

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города  
Москвы «Школа № 1357 «На Братиславской»»

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ QR КОДА

Проект разработал  
ученик 11 «Ф» класса  
Величко Фёдор.

Проект проверил  
учитель информатики  
Целищев С.Л.

Москва  
2024г.

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Цель и задачи работы.....	4
3. Исследование.....	5
3.1. Опрашивание целевой аудитории.....	5
3.2. Оценка и сравнение стоимости необходимых комплектующих.....	6
3.3. Приблизительный расчёт эксплуатационных затрат.....	7
3.4. Подведение итогов сравнений.....	9
3.5. Принцип работы устройства.....	9
3.6. Подбор микрокомпьютера.....	10
3.7. Подбор комплектующих.....	11
3.8. Расчёты себестоимости.....	12
3.9. Корпус устройства.....	13
3.10. Предотвращение возможных ошибок.....	13
4. Методика выполнения работы.....	14
4.1. Место и сроки проведения работы.....	14
4.2. Разработка программного обеспечения.....	14
4.3. Программирование микрокомпьютера.....	14
4.4. Сборка электрической схемы.....	15
4.5. Разработка и изготовление корпуса.....	16
5. Результаты и обсуждение.....	17
6. Выводы.....	17
7. Список используемой литературы.....	18

## 1. Введение

В начале учебного года один из школьных преподавателей обратил моё внимание на ряд неудобств, связанных с доступом в помещения IT-полигона нашей школы. Каждый кабинет полигона оснащён дверьми с магнитным замком, однако сейчас всё же приходится носить с собой большую связку железных ключей и тратить немалое количество времени на поиск нужного из них при открытии или закрытии дверного замка. Почему нет доступа к магнитному замку?

Дело в том, что изначально в нашей школе планировалась установка системы контроля и управления доступом (далее СКУД) в помещения IT-полигона. Эта система вполне могла решить вышесказанную проблему и упростить ведение учёта проходимости в помещения. Был произведён монтаж кабельной сети, установлены двери с магнитными замками. Но в конечном итоге СКУД в нашей школе так и не была реализована по причине прекращения производства необходимого оборудования. В настоящее время над каждой дверью до сих пор видны ни к чему не подключенные провода.

Преподаватель предположил, насколько удобной и практичной была бы СКУД, в которой индивидуальными ключами рабочего персонала будут являться QR-коды. Это действительно рациональный, современный, экономичный и экологичный (в отличие от пластиковых карт) метод аутентификации, который вполне может быть реализован. QR коды можно хранить как на физическом носителе, так и на любом мобильном устройстве, когда для использования пластиковой карты со смартфона необходимо наличие NFC модуля. Это значительно сильный аргумент, обосновывающий универсальность этой системы доступа. Организатор какого-либо мероприятия сможет быстро разослать гостям именные QR коды с зашифрованным ключом, а по окончании рабочего дня просто удалить их из базы данных доступа.

Если разработать такую СКУД специально для школы или любого другого учебного заведения, то можно точно и быстро отслеживать физическую посещаемость конкретной аудитории учениками (студентами), не затрачивая время на проведение «переклички» перед занятием. Также есть возможность настроить права доступа индивидуально для каждого человека. Например, учитель обладает правом управлять магнитным замком двери, а ученик – нет. Он может просто отметить себя как вошедшего, если дверь в кабинет открыта.

Я и педагог сошлись во мнении, что нашей школе нужна своя СКУД с такой концепцией. Я решил взяться за реализацию этой идеи.

## **2. Цель работы**

Создать свою СКУД и изготовить умное устройство, распознающее QR коды и управляющее магнитным замком двери.

### **Задачи**

1. Изучить технологию QR кодирования;
2. Создать программное обеспечение для устройства с базой данных для отслеживания доступа;
3. Изучить программирование микроконтроллеров и установить созданное ПО на одноплатный компьютер;
4. Скомпоновать и собрать электрическую схему;
5. Изучить технологию 3D моделирования и изготовить корпус устройства.

