

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

вычислительной техники

Кафедра

«Вычислительная техника»

Специальность: 09.05.01 «Применение и эксплуатация
автоматизированных систем специального
назначения»
Специализация: «Эксплуатация вычислительных машин, комплексов,
систем и сетей специального назначения»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему

**УСТРОЙСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПА В
ПОМЕЩЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ
ПРИБОРАМИ НА БАЗЕ ARDUINO**

Студент 14.06.2022 Логинов Александр Сергеевич
(подпись, дата) (ФИО полностью)

Руководитель 14.06.2022 Бычков А.С.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр 14.06.2022 Бычков А.С.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Рецензент 14.06.2022 Семенов И.В.
(должность, место работы) (подпись, дата) (фамилия, инициалы)



Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 02.06.2022 г. № 13)

Заведующий кафедрой Митрохин М.А.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой Отметка (протокол заседания ГЭК от 17.06.2022 № 9)

Секретарь ГЭК Гурин Е.И.

Пенза 2022

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Вычислительной техники

Кафедра
Вычислительная техника

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
Митрохин М.А.
«26» апреля 2022г.

**ЗАДАНИЕ
НА ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

1. Логинов Александр Сергеевич гр. 17В02 факультета вычислительной техники.
2. Тема работы: «Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino*».

Тема утверждена приказом ПГУ № 357/о от 26.04.2022 г.

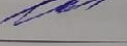
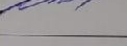
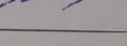
3. Руководитель работы к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Бычков А.С.
4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.).

Устройство предназначено для управления освещением, электронным замком для обеспечения доступа в помещение, а также для считывания данных с датчика температуры и отправку сообщений с результатами выполнения команд на смартфон пользователя. В качестве микроконтроллера использовать микроконтроллер платформы *Arduino*.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов.

Требуется произвести анализ предметной области, выбрать функциональный состав устройства, разработать структурную схему устройства, осуществить выбор элементной базы, разработать принципиальную схему, разработать и отладить программную часть устройства. Устройство должно осуществлять управление освещением и электронным замком, а также производить считывание информации с датчика температуры. Информацию о результатах выполнения команд микроконтроллером необходимо отправлять в виде сообщений на смартфон пользователя. Также описать воздействие электрических установок на здоровье оператора ЭВМ.

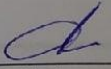
6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1.	Анализ предметной области	10%	26.04.22- 29.04.22	
2.	Подбор элементной базы системы	5%	30.04.22- 02.05.22	
3.	Разработка аппаратной части системы	20%	03.05.22- 10.05.22	
4.	Настройка и отладка системы	10%	11.05.22- 14.05.22	
5.	Разработка программной части	20%	15.05.22- 23.05.22	
6.	Отладка программной части	10%	24.05.22- 29.05.22	
7.	Анализ экономических показателей	5%	30.05.22- 01.06.22	
8.	Разработка раздела БЖД	5%	02.06.22- 04.06.22	
9.	Разработка графической части	5%	05.06.22- 07.06.22	
10.	Оформление выпускной работы	10%	08.06.22- -14.06.22	

Дата выдачи задания 26 «апреля» 2022 года.

Руководитель дипломного проекта  26.04.22 Бычков А.С.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент  - 26.04.22 Логинов А.С.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета  16.06.2022 Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 89 листов, 14 рисунков, 11 таблиц, 10 источников, 6 приложения.

Объектом исследования является устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino*.

Цель работы – разработать устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino*.

Разработка устройства велась на базе платформы *Arduino* с применением среды разработки *Arduino IDE*.

В процессе разработки был проведен анализ требований к разрабатываемому продукту, анализ существующих современных средств проектирования программных продуктов.

В результате проделанной работы было разработано устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino* с использованием стандартной платы *Arduino UNO*.

В экономической части дается технико-экономическое обоснование целесообразности разработки устройства.

В разделе безопасности жизнедеятельности описано воздействие электрических установок на здоровье оператора ЭВМ, а также рассмотрены меры безопасности при работе с электрооборудованием.

Графическая часть выпускной квалификационной работы содержит следующие чертежи:

- схема электрическая структурная – 1 лист формата А1;
- схема электрическая принципиальная – 1 лист формата А1;
- схемы программ – 3 листа формата А1.

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ			
Изм.	ЛистЛ	№ докум. №	Подпись	Дата	Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе <i>Arduino</i> Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Логинев А.С.	<i>Логинев</i>					
Провер.		Бычков А.С.	<i>Бычков</i>				2	89
Н. Контр.		Бычков А.С.	<i>Бычков</i>			ФВТ, каф. ВТ гр. 17В02		
Утверд.		Митрохин М.А.	<i>Митрохин</i>					

Содержание

Введение	7
1 Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе <i>Arduino</i>	9
1.1 Обзор предметной области	9
1.2 Обзор технологий <i>Arduino</i>	10
1.2.1 Определение <i>Arduino</i>	10
1.2.2 Классификация плат <i>Arduino</i>	12
1.2.3 Анализ популярности платформы <i>Arduino</i>	13
1.3 Постановка задачи	15
1.4 Проектирование устройства	15
1.4.1 Выбор аппаратного обеспечения	15
1.4.2 Выбор программного продукта для разработки	20
1.5 Разработка алгоритма работы устройства	20
1.6 Описание алгоритма работы устройства	21
1.7 Определение функционального состава устройства	27
1.8 Разработка структурной схемы	28
1.9 Описание работы устройства по структурной схеме	29
1.10 Разработка принципиальной схемы	30
1.11 Состав аппаратного решения	30
1.11.1 Микроконтроллер	30
1.11.2 GSM-модуль	32
1.11.3 Датчик температуры	34
1.11.4 Двухканальный модуль реле	36
1.11.5 Стабилизатор постоянного напряжения	39
1.12 Описание работы устройства по принципиальной схеме	41
2 Техничко-экономическое обоснование разработки устройства	48
2.1 Расчет цеховой себестоимости	49

2.1.1 Расчет затрат на покупные изделия	49
2.1.2 Расчет затрат на материалы	51
2.1.3 Расчет затрат по кооперированию	51
2.1.4 Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей	52
2.1.5 Расчет затрат на заработную плату основных производственных рабочих	53
2.1.6 Расчет затрат на социальные отчисления	54
2.1.7 Расчет косвенных цеховых затрат	54
2.2 Расчет заводской себестоимости	55
2.3 Расчет полной себестоимости	56
2.4 Расчет цены проектируемого устройства	57
3 Безопасность жизнедеятельности. Электробезопасность пользователя ЭВМ	61
3.1 Характеристика условий труда пользователя ЭВМ	61
3.2 Классификация электрических травм	61
3.3 Воздействие электрического тока на организм человека	62
3.4 Меры безопасности при обращении с электрооборудованием	63
Заключение	64
Список использованных источников	65
Приложение А – Листинг программы	66
Приложение Б – Схема работы системы	72
Приложение В – Схемы программ	74
Приложение Г – Схема электрическая структурная	77
Приложение Д – Схема электрическая принципиальная	79
Приложение Е – Презентация	81

Введение

В настоящее время широкое распространение получает автоматизация. Автоматизация - это процесс, который направлен на замену человеческого труда в различных областях его деятельности на машинный труд. Изначально автоматизация внедрялась только на промышленных предприятиях в различных технических процессах. Целью ввода автоматизации было повышение эффективной работы производства, что, в свою очередь, способствовало увеличению прибыли технических предприятий, а также повышению безопасности персонала. Но позже наряду с промышленной автоматизацией стала развиваться и гражданская. Она направлена на построение систем управления зданиями. Ее целью является контроль за ресурсами, которые потребляет человек, для более эффективного их использования, обеспечение безопасности человека, путем внедрения систем контроля утечек опасных веществ, возникновения пожаров и так далее. А третьей задачей гражданской автоматизации стало повышение комфорта жизни человека.

В настоящее время все большую популярность набирают такие системы автоматизации зданий, как «Умный дом». Они представляют собой целый комплекс крупных и мелких подсистем, охватывающих и регулирующих все процессы, которые происходят в помещении. Большинство таких систем могут полноценно функционировать без вмешательства человека. Такие системы считаются автоматизированными системами специального назначения. Они могут применяться в различных сферах деятельности человека, в том числе и на военных предприятиях, где необходимо наладить автоматизированное управление каким-либо оборудованием или обеспечить контроль за соблюдением норм хранения военно-технического имущества, например, поддерживать микроклимат в помещениях с боеприпасами. Данная работа предлагает использование платформы *Arduino* для автоматизации некоторых процессов с целью повышения комфорта

жизни человека, а именно реализация некоторых функций автоматизированной системы «Умный дом» [1].

В данной работе будет рассмотрено устройство, которое позволяет управлять освещением и электронным замком, а также определять температуру окружающей среды. Исходя из возможностей используемой платформы и разнообразия подключаемых модулей можно расширить функционал данного устройства до необходимого уровня.

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino*

1.1 Обзор предметной области

Микроконтроллеры, как логические модули используются во многих бытовых и промышленных устройствах. Вычислительные возможности современных моделей позволяют не только оперировать какой-либо одной единицей оборудования, но и управлять целыми взаимосвязанными комплексами. Хорошим примером здесь станут автоматизированные системы «умный дом», которые объединяют бытовую технику и контролируют ее в автоматическом режиме. Включение освещения в помещениях или вне их, в моменты присутствия человека. Вентиляция или отопление жилища с подгонкой температуры воздуха установленным характеристикам. Защита от сторонних посягательств на дом или квартиру. Также такие системы могут выполнять более важные задачи на военных предприятиях, например, поддержание требуемых условий хранения военно-технического имущества на складах [2].

В настоящее время наблюдается рост интереса пользователей к внедрению в своих домах и квартирах если не полноценных автоматизированных систем «умного дома», то некоторых элементов домашней автоматизации.

В связи с этим производители ведут разработки и наращивают выпуск систем различной сложности – от полноценных коробочных решений с использованием искусственного интеллекта, до комплектов на базе микроконтроллеров, которые позволяют быстро решать прикладные задачи различной сложности [3].

Подобные системы позволяют автоматизировать многие технические моменты бытовой жизни и уделить внимание другим задачам. На рынке представлены готовые решения, но не всегда данные системы подходят для реализации тех задач, которые требуются пользователю. Но, есть более гибкая альтернатива, позволяющая создать автоматизированную систему своими руками

на базе *Arduino*. Именно эта платформа позволяет осуществить любую творческую идею в автоматизированный процесс. Их преимущество состоит в широком спектре дополнительного оборудования, ориентированного конкретно на интеграцию с настоящей платой [4].

Автоматизированная система специального назначения на *Arduino* пользуется большим спросом у людей, которые стремятся создать максимальный комфорт дома и в офисе.

Ее особенность – управлять различными системами без участия владельца, а суть заключается в объединении электронных устройств в одну сеть для экономии электроэнергии, управлении электроприборами, оповещении о проникновении в дом посторонних лиц и решении других задач [5].

