

## МЕХАТРОННОЕ УСТРОЙСТВО ЗАПИРАНИЯ СЕЙФОВОГО ШКАФА

**Кириленко В.Д.**

*Научный руководитель: Юдин А.В.*

Центр детского творчества «На Вадковском», мастерская «Спортивная робототехника»  
НИТУ «МИСиС», лаборатория цифрового производства «FabLab»

## MECHATRONIC LOCKING DEVICE FOR A SAFE CABINET

**Kirilenko V.D.**

*Supervisor: Yudin A.V.*

Children's activity center "Na Vadkovskom", "Sports robotics" workshop  
NUST "MISIS", digital fabrication laboratory "FabLab"

### **Аннотация**

В работе описан аппаратно-программный комплекс защиты физических объектов путем предотвращения нежелательного доступа к ним случайных лиц. Аппаратная составляющая: простейшая покупная система типа «сейф», отдельно набор электро-механических и вычислительных компонентов, которые автор использует для создания собственного контура защиты, т.е. модернизации и улучшения базового решения. Программная составляющая реализована на микроконтроллере Atmega и позволяет настраивать имеющийся набор датчиков на различные схемы работы – формировать нужный пользователю код открывания сейфа, формировать его поведение в нестандартных ситуациях взлома и т. п. Автор прикладывает усилия к тому, чтобы программирование новых функций мог освоить любой школьник. Система может быть интересна как простым пользователям, которым необходима исключительно возможность ограничения доступа к своим физическим объектам, так и разработчикам (в том числе любителям), которые хотят разработать/использовать собственные схемы защиты.

### **Abstract**

The paper describes a hardware-software complex protection of physical objects by preventing unwanted access from random people. The hardware component: simple purchased "safe", a separate set of electro-mechanical and computer components, which the author uses to create its own circuit protection, i.e. modernization and improvement of the basic solution. The software component is implemented on an Atmega microcontroller and allows one to customize the existing set of sensors for various work schemes - to form the desired user code for opening the safe, to form its behavior in emergency or break-in situations. The author makes an effort to ensure that the programming of new functions could be mastered by any schoolchild. The system may be of interest for ordinary users who need only the ability to limit access to some physical objects, as well as for developers (including amateurs) who want to develop /use their own protection scheme.

### **Введение**

Цель работы – модернизировать покупной сейф улучшив его защиту, а также сформировать собственные инструменты для дальнейшего упрощения подобных улучшений.

Задачи проекта включают следующие шаги:

- разобрать в устройстве покупного сейфа;
- удалить все «лишние» компоненты покупной системы;
- определить набор датчиков и исполнительных механизмов для формирования нового контура защиты;
- выбрать аппаратно-программную платформу для программирования контура защиты;
- собрать конструкцию модернизированного сейфа;
- запрограммировать пример контура защиты для демонстрации возможностей системы и штатного функционирования в дальнейшем.

На рис.1 и 2 показаны базовый покупной сейф и детали, его составляющие.

Возможность самостоятельного добавления новых функций и простота программирования делают разработку актуальной для широкого круга лиц. Существующие

аналоги либо очень просты (нет возможности перепрограммирования «поведения» сейфа), либо не предполагают возможностей установки дополнительных контуров защиты, либо излишне дороги.