### **3. Исследование**

Прежде чем утверждать привязку технологии QR кода к моей СКУД, было необходимо детально сравнить этот вариант с наиболее распространённой альтернативой – NFC картами. В начале работы над проектом я подробно проанализировал возможность и целесообразность использования QR кодов в качестве индивидуальных ключей. Далее анализ, расчёты, поиск и сравнение различной информации выполнялись последовательно в ходе разработки проекта.

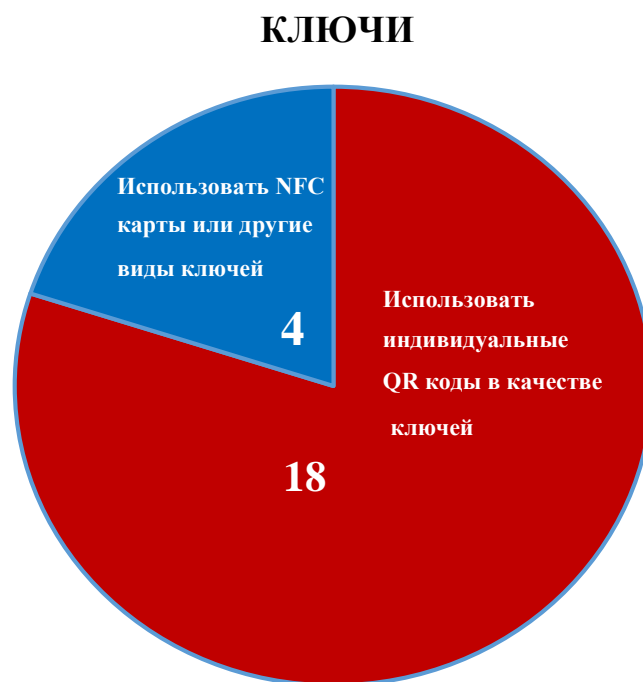
Полный процесс исследования включал:

- 1) опрашивание целевой аудитории (п 3.1);
- 2) оценку и сравнение средней стоимости необходимых комплектующих (п 3.2);
- 3) приблизительный расчёт экономических затрат во время эксплуатации (п 3.3);
- 4) подведение итогов сравнений (п 3.4);
- 5) принцип работы устройства (п 3.5)
- 6) подбор микрокомпьютера (п 3.6);
- 7) подбор комплектующих (п 3.7);
- 8) расчёты себестоимости (п 3.8);
- 9) корпус устройства (п 3.9)
- 10) предотвращение возможных ошибок (п 3.10)

#### **3.1. Опрашивание целевой аудитории**

Был проведён опрос учителей и учеников касательно удобства использования различных типов цифровых ключей.

Рисунок 1.



\*в опросе участвовали ученики и педагоги ГБОУ Школы №1357

По результатам голосования (Рисунок 1) бóльшая часть опрашиваемой целевой аудитории предпочла бы пользоваться СКУД с QR кодами в качестве индивидуальных цифровых ключей.



### **3.2 Оценка и сравнение средней стоимости необходимых комплектующих**

Значительную роль в выборе концепции СКУД играет её конечная себестоимость, которая, в свою очередь, напрямую зависит от цены необходимых комплектующих.

Для чтения информации с пластиковой NFC карты устройство должно соответственно обладать NFC модулем, минимальная стоимость которого по данным сайта [market.yandex.ru](https://market.yandex.ru) на этот момент равна 1990₽.

Для чтения информации с QR кода устройству достаточно иметь небольшой модуль камеры, минимальная цена которого по данным того же сайта сейчас равна 625₽.

Рисунок 2.