1.2 Обзор технологий *Arduino*

1.2.1 Определение *Arduino*

Arduino – это полностью открытая программно-аппаратная платформа для создания систем роботизации и автоматизации (в том числе, домашней) различной сложности. Ее основное отличие заключается в простоте использования, возможности освоения и создания вполне работоспособных проектов даже без глубоких знаний электроники и программирования.

Аппаратные средства *Arduino* позволяют получить сигналы от сенсоров (например, уровень температуры, наличие света, нажатие на кнопку) или более сложных систем, таких как *html*-страницы.

Программный код обрабатывает их и выдает сигналы на исполнительные механизмы, например, включает сервопривод, замыкает контакты реле или сервисы, способные выполнять весьма сложные операции – от отправки сообщений на *e-mail* до размещения контента на страницах.

Основными преимуществами платформы являются:

- полная открытость;
- широкий выбор;

- кроссплатформенность;
- гибкость подхода;
- простота освоения;
- стоимость.

Полная открытость касается как аппаратных модулей, так и программного обеспечения. В результате чего, сторонние разработчики имеют возможность создавать устройства, которые полностью совместимы с данной платформой. Сообщество создано множество программных проектов и модулей, решающих различные задачи автоматизации. Все они находятся в свободном доступе. Существует достаточно большое количество и российских проектов, которые можно найти на страницах официального сайта платформы.

Широкий выбор состоит в ассортименте предлагаемых продуктов. Имеются решения любого уровня, начиная платами на 8-битных контроллерах с минимумом функциональных возможностей для начальных шагов и простых проектов и заканчивая мощными контроллерами на 32-битных микропроцессорах. Возможности подбора нужной конфигурации дает богатый ассортимент собственных модулей расширения и аппаратных продуктов сторонних разработчиков. Кроме того, приобрести продукты *Arduino* можно практически в любом виде – от печатной платы с набором компонентов для сборки своими руками, до готовых контроллеров и *Starter Kits* – специализированных наборов.

Кроссплатформенность заключается в том, что софт *Arduino* работает под всеми операционными системами для персональных компьютеров – *Windows*, *Linux*, *MacOS*. При этом сохраняется полная функциональность системы, а готовые программные наработки являются платформенно независимыми.

На платах *Arduino* реализован весь необходимый функционал. Они могут содержать в своем составе от стабилизатора питания и программатора для контроллера, до набора портов ввода и вывода и конкретных интерфейсов, например, *BlueTooth*, *Wi-Fi*, управления двигателями и прочее. Однако представленная система не ограничивает разработчика в выборе, например,

прошивка микроконтроллера выполняется не только при помощи штатных средств, но также и с помощью совместимых программаторов других производителей, а набор портов и интерфейсов может быть расширен. В этом и состоит гибкость подхода.

Простота освоения заключается в том, что прозрачные схемотехнические решения и качественная документация позволяют работать с модулями платформы без серьезного опыта и знаний электроники. Этому способствует и программная среда, которая требует лишь базовых знаний языка программирования C++.

Микроконтроллеры *Arduino* на сегодняшний день являются одним из самых более доступных в ценовой среде вариантов среди множественных более модифицированных аналогов. Даже самый мощный микроконтроллер обойдется покупателю не дороже 50 долларов. На рынке можно найти большое количество разнообразных расширений и компонентов, которые выпускаются различными производителями и при достаточно достойном качестве изготовления стоят весьма недорого [3].

1.2.2 Классификация плат *Arduino*

Существует несколько основных видов плат *Arduino*:

- *Arduino Mini*;
- *Arduino Nano*;
- *Arduino Uno*;
- *Arduino Mega 2560*.

Платформа *Arduino Mini* – это небольшое устройство, которое используется в проектах, где необходима максимальная экономия места. Она содержит 14 цифровых входов и выходов и 4 аналоговых входных контакта. Устройство настолько малых габаритов, что не имеет ни *USB*-разъема, ни регулятора мощности, ни средств для подключения периферии. Программирование осуществляется с помощью внешнего *USB* или *RS232* через *TTL* последовательный адаптер [6].

Nano – одна из самых миниатюрных плат *Arduino*. Она является полным аналогом *Arduino Uno*, потому что так же работает на чипе *ATmega328P*, но с меньшим форм-фактором. Из-за своих габаритных размеров плата часто используется в проектах, в которых важна компактность. На плате отсутствует вынесенное гнездо для внешнего питания, *Arduino* работает через *USB (miniUSB* или *microUSB)*. В остальном параметры совпадают с моделью *Arduino Uno* [7].

Arduino Uno является стандартной платой *Arduino* и наиболее распространенной. Она основана на чипе *Atmel ATmega328*, имеющем 32 КБ флэш-памяти, 2 Кб *SRAM* и 1 Кбайт *EEPROM* памяти. На периферии имеет 14 дискретных (цифровых) каналов ввода и вывода и 6 аналоговых каналов ввода и вывода, этого хватает для перекрытия большинства любительских задач в области микроконтроллерной техники. Чип *ATmega16u2* позволяет управлять последовательной связью. Данная плата является одной из самых дешёвых и наиболее часто используемых.

Arduino Mega 2560 немного больше в размерах, чем *Arduino Uno*, но имеет значительно больше каналов ввода и вывода. Она имеет в общей сложности 54 цифровых линий ввода и вывода и 16 аналоговых входов. Она также имеет 256 КБ флэш-памяти, что позволяет хранить программы большего объема, чем *Uno*. Она также располагает немалой *SRAM* и *EEPROM* памятью, а именно 8 КБ и 4 КБ, соответственно. В составе имеется 4 аппаратных *UART* порта, что делает ее идеальной платформой для коммуникаций с несколькими устройствами параллельно.

Платы *Arduino Mega* используются там, где необходимо большое количество входов и выходов [6].

1.2.3 Анализ популярности платформы *Arduino*

Сферы применения *Arduino* можно перечислять долго, так как возможности ее ничем не ограничены. С помощью этого устройства можно спроектировать множество различных систем, которые будут помогать человеку в бытовых условиях, а также в промышленном производстве, медицине и других областях:

- автоматизированная система «умный дом»;
- различные датчики;
- робототехника;
- автоматические вентиляторы;
- светофоры;
- охранные системы;
- мини метеостанции;
- мультитестеры;
- квадрокоптеры.

К преимуществам *Arduino* можно отнести:

- открытые схемы оборудования и спецификации – *Arduino* выполнен на популярных микропроцессорах *Amtel* и *ATMEGA*. Квалифицированные специалисты могут спроектировать на основе имеющихся схем собственный вариант модуля для определенных задач;

- открытый код программы – кодирование программы может расширяться на платформе *C++*;

- простая и удобная среда программирования – оболочка программы является легкой в применении для начинающих программистов, однако имеет достаточную гибкость для работы профессионалов. Она более подходит для среды обучения студентов, которым легко будет разобраться в работе этой платформы;

- программирование, подключение и питание выполняется одним кабелем, либо кабелем, имеющим адаптер на микросхеме;

- возможность функционирования на различных видах систем – программное обеспечение успешно функционирует на *Linux*, *Macintosh*, *Java* и других системах, так как имеет открытый код. Но все же наиболее популярной системой для *Arduino* стала система *Windows*;

- приемлемая цена – в больших городах *Arduino Uno* можно приобрести по цене менее 1000 рублей. Это цена за готовое законченное устройство, которое не

требует вспомогательного оборудования, дорогих программаторов и платных программ [8].

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что *Arduino* может найти применение в различных сферах жизни человека, она является универсальным устройством, которое подойдет как для обучения новичку, так и человеку, который уже имеет определенный багаж знаний в этой области, для применения в реальных проектах. Сейчас в мире прослеживается очень большое распространение *Arduino*. Этому миниатюрному устройству посвящено множество статей и форумов в интернете.

1.3 Постановка задачи

Необходимо разработать «Устройство обеспечения доступа в помещение и управление бытовыми приборами на базе *Arduino*».

Возможности устройства должны предоставлять пользователю возможность управления электронным замком двери, для обеспечения доступа в помещение, а также управление освещением и считывание данных с датчика температуры. Управление должно осуществляться пользователем с помощью приложения на телефоне.

Разработка должна вестись в несколько этапов. Это способствует упрощению добавления в функционал устройства новых возможностей при дальнейшей разработке, а также упростит обнаружение и исправление ошибок на этапе тестирования.

1.4 Проектирование устройства

1.4.1 Выбор аппаратного обеспечения

Все платы для разработки можно разбить на две большие категории:

- платы на микроконтроллере (*MCU, MicroController Unit*);
- одноплатные компьютеры (*SoC, System on a Chip*).

Микроконтроллеры могут одновременно исполнять всего одну задачу и отлично с этим справляются. А одноплатные компьютеры исполняют программы в рамках операционной системы (чаще всего *Linux*), обладают большей производительностью и широкими мультимедийными возможностями.

Существуют также гибридные платформы, где на одной плате расположен и микроконтроллер, и процессор. Идея в том, чтобы оставить мощному процессору сложные задачи: выход в сеть, обработку медиа, а на микроконтроллер возложить функцию точного управления приводами, реле, сенсорами и другой периферией.

И в одном, и в другом лагере можно найти специализированные платы, которые сильно выделяются среди прочих какой-нибудь особенностью, но сравнить возможности среднестатистических микроконтроллеров и компьютеров поможет таблица 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение возможностей среднестатистических микроконтроллеров и компьютеров

Характеристика	Микроконтроллер	Одноплатный компьютер
Производительность	1 ядро, десятки-сотни МГц, десятки КБ оперативки, десятки-сотни КБ постоянной памяти.	1 или более ядер, сотни-тысячи МГц, сотни МБ оперативки, гигабайты постоянной памяти.
Многозадачность	Нет. Но можно эмулировать.	Да. Управляется ОС.
Удобство работы с интернетом	Обычно нужны дополнительные модули и глубокое знание протоколов.	Легко подключается из коробки, сетевой модуль обычно уже на борту.
Длительность работы от батареек	Потребляет единицы-десятки мА. Возможны недели работы от батареек.	Потребляет сотни-тысячи мА. Заряда большого аккумулятора хватит от силы на десятков часов.

Характеристика	Микроконтроллер	Одноплатный компьютер
Скорость реакции в проектах, критичных ко времени	100% контроль над временем и длительностью подачи сигналов.	Из-за многозадачности критический процесс может пропустить своё время.
Выбор языков программирования	Ограниченный. Чаще C/C++.	Python, JavaScript, Bash и десятки других: любые доступные в ОС.
Возможности для работы с видео, компьютерным зрением	Не хватит мощности.	OpenCV, аппаратные видекодеки, HDMI-выход.
Возможности для работы со звуком	На мощных микроконтроллерах возможен синтез звука. Для работы с MP3/OGG/WAV нужны дополнительные модули.	Поддержка MP3/OGG/WAV на уровне ОС. Аудиовыход HDMI и/или разъём 3,5 мм.

Так как нет большого смысла сравнивать лицом к лицу микроконтроллеры и микрокомпьютеры, далее отдельно приводятся преимущества и недостатки конкретных плат в рамках своего семейства.

Сравнение микроконтроллеров:

- *Arduino UNO* – процессор на 16 МГц, 32 КБ постоянной и 2 КБ оперативной памяти, 20 портов ввода и вывода, 6 аналоговых входов, 6 каналов ШИМ, 2 аппаратных прерывания. Все это позволяет решать практически любые задачи по точному управлению множеством сенсоров и исполнительных устройств. К достоинствам данной платы можно отнести:

1) большое количество документации, уроков и готовых библиотек, огромное сообщество, работа из простой в освоении среды *Arduino IDE* с языком *Arduino C++*;

2) родное напряжение в 5 В, которое является стандартом, и колодки для установки плат расширения, аналоговые входы и различные аппаратные

интерфейсы позволяют подключить практически любые периферийные устройства, сенсоры и исполнительные механизмы.

- *Arduino Mini* – является той же *Arduino Uno*, но в другом форм-факторе. Преимуществом является ее компактность, всего 30×18 мм. А к недостаткам можно отнести следующее:

1) из-за форм-фактора становится проблематичной установка платы расширения *Arduino*. Предполагается соединение с дополнительными модулями проводами через макетную плату;

2) на плате нет *USB*-порта, поэтому прошивать нужно через отдельный преобразователь *USB-Serial*.

- *Arduino Mega 2560* – как *Arduino Uno*, но на базе более мощного микроконтроллера той же архитектуры. Достоинством является то, что эта плата имеет в разы больше памяти: 256 КБ постоянной и 8 КБ оперативной. В разы больше портов: 60 из них 16 аналоговых и 15 с ШИМ. А к недостаткам можно отнести габариты данного устройства. Она немного длиннее базовой *Arduino Uno*: 101×53 мм против 69×53 мм;

- *Arduino Nano* – это функциональный аналог *Arduino Uno*, но размещённый на миниатюрной плате. Отличие заключается в отсутствии собственного гнезда для подачи внешнего питания, использованием процессора *FTDI FT232RL* для *USB-Serial* преобразования (либо *CH340G*) и применением *mini-USB* кабеля для взаимодействия вместо стандартного. В остальном, состав и способы взаимодействия совпадают с базовой моделью. Платформа имеет штырьковые контакты, что позволяет легко устанавливать её на макетную плату.

Сравнение одноплатных компьютеров:

- *Raspberry Pi 3 Model B* – один из самых популярных одноплатных компьютеров. Четыре ядра по 1200 МГц, 1 ГБ оперативной памяти и полноценный *Linux*, основанный на *Debian*, помогут решить множество задач, требовательных к вычислительным ресурсам. Среди них можно выделить компьютерное зрение, обработку звука в реальном времени, создание веб-сервисов. Из преимуществ

можно выделить то, что на данное устройство имеется большое количество документации, уроков и готовых библиотек, огромное сообщество, а также то, что привычные порты *HDMI*, 3,5 мм аудио, 4 *USB* помогут с лёгкостью подключить монитор, колонки, клавиатуру, мышь и другие *USB*-устройства. Модули *BLE* и *Wi-Fi* в составе помогут соединить компьютер с другими устройствами без проводов. Из недостатков можно отметить то, что на плате нет АЦП, поэтому подключение аналоговых сенсоров возможно только с помощью внешних, дополнительных компонентов и предоставляется лишь 1 аппаратный ШИМ-канал, что усложняет работу с периферийными устройствами, которые управляются ШИМ'ом;

- *BeagleBone Black* – микрокомпьютер, схожий с *Raspberry Pi*, который даёт больше благ, привычных для микроконтроллерных плат. Отличный выбор для проектов, когда необходимо управляться с множеством сенсоров и исполнительных устройств. Достоинствами является то, что имеется мощная среда для разработки *Cloud9 IDE*. Возможность программировать на любом языке программирования (*Python*, *JavaScript (Node.js)*, *Bash* или любой другой язык *Linux* и так далее). Результат можно проверить мгновенно, а если что-то не заработало, использовать встроенный в среду полноценный отладчик. В составе устройства уже установлена флеш-память *eMMC* на 4 ГБ с операционной системой *Linux*. Память может быть увеличена внешней *microSD*-картой. Также имеются широкие возможности по подключению периферийных устройств. 8 ШИМ-выходов и 7 аналоговых входов. Возможны аппаратные прерывания. Из недостатков следует отметить то, что присутствует редко встречающийся разъём *microHDMI* для подключения монитора и передачи звука, а также то, что вычислительная мощность скромнее, чем у *Raspberry Pi*: 1 ядро на 400 МГц и 512 МБ оперативной памяти [9].

Подводя итоги всего выше перечисленного, для поставленной задачи больше всего подходит платформа *Arduino* из-за своей доступности, огромной базы датчиков и различных модулей, а также благодаря простоте освоения устройств данной платформы.

1.4.2 Выбор программного продукта для разработки

Arduino IDE – программное обеспечение для пользователей, позволяющее писать свои программы (скетчи) для платформы *Arduino*. Эта платформа в первую очередь ориентирована на конструкторов-любителей, которые применяют *Arduino* для построения простых систем автоматики и робототехники.

Язык программирования *Arduino* является стандартным C++ (используется компилятор *AVR-GCC*) с некоторыми особенностями, облегчающие написание программ для начинающих программистов.

К преимуществам *Arduino IDE* можно отнести:

- доступность;
- удобный для использования и понимания интерфейс;
- программа совместима со всеми версиями операционных систем *Windows*;
- наличие необходимых для работы инструментов;
- несколько вариантов языков программирования;
- возможность углубить знания языка C++;
- встроенный набор примеров программ;
- функции сохранения, экспорта, проверки, поиска, замены скетчей [10].

1.5 Разработка алгоритма работы устройства

Задачей данного этапа разработки устройства является составление алгоритма работы, формализация алгоритма.

Алгоритм – это строгая последовательность действий, выполнение которых приводит к нужному результату. Для разработки необходимо разбить задачу на блоки и описать их отдельно.

Для начала необходимо определить, какие функции должно выполнять разрабатываемое устройство. Устройство должно обеспечивать управление освещением, электронным замком, а также считывание информации с датчика температуры. Сначала необходимо настроить правильное распознавание сигналов управления смартфона контроллером. Затем необходимо настроить правильную

подачу сигналов управления контроллера на реле и датчик температуры. После чего необходимо наладить отправку результатов выполнения команд контроллером на смартфон.

1.6 Описание алгоритма работы устройства

На рисунке 1.1 представлена схема работы устройства.

Для начала работы необходимо понять включено ли питание (блок2), если да, то происходит инициализация контроллера (блок 4), в противном случае алгоритм завершается (блок 3). Под инициализацией понимается загрузка прошивки и проверка стартовых настроек устройства.

Следующим шагом идет проверка наличия входящего сообщения (блок 5).

Если в ходе проверки (блок 5) выясняется, что сообщение было получено, то происходит проверка его содержимого. Если сообщение не было получено, то снова происходит ожидание входящего сообщения.

После идет определение текста входящего сообщения (блок 6). Если текст смс «TERM», то происходит опрос датчика температуры путем вызова соответствующей функции (блок 7). Далее выполняется отправка сообщения на смартфон с информацией о температуре путем вызова функции отправки сообщения (блок 8). Если текст смс не соответствует тексту «TERM», то происходит переход к блоку 9 данного алгоритма.

Следующим этапом идет определение текста входящего сообщения (блок 9). Если текст смс «LON», то происходит включение реле цепи питания освещения (блок 10). Далее выполняется отправка сообщения на смартфон с информацией о включении освещения путем вызова функции отправки сообщения (блок 11). Если текст смс не соответствует тексту «LON», то происходит переход к блоку 12 данного алгоритма.

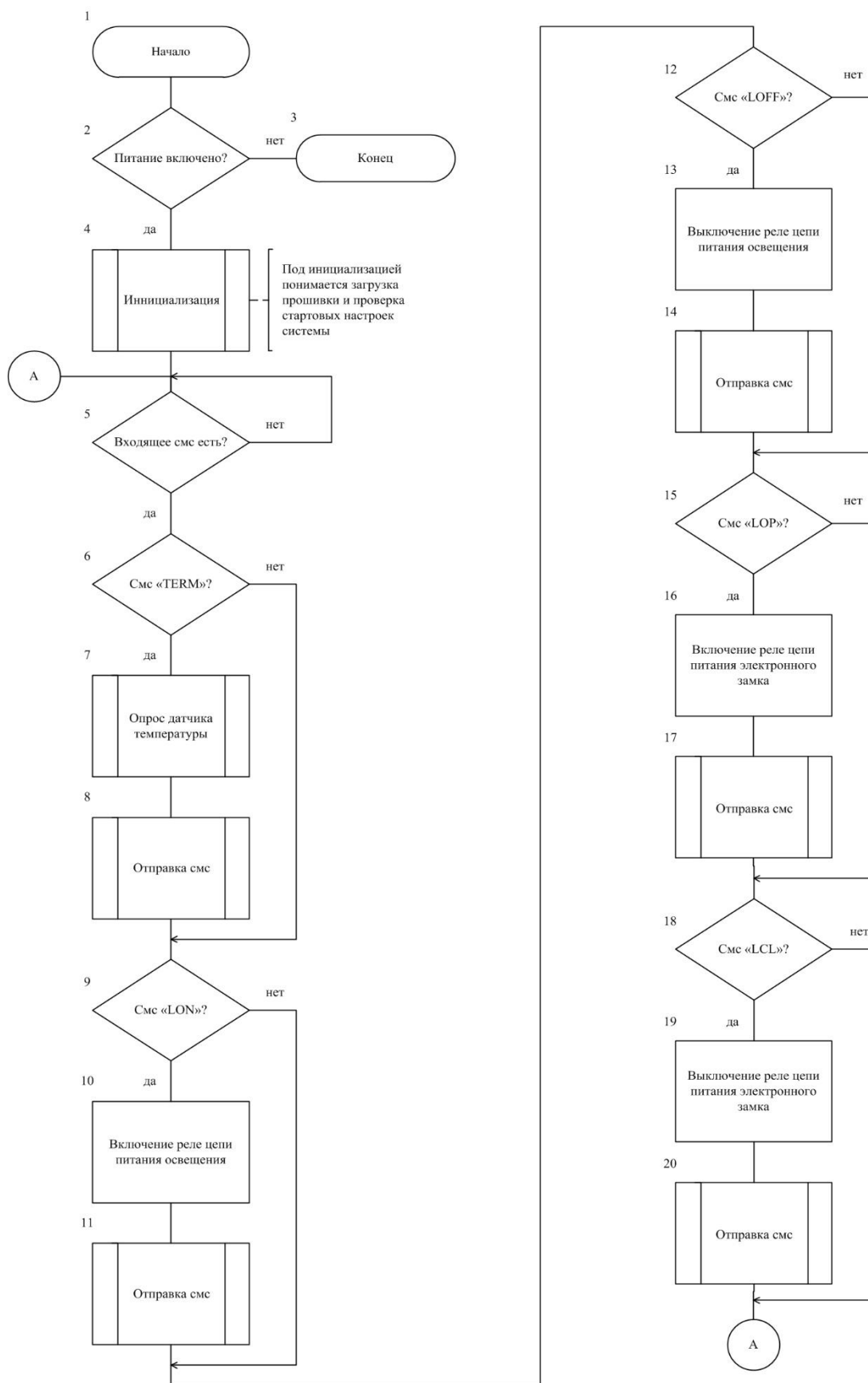


Рисунок 1.1 – Алгоритм работы устройства

Далее идет этап определения текста входящего сообщения (блок 12). Если текст смс «*LOFF*», то происходит выключение реле цепи питания освещения (блок 13). Далее выполняется отправка сообщения на смартфон с информацией о выключении освещения путем вызова функции отправки сообщения (блок 14). Если текст смс не соответствует тексту «*LOFF*», то происходит переход к блоку 15 данного алгоритма.

Следующим этапом идет определение текста входящего сообщения (блок 15). Если текст смс «*LOP*», то происходит включение реле цепи питания электронного замка (блок 16). Далее выполняется отправка сообщения на смартфон с информацией об отпирании замка путем вызова функции отправки сообщения (блок 17). Если текст смс не соответствует тексту «*LOP*», то происходит переход к блоку 18 данного алгоритма.

Далее идет этап определения текста входящего сообщения (блок 18). Если текст смс «*LCL*», то происходит выключение реле цепи питания электронного замка (блок 19). Далее выполняется отправка сообщения на смартфон с информацией о запираании замка путем вызова функции отправки сообщения (блок 20). Если текст смс не соответствует тексту «*LCL*», то происходит переход к блоку 5 данного алгоритма и ожидание входящего сообщения.

Схема работы устройства представлена в приложении Б. Данная схема является содержательной. Пользуясь ей, можно легко написать программу для микроконтроллера. Листинг программы приведен в приложении А.

На рисунке 1.2 представлена схема программы отправки SMS-сообщения на смартфон пользователя.

После вызова функции отправки SMS-сообщения на смартфон пользователя происходит вывод в последовательный COM-порт информации о начале выполнения функции (блок 2).

Далее происходит ввод номера телефона, на который будет отправлено SMS-сообщение, сам номер указывается в коде программы (блок 3).

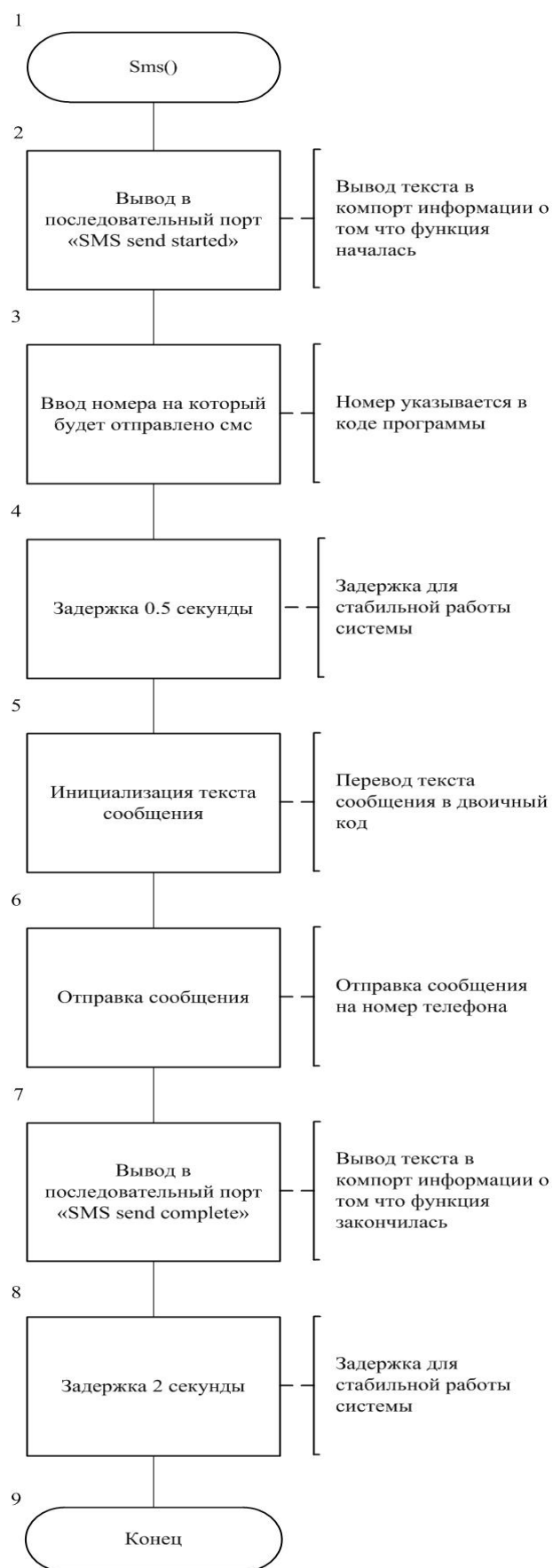


Рисунок 1.2 – Схема программы отправки SMS-сообщения

Затем выполняется задержка на 0,5 секунды для более стабильной работы устройства (блок 4).

После этого происходит инициализация текста сообщения, при этом происходит перевод текста сообщения в двоичный код (блок 5).

Следующим этапом происходит непосредственно сама отправка сообщения на номер телефона, который был указан ранее (блок 6).

После отправки сообщения программа выводит информацию в последовательный *COM*-порт об окончании выполнения функции (блок 7).

Далее организуется задержка в 2 секунды для более стабильной работы устройства (блок 8).

После выполнения всех действий функция завершается и происходит возврат в основную программу (блок 9).

На рисунке 1.3 представлена схема программы опроса датчика температуры.

После вызова функции опроса датчика температуры происходит ввод переменной типа *byte* для хранения значения температуры (блок 2).

Далее происходит подача команды датчику на измерение температуры (блок 3).

Затем выполняется задержка на 1 секунду для более стабильной работы устройства (блок 4).

После этого происходит считывание младшего байта значения температуры (блок 5).

Следующим этапом происходит считывание старшего байта значения температуры (блок 6).

Далее происходит ввод переменной типа *float* для хранения значения температуры (блок 7).

После этого происходит склеивание младшего и старшего байта значения температуры и формирование итогового значения температуры с последующей записью в переменную типа *float* (блок 8).



Рисунок 1.3 – Схема программы опроса датчика температуры

После выполнения всех действий функция завершается и происходит возврат в основную программу (блок 9).

Схемы программ являются содержательными и представлены в приложении В. Пользуясь ими, можно легко написать программу для микроконтроллера.

1.7 Определение функционального состава устройства

Для корректного составления структурной схемы необходимо определить функциональный состав и последовательность действий устройства.

Устройство представляет собой набор компонентов, а именно контроллер, в качестве которого выступает плата *Arduino UNO*, *GSM*-модуль, датчик температуры, двухканальный модуль реле, лампа, электронный замок и смартфон, с которого будут поступать сигналы управления контроллером. Это базовый состав устройства, необходимый для обеспечения доступа в помещение, управления освещением и получения информации о температуре окружающей среды по управляющим сигналам смартфона. При увеличении количества выполняемых функций устройство легко дополняется всеми необходимыми комплектующими.

Для работы контроллера и всей системы в целом необходимо два источника питания постоянного тока, один на 5 В, который должен питать контроллер, модуль реле и датчик, а второй на 4,2 В, который должен питать *GSM*-модуль. В дальнейшем при увеличении функционала устройства может потребоваться еще один блок питания постоянного тока на 5 В для питания дополнительных модулей.

Последовательность действий устройства выглядит следующим образом. Управляющий сигнал в виде *SMS*-сообщения со смартфона поступает в блок сотовой связи, в состав которого входит *GSM*-модуль. Этот блок перенаправляет команду пользователя в блок контроллера, который представлен самой платой *Arduino UNO*. В этом блоке происходит обработка сигнала управления, полученного от пользователя. Затем контроллер, согласно алгоритму, выполняет поставленную задачу, а именно направляет сигнал либо на блок датчика температуры, либо на блок модуля реле в зависимости от полученной команды

пользователя. Блок модуля реле, в свою очередь, исходя из сигнала, отправленного контроллером, активирует либо блок цепи освещения, либо блок цепи электронного замка. Блок датчика температуры, после получения команды от контроллера формирует информационный сигнал, который отправляет обратно на контроллер.

1.8 Разработка структурной схемы

Схема электрическая структурная устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino* представлена в приложении Г и показана на рисунке 1.4.

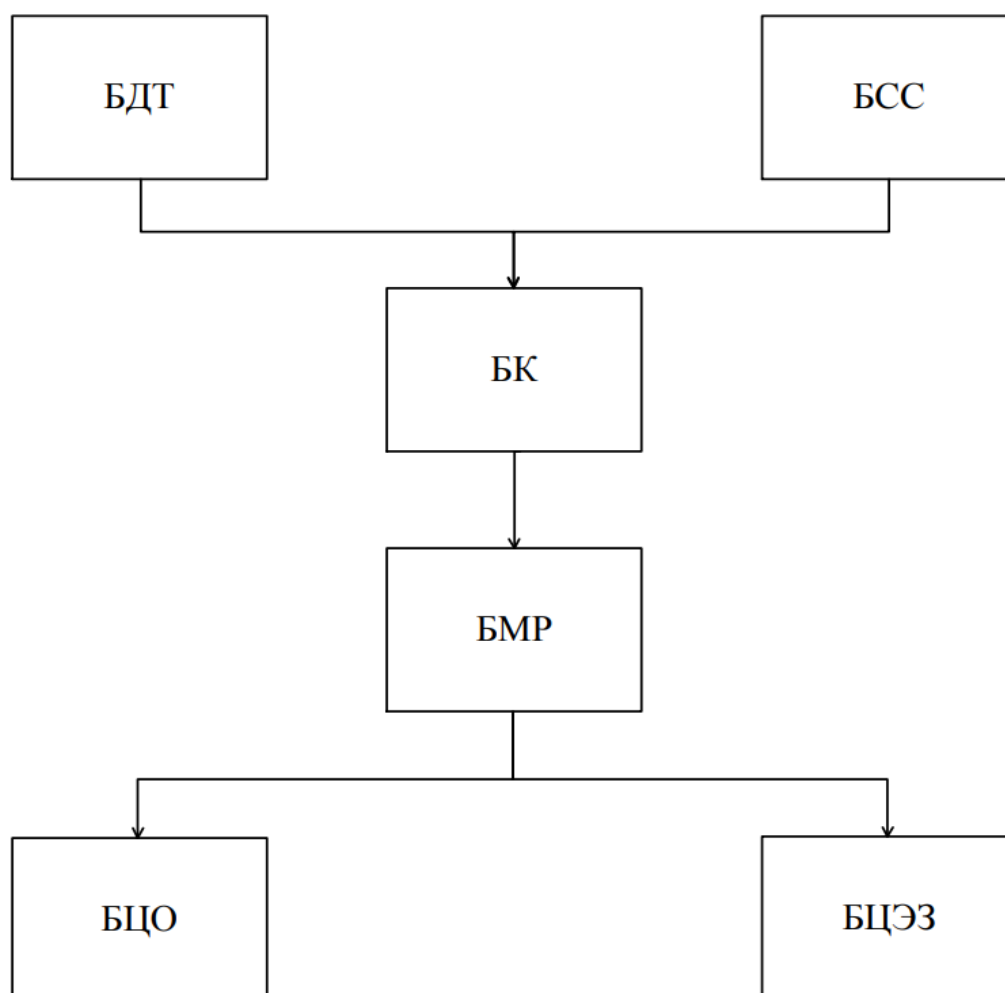


Рисунок 1.4 – Схема электрическая структурная

Схема электрическая структурная состоит из следующих блоков:

- БДТ – блок датчика температуры;
- БЦО – блок цепи освещения;
- БК – блок контроллера;
- БМР – блок модуля реле;
- БСС – блок сотовой связи;
- БЦЭЗ – блок цепи электронного замка.

1.9 Описание работы устройства по структурной схеме

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами содержит датчик, микроконтроллер, GSM-модуль, электромагнитные реле, а также смартфон для управления. Все элементы устройства, кроме смартфона, работают в сети постоянного тока с требуемым напряжением, что исключает возможность преждевременного выхода из строя.

Работа устройства происходит следующим образом. Для начала работы необходимо убедиться, что источник питания подключен, после чего подать питание на контроллер. Затем необходимо подать питание и на GSM-модуль. Таким образом включится вся система. После этого необходимо подать соответствующий сигнал управления со смартфона посредством SMS-сообщения на контроллер, который в свою очередь выполнит необходимую функцию. Контроллер принимает SMS-сообщения от смартфона через GSM-модуль, после чего выполняет соответствующую функцию и отправляет SMS-сообщение обратно на смартфон с результатом выполнения команды. Если полученное SMS-сообщение содержит команду для включения или отключения освещения, то контроллер подает питание на реле, которое, в свою очередь, включает или выключает лампу. Если полученное SMS-сообщение содержит команду для открытия или запираания электронного замка, то контроллер подает питание на реле, которое, в свою очередь, отпирает или запирает замок. Если полученное SMS-сообщение содержит команду для получения информации с датчика температуры, то контроллер выполняет опрос

датчика. После выполнения каждой из команд контроллер производит отправку SMS-сообщения с результатом выполнения с помощью GSM-модуля на смартфон.

1.10 Разработка принципиальной схемы

Принципиальная схема – графическое изображение (модель), служащее для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений (пиктограмм) связей между элементами электрического устройства. Для разработки принципиальной схемы необходимо выбрать электронные компоненты, которые позволят максимально раскрыть потенциал устройства. Главным элементом любой микропроцессорной системы является процессор, так как от его характеристик зависят показатели системы, в том числе ее быстродействие, отказоустойчивость и долговечность.

Методика разработки принципиальных схем заключается в том, что перед началом выполнения чертежа, существует необходимость разбить устройство на функциональные блоки, а именно: выделить питающие элементы, конечные входные устройства и прохождение сигнала до решающего устройства, решающее устройство и обмен данными с другим оборудованием. Не рекомендуется перегружать схему соединительными проводами, так как главной целью остается показать путь входных информационных сигналов и их движения к решающему устройству. Второстепенные сигналы желательно обозначать ссылками. Допускается выносить менее значимые элементы на отдельные листы.

Схема электрическая принципиальная устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino* представлена в приложении Д.

1.11 Состав аппаратного решения

1.11.1 Микроконтроллер

Самой важной частью системы по праву можно считать микроконтроллер. Именно о нем пойдет речь в данной части работы.

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Проанализировав рынок микроконтроллеров *Arduino*, был выделен подходящий под требования разрабатываемого устройства микроконтроллер: *Arduino UNO*. Ниже описаны технические характеристики этого микроконтроллера.

Arduino Uno контроллер построен на *ATmega328*. Платформа имеет 14 цифровых вход/выходов (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 6 аналоговых входов, кварцевый генератор 16 МГц, разъем *USB*, силовой разъем, разъем *ICSP* и кнопку перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля *USB*, либо подать питание при помощи адаптера *AC/DC* или батареи. Технические характеристики микроконтроллера *Arduino UNO* представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики микроконтроллера *Arduino UNO*

Характеристика	Значение
Микроконтроллер	<i>ATmega328</i>
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение (рекомендуемое)	7 – 12 В
Входное напряжение (предельное)	6 – 20 В
Цифровые Входы/Выходы	14 (6 из которых могут использоваться как выходы ШИМ)
Аналоговые входы	6
Постоянный ток через вход/выход	40 мА
Постоянный ток для вывода 3,3 В	50 мА
Флеш-память	32 Кб (<i>ATmega328</i>) из которых 0,5 Кб используются для загрузчика
ОЗУ	2 Кб (<i>ATmega328</i>)
<i>EEPROM</i>	1 Кб (<i>ATmega328</i>)

Характеристика	Значение
Тактовая частота	16 МГц
Размеры	69 мм x 53 мм

На рисунке 1.5 представлена плата *Arduino UNO*.



Рисунок 1.5 – Плата *Arduino UNO*

1.11.2 GSM-модуль

Модуль *GSM*, *GPRS* на чипе *SIM800L* — это миниатюрный *GSM*-модем, который можно использовать в различных проектах, таких как охрана дачи или дома, сигнализация в машине и многое другое. Данный модуль, по функционалу, ничем не уступает обычному сотовому телефону и с его помощью можно, отправлять *SMS*-сообщения, совершать или принимать телефонные звонки,

подключаться к Интернету через *GPRS*, *TCP/IP* и многое другое. А также модуль поддерживает четырехдиапазонную сеть *GSM/GPRS*.

В основе модуля лежит чип *SIM800L* от *SimCom*. Рабочее напряжение чипа составляет от 3,4 В до 4,4 В, что делает его идеальным, для прямого питания от литиевой батареи.

Контакты чипа *SIM800L* выведены по бокам модуля. Контакты необходимые для связи с микроконтроллером используют интерфейс *UART*, поддерживаемая скорость от 1200 бит/с до 115200 бит/с с автоматическим определением скорости. Для подключения к сотовой сети, нужна внешняя антенна, которая идет в комплекте с модулем. Также на плате имеется разъем *U.FL*, если необходимо подключить выносную антенну.

На задней панели расположено гнездо для установки *SIM*-карты (подойдет любая активированная *SIM*-карта).

В таблице 1.3 представлены технические характеристики *GSM*-модуля *SIM800L*.

Таблица 1.3 – Технические характеристики *GSM*-модуля *SIM800L*

Характеристика	Значение
Напряжение питания	3,7 В – 4,4 В
Потребляемый ток режима ожидания	0,7 мА
Пиковый ток	2 А
Скорость <i>UART</i>	1200 – 115200 бод
Формат <i>SIM</i> -карты	<i>microSIM</i>
Рабочий диапазон	<i>EGSM900</i> , <i>DCS1800</i> , <i>GSM850</i> , <i>PCS1900</i>
Мощность передачи <i>DCS1800</i> , <i>PCS1900</i>	1 Вт

Характеристика	Значение
Мощность передачи GSM850, EGSM900	2 Вт
Режим сети	2 G
Габариты	25 мм x 24 мм x 4 мм

На рисунке 1.6 представлен GSM-модуль SIM800L.

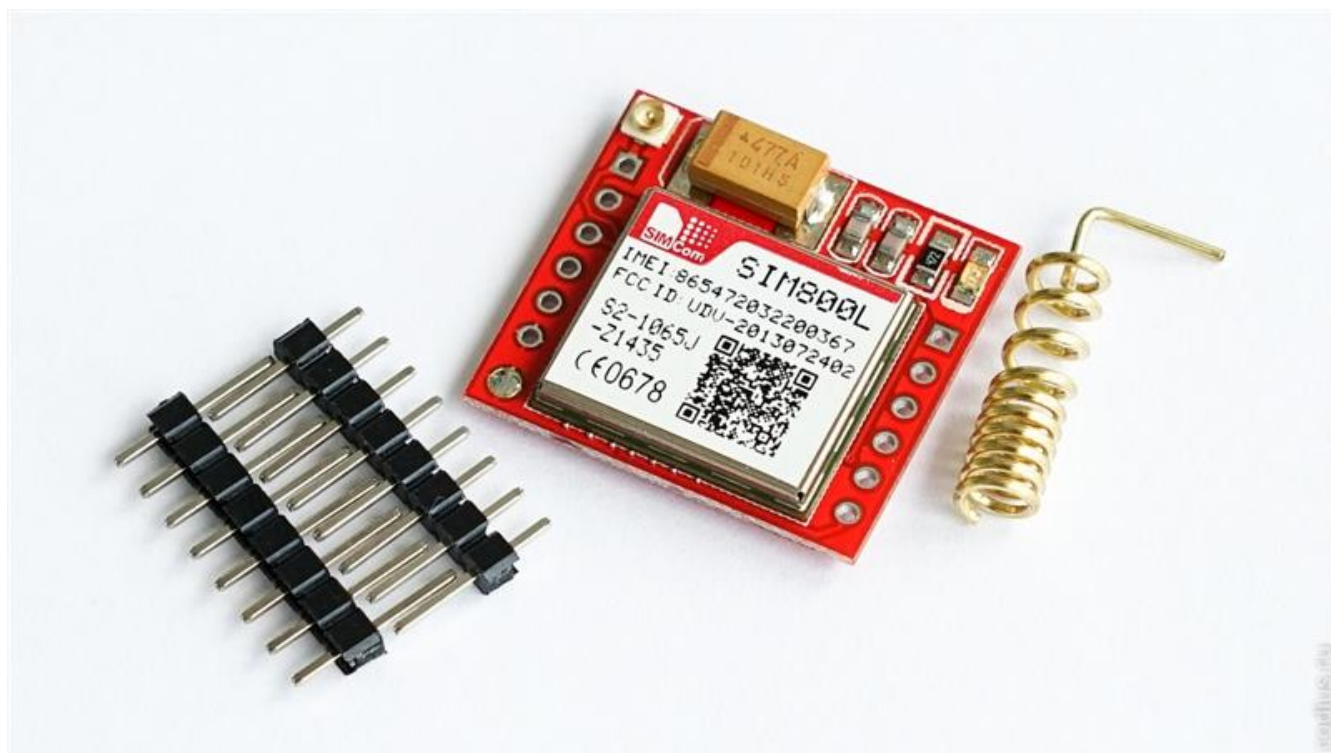


Рисунок 1.6 – GSM-модуль SIM800L

1.11.3 Датчик температуры

DS18B20 это цифровой измеритель температуры, с разрешением преобразования 9 - 12 разрядов и функцией тревожного сигнала контроля за температурой. Параметры контроля могут быть заданы пользователем и сохранены в энергонезависимой памяти датчика.

DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером по однопроводной линии связи, используя протокол интерфейса 1-Wire.

Питание датчик может получать непосредственно от линии данных, без использования внешнего источника. В этом режиме питание датчика происходит от энергии, запасенной на паразитной емкости.

Диапазон измерения температуры составляет от -55 до +125 °C. Для диапазона от -10 до +85 °C погрешность не превышает 0,5 °C.

У каждой микросхемы *DS18B20* есть уникальный серийный код длиной 64 разряда, который позволяет нескольким датчикам подключаться на одну общую линию связи. Т.е. через один порт микроконтроллера можно обмениваться данными с несколькими датчиками, распределенными на значительном расстоянии.

В таблице 1.4 представлены технические характеристики датчика температуры *DS18B20*.

Таблица 1.4 – Технические характеристики датчика температуры *DS18B20*

Характеристика	Значение
Интерфейс	Цифровой
Диапазон измеряемой температуры	-55 ... +125 °C
Напряжение питания	3 В ... 5,5 В
Точность	± 0,5°C (в пределах -10 ... +85 °C)
Потребляемый ток при опросе	1 мА
Корпус	Влагозащищенный
Длина провода	~100 см

На рисунке 1.7 представлен датчик температуры *DS18B20*.



Рисунок 1.7 – Датчик температуры *DS18B20*

1.11.4 Двухканальный модуль реле

Коммутационное электромеханическое реле *2PH63091A* — неременный атрибут подавляющего большинства низковольтных систем автоматизированного управления внешними силовыми электрическими цепями, повсеместно встречающихся в промышленном производстве, в автомобилестроении или в разнообразных схемах бытовой автоматики. Довольно часто, специализированные релейные модули электромагнитных реле участвуют в проектировании и изготовлении целого спектра уникальных устройств, основанных на условиях индивидуального использования реле, или собираемых на базе популярных многопользовательских микроконтроллерных платформ *Arduino*, *Teensy*, *PyCom*,

ESP, STM, Raspberry Pi и других. Реле служит незаменимым помощником в выполнении многосторонних задач, связанных с ручным или программным управлением мощными нагрузками, работающими от переменного напряжения 220 В — световыми приборами, электромоторами, домашними или тепличными приборами отопления или охлаждения, вентиляции и так далее.

Электрическая схема модуля двухканального реле работает от произвольного источника стабилизированного постоянного напряжения +5В, потребляя ток до 120 мА. Плата оснащена четырьмя штыревыми контактами, предназначенными для питания и управления. К выводам *VCC* (плюс) и *GND* (общий) подключается источник напряжения, на контакты *In1* и *In2* передаётся входной сигнал управления одного из реле.

Компактная модель 2-канального реле совместима с большинством существующих микроконтроллерных платформ, работающих на 3,3 или 5 вольтовой логике. В конструкциях устройств с автоматизированным управлением, схемы питания контроллера и релейного модуля должны быть объединены одним общим проводом *GND*. Входной сигнал управления выражается логическим цифровым импульсом высокого уровня (+5В, логическая единица) или низкого уровня (0В, логический ноль). Наличие сигнала низкого уровня на контактах *In1* и *In2* приводит соответствующее реле в активное состояние, одновременно зажигая красный светодиодный индикатор. Отсутствие сигнала или входящий высокоуровневый сигнал возвращает реле в исходное положение.

Интегрированное реле *JQC-3FF-S-Z* оснащено блоком винтовых клемм-терминалов, предназначенных для коммутации внешних схем, и состоит из трёх линий подключения. Реле позволяет замыкать или размыкать как одну независимую цепь переменного или постоянного напряжения, так и переключаться между двумя зависимыми цепями с одной общей линией питания (плюсовой или минусовой стороной). В большинстве случаев, клеммы реле обозначены следующим образом: нормально открытый контакт (*NO*), общий контакт (*COM*), нормально закрытый контакт (*NC*). Однако, часто встречаются варианты с

аналогичной графической символикой, схожей с принятым обозначением реле в принципиальных схемах. Словосочетание "нормально открытый" или "нормально закрытый" означает исходное состояние контакта в неактивном режиме реле по отношению к общему центральному выводу (*COM*). В момент срабатывания реле (переход в активный режим), положения контактов *NO* и *NC* изменяются в противоположное исходному состояние. Простыми словами, если внешняя цепь, подключенная к контактам *COM* и *NO*, замыкается при срабатывании реле, то цепь *COM* и *NC* в активном режиме размыкается.

В таблице 1.5 представлены технические характеристики двухканального модуля реле 2PH63091A.

Таблица 1.5 – Технические характеристики двухканального модуля реле 2PH63091A

Характеристика	Значение
Питание модуля	от 3,3 В до 5 В
Потребляемый ток	до 120 мА
Управление	Импульсное, логический уровень <i>TTL</i> -высокий / низкий
Тип реле	Электромеханическое
Количество каналов	2
Коммутируемое напряжение	до 250 В переменное, до 30 В постоянное
Продолжительный ток внешней цепи	до 5 А переменное напряжение, до 7 А постоянное напряжение
Пиковый кратковременный ток внешней цепи	10 А
Светодиодная индикация	Активный режим канала, питание
Разъемы питания и управления	Штыревые контакты с шагом 2,54 мм

Характеристика	Значение
Разъемы коммутации внешней цепи	Винтовые клеммы-терминалы
Монтажные отверстия	4 х 3 мм
Габариты	43 мм х 43 мм х 17 мм
Вес	33 гр

На рисунке 1.8 представлен двухканальный модуль реле 2PH63091A.



Рисунок 1.8 – Двухканальный модуль реле 2PH63091A

1.11.5 Стабилизатор постоянного напряжения

LM2596 — это импульсный понижающий регулируемый стабилизатор постоянного напряжения. Имеет высокий КПД. Менее нагревается если сравнивать с модулями на линейных стабилизаторах. Источник питания может применяться в широком спектре устройств. К безусловным достоинствам

относится работа в ощутимом диапазоне входного напряжения. Вместе с большим КПД это дает хорошие результаты при последовательном включении *DC-DC LM2596* с химическими источниками тока, солнечными панелями или ветряными генераторами.

Дополнив преобразователь *DC-DC LM2596* трансформатором, выпрямителем и фильтром получим блок питания. На входе стабилизатора напряжение должно быть большее выходного минимум на 1.5 В. При потреблении мощности от *DC-DC LM2596* более 10 Вт следует применять средства охлаждения.

В таблице 1.6 представлены технические характеристики стабилизатора постоянного напряжения *LM2596*.

Таблица 1.6 – Технические характеристики стабилизатора постоянного напряжения *LM2596*

Характеристика	Значение
Эффективность преобразования (КПД)	до 92%
Частота переключения	150 кГц
Рабочая температура	от – 40 до + 85°C
Влияние изменения входного напряжения на уровень выхода	$\pm 0,5\%$
Поддержание установленного напряжения с точностью	$\pm 2,5\%$
Входное напряжение	от 3 до 40 В
Выходное напряжение	от 1,5 до 35 В (регулируемое)
Выходной ток	Номинальный до 1 А, от 1 до 2 А заметно возрастает нагрев, предельный 3 А (требуется дополнительный радиатор)

Характеристика	Значение
Размер	45 мм х 20 мм х 14 мм

На рисунке 1.9 представлен стабилизатор постоянного напряжения *LM2596*.

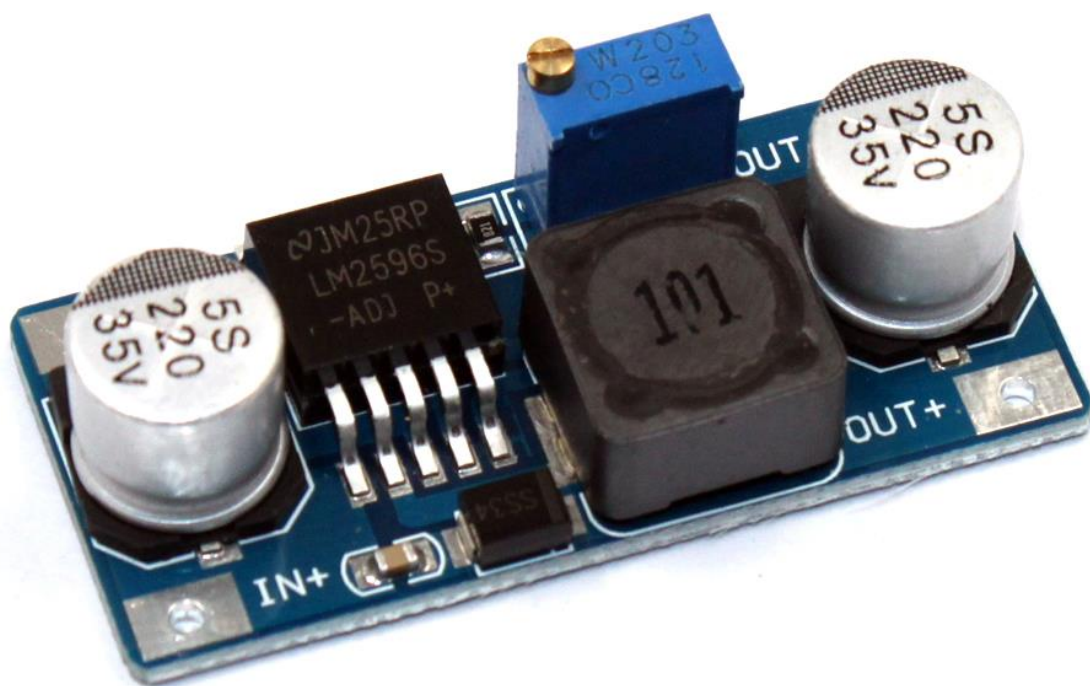


Рисунок 1.9 – Стабилизатор постоянного напряжения *LM2596*

1.12 Описание работы устройства по принципиальной схеме

Принципиальная схема начинается с разводки питания. Через разъем *X1* подключается источник, входное напряжение которого равно 9 В, а сила тока не менее 4 А. Он будет обеспечивать питанием главный контроллер, датчик температуры и модуль реле. Ввиду того, что устройству необходимо напряжение 5 В, в цепь питания разъема *X1* был добавлен импульсный понижающий регулируемый стабилизатор постоянного напряжения *LM2596*. Кроме того, для работы *GSM*-модуля необходимо напряжение 4,2 В, поэтому в цепь питания разъема *X1* был добавлен еще один импульсный понижающий регулируемый

стабилизатор постоянного напряжения *LM2596*. На рисунке 1.10 представлена схема подключения разъема питания *X1* и стабилизаторов напряжения *LM2596*.

Символом «А» обозначается сеть с напряжением 5 В, питающая контроллер, датчик температуры и модуль реле. Для заземления, был выбран символ «В». Символом «С» обозначается сеть с напряжением 4,2 В, питающая *GSM*-модуль. Для заземления, был выбран символ «D».

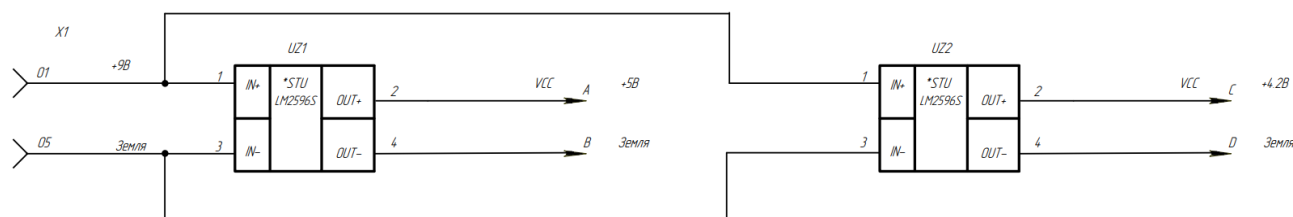


Рисунок 1.10 –Схема подключения разъема питания *X1* и стабилизаторов напряжения *LM2596*

На рисунке 1.11 представлено условное графическое представление микроконтроллера *Arduino UNO*. Микроконтроллер оснащен цифровыми входами и выходами в количестве 14 штук. Так же имеются аналоговые входы в количестве 6 штук. Интерфейс *UART*, *I2C* и *SPI*. Контакт 22 подключается к выходу *DATA* датчика температуры *DS18B20* и отвечает за получение значений с датчика температуры. Контакт 16 подключается к выходу *RXD* *GSM*-модуля *SIM800L*. Данное подключение осуществляется через делитель напряжения, который состоит из двух резисторов номиналом 10 кОм. Делитель напряжения необходим, чтобы снизить напряжение на входе *RXD*, так как диапазон входного напряжения на нем составляет от 2,1В до 3,1В. А цифровой пин *Arduino*, к которому подключен сам выход *RXD*, выдает напряжение равное 5В. Благодаря этому делителю напряжение на входе *RXD* становится равным 2,5В. Это подключение необходимо для отправки сигналов с микроконтроллера на *GSM*-модуль. Контакт 17 подключается к выходу *TXD* *GSM*-модуля *SIM800L* и отвечает за получение сигналов микроконтроллером с *GSM*-модуля. Контакт 26 подключается к выходу *IN1* двухканального модуля

реле и отвечает за подачу сигнала включения на электромагнитное реле. Контакт 25 подключается к выходу *IN2* двухканального модуля реле и отвечает за подачу сигнала включения на электромагнитное реле. Контакт 7 подключается к выходу *OUT+* импульсного понижающего регулируемого стабилизатора постоянного напряжения *LM2596* и отвечает за питание микроконтроллера. Контакт 6 подключается к выходу *OUT-* импульсного понижающего регулируемого стабилизатора постоянного напряжения *LM2596* и отвечает за заземление микроконтроллера.

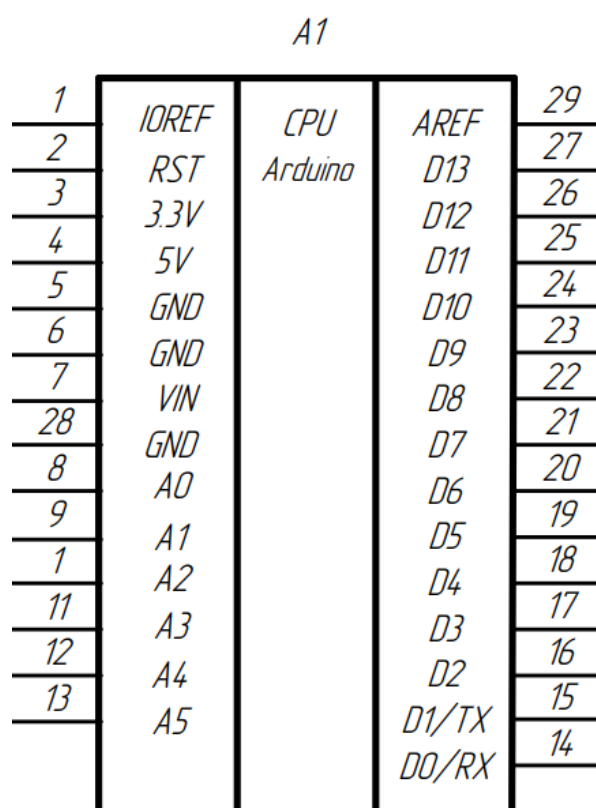


Рисунок 1.11 – УГО микроконтроллера *Arduino UNO*

На рисунке 1.12 представлена схема подключения датчика температуры *DS18B20* к микроконтроллеру *Arduino UNO*. Контакт 2 подключается к выходу *D8* микроконтроллера *Arduino UNO*. Этот контакт служит для передачи значений температуры микроконтроллеру. Также к этой линии связи подключается питание 5В через резистор номиналом 4,7 кОм. Резистор необходим, чтобы цифровой пин

Arduino, к которому подключен выход *DQ (DATA)*, был подтянут к питанию. Цифровой пин *Arduino* в режиме входа работает как приемник, поэтому может принимать любые значения напряжения из-за воздействия окружающей среды. Чтобы этого не происходило его, с помощью резистора, притягивают к питанию. Соответственно, на пине устанавливается значение по умолчанию, а именно сигнал высокого уровня. Это позволяет нам принимать более точные данные с информационного выхода датчика температуры. На контакт 3 подводится питание 5 В, а контакт 1 подключается к земле.

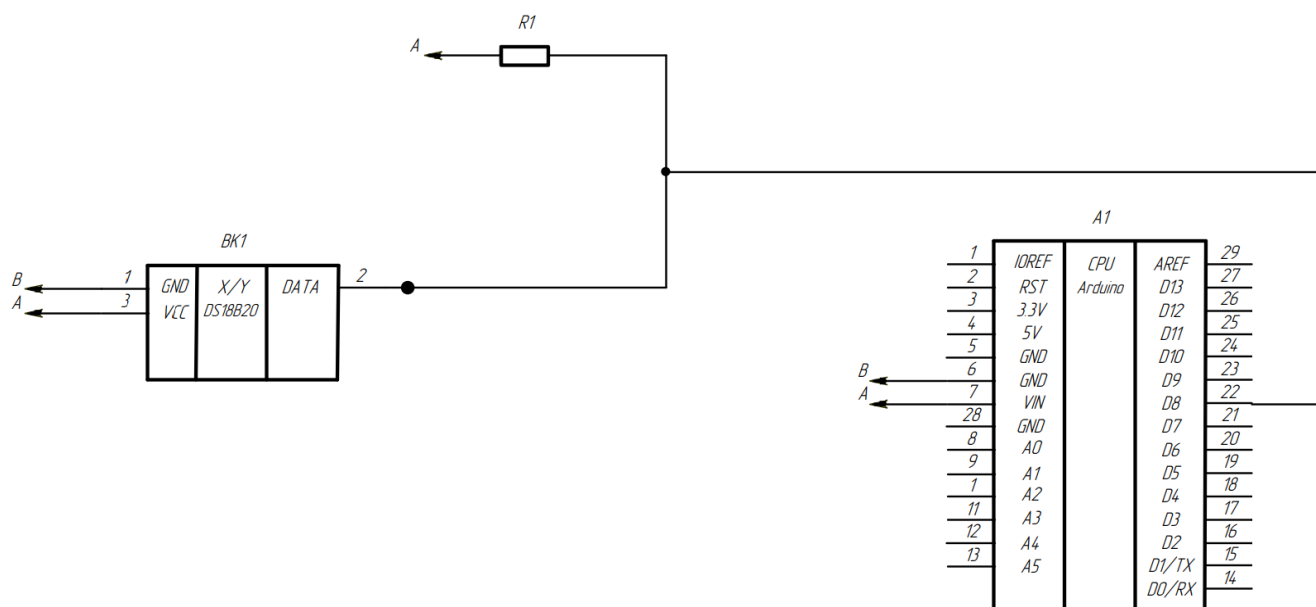


Рисунок 1.12 – Схема подключения датчика температуры *DS18B20* к микроконтроллеру *Arduino UNO*

На рисунке 1.13 изображена схема подключения *GSM*-модуля *SIM800L* к микроконтроллеру *Arduino UNO*.

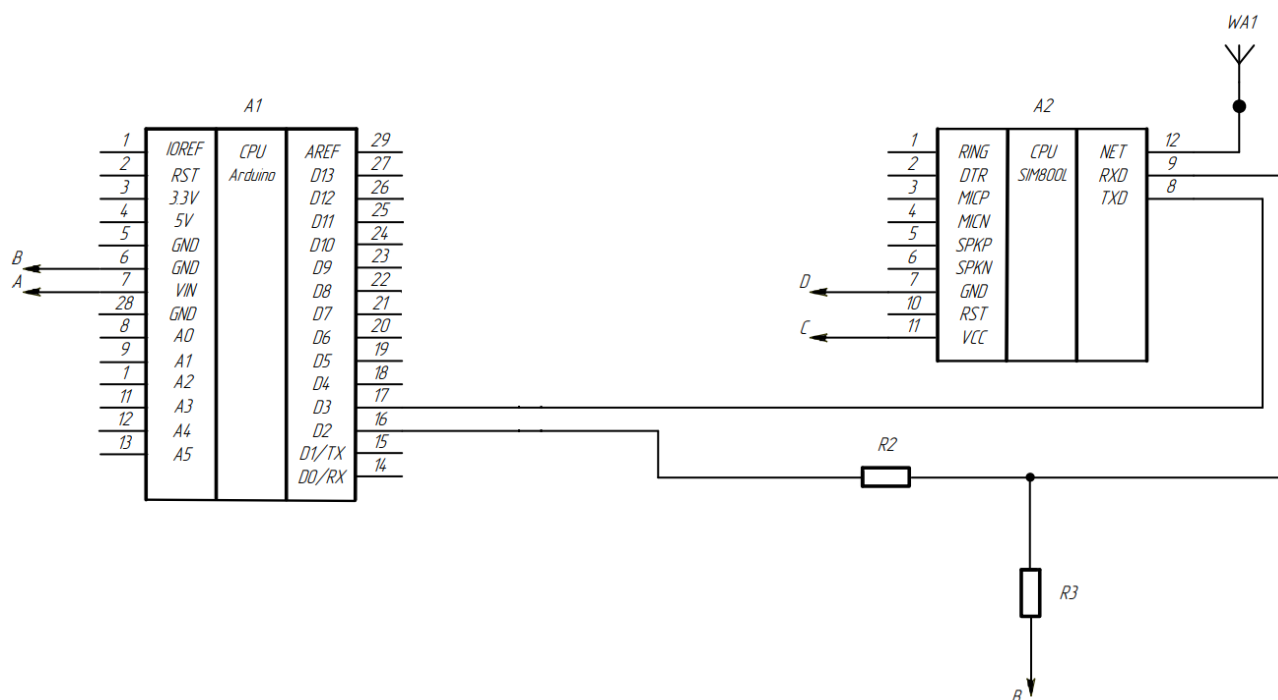
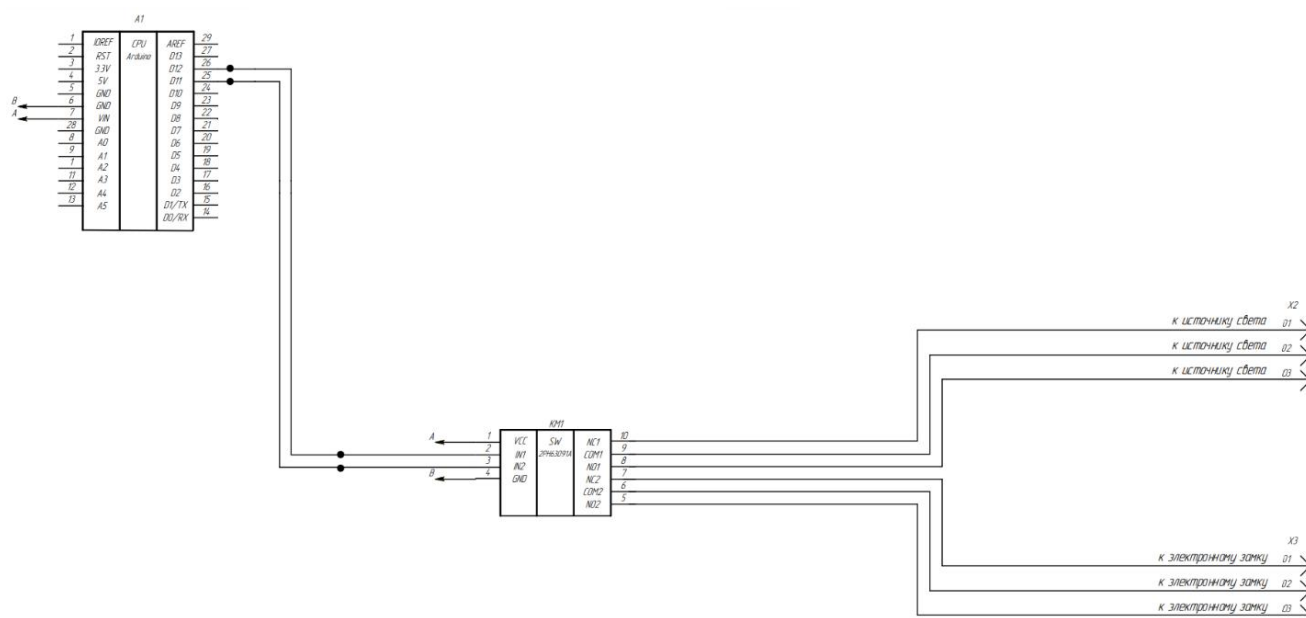


Рисунок 1.13 – Схема подключения GSM-модуля *SIM800L* к микроконтроллеру *Arduino UNO*

Для питания модуля требуется напряжение из диапазона 3,4 – 4,5 В, рекомендованное 4 В. Нельзя запитывать модуль напрямую от микроконтроллера *Arduino UNO*, так как максимальное потребление тока модуля достигает 2 А. *Arduino UNO* не в состоянии обеспечить модуль таким током, поэтому очень вероятен сбой в работе самого микроконтроллера, либо GSM-модуля, либо их обоих. Исходя из этого контакт 11, который отвечает за питание модуля, подключается к выходу *OUT+* импульсного понижающего регулируемого стабилизатора постоянного напряжения *LM2596*, в результате чего на модуль подается напряжение 4,2 В. Контакт 7 модуля подключается к выходу *OUT-* импульсного понижающего регулируемого стабилизатора постоянного напряжения *LM2596* и отвечает за заземление модуля. Контакт 9 подключается к выходу *D2* микроконтроллера *Arduino UNO*. Данное подключение осуществляется через делитель напряжения, который состоит из двух резисторов номиналом 10 кОм. Делитель напряжения необходим, чтобы снизить напряжение на входе *RXD*,

На рисунке 1.14 представлена схема подключения двухканального модуля реле *2PH63091A* к микроконтроллеру *Arduino UNO*.



Контакт 2 подключается к выходу *D12* микроконтроллера *Arduino UNO* и отвечает за прием сигнала включения электромеханического реле. Контакт 3 подключается к выходу *D11* микроконтроллера *Arduino UNO* и также отвечает за прием сигнала включения электромеханического реле. Контакт 1 модуля реле подключается к выходу *OUT+* импульсного понижающего регулируемого стабилизатора постоянного напряжения *LM2596*, в результате чего на модуль реле

подается напряжение 5 В. Контакт 4 модуля реле подключается к выходу *OUT*-импульсного понижающего регулируемого стабилизатора постоянного напряжения *LM2596* и отвечает за заземление модуля. Контакты 8, 9 и 10 могут быть использованы для подключения внешнего устройства, а именно источника света. Контакты 5, 6 и 7 могут быть использованы для подключения внешнего устройства, а именно электронного замка.

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Технико-экономическое обоснование разработки устройства

Суммарные затраты на разработку устройства рассчитываются по следующей формуле:

$$S_{РП} = S_{ЗП} + S_{НАК},$$

где $S_{ЗП}$ – затраты по заработной плате инженера-разработчика;

$S_{НАК}$ – накладные расходы.

Затраты по заработной плате инженера-разработчика рассчитываются по следующей формуле:

$$S_{ЗП} = ОЗП \cdot (1 + \omega_c) \cdot (1 + \omega_d) \cdot t_{pi},$$

где $ОЗП$ – основная заработная плата инженера-разработчика за месяц (15000 руб.);

t_{pi} – время, необходимое для разработки программы программистом i -го разряда (чел.-мес.);

ω_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату разработчика устройства, в долях к сумме основной заработной платы (0,15).

ω_c – коэффициент, учитывающий начисления органам социального страхования на заработную плату разработчика устройства, в долях к сумме основной заработной плате разработчика (0,26).

Устройство разрабатывалось 40 дней, если учесть, что в одном месяце 22 рабочих дня, то:

$$t_{pi} = \frac{40}{22} = 1,82 \text{ (чел. –мес.)}.$$

Таким образом, затраты по заработной плате инженера-разработчика составят:

$$S_{ЗП} = 15000 \cdot (1 + 0,26) \cdot (1 + 0,15) \cdot 1,82 = 39557,7 \text{ (руб.)}.$$

Накладные затраты рассчитываются с учетом ω_n – коэффициента (1,35), определяющего уровень накладных расходов организации по формуле:

$$S_{НАК} = ОЗП \cdot \omega_n \cdot t_{p12},$$

$$S_{НАК} = 15000 \cdot 1,35 \cdot 1,82 = 36855 \text{ (руб.)}.$$

Таким образом, суммарные затраты на разработку устройства составляют:

$$S_{PI} = 39557,7 + 36855 = 76412,7 \text{ (руб.)}.$$

2.1 Расчет цеховой себестоимости

Цеховая себестоимость включает следующие расходы:

- материалы, основные и вспомогательные - $M_{осн}$, $M_{вспм}$;
- комплектующие изделия, полуфабрикаты - $П$;
- заработная плата основная и дополнительная - $З_{осн}$, $З_{доп}$;
- отчисления на социальные нужды - $Н$;
- затраты на технологические цели $Э_t$;
- затраты по кооперации - $З_{кооп}$;
- косвенные затраты цеха - $K_{цех}$.

В соответствии с перечисленными элементами цеховых затрат можно составить формулу нахождения цеховой себестоимости, а выглядит она следующим образом:

$$C_{цех} = П + М + З_{кооп} + Н + З_{осн} + З_{доп} + Э_t + K_{цех},$$

где $C_{цех}$ - цеховая себестоимость, руб.;

$П$ - затраты на комплектующие изделия, полуфабрикаты, руб.;

$М$ - затраты на материалы, основные и вспомогательные, руб.;

$З_{кооп}$ - затраты на кооперирование, руб.;

$Н$ - отчисления на социальные нужды, руб.;

$З_{осн}$, $З_{доп}$ - заработная плата, основная и дополнительная, руб.;

$Э_t$ - затраты на технологические цели: электроэнергию, руб.;

$K_{цех}$ - косвенные цеховые затраты, руб.

2.1.1 Расчёт затрат на покупные изделия

К покупным изделиям относятся комплектующие и полуфабрикаты, являющиеся составными элементами будущего изделия, закупка которых предприятием производится на стороне. Для изготовления устройства

обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino* потребуются микросхемы и электрорадиоэлементы, затраты на которые сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Расходы на покупные изделия

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.	Сумма, руб.
Микросхемы:			
<i>Arduino UNO</i>	1	2020,00	2020,00
<i>SIM800L</i>	1	680,00	680,00
Датчики:			
<i>DS18B20</i>	1	1150,00	1150,00
Реле:			
<i>2PH63091A</i>	1	182,00	182,00
Резисторы:			
<i>CF-25-0,25-4,7</i> кОм	1	5,00	5,00
<i>CF-25-0,25-10</i> кОм	2	5,00	10,00
Стабилизаторы:			
<i>LM2596</i>	2	560,00	1120,00
Антенны:			
<i>GSM-антенна</i>	1	70,00	70,00
Разъемы:			
<i>KF301-2P</i>	1	50,00	50,00
<i>KF301-3P</i>	2	50,00	100,00
Итого:			5387,00
<i>ЗТР:</i>			269,35
Всего:			5656,35

В итоге общая сумма затрат на покупные изделия с учётом транспортных расходов ($Z_{TP}=5\%$) для изготовления единицы продукции составила 5656,35 руб.

2.1.2 Расчет затрат на материалы

Также необходимо рассчитать виды и количество используемых для изготовления одного изделия основных и вспомогательных материалов. Соответствующие данные отображены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расходы на основные и вспомогательные материалы

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Стеклотекстолит СФ-235-2	0,4 м ²	1250,00	500,00
Припой ПОС-61	0,01 кг	680,00	6,80
Флюс ФКСп	0,015 кг	202,00	3,03
Провод монтажный ПЭВ ТЛК	1 м	30,00	30,00
Спирт технический	0,1 л	70,00	7,00
Лак УР 231	0,05 кг	80,00	4,00
Итого:			550,83
Z_{TP}			27,54
Всего:			578,37

Сумма расходов на основные и вспомогательные материалы для единицы продукции составила 578,37 руб.

2.1.3 Расчет затрат по кооперированию

В данном случае на производстве используется предметное кооперирование. На основании договорённости с другим машиностроительным предприятием производятся поставки готовых корпусов и печатных плат, изготовленных по

соответствующим чертежам предприятия-заказчика, т.е. описываемого в работе предприятия. Элементы затрат по кооперированию отображены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расходы на кооперирование

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Печатная плата	2	150,00	300,00
Корпус	1	170,00	170,00
Итого:			470,00
$З_{ТР}$			23,50
Всего:			493,50

Сумма затрат по кооперированию составила 493,50 руб. в расчёте на единицу готовой продукции.

2.1.4 Расчёт затