

Министерство просвещения Российской Федерации
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ «ШКОЛА № 1357 «НА
БРАТИСЛАВСКОЙ»»
(ГБОУ ШКОЛА №1357)

УДК 681.5

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБОУ Школа №1357,

_____ О.Е. Аверчинкова
«__» _____ 2024 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ
по теме:
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ QR-КОДА

Автор проекта,
учащийся 11«Ф» класса _____ Ф.Т. Величко

Руководитель проекта,
учитель информатики _____ С.Л. Целищев

Москва 2024

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 36 с., 21 рис., 3 таблицы, 14 источников.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ, QR-КОД, БАЗА ДАННЫХ, МИКРОКОМПЬЮТЕР, УСТРОЙСТВО, ДВЕРЬ, ШКОЛА.

Объект разработки: системы контроля и управления доступом (далее – СКУД).

Предмет разработки: СКУД с QR-кодами в школьных помещениях.

Цель работы: разработать СКУД для школьных помещений, распознающую в качестве цифровых ключей QR-коды.

Применяемые методы проектирования и исследования: наблюдение, опрос, сравнение, компьютерное проектирование.

В ходе работы был написан программный код генератора и расшифровщика QR-кодов, создана база данных. Осуществлён подбор необходимых комплектующих. Особое внимание уделялось конечной себестоимости, функциональности устройства. Корпус устройства был изготовлен с учётом рациональности компоновки деталей. На заключительном этапе работы проведены тестовые испытания устройства.

Область применения: школьные кабинеты, аудитории, склады производственных предприятий, офисы, концертные залы, кинозалы и пр.

Экономическая эффективность достигается при массовом внедрении СКУД в помещения. Доступом во все помещения управляет только одно устройство, а возле дверей располагаются блоки камеры с реле.

Перспектива развития проекта состоит в написании мобильного приложения для генерации ключей, регистрации пользователей и управления их правами.

Результат: разработана СКУД для школьных помещений, распознающая в качестве цифровых ключей QR-коды.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЭТАП.....	10
1.1. Применяемые методы проектирования и исследования.....	10
1.2. Опрос потенциальных пользователей.....	11
1.3. Оценка и сравнение стоимости необходимых комплектующих.....	11
1.4. Приблизительный расчёт затрат при эксплуатации.....	12
1.5. Подведение итогов сравнений.....	14
1.6. Принцип работы и описание проектируемого устройства.....	14
1.7. Подбор микрокомпьютера.....	15
1.8. Подбор комплектующих.....	16
1.9. Корпус устройства.....	17
1.10. Предотвращение возможных ошибок.....	17
2. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП.....	18
2.1. Место и сроки проведения работы.....	18
2.2. Разработка программного обеспечения.....	18
2.3. Программирование микрокомпьютера.....	18
2.4. Сборка электрической схемы.....	19
2.5. Разработка и изготовление корпуса.....	20
2.6. Сборка устройства.....	22
3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП.....	24
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	26
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	29
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	34

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Определение
1. Аутентификация (англ. Authentication ← греч. [authentikos] «реальный, подлинный»)	Процесс подтверждения права на доступ с помощью ввода пароля, пин-кода, использования биометрических данных и других способов
2. База данных	Упорядоченный набор структурированной информации или данных, которые обычно хранятся в электронном виде в компьютерной системе
3. Система контроля и управления доступом (СКУД)	Совокупность программно-аппаратных технических средств контроля и средств управления, которые ограничивают и регистрируют вход-выход объектов (людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, контрольно-пропускные пункты
4. NFC (Near Field Communication «связь ближнего действия»)	Технология высокочастотной беспроводной идентификации и связи на крайне малых расстояниях (не превышающих 3–10 см)
5. QR-код (англ. Quick Response code «код быстрого отклика»; сокр. QR code)	Тип матричных штриховых кодов (или двумерных штриховых кодов)

ВВЕДЕНИЕ

Проблема

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 дверями 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 осуществлять контроль доступа и ведение учёта посещаемости кабинетов. 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. Над каждой дверью до сих пор видны ни к чему не подключенные провода. Фотография одной из дверей представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фотография двери в помещении IT-полигона

Обоснование необходимости проведения работы

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) способ аутентификации, который вполне может быть реализован. QR-коды можно хранить как на физическом носителе, так и на мобильном устройстве, в то время как для использования пластиковой карты со смартфона необходимо наличие NFC модуля. Это значительно сильный аргумент, обосновывающий универсальность проектируемой системы 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. Такая СКУД также может являться средством защиты от террористической угрозы, если доступ в помещение будет предоставляться только ученикам и персоналу.

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

Патентные исследования и конкурентный анализ

Поиск по официальному сайту Федерального Института Промышленной Собственности (ФИПС) [1] системы контроля и управления доступом с технологией QR-кода для помещений не выдал существующих патентов, что видно на рисунке 2.

ПОИСК ПО САЙТУ

К сожалению, на ваш поисковый запрос ничего не найдено.

Рисунок 2 - Поисковой запрос по сайту fips.ru [1]

Известно о существовании СКУД турникетного типа, как на рисунке 3, где считывающее устройство распознаёт в качестве ключа QR-код, однако такая система используется, как правило, только на входе в здание или кабинетный коридор. Её трудно применить, например, в школьных кабинетах. Также СКУД подобного типа не может являться экономически выгодной при её установке во все помещения школы, университета, офиса или предприятия.

Турникет раздвижной ZKTeco FBL4000 со считывателем штрих/QR кодов (с планками)



Артикул: _____ skd-2271
 Производители _____ ZKTeco

Наличие: ■■■■■

193 830 ₺

Кол-во

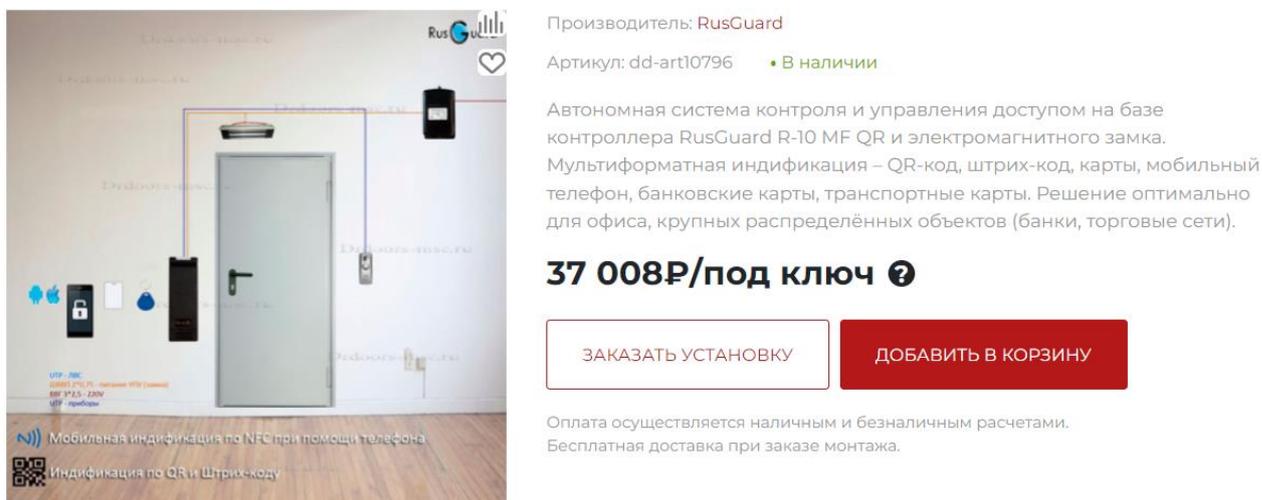
Краткие характеристики

Антипаника	_____	Автоматическая
Вес	_____	142 кг
Вид турникета	_____	Турникет
Встроенные считыватели	_____	Без считывателей
Встроенный картоприемник	_____	Нет

Рисунок 3 – СКУД турникетного типа «ZKTeco» [2]

Такая конструкция сложна в монтаже и техническом обслуживании, что является её следующим недостатком после стоимости.

Существует также аналог разрабатываемого устройства – СКУД от компании «RusGuard» [3] на базе QR-кода и магнитного замка, представленная на рисунке 4.



Производитель: RusGuard
Артикул: dd-art10796 • В наличии

Автономная система контроля и управления доступом на базе контроллера RusGuard R-10 MF QR и электромагнитного замка. Мультиформатная идентификация – QR-код, штрих-код, карты, мобильный телефон, банковские карты, транспортные карты. Решение оптимально для офиса, крупных распределённых объектов (банки, торговые сети).

37 008Р/под ключ

ЗАКАЗАТЬ УСТАНОВКУ ДОБАВИТЬ В КОРЗИНУ

Оплата осуществляется наличным и безналичным расчетами.
Бесплатная доставка при заказе монтажа.

Рисунок 4 – СКУД на базе QR кода и магнитного замка «RusGuard» [3]

Данная конструкция уже более проста в монтаже и обслуживании, но её установка во все помещения здания всё ещё не является выгодным решением.

Проведя патентный поиск и конкурентный анализ, я выяснил, что существующие аналоги разрабатываемого устройства отличаются высокой стоимостью или неудобством монтажа и обслуживания. Из этого следует вывод о том, что разрабатываемое устройство должно быть дешевле аналогичных решений, простым и универсальным в монтаже, рациональным в эксплуатации и не нуждающимся в особом техническом обслуживании.

Актуальность и новизна темы

Возможность ученика отмечаться на уроке своим индивидуальным QR-кодом непосредственно при входе в аудиторию – неоспоримо новый и инновационный способ аутентификации в школе, позволяющий упростить или вовсе исключить процесс «переклички» перед уроком. Актуальность проекта заключается в развивающейся тенденции внедрения современных

технологий в образовательные учреждения, а также усилении антитеррористических мер в наше время.

Цель и задачи работы

Целью работы является разработка своей СКУД и создание умного устройства, распознающего QR-коды в качестве индивидуальных цифровых ключей и управляющего магнитным замком двери. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) создать программное обеспечение (далее – ПО) для устройства с базой данных для отслеживания доступа;
- 2) установить созданное ПО на одноплатный компьютер;
- 3) скомпоновать и собрать электрическую схему;
- 4) разработать и изготовить корпус устройства.

1. Поисково-исследовательский этап

Прежде чем утверждать привязку технологии QR-кода к моей СКУД, было необходимо детально сравнить этот вариант с наиболее распространённой альтернативой – NFC-картами. Перед началом 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) опрос потенциальных пользователей (п. 1.2);
- 2) оценку и сравнение средней стоимости необходимых комплектующих (п. 1.3);
- 3) приблизительный расчёт денежных затрат при эксплуатации (п. 1.4);
- 4) подведение итогов сравнений (п. 1.5);
- 5) принцип работы и описание проектируемого устройства (п. 1.6);
- 6) подбор микрокомпьютера (п. 1.7);
- 7) подбор комплектующих (п. 1.8);
- 8) расчёты себестоимости (п. 1.9);
- 9) разработку корпуса устройства (п. 1.10);
- 10) предотвращение возможных ошибок (п. 1.11).

1.1. Применяемые методы проектирования и исследования

В процессе работы над проектом применялись следующие методы проектирования и исследования:

- 1) наблюдение (см. Введение);
- 2) опрос (п. 1.2);
- 3) сравнение (п. 1.3-1.5);
- 4) компьютерное проектирование (п. 2.5).

1.2. Опрос потенциальных пользователей

Был проведён опрос учителей и учеников моей школы касательно удобства использования различных типов цифровых ключей. Диаграмма количества голосов представлена на рисунке 5.

ЧТО УДОБНЕЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ?

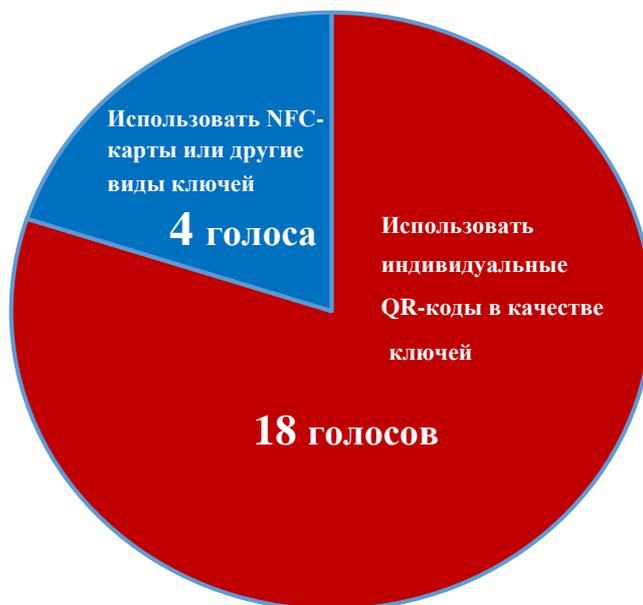


Рисунок 5 – Опрос потенциальных пользователей

По результатам голосования бóльшая часть опрошиваемых потенциальных пользователей предпочла бы пользоваться СКУД с QR-кодами в качестве индивидуальных цифровых ключей.

1.3. Оценка и сравнение средней стоимости необходимых комплектующих

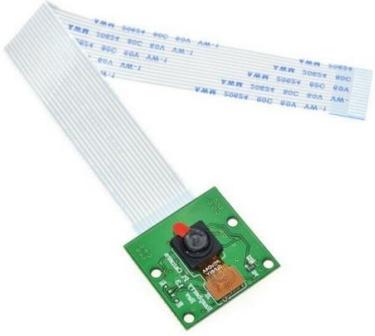
Значительную роль в выборе концепции СКУД играет её конечная себестоимость, которая, в свою очередь, напрямую зависит от цены необходимых комплектующих.

Для чтения информации с пластиковой NFC-карты устройство должно соответственно обладать NFC-модулем, цена которого по данным сайта market.yandex.ru [4] в момент обращения равна 1851Р.

Для чтения информации с QR-кода устройству достаточно иметь небольшой модуль камеры, цена которого по данным того же сайта сейчас равна 540Р.

Результат сравнения цен на необходимые комплектующие для обоих типов устройств (Таблица 1) показал, что в данной категории сравнения вариант СКУД с QR-кодами в качестве индивидуальных цифровых ключей будет предпочтительнее, нежели вариант с NFC-картами.

Таблица 1 – Сравнимые средства чтения информации

NFC-модуль для Raspberry PI [5]	Модуль камеры для Raspberry PI [6]
 <p data-bbox="247 1395 437 1424">С картой © Пэй</p> <p data-bbox="247 1435 815 1496">1713 Р ВАМ -14% / без: 1851Р 1990Р</p>	 <p data-bbox="895 1395 1085 1424">С картой © Пэй</p> <p data-bbox="895 1435 1463 1496">430 Р ВАМ -38% / без: 540Р 696Р</p>

1.4. Приблизительный расчёт затрат при эксплуатации

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

По данным сайта market.yandex.ru [4], представленным на рисунке 6, один комплект из десяти таких карт обойдётся покупателю в 290Р.

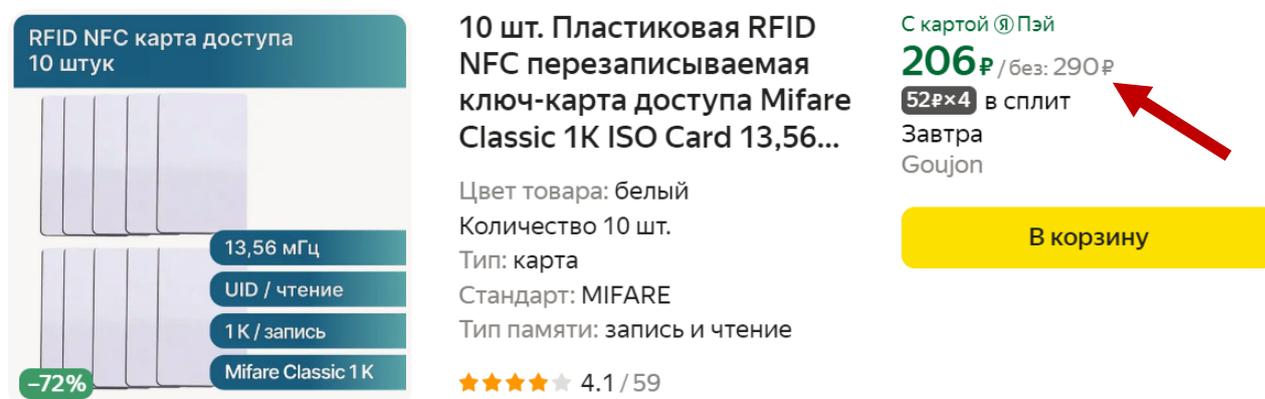


Рисунок 6 – Комплект NFC-карт [7]

Если допустить, что обычно в классе учится около 30 человек, то для обеспечения NFC-картами лишь одного класса школе придётся заплатить поставщику 870Р. 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.

1.5. Подведение итогов сравнений

Таблица 2 – Итоги сравнения

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

Итогами сравнений (Таблица 2) я окончательно обосновываю выбор QR-кодов в качестве индивидуальных цифровых ключей для моей системы контроля и управления доступом в школе.

1.6. Принцип работы и описание проектируемого устройства

Для того, чтобы в дальнейшем приступить к подбору микрокомпьютера и остальных комплектующих, необходимо точно знать и понимать, что будет из себя представлять устройство и как оно будет работать.

Для удобства монтажа устройство, включающее в себя микрокомпьютер, камеру, реле и проводные соединения, должно быть помещено в компактный и надёжный корпус с вырезом под камеру и разъёмами питания микрокомпьютера и замка.

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 в таблице зарегистрированных пользователей. Если такой ключ зарегистрирован, следует добавить данные

пользователя вместе с текущей датой и временем в таблицу проходов. Во избежание случайного повторного добавления в эту таблицу с момента последней записи конкретно данного пользователя должно пройти не менее 10 секунд. Для подтверждения доступа к двери устройство должно проверять, является ли зарегистрированный пользователь учителем. Если да – дверь меняет 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.

Обдумав каждый шаг, я составил 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 в таблице пользователей, устройство устанавливает, кем является пользователь.
- 3) Если данный пользователь является учителем – устройство подаёт сигнал на реле, чтобы открыть дверь, и записывает информацию о проходе. 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 таблицу проходов устройство не добавляет информацию о проходе того же пользователя в течение 10 секунд.

1.7. 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.

1.8. Подбор комплектующих

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

Подведя итоги сравнения QR-кодов и NFC карт (п. 1.4), 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 сдвиговой электромагнитный замок серии «ALeg» AL-250S, которому требуется наличие защитного диода типа 1N4006 для уменьшения коммутационных помех и повышения помехоустойчивости системы. Схема замка, заимствованная из официального руководства по эксплуатации [8], приведена на рисунке 7.

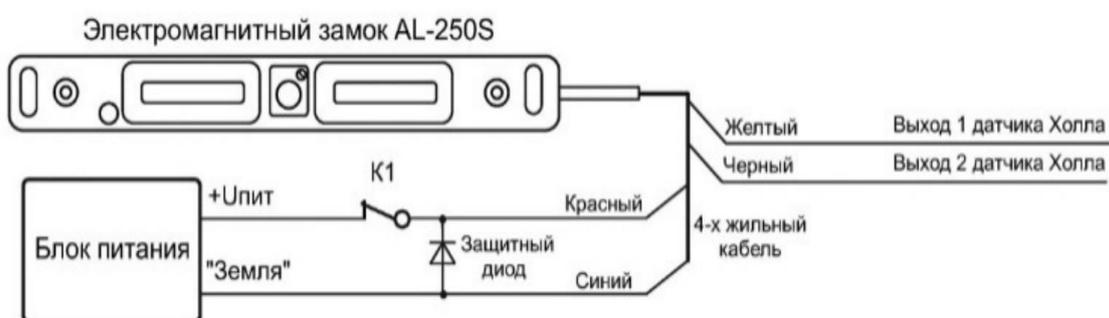


Рисунок 7 – Электрическая схема электромагнитного замка «ALeg»

1.9. Корпус устройства

Для скрытной укладки 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 инновационная, прогрессивная и точная технология изготовления объёмных фигур любой сложности. В качестве программы для разработки 3D-модели корпуса устройства использовалось свободное приложение для 3D-разработки «OpenSCAD». На рисунке 9 в п. 2.5 представлено изображение полученной трёхмерной модели корпуса устройства.

1.10. Предотвращение возможных ошибок

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

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

При этом мной предусмотрен автоматический перезапуск программы при экстренном завершении её работы – это гарантия безопасности.

2. Конструкторско-технологический этап

2.1. Место и сроки проведения работы

Работы над проектом выполнялись дома и в IT-полигоне школы.

Сроки выполнения: октябрь 2023 – март 2024.

2.2. 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 [9] (для распознавания и расшифровки QR-кодов), qrcode [10] (для генерации QR-кодов) и sqlite3 [11] (для работы с базой данных).

2.3. Программирование микрокомпьютера

В соответствии с п. 1.6 пояснительной записки для следующего этапа создания устройства был задействован одноплатный микрокомпьютер Raspberry PI 4 с операционной системой Raspbian OS [12] 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 поддерживаемые микрокомпьютером 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 [13]. Ножка GPIO 17 подаёт сигнал на реле, что мгновенно приводит к его замыканию/размыканию.

2.4. Сборка электрической схемы

Для чтения QR-кодов к плате через шлейф был подключен модуль камеры 5MP для Raspberry Rev 1.3 [14].

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.

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

В соответствии со схемой сдвигового электромагнитного замка «ALer» AL-250S, представленной в п. 1.8 на рисунке 7, был припаян защитный диод типа 1N4006.

Окончательный вариант электрической схемы устройства представлен на рисунке 8.

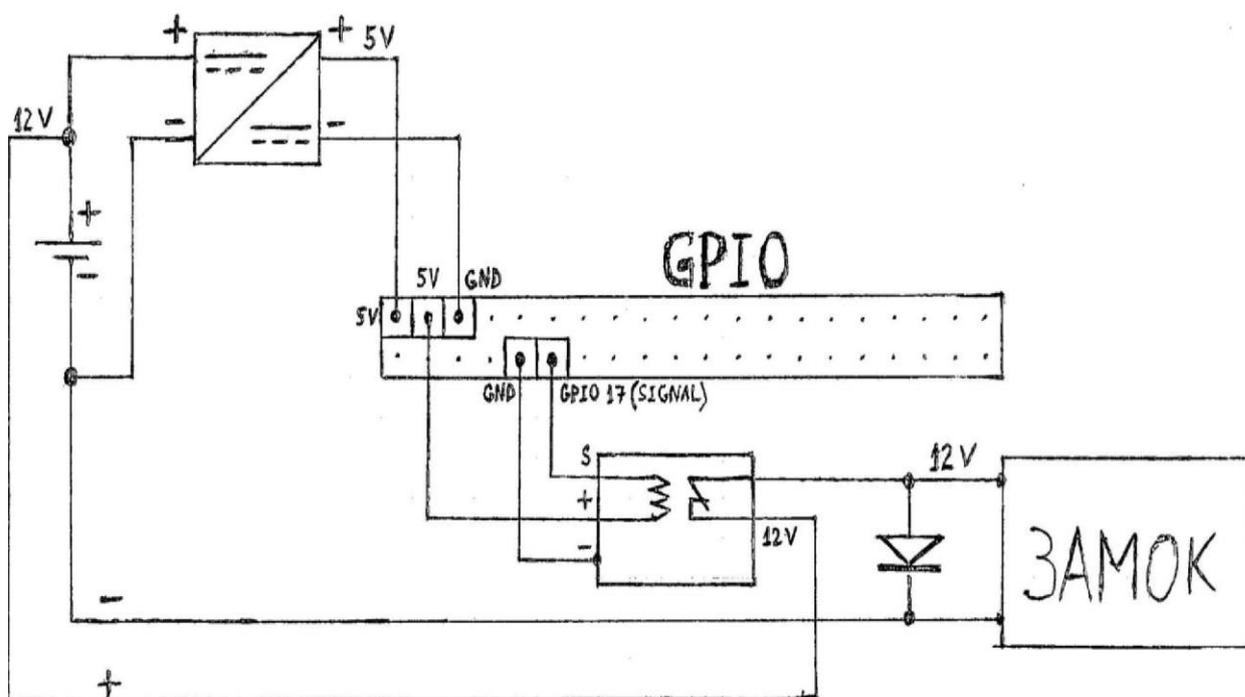


Рисунок 8 – Электрическая схема устройства

2.5. Разработка и изготовление корпуса

Для разработки корпуса устройства использовалось 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 PLA пластика на школьном 3D-принтере DOBOT MOOZ-2 PLUS.

С чертежом корпуса устройства можно ознакомиться в приложении В.

На рисунке 9 представлено изображение трёхмерной модели корпуса устройства. Процесс печати показан на рисунке 10, готовое изделие – на рисунке 11.

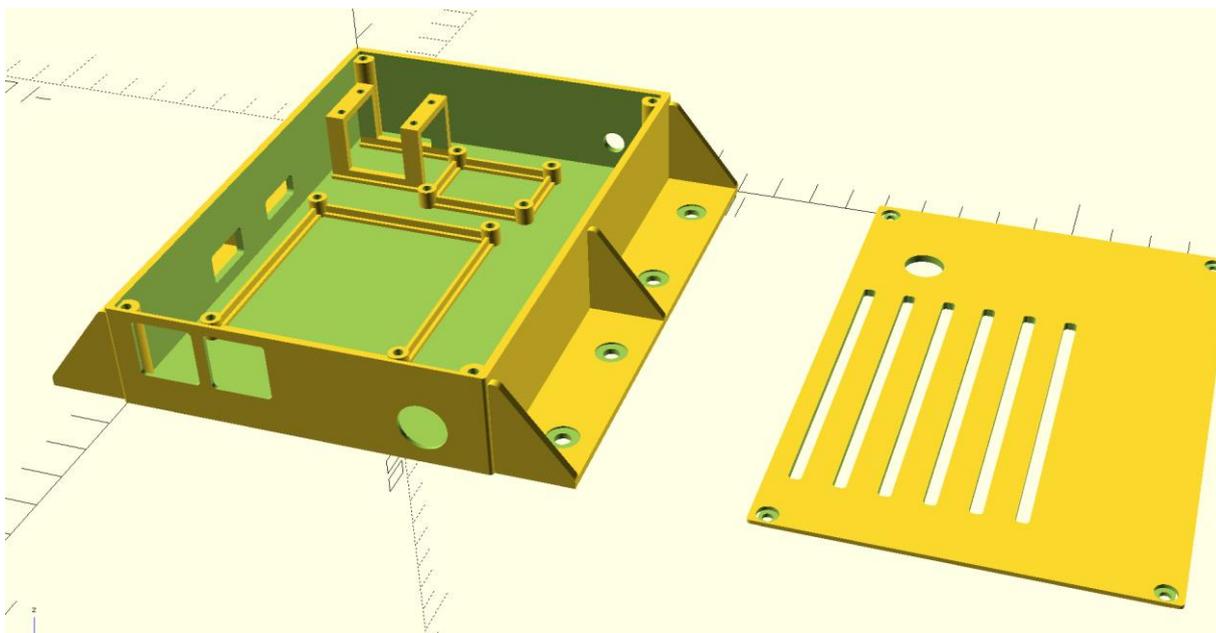


Рисунок 9 – Снимок экрана из приложения «OpenSCAD»



Рисунок 10 – Процесс изготовления корпуса

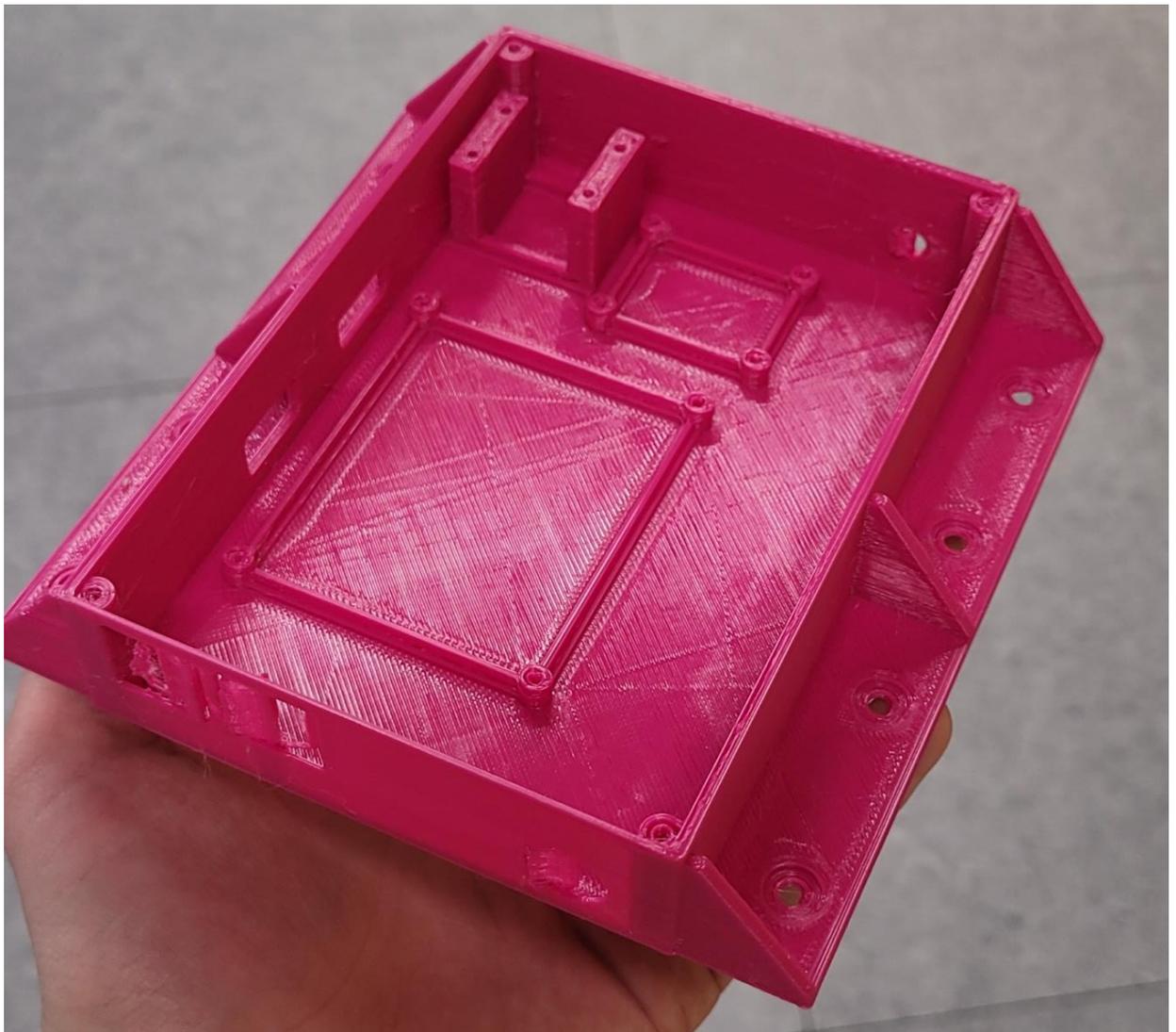


Рисунок 11 – Результат работы 3D-принтера

2.6. Сборка устройства

Финальным этапом работы над проектом являлась сборка самого устройства. Она включала в себя сборку электрической схемы, компоновку деталей и проводных соединений, посадку некоторых деталей на термопластичный клей и установку крышки корпуса. Процесс сборки продемонстрирован на рисунках 12 – 15. Технологическая карта сборки устройства представлена в приложении А.

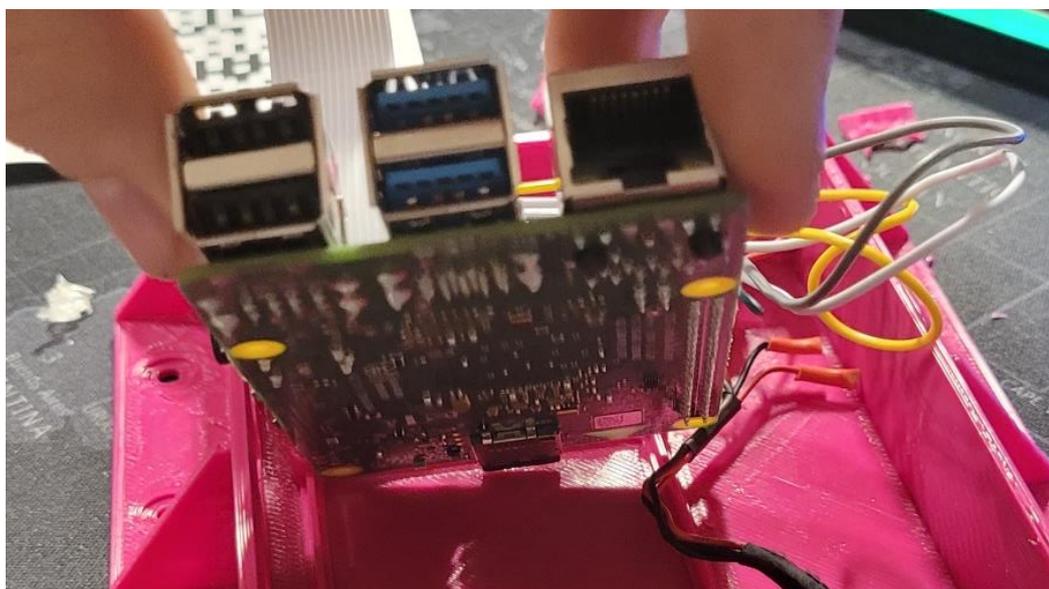


Рисунок 12 – Сборка электрической схемы

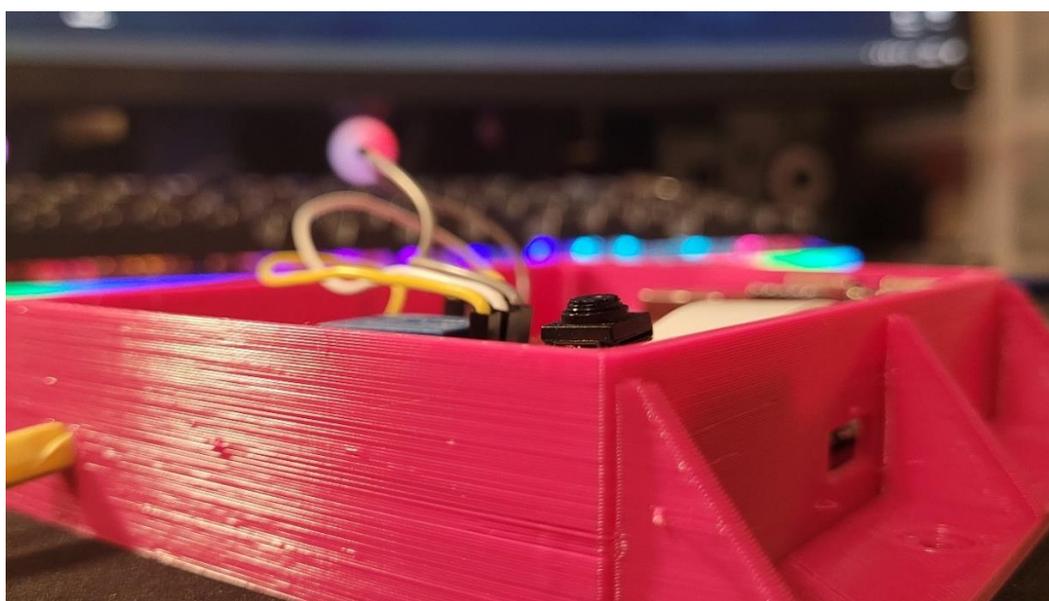


Рисунок 13 – Установка камеры 5MP для Raspberry с шлейфом, Rev 1.3 [14]



Рисунок 14 – Компоновка деталей и проводных соединений



Рисунок 15 – Финальная сборка

3. Заключительный этап

На заключительном этапе проводились тестовые испытания разработанного устройства. Были сгенерированы QR-коды для пользователей с разными правами доступа (учитель/ученик). Полученные QR-коды подносились к камере на устройстве. Если распознанный код содержал в себе идентификатор учителя, устройство размыкало реле, записывая информацию о проходе в таблицу проходов, фрагмент которой представлен на рисунке 16. При распознавании кода ученика информация о проходе добавлялась в таблицу проходов (если до этого дверь была условно открыта) без подачи сигнала на реле. Если QR-код, считываемый устройством, не содержал идентификатор пользователя, зарегистрированный в базе данных, устройство игнорировало его. Записанная информация отображалась в табличном виде при подключении к удалённому серверу. Также имелась возможность удалённо зарегистрировать новых пользователей, как показано на рисунке 17, и сгенерировать их QR-коды.

eBDNAvBZNI	Пётр Петрович	Петров	11Ы	31/03/2024	21:06:29
eQDJRfvQsH	Иван Иванович	Иванов	УЧИТЕЛЬ	31/03/2024	21:06:20

Рисунок 16 – Фрагмент таблицы проходов

Имя Отчество:

Фамилия:

Класс:

Учитель?

Да Нет

Рисунок 17 – Регистрация нового пользователя

Таким образом, устройство успешно прошло тестовые испытания, и его можно считать полностью работоспособным на заключительном этапе работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы по результатам проекта

Разработанная СКУД с QR-кодами в качестве индивидуальных цифровых ключей является доступной, экономичной, инновационной альтернативой иным существующим импортным и отечественным системам. Проект является экономически крайне конкурентоспособным за счёт своей себестоимости и низкого количества эксплуатационных затрат.

Технология QR-кодирования с каждым днём находит 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.

Оценка полноты решения поставленных задач

В ходе проектной деятельности были в полной мере решены поставленные задачи. Создано и установлено на одноплатный компьютер программное обеспечение для устройства с базой данных. Собранная электрическая схема помещена в разработанный корпус устройства, изготовленный на 3D-принтере.

На будущее я ставлю перед собой следующую задачу: разработать мобильное приложение для упрощения взаимодействия со СКУД и повышения её безопасности.

Экономическая и экологическая оценка производства изделия

При производстве проектируемого устройства не исключается причинение вреда окружающей среде из-за используемого для 3D-печати пластика. Однако, это в значительной мере компенсируется отсутствием необходимости изготовления пластиковых карт для NFC-сканеров. Именно

поэтому мой проект является в разы более экономичным и экологичным решением. Расчёты себестоимости указаны в Таблице 3.

Таблица 3 – Расчёты себестоимости

Комплектующие	Кол-во	Цена	Стоимость
Микрокомпьютер Raspberry PI 4 2B	1 шт.	13 475,00 Р	13 475,00 Р
Камера 5MP для Raspberry с шлейфом, Rev 1.3	1 шт.	540,00 Р	540,00 Р
Релейный модуль 10А 30V	1 шт.	51,21 Р	51,21 Р
Карта памяти MicroSD 32GB	1 шт.	616,00 Р	616,00 Р
Блок питания 1А 12V	1 шт.	230,00 Р	230,00 Р
Разъем питания 5,5x1,7mm Acer Aspire one 751h (ZA3)	1 шт.	294,00 Р	294,00 Р
Выпрямительный диод 1N4006	1 шт.	3,00 Р	3,00 Р
Понижающий DC-DC преобразователь Mini360	1 шт.	147,00 Р	147,00 Р
PLA пластик для 3D- печати (филамент с диаметром нити 1,75 мм)	12,57 м	4,80 Р/м	60,34 Р
Саморезы универсальные оцинк. 3,5x16 ,30 шт	1 уп.	59,00 Р	59,00 Р
ИТОГО			15 475,55 Р

Дизайн изделия

Дизайн проектируемого изделия универсален и по большей части зависит от цвета пластика, используемого для 3D-печати корпуса. При разработке формы корпуса полностью учтена эстетичность его внешнего вида. Для этого я сгладил углы на рёбрах корпуса и краях вентиляционных отверстий, сформировал специальные пазы у крышки для её точной и аккуратной посадки, продумал углубления в отверстиях для крепления устройства к стене на винты с потайной шляпкой. Корпус устройства максимально компактен, при этом внутри него имеется достаточное пространство для установки в него динамика или светодиода. Это пространство специально отведено под дальнейшую разработку.

Предложения по внедрению

Устройство сможет найти широкое применение в области учебных учреждений, коммерческих предприятий, складов и прочих организаций, нуждающихся в обеспечении безопасности доступа. СКУД может быть применена в аудиториях пунктов проведения экзаменов (чтобы автоматически записывать время выходов из аудиторий), при входе в концертные залы, кинозалы и пр. Разработанную СКУД можно использовать во время проведения различных конференций или олимпиад: организатор мероприятия может разослать участникам QR-коды как электронные билеты, которые будут сканироваться при входе в конференц-зал или другие помещения, а по окончании – просто удалить их из базы данных. Это поможет упростить, например, ведение статистики посещаемости мероприятий и т.д. В целом, устройство может применяться повсеместно, а особенности его работы будут зависеть лишь от установленного алгоритма программного кода.

Предлагаемый вариант установки устройства продемонстрирован в приложении Б.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ФИПС - Федеральное государственное бюджетное учреждение
Федеральный институт промышленной собственности URL: <https://fips.ru/>
(дата обращения: 29.03.2024).

2 ZKTeco FBL4000 | Официальный сайт СКУД - 193 830 Р // СКУД -
Сайт поставщика URL: <https://skud-system.ru/zk-fbl4000-fm30> (дата
обращения: 29.03.2024).

3 Автономная система доступа RusGuard с идентификацией по QR и
Штрих-коду - 37008 рублей под ключ // Монтаж систем безопасности в
Москве, Санкт-Петербурге, Рязани URL: [https://www.drdoors-msc.ru/reshenie-
avtonomnoy-RusGuard-Mobilnaya-indifikaciya-qr-nfc.html](https://www.drdoors-msc.ru/reshenie-avtonomnoy-RusGuard-Mobilnaya-indifikaciya-qr-nfc.html) (дата обращения:
29.03.2024).

4 Интернет-магазин Яндекс Маркет — покупки с быстрой доставкой
URL: <https://market.yandex.ru/> (дата обращения: 30.03.2024).

5 PN532 NFC HAT for Raspberry Pi, I2C / SPI / UART - Модуль NFC HAT
для Raspberry PI — купить в интернет-магазине по низкой цене на Яндекс
Маркете // Интернет-магазин Яндекс Маркет — покупки с быстрой доставкой
URL: [https://market.yandex.ru/product--pn532-nfc-hat-for-raspberry-pi-i2c-spi-
uart-modul-nfc-hat-dlia-raspberry-pi/101760522787?sku=101760522787&do-
waremd5=oyxOkTGaYYDWMena8LM-Tw&uniqueId=690226](https://market.yandex.ru/product--pn532-nfc-hat-for-raspberry-pi-i2c-spi-uart-modul-nfc-hat-dlia-raspberry-pi/101760522787?sku=101760522787&do-waremd5=oyxOkTGaYYDWMena8LM-Tw&uniqueId=690226) (дата обращения:
30.03.2024).

6 Камера 5MP для Raspberry PI 2 и PI 3, Rev 1.3 — купить в интернет-
магазине по низкой цене на Яндекс Маркете // Интернет-магазин Яндекс
Маркет — покупки с быстрой доставкой URL:
[https://market.yandex.ru/product--kamera-5mp-dlia-raspberry-pi-2-i-pi-3-rev-1-
3/101735774591?sku=101735774591&do-
waremd5=rYWsjWEfEDzWZk7oZJjQ8g&uniqueId=894867](https://market.yandex.ru/product--kamera-5mp-dlia-raspberry-pi-2-i-pi-3-rev-1-3/101735774591?sku=101735774591&do-waremd5=rYWsjWEfEDzWZk7oZJjQ8g&uniqueId=894867) (дата обращения:
30.03.2024).

7 10 шт. Пластиковая RFID NFC перезаписываемая ключ-карта доступа Mifare Classic 1K ISO Card 13,56 МГц, перезаписываемая — купить в интернет-магазине по низкой цене на Яндекс Маркете // Интернет-магазин Яндекс Маркет — покупки с быстрой доставкой URL:

<https://market.yandex.ru/product--10-sht-plastikovaia-rfid-nfc-perezapisyvaemaia-kliuch-karta-dostupa-mifare-classic-1k-iso-card-13-56-mgts-perezapisyvaemaia/1769318753?sku=101814765109&do-waremd5=joaZaum4Y7CTCIQkkoiOA&uniqueId=866538> (дата обращения: 30.03.2024).

8 Aler_AL250S-manual.pdf // Торговый Дом "Точка Доступа" — продажа и монтаж систем безопасности URL:

https://tdtd.ru/napolnenie/Aler_AL250S-manual.pdf (дата обращения: 03.02.2024).

9 opencv-python · PyPI // PyPI · Индекс пакета Python URL: <https://pypi.org/project/opencv-python/> (дата обращения: 08.01.2024).

10 qrcode · PyPI // PyPI · Индекс пакета Python URL: <https://pypi.org/project/qrcode/> (дата обращения: 08.01.2024).

11 sqlite3 — DB-API 2.0 interface for SQLite databases — Python 3.12.2 documentation // 3.12.2 Documentation URL:

<https://docs.python.org/3/library/sqlite3.html> (дата обращения: 08.01.2024).

12 Raspberry Pi OS – Raspberry Pi // Raspberry Pi URL: <https://www.raspberrypi.com/software/> (дата обращения: 15.01.2024).

13 Raspberry Pi: Control Relay switch via GPIO // Tutorials for Raspberry Pi – Instructions & Projects URL: <https://tutorials-raspberrypi.com/raspberry-pi-control-relay-switch-via-gpio/> (дата обращения: 25.01.2024).

14 Raspberry Pi Documentation - Camera // Raspberry Pi URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/accessories/camera.html> (дата обращения: 16.01.2024).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

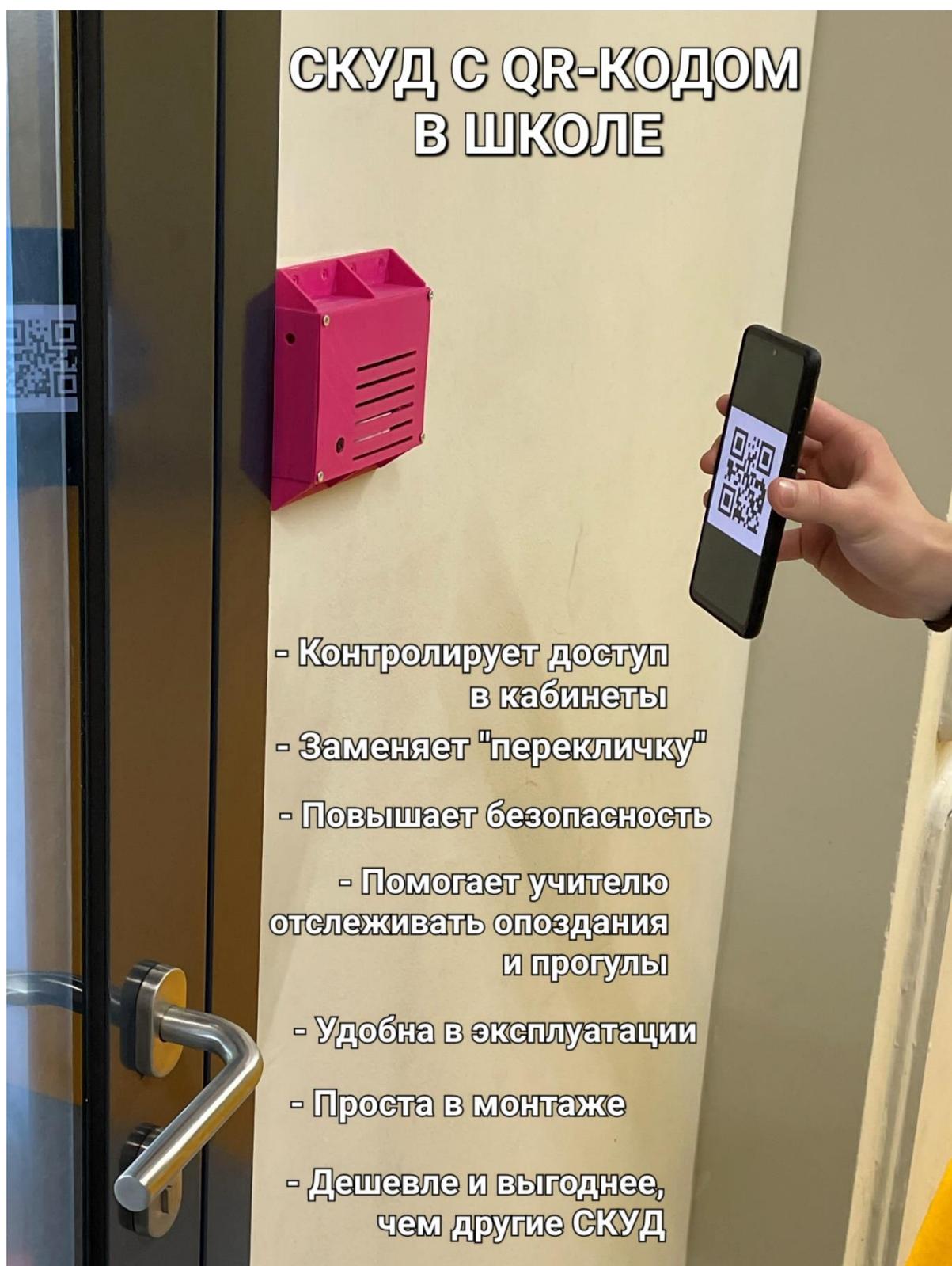
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СБОРКИ УСТРОЙСТВА

№	Последовательность выполнения операций	Инструменты и приспособления
1	Крепление микрокомпьютера к корпусу устройства на винты	Отвёртка с шлицами типа PH (Phillips)
2	Присоединение шлейфа камеры к микрокомпьютеру с последующим креплением модуля камеры к корпусу устройства на винты	Отвёртка с шлицами типа PH (Phillips)
3	Крепление реле к корпусу устройства на винты	Отвёртка с шлицами типа PH (Phillips)
4	Крепление разъёма питания на термопластичный клей	Термоклеевой пистолет
5	Соединение female-female проводами контактов GPIO с входными контактами реле (+, -, S)	Пинцет
6	Пайка проводов от разъёма питания с контактами DC-DC преобразователя	Паяльник электрический, припой оловянно-свинцовый, канифоль, пинцет

7	Соединение проводов, идущих после преобразователя, с контактами питания микрокомпьютера через female разъем	Пинцет
8	Крепление проводов, идущих к контактам питания электромагнитного замка, к выходным контактам реле	Отвёртка с шлицами типа SL (Slotted)
9	Стягивание нитью излишней части длины шлейфа камеры	Пинцет, ножницы
10	Установка крышки на корпус устройства	Отвёртка PH (Phillips)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

РЕКЛАМА ИЗДЕЛИЯ



СКУД С QR-КОДОМ В ШКОЛЕ

- Контролирует доступ в кабинеты
- Заменяет "перекличку"
- Повышает безопасность
 - Помогает учителю отслеживать опоздания и прогулы
- Удобна в эксплуатации
- Проста в монтаже
- Дешевле и выгоднее, чем другие СКУД

Рисунок Б.1 – Реклама изделия

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ЧЕРТЁЖ КОРПУСА

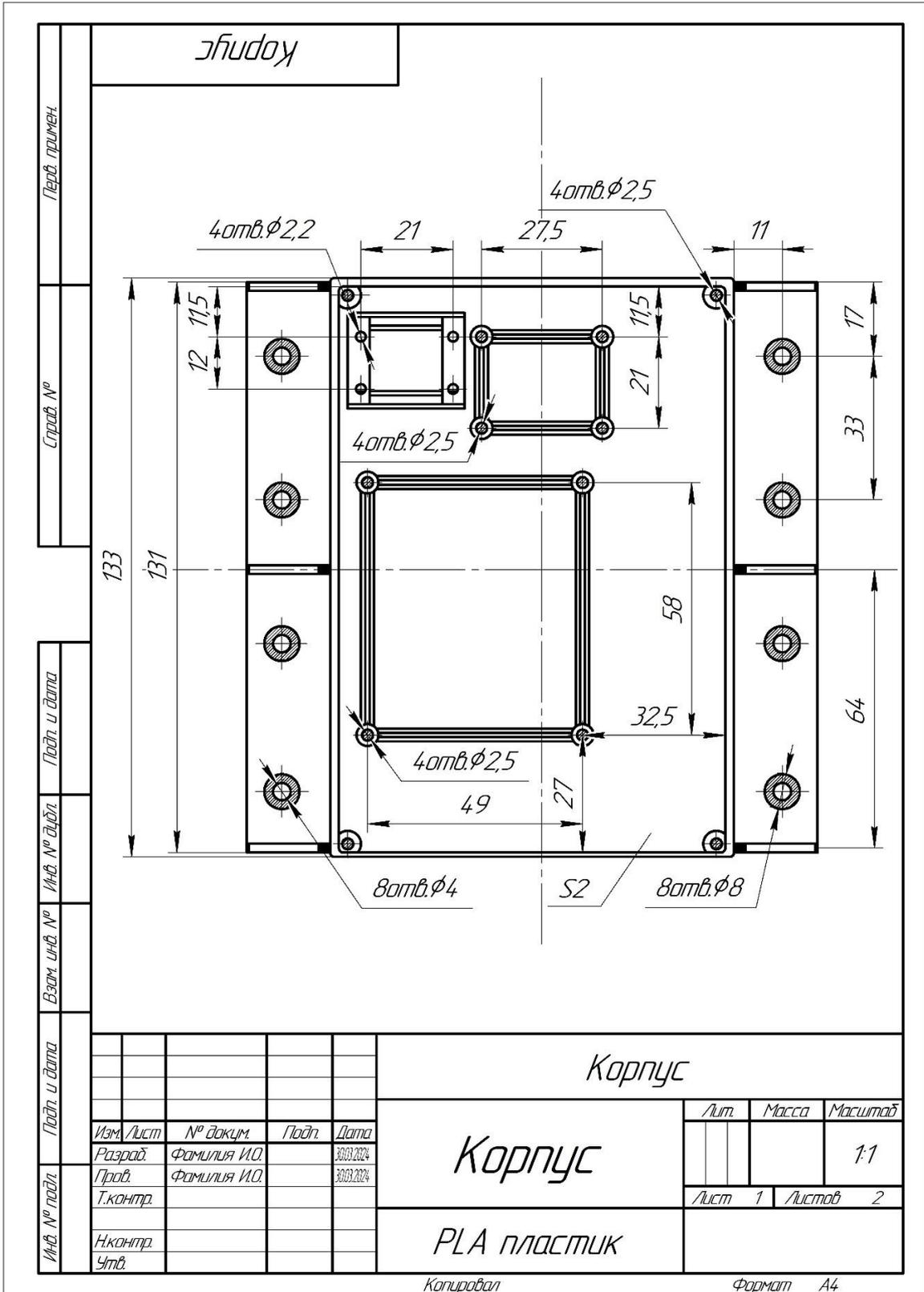


Рисунок В.1 – Чертёж корпуса лист 1

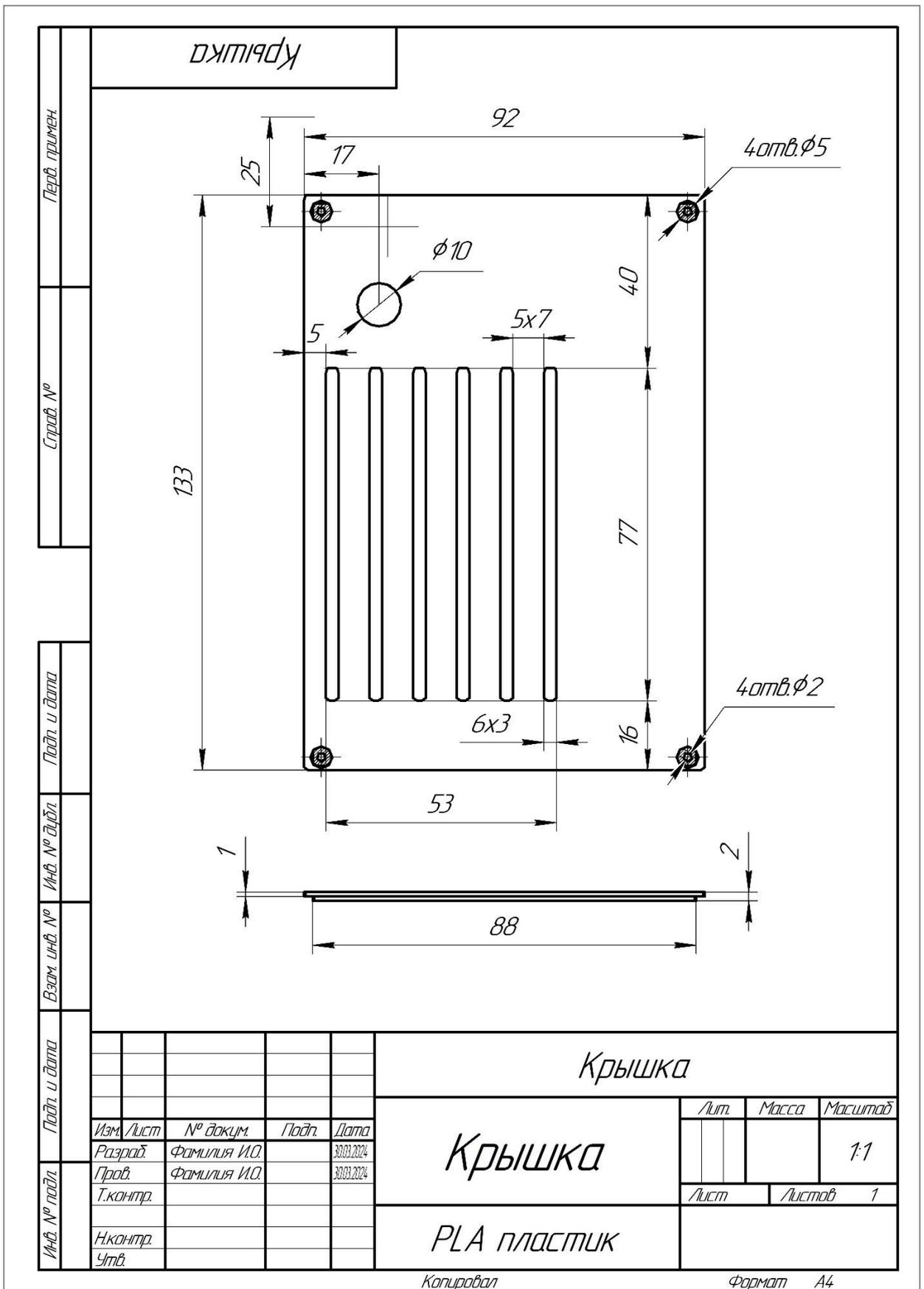


Рисунок В.3 – Чертеж крышки корпуса