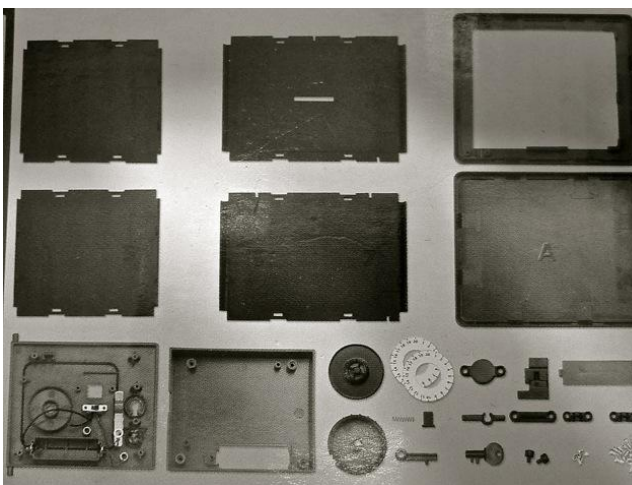


Рис.1 – исходный прототип устройства

Рис.2 – состав деталей исходного прототипа

Новинка может быть настроена под требования владельца и обладает более широким спектром возможностей по сравнению с обычным сейфом (включая звуковое оповещение при взломе). Возможность самостоятельной доработки и установки новых датчиков пользователем делает каждый подобный сейф уникальным, что исключает возможность взлома традиционными путями. Не исключается также возможность самообучения пользователя в процессе добавления собственных функций.

### Структура и принцип работы системы

Рассмотрим состав базового варианта разрабатываемой аппаратно-программной системы (рис.3). На рисунке представлены:

1. Технический шкаф – закрытый кожух для систем управления, питания и сигнализации.
2. Сейфовый шкаф – место хранения для защиты от проникновения.
3. Дверца сейфового шкафа – используется для доступа к месту хранения.
4. Плата управления – служит для программирования «поведения» всей системы.
5. Механическая кнопка – дает информацию о положении Дверцы 3.
6. Сервомашинка – по запросу с Платы управления 4 открывает и закрывает замок Дверцы 3.
7. Оптический датчик – один из элементов для ввода кода открывания сейфа.
8. Магнитный датчик – одно из дополнительных средств защиты.

Рассмотрим принцип работы модернизированного сейфа (рис.4). Изначально Дверца 3 закрыта Сервомашинкой 6. Для ввода кода необходимо соблюсти правильную задержку между поднесением руки к Оптическому датчику 7 несколько раз. Этот параметр настраивается в программе микроконтроллера на Плате управления. В случае неправильного ввода кода сейф блокируется на 30 секунд. Далее, если повторный ввод был также неправилен, сейф блокируется на длительный промежуток времени и включается звуковая сигнализация. Сигнализация выключается только магнитной картой поднесенной к Магнитному датчику 8 (блокировка же продолжается до ее штатного окончания). После ввода верного кода сейф требует приложения магнитной карты к считывателю 8. На приложение магнитной карты дается 30 секунд в случае окончания этого срока без приложения карты включается короткая блокировка (30 секунд), а при повторном вводе длинная и с сиреной. Если код и магнитная карта были введены и приложены правильно - то сейф разблокируется и Дверцу 3 можно открыть.

Положение дверцы фиксируется Кнопкой 5 установленной во внутренней части Сейфового шкафа 2.

Чтобы закрыть и заблокировать сейф необходимо закрыть Дверцу 3 и приложить магнитную карту к Магнитному датчику 8.