NFC модуль для Raspberry PI	Модуль камеры для Raspberry PI
 <p><b>1 990 ₽</b> 498₽ x4 в СПЛИТ</p> <p>PN532 NFC HAT for Raspberry Pi, I2C / SPI / UART - Модуль NFC HAT для Raspberry Pi</p>	 <p><b>625 ₽</b> <del>750-₽</del> <b>-17%</b> 157₽ x4 в СПЛИТ</p> <p>Камера 5MP для Raspberry PI 2 и PI 3, Rev 1.3</p>
данные сайта market.yandex.ru	

Результат оценки стоимости на необходимые комплектующие для обоих типов устройств (Рисунок 2) показал, что в данной категории сравнения вариант СКУД с QR кодами в качестве индивидуальных цифровых ключей будет предпочтительнее, нежели вариант с NFC картами.

### 3.3 Приблизительный расчёт эксплуатационных затрат

Экономичность эксплуатационного процесса того или иного устройства всегда играет главную роль в выборе между ними. Для того, чтобы приблизительно оценить денежные расходы во время эксплуатации устройства с NFC модулем, нужно рассчитать сумму денег, затраченную на покупку пластиковых NFC карт.

Один комплект из десяти таких карт обойдётся закупщику, по данным сайта [market.yandex.ru](https://market.yandex.ru), в 292Р (Рисунок 3).

Рисунок 3.



Если допустить, что обычно в одном классе учится порядка 30 человек, то для обеспечения всего класса NFC картами закупщику придётся заплатить поставщику 876Р. При этом не исключены различные факторы сбоя, поломки или физической утери карты, в случае которых придётся закупать цифровые ключи повторно.

Для хранения QR кода необязательно использовать такой карточный носитель. Администратор может сгенерировать для учеников их именные цифровые ключи в виде изображения с QR кодом абсолютно бесплатно неограниченное количество раз.

По результату расчётов приблизительных экономических затрат во время эксплуатации для обоих вариантов устройств можно установить, что наиболее предпочтительным в данной категории сравнения будет устройство, работающее с распознаванием QR кодов, нежели пластиковых NFC карт.



### 3.4 Подведение итогов сравнений

Таблица 1.

Категория сравнения	Ключи-QR коды	Ключи-NFC карты
Опрос целевой аудитории	+	-
Средняя стоимость необходимых комплектующих	+	-
Эксплуатационные затраты	+	-

Итогами сравнений (Таблица 1) я окончательно обосновываю выбор QR кодов в качестве индивидуальных цифровых ключей для моей системы контроля и управления доступом в школе.

### 3.5 Принцип работы устройства

Для того, чтобы в дальнейшем приступить к подбору микрокомпьютера и остальных комплектующих, необходимо чётко знать и понимать, как будет работать устройство.

Для постоянной возможности доступа в помещение устройство должно иметь стационарное положение и постоянный цикл проверки изображения с камеры на наличие QR кода. Для распознавания QR кода, как зарегистрированного ключа, устройство должно сравнивать полученную информацию с той, что есть в базе данных зарегистрированных пользователей. Если такой ключ зарегистрирован, следует добавить данные пользователя вместе с текущей датой и временем в базу данных проходов. Во избежание случайного повторного добавления в эту базу данных с момента последней записи конкретно этого пользователя должно пройти не

менее 10 секунд. Для подтверждения доступа к двери устройство должно проверять, является ли зарегистрированный пользователь учителем. Если да – дверь должна поменять своё состояние с открытого на закрытое или наоборот. Для управления магнитным замком двери при помощи устройства необходимо сделать так, чтобы устройство могло подавать напряжение на контакты замка.

Тщательно обдумав каждый шаг, я составил краткий принцип работы устройства:

1. Находясь в стационарном положении, устройство ждёт изображение QR кода с камеры.
2. Если пользователь с обнаруженным QR кодом зарегистрирован в базе данных пользователей, устройство добавляет его в базу данных проходов, записывая в отдельные столбцы текущую дату и время.
3. Если зарегистрированный пользователь является учителем – устройство подаёт сигнал на реле, чтобы открыть дверь. Если пользователь – ученик, то в случае, когда дверь открыта, он отмечается в базе данных проходов как вошедший в аудиторию.
4. Во избежание случайного повторного занесения информации зарегистрированного пользователя в базу данных проходов устройство не добавляет эту информацию, пока не пройдет 10 секунд.

