены в щель – их задача определять, есть ли в щели монета. Именно фототранзистор и ИК-светодиод будут задавать начало измерения номинала монеты и постепенное открытие щели, а также поределять момент проскакивания монеты при открывании щели.

Для удобства эксплуатации данные о принятых монетах выводятся на дисплей в двух режимах: общая сумма в копилке и распределение содержимого по номиналам. Управление копилкой осуществляется через 2 кнопки.

Питание всей электроники осуществело от 5 вольт постоянного тока по кабелю USB.

5 Проектирование и изготовление.

Основные этапы работы:

- Проектирование и прототипирование;
- Изготовление деталей;
- Сборка;
- Разработка управляющей программы

5.1 Проектирование и прототипирование.

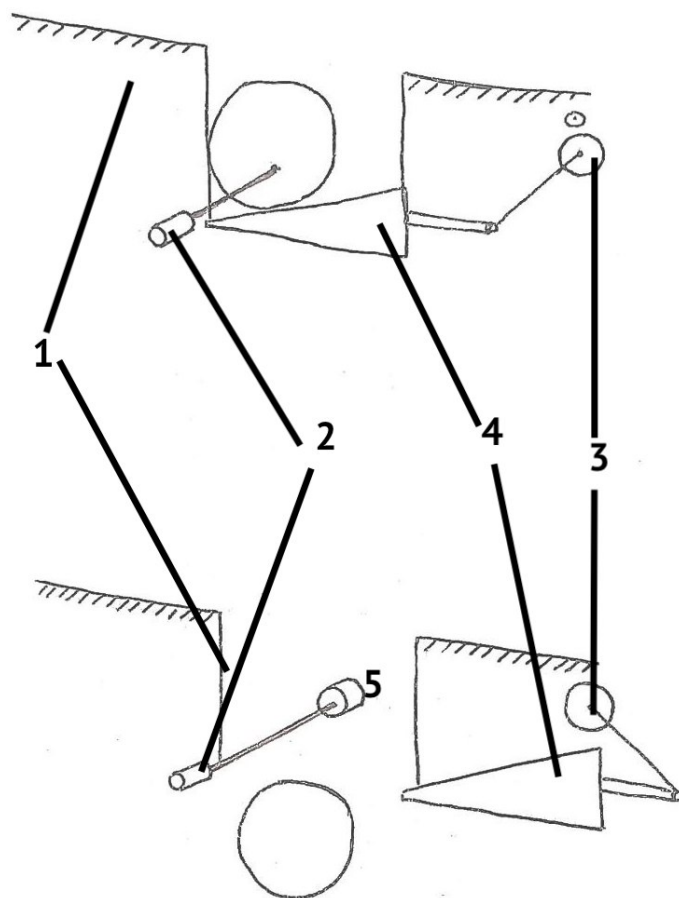


Рис. 1: Принципиальная схема устройства

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 1. Монета падает в щель монетоприемника 1 и перекрывает инфракрасный луч от инфракрасного светодиода 2. Фоторанзистор 5 передает управляющий сигнал на шаговый мотор 3, который приводит в движение клин 4. Когда клин отводится достаточно для того, чтобы монета упала насквозь, инфракрасный луч светодиода 2 перестает перекрываться, что фиксируется фототранзистором.

По данной принципиальной схеме был собран прототип (см. рис. 2). Он успешно прошел проверку на работоспособность, что позволило нам использовать данный механизм в дальнейшем.