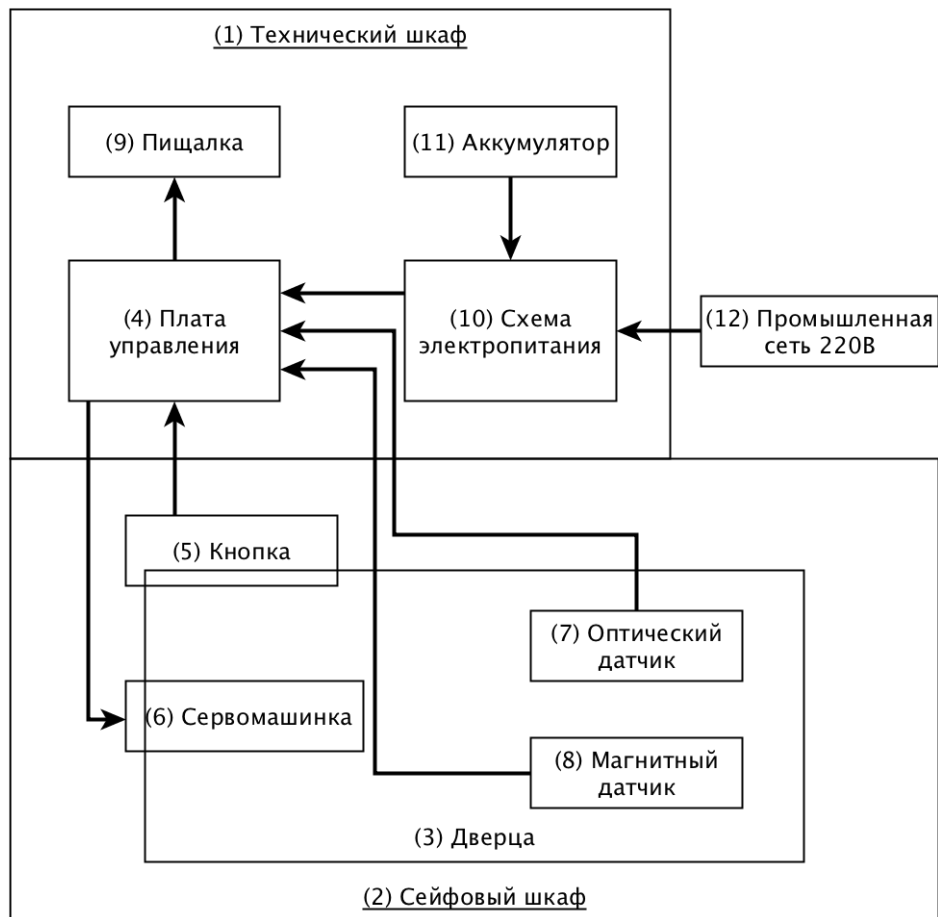


Рис. 3 — структурная схема мехатронного устройства

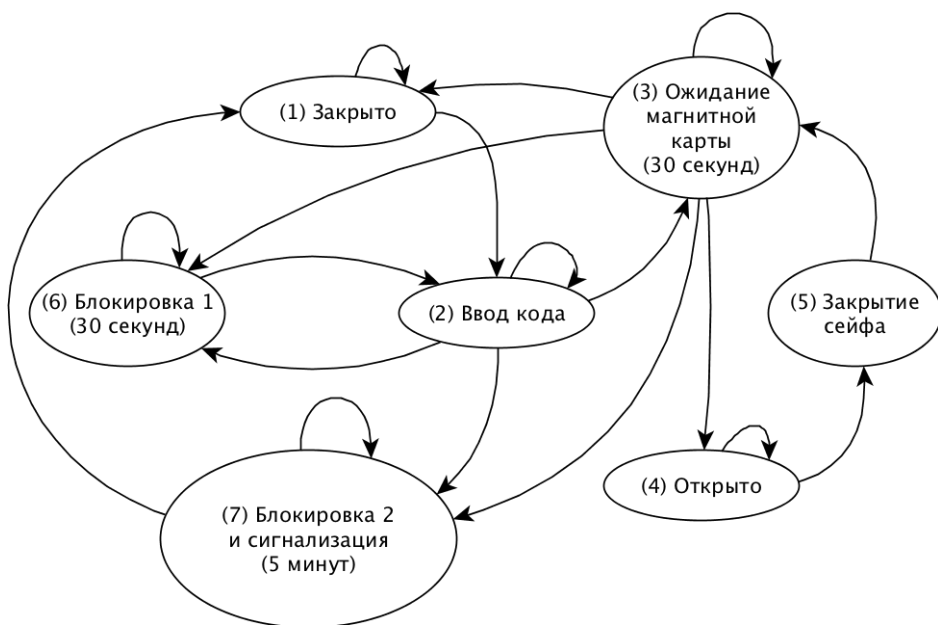


Рис. 4 – машина состояний мехатронного устройства сейфа

Рассмотрим принцип программирования сейфа (рис. 5). В данном варианном исполнении микроконтроллер в составе системы позволяет настроить код ввода сейфа «под себя», также регулируется частота звука сирены. Можно настроить условия блокировки сейфа, например, при нажатии кнопки внутри сейфа может потребоваться введение кода закрывания через Оптический датчик, закрывание Сервомашинки по поднесению магнитной карты к датчику 8 или просто автоматическое закрывание Сервомашинки.