### **3.6 Подбор микрокомпьютера**

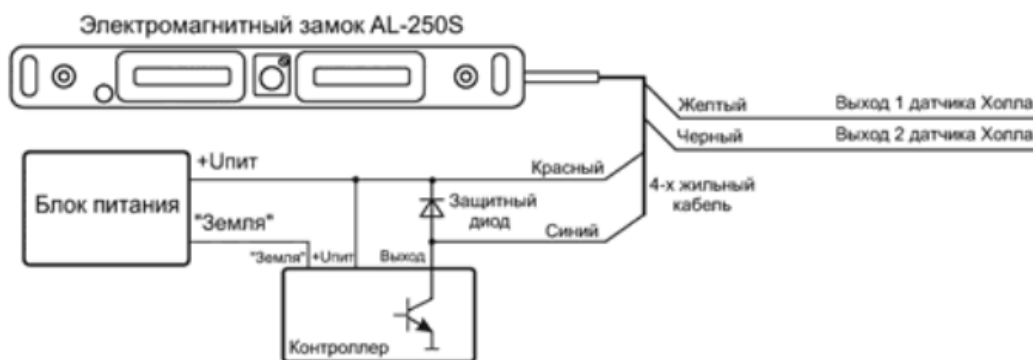
Для бесперебойной цикличной работы с большими базами данных требуется мощный, универсальный и проверенный микрокомпьютер. Помимо этого, микрокомпьютер должен обладать всеми возможными разъёмами для подключения различных модулей. Обдумав вышеперечисленные тезисы и посоветовавшись с учителем, я выбрал микрокомпьютер Raspberry PI 4.

### 3.7 Подбор комплектующих

Подбор комплектующих – это одна из самых важных частей исследования проекта. Именно от этой стадии зависят все дальнейшие расчёты и действия.

Подведя итоги сравнения QR кодов и NFC карт (п 3.4) я утвердил, что индивидуальным цифровым ключом будет являться именно QR код. Соответственно, помимо самого микрокомпьютера, необходимо будет использовать модуль камеры. Чтобы переместить разработанное на домашнем компьютере ПО в микрокомпьютер Raspberry PI 4, нужно иметь карту памяти для хранения операционной системы и самого ПО. Для работы замка двери требуется напряжение 12V, которое можно получить с блока питания (12V 1A). Но для питания Raspberry PI 4 требуется меньшее напряжение – 5V. Значит, нужно будет подключить параллельно к блоку питания DC-DC преобразователь, который будет понижать напряжение, приходящее на микрокомпьютер, до нужных 5V. Для того, чтобы при помощи микрокомпьютера управлять замком двери, требуется сигнальное реле. Получая сигнал с ножки GPIO17 микрокомпьютера, можно управлять реле и, соответственно, напряжением, уходящим на контакты дверного замка. Мой проект разрабатывается под сдвиговый электромагнитный замок серии «ALer» AL-250S, которому требуется наличие защитного диода типа 1N4006 для уменьшения коммутационных помех и повышения помехоустойчивости системы. Схема замка приведена ниже.

Рисунок 4.



На этом процесс подбора нужных деталей завершён. Осталось лишь учесть наличие соединительных проводов, используемых при сборке электрической схемы.

Таким образом, список используемых комплектующих полностью составлен, и имеется возможность провести подсчёты себестоимости устройства (п 3.8).

### 3.8 Расчёты себестоимости\*

Таблица 2.

Комплектующие	Кол-во (шт.)	Цена (руб.)	Стоимость (руб.)
Микрокомпьютер Raspberry PI 4 2B	1	13 475,00	13 475,00
Камера 5MP для Raspberry с шлейфом, Rev 1.3	1	625,00	625,00
Релейный модуль 10A 30V	1	51,21	51,21
Карта памяти MicroSD 32GB	1	616,00	616,00
Блок питания 1A 12V	1	230,00	230,00
Выпрямительный диод 1N4006	1	3,00	3,00
Понижающий DC-DC преобразователь Mini360	1	147,00	147,00
ИТОГО			15 147,21

\*Корпус, соединительные провода и паяльные принадлежности в расчёт себестоимости не входят

### **3.9 Корпус устройства**

Для организации проводных соединений и защиты электрической схемы от внешних воздействий устройству необходим защитный корпус. При разработке корпуса устройства стоит оценить габаритные размеры каждой детали, учесть наличие вентиляционных отверстий для отвода тепла от электрической схемы, рационализировать внутреннее пространство, продумать удобство коммутации проводных соединений и позаботиться о возможности крепления устройства к стене при помощи винтов. Корпус должен иметь эстетичный внешний вид и обладать определённым запасом прочности. Для этой задачи стоит учесть наличие у корпуса всевозможных рёбер жёсткости. Изделие должно быть недорогим и простым в изготовлении, а также надёжным при эксплуатации.

В качестве технологии изготовления было решено использовать 3D печать. Это инновационный, прогрессивный и точный способ изготовления объёмных фигур любой сложности. В программы для разработки для 3D модели корпуса устройства использовалось свободное приложение для 3D разработки «OpenSCAD».

В п. 4.5 представлено изображение полученной трёхмерной модели корпуса устройства (Рисунок 6).

### **3.10 Предотвращение возможных ошибок**

Для выявления возможных ошибок при работе программного кода устройства мной был проведён ряд различных тестов созданного программного обеспечения. В течение нескольких суток проверялась работоспособность запущенной программы при условно высокой проходимости посетителей в аудиторию.

В ходе тестовых испытаний не было выявлено ошибок и сбоев в работе программы. Программный код написан корректно.

При этом мной предусмотрен постоянный автозапуск программы при экстренном завершении её работы – гарантия безопасности.

## **4. Методика выполнения работы**

### **4.1. Место и сроки выполнения работы**

Работы над проектом выполнялись дома и в IT-полигоне ГБОУ Школы №1357. Сроки выполнения: октябрь 2023 – февраль 2024.

### **4.2. Разработка программного обеспечения**

Разработка программного обеспечения осуществлялась на домашнем персональном компьютере. Написание программного кода производилось на интерпретируемом языке программирования Python 3.9 в кроссплатформенной интегрированной среде разработки PyCharm Community.

Для осуществления поставленных задач по программированию были изучены и задействованы Python библиотеки OpenCV (для распознавания и расшифровки QR кодов), qrcode (для генерации QR кодов) и sqlite3 (для работы с базой данных).

### **4.3. Программирование микрокомпьютера**

В соответствии с п. 3.6 пояснительной записки для следующего этапа создания устройства был задействован одноплатный микрокомпьютер Raspberry PI 4 с операционной системой Raspbian OS на базе Linux.

Программный код с домашнего персонального компьютера был перенесён в память одноплатного микрокомпьютера при помощи флеш-накопителя. Для корректной работы программы были переустановлены использованные Python библиотеки на иные поддерживаемые их версии. Для автозапуска программы как сервиса после включения платы был написан собственный Unit Systemd файл с расширением service, который открывал написанную программу при помощи Python3.

Для управления сигнальным реле были запрограммированы контакты GPIO у Raspberry PI 4. Ножка GPIO 17 подаёт сигнал на реле, что в последствии приводит к его замыканию/размыканию.

#### 4.4. Сборка электрической схемы

Для чтения QR кодов к плате с помощью шлейфа был подключен модуль камеры.

Для преобразования постоянного тока с напряжением 12V в постоянный ток с напряжением 5V после блока питания был подключен понижающий DC-DC преобразователь mini360.

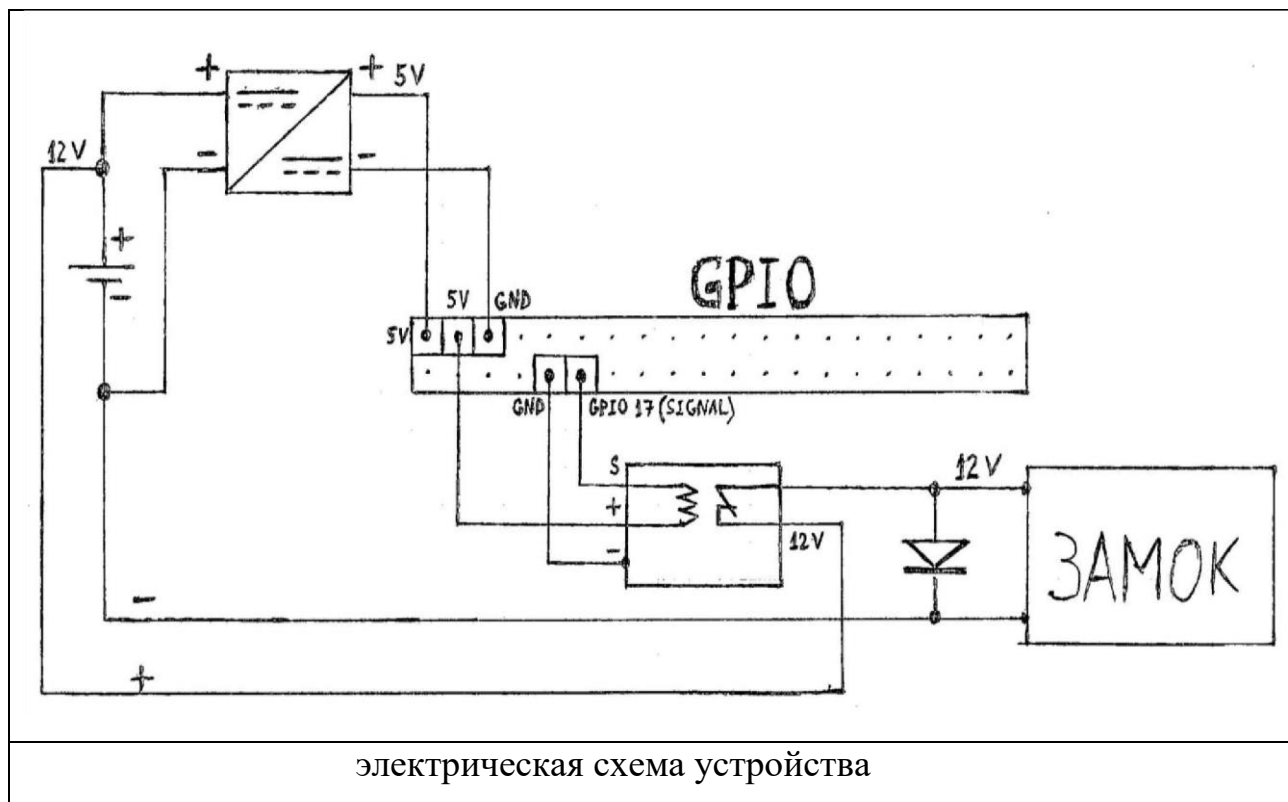
Для управления электромагнитным замком двери «ALer» AL-250S было задействовано сигнальное реле 30V 10A в нормально-замкнутом состоянии (NC).

Ножки GPIO были соединены female-female проводом с соответствующими частями схемы.

В соответствии со схемой сдвигового электромагнитного замка «ALer» AL-250S (Рисунок 4) был припаян защитный диод типа 1N4006.

Окончательный вариант электрической схемы устройства представлен ниже.

Рисунок 5.



#### 4.5. Разработка и изготовление корпуса

Для разработки корпуса устройства использовалась свободное приложение для 3D моделирования «OpenSCAD».

Модель корпуса была спроектирована с учётом заранее проведённых габаритных измерений собранной электрической схемы.

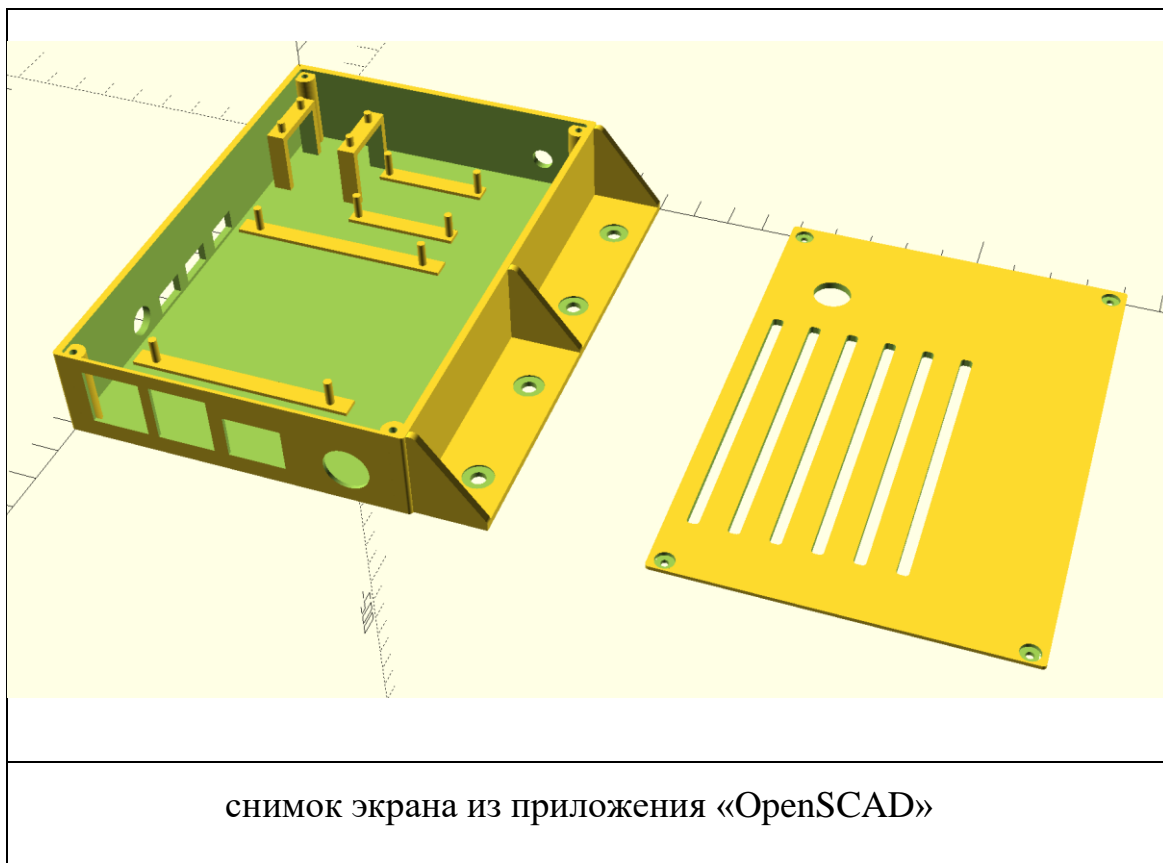
Было предусмотрено максимально рациональное расположение деталей внутри корпуса и заранее продумана часть свободного пространства для коммутации проводных соединений.

Для отвода тепла от микрокомпьютера были спроектированы специальные вентиляционные отверстия.

Корпус был изготовлен из ABS пластика на школьном 3D принтере DOBOT MOOZ-2 PLUS.

Ниже представлено изображение трёхмерной модели корпуса устройства.

Рисунок 6.





## 5. Результаты и обсуждения

Таблица 3.

Эксперт	Оценка (самооценка)
Учитель информатики	<b>10/10</b> «Перспективная задумка.»
Классный руководитель	<b>10/10</b> «Достойный проект!»
Мама	<b>10/10</b> «Гениально!»
Друг	<b>9/10</b> «В целом здорово, но чего-то не хватает»
Одноклассник	<b>10/10</b> «Очень удобное устройство.»
Я	<b>9/10</b> Сейчас я всё ещё не считаю свой проект доведённым до конечного идеала. В скором будущем я планирую разработать мобильное приложение для упрощения взаимодействия с моим устройством и СКУД.

## 6. Описание завершённого продукта

Разработанная СКУД с QR кодами в качестве индивидуальных цифровых ключей является доступной, экономичной, инновационной альтернативой иным существующим импортным системам. Проект является экономически крайне конкурентоспособным. Устройство сможет найти широкое применение в области учебных учреждений, коммерческих

предприятий, складов и прочих организаций, нуждающихся в обеспечении безопасности доступа.

Технология QR кодирования с каждым днём находит себе всё больше применений. Люди скоро забудут про NFC карты и станут использовать QR коды повсеместно. Использование QR кодов в качестве индивидуальных цифровых ключей является более безопасным, ведь они могут автоматически генерироваться и обновляться у каждого пользователя в течение дня. Для этого понадобится мобильное приложение, созданием которого я планирую заняться в будущем.

## 7. Список используемой литературы

**Костерин, В. В.** С Python прочитаем любые штрих- и QR-коды – Записки преподавателя / В. Костерин. - Текст : электронный // waksoft.susu.ru : [сайт]. - 2021. - 3 мая - URL: <https://waksoft.susu.ru/2021/05/03/kak-sgenerirovat-i-prochitat-qr-kod-v-python/> (дата обращения: 11.11.2022).

opencv-python · PyPI : Wrapper package for OpenCV python bindings. – Текст : электронный // PyPI : [сайт]. - 2022. - URL: <https://pypi.org/project/opencv-python/> (дата обращения: 11.11.2022).

qrcode · PyPI : QR Code image generator. - Текст : электронный // PyPI : [сайт]. - 2022. - URL: <https://pypi.org/project/qrcode/> (дата обращения: 12.11.2022).

sqlite3 – DB-API 2.0 interface for SQLite databases – Python 3.11.2 documentation : . - Текст : электронный // PyPI : [сайт]. - 2022. - URL: <https://docs.python.org/3/library/sqlite3.html> (дата обращения: 12.11.2022).

Raspberry Pi OS – Raspberry Pi : Install Raspberry Pi OS using Raspberry Pi Imager. - Текст : электронный // Raspberry Pi : [сайт]. - 2022. - URL: <https://www.raspberrypi.com/software/> (дата обращения: 30.01.2023).

Подключение по SSH [Амперка / Вики] : Включение SSH. - Текст :  
электронный // амперка : [сайт]. - 2020. - URL:  
<http://wiki.amperka.ru/rpi:installation:ssh> (дата обращения: 30.01.2023).

Raspberry Documentation – Camera : Installing a Raspberry Pi camera. - Текст  
: электронный // Raspberry Pi : [сайт]. - 2023. - URL:  
<https://www.raspberrypi.com/software/> (дата обращения: 1.02.2023).

Raspberry Pi: Control Relay switch via GPIO : Raspberry Pi Relay  
Control. Текст : электронный // Tutorials for Raspberry Pi : [сайт]. - 2018. –  
URL: <https://tutorials-raspberrypi.com/raspberry-pi-control-relay-switch-via-gpio/> (дата обращения: 10.02.2023).