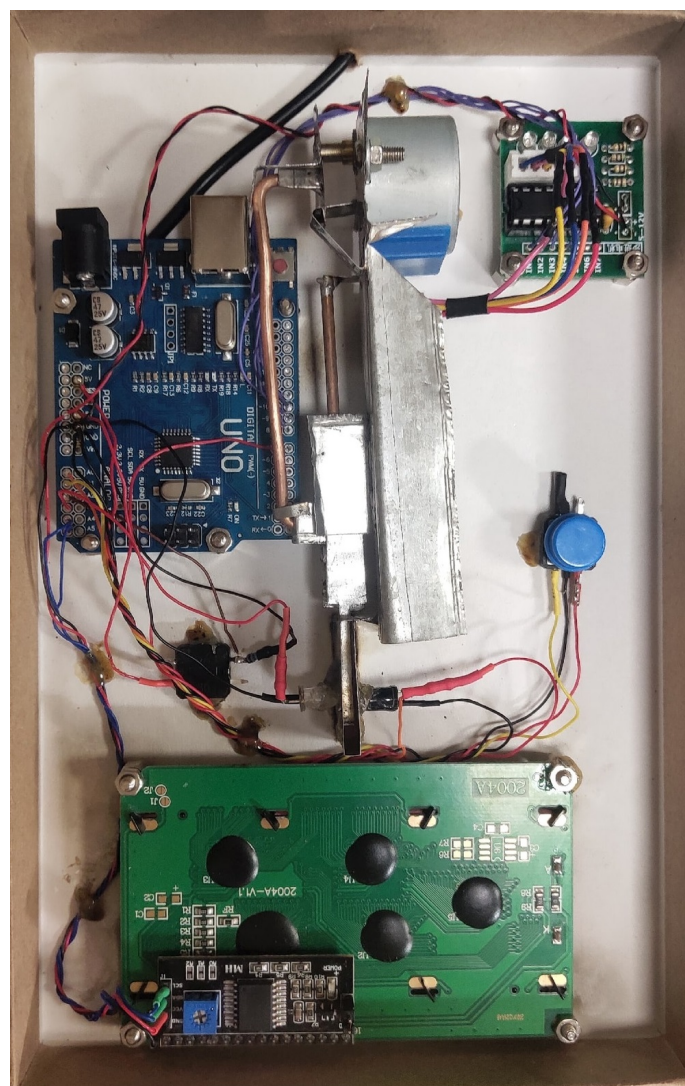


Рис. 2: Прототип

При проектировании финальной версии мы доработали механизм затвора для его длины (со 120 мм до 60 мм) (см. рис. 3). Корпус копилки состоит из двух основных составных частей - крышки, на которой закреплены все основные детали механизма, и коробки для монет.

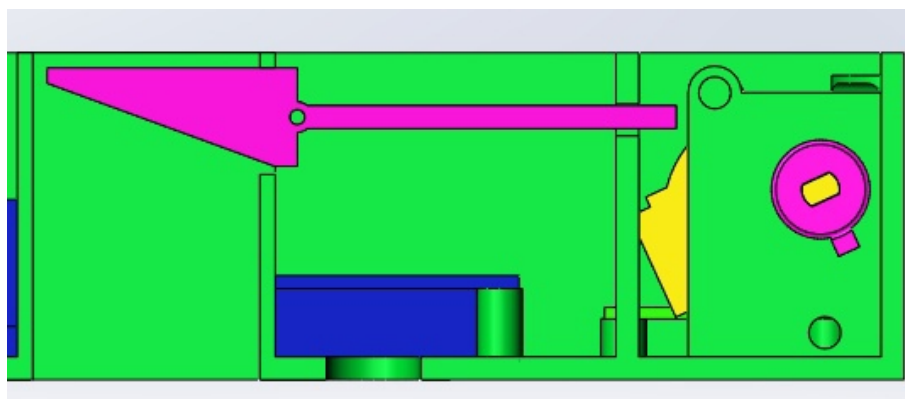


Рис. 3: Реализация механизма

На верхней крышке предусмотрено размещение 2-х кнопок, дисплея, модуля Arduino Nano,

драйвера шагового мотора и его драйвера, фототранзистора и инфракрасного светодиода и механизма затвора. Питание осуществляется от постоянного тока 5V от сети (см. рис. 5, рис. 4).

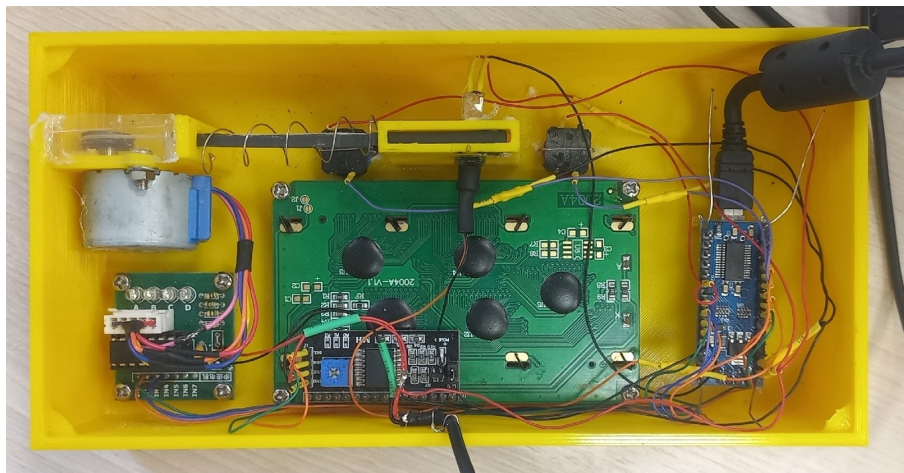


Рис. 4: Крышка – реализация

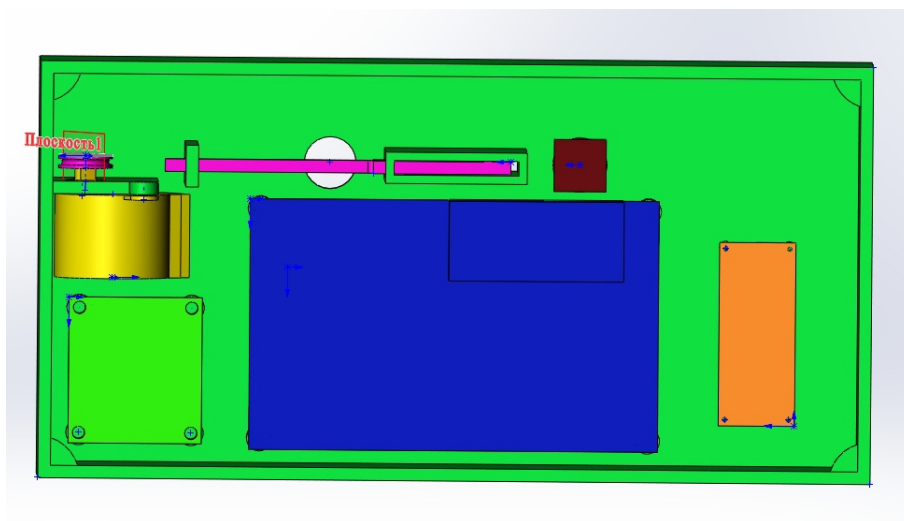


Рис. 5: Крышка – модель

5.2 Изготовление и сборка.

Все детали были изготовлены на 3д принтере. Изначально коробка была сделана без ребер жесткости, из-за чего при печати она деформировалась. Поэтому мы изменили конструкцию коробки, добавив ребра жесткости.

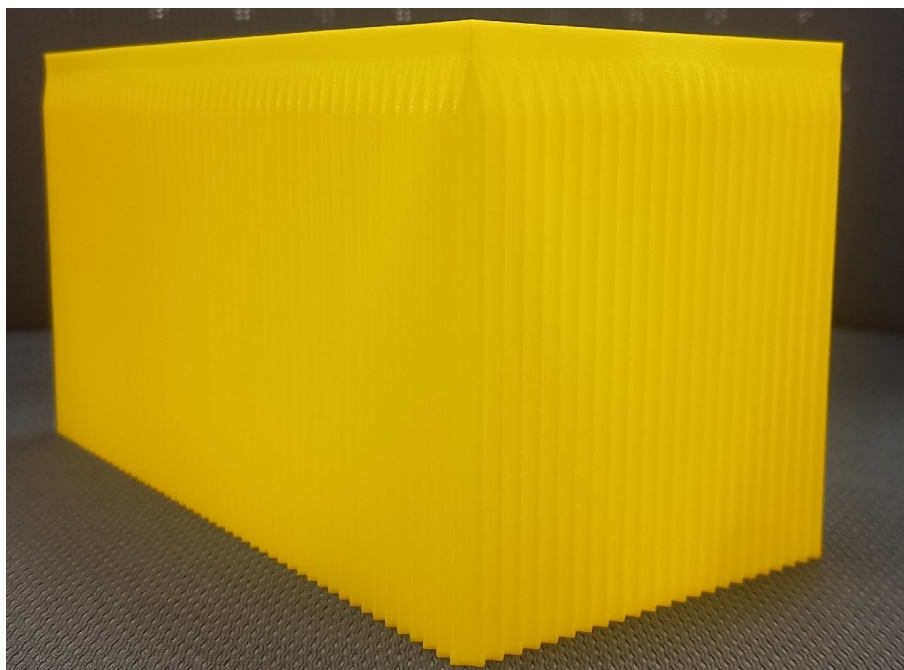


Рис. 6: Короб для монет

Электрическая схема была собрана из: шагового мотора, платы-драйвера шагового мотора, Arduino Nano, фототранзистора, ИК-светодиода, LCD экрана формата 2004 вместе с платой I2C, 2-х кнопок и провода USB (для питания). Схема соединений приведена ниже на рисунке 7.