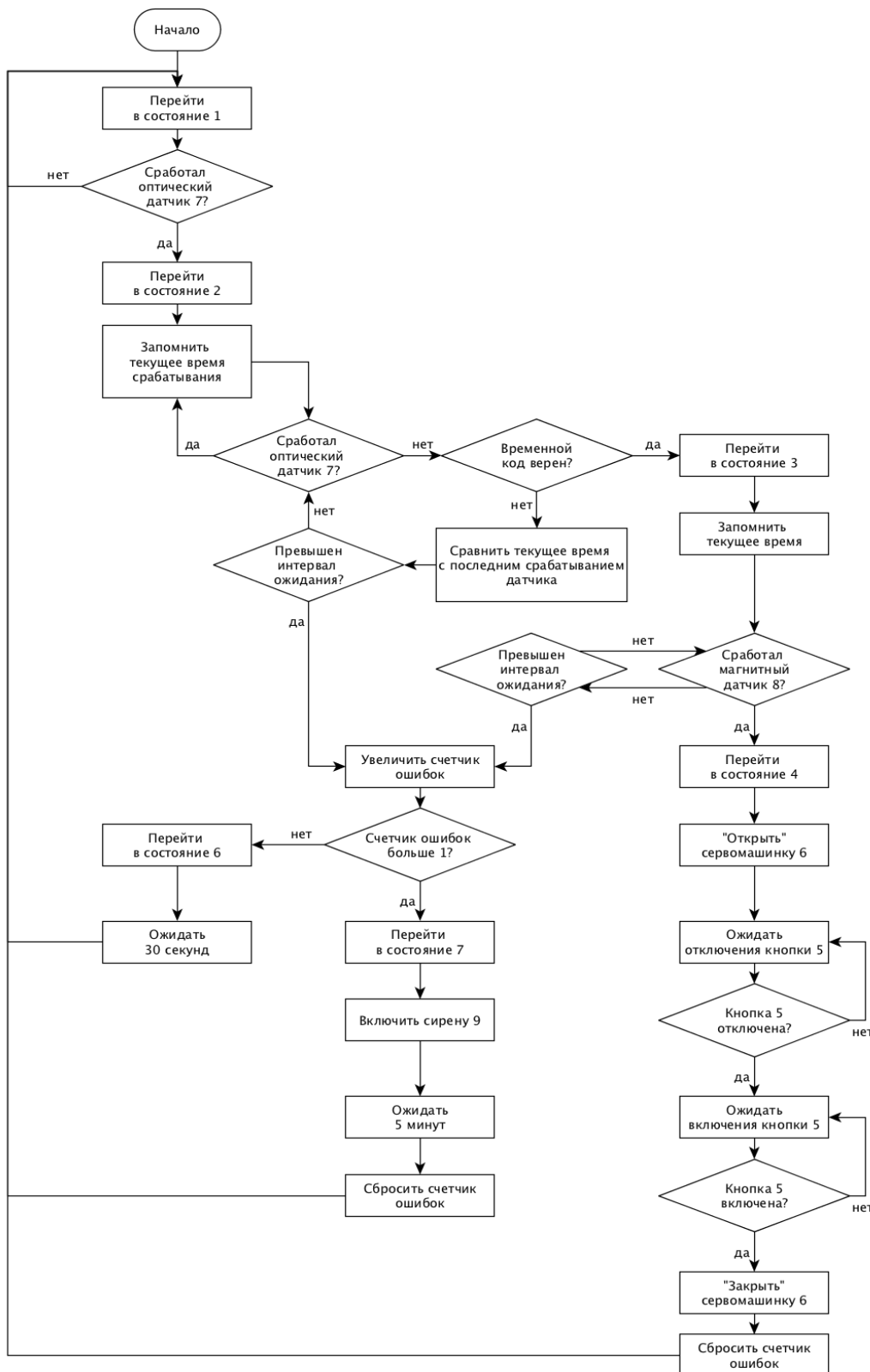


Рис. 5 – алгоритм работы программной части системы

На рис. 6 и 7 можно видеть общий вид разработанной системы. Конструкция полностью соответствует структурной схеме на рис. 3.



Рис. 6 – общий вид устройства (вид спереди)

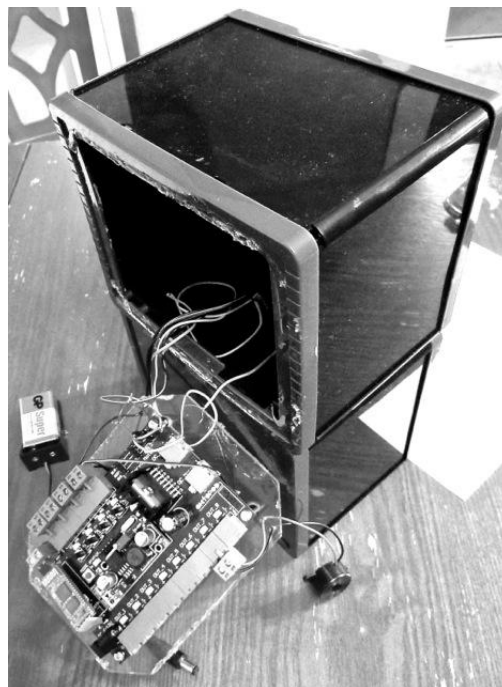


Рис. 7 – общий вид устройства (вид сзади)

На рис. 8 и 9 представлена Дверца системы в закрытом и открытом состоянии. На Дверце можно видеть датчики и Сервомашинку, описанные ранее.



Рис. 8 – дверца устройства (закрыта)

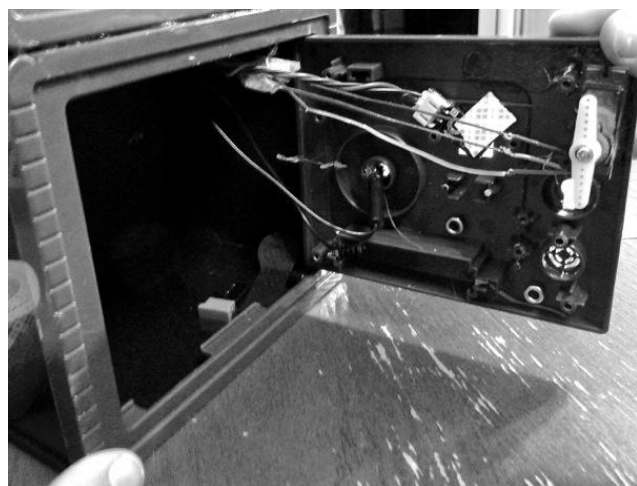


Рис. 9 – дверца устройства (открыта)

### Методика проектирования

В работе была использована методика проектирования устройства управления на примере контроллера быстрого прототипирования Oktopod Studio [1]. Кроме того, Oktopod Studio является платформой для разработки прототипов в таких областях как: мехатроника, робототехника, автоматизация.

Платформа состоит из Oktopod\_Board – автономное электронное устройство и Oktopod\_Control – программное обеспечение для программирования, управления и мониторинга Oktopod\_Board (рис.10).

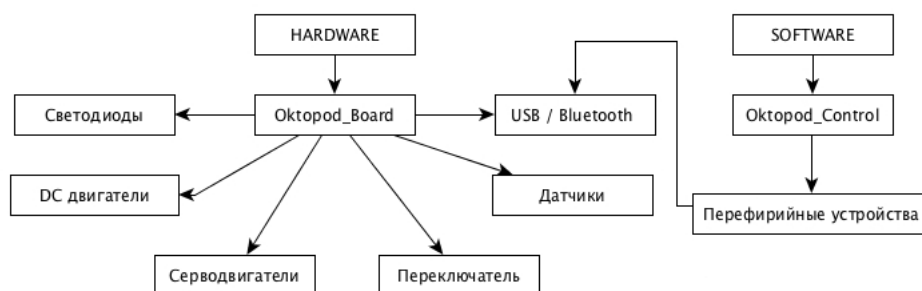


Рис. 10 – Структурное описание устройства Oktopod Studio

Октопод\_Control запускается на отдельном компьютере и не требуется для функционирования запрограммированной Oktopod\_Board. Соединение между аппаратной и программной частями осуществляется с помощью Bluetooth или USB.

Октопод\_Board представляет собой программируемый логический контроллер, к которому можно подключить слаботочные электронные устройства, такие как: светодиоды, двигатели постоянного тока и серводвигатели, электромагниты, переключатели, фото, термо- и магнитные датчики, и т.п. Устройство состоит из 8 аналоговых выходов (до 3А), 2 драйверов двигателя постоянного тока, 3 драйверов серводвигателя, 4 цифровых входов, USB / Bluetooth модулей связи и входной схемы питания от 6-12В (рис. 11).



Рис.11 – Структурно-функциональная схема Oktopod\_Board

Oktopod\_Control – программное обеспечение, которое разработано для персонального компьютера, а так же для мобильных телефонов на платформе Android. В случае телефона Oktopod\_Control можно использовать в качестве пульта дистанционного управления. Для прототипирования и отладки удобно использовать визуальную среду программирования (рис. 12). Для полноценного программирования имеется возможность выстраивать последовательности команд, выполняемых «параллельно».

Данная платформа как нельзя лучше подходит для прототипирования мехатронных систем.