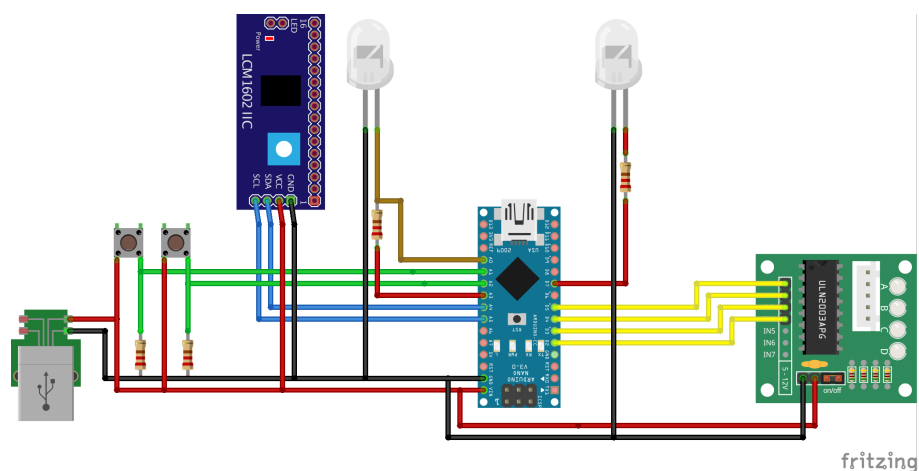


Рис. 7: Схема соединения проводов

При сборке были исправлены выявленные ошибки моделирования. В основном это касается отсутствующего отверстия для щели под ИК-светодиод и фототранзистор.

5.3 Разработка управляющей программы.

Основу прошивки Arduino Nano составляют добавленные библиотеки.

```
1 #include <GyverStepper.h>
2 #include <EEPROM.h>
3 #include <PinChangeInterrupt.h>
4 #include <string.h>
```

```
5 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

В дальнейшем, весь код можно разделить на части:

- Объявление констант, классов, переменных и дефайнов;
- Основная работа;
- Функции/код связанные с экраном и его выводом;
- Функции связанные с записью количества монет в энергонезависимую EEPROM память;
- Обработка клавиш управления

Вся основная работа заключена в простой алгоритм: постоянно считывается данные с сенсора (фототранзистора), если они превысили определенный порог (сенсор заслонили от ИК), то у нас монетка и нужно отодвигать защёлку путём поворота шагового мотора. Для каждой монетки существует соответствующий угол, который напрямую связан с диаметром монеты. Зная на каком углу датчик вновь увидел ИК мы можем определить какая это монета.

```
1 void loop {  
2     data = analogRead();  
3     if (data > BORDER) {  
4         if (check(...)) { this_coin = 0}  
5         else if (check(...)) { this_coin = 1}  
6         ...  
7     }  
8 }
```

Из вышеприведённой вставки, главная функция имеет следующий функционал: поворачивается на определённый угол R , затем даёт время на возможный сброс монетки и срабатывание датчика Y , потом вновь считывает датчик и определяет – упала ли монета или нет.

```
1 bool check(int * mass, int R, int Y){  
2     int data = analogRead(inSEN);  
3     if (data > 100) {  
4         my_rotate(R);  
5     } else {  
6         comeback();  
7         return 1;  
8     }  
9     delay(Y);  
10    return 0;  
11 }
```

Если монета была сброшена, то эта функция прорутит мотор до стопора, тем самым вернув защёлку в полностью закрытое состояние.

По результату выхода из этой функции определяется тип монетки и он записывается в буффер имеющихся монет.

По данным этого буффера на экран выводиться сумма и количество монет по номиналам.

6 Тестирование.

Основными задачами тестирования были проверка надежности механизма и калибровка шагового мотора для корректного определения каждого номинала.

Проверка включала в себя ручной пересчёт монет и автоматический с помощью копилки. Итоговый результат откалиброванной копилки-счётчика полностью совпал по всем номиналам с ручным счётом. В ходе тестирования было считано:

- 12 монет по 10 рублей;
- 56 монет по 5 рублей;
- 97 монет по 2 рубля;
- 170 монет по 1 рублю;
- 31 монета 50 копеек;
- 34 монет 10 копеек;
- 5 монет по 5 копеек;
- 0 монет по 1 копейке

В процессе тестирования были выявлены и исправлены некоторые недостатки модели. Выявилось, что шаговый мотор может перейти стопорное положение (упор в корпус) и тем самым деформировать стенку корпуса. Также была многократно доработана система задвижки – были выбраны 2 наиболее подходящие пружины из порядка 20, и одна из них была дополнительно деформирована для достижения надёжной работы механизма.

7 Результаты.

Было спроектировано, изготовлено и протестировано устройство — копилка со счетчиком монет. Функционально устройство работает исправно.

Документация и файлы прошивки, моделей CAD расположены на GitHub [8].

В качестве дальнейшего развития можно доработать управляющую программу и внедрить в нее новые функции, а также доработать модель и исправить недостатки, выявленные при тестировании модели.

8 Ссылки.

1. Копилка с ручным счётом монет. — [URL](#).
2. Копилка с автоматическим счётом монет. — [URL](#).
3. Промышленный вариант счётчика монет. — [URL](#).
4. Промышленный вариант сортировщика монет. — [URL](#).
5. Сортировщик монет в виде горки. — [URL](#).
6. Простой сортировщик монет. — [URL](#).
7. Наиболее подходящий вариант от AlexGyver. — [URL](#).
8. Архив проекта. — [URL](#).