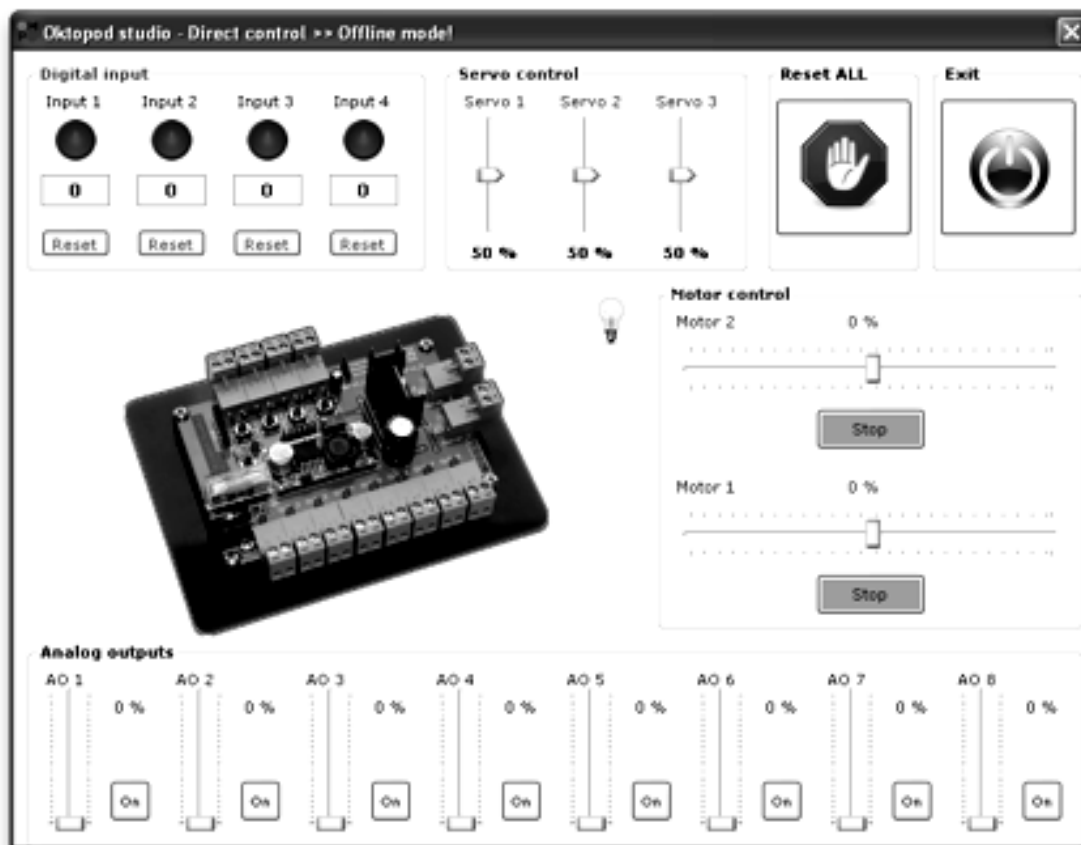


Рисунок 12 – Окно управления и мониторинга Oktopod\_Control

Для дальнейшей оптимизации и усложнения кода можно перейти на более сложную для освоения платформу, такую как Arduino.

### Заключение

Реализованная и описанная в данной работе аппаратно-программная система полностью отвечает поставленной цели, обозначенной во введении.

Следует отметить, что работа на данный момент носит характер рабочего прототипа и в случае положительной оценки пользователями будет дорабатываться до итоговой версии. Например, выбранный вариант Сейфового шкафа не обеспечивает достаточной степени сохранности содержимого, т. к. изготовлен из пластика и может быть легко вскрыт минуя разработанную систему охраны. Таким образом, для запуска системы в серию требуется еще решить как конструкторские так и исследовательские задачи.

В конструкционном плане прототип получился небольшой и непрочный поэтому в дальнейшем автор считает правильным работать в направлении увеличения объема хранения, прочности конструкции и усложнения ввода кода (в том числе добавления датчиков на новых физических принципах).

Отдельное направление для работы автор видит в разработке собственного программного кода для управления платой OktopoStudio. Имеющийся программный

комплекс наряду с преимуществами быстрого освоения новым пользователем выявил ряд существенных недостатков, наиболее яркий – ограниченные возможности программирования.



Рисунок 13 – автор с прототипом разрабатываемого устройства

Визуальное программирование происходит со значительными затратами времени, а повторное частичное использование ранее написанных элементов невозможно. Выполнение кода ограничено 3 потоками, которые выполняются «параллельно». Все это приводит к тому, что при усложнении поведения программы наступает момент, когда дальнейшее усложнение становится невозможным. Автор предлагает использовать аппаратные возможности платы при этом полностью переработав подход к программированию. Это возможно сделать предоставив пользователю библиотеку функций для управления платой на низком уровне, а также переработав графический интерфейс пользователя на высоком уровне.

Дальнейшие исследования по существу проекта автор планирует провести в направлении использования систем дополненной реальности. А именно, использования планшета, визуальной метки на сейфе и специального вновь разработанного программного обеспечения для взаимодействия с сейфом.

### Литература

1. Ваганов А.Л. Прототипирование мехатронного устройства в условиях современного цифрового производства // Сборник научных трудов. 16-ая Молодежная научно-техническая конференция "Научно-технические технологии и интеллектуальные системы - 2014". – Москва. 23 апреля 2014 г. – С.126-134.
2. Юлдашев М.Н., Зотьева Д.Е. Конструкторское решение для быстрого прототипирования электронных устройств // Сборник научных трудов. 15-ая Молодежная научно-техническая конференция "Научно-технические технологии и интеллектуальные системы - 2013". - Москва, 24 апреля 2013 г. – С.295-300.
3. Аппаратно-программная платформа OktopodStudio – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.oktopodstudio.com> – Проверено 10.11.2014г.
4. А.А.Андреев, А.И.Власов, В.Н.Гриднев и др. Методические указания по организации и проведению итоговой государственной аттестации бакалавров и магистров по направлению «Конструирование и технология электронных средств»: учебное пособие под ред. В.А.Шахнова. – М.: Изд-во НИИ РЛ МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2015. – 164 с.: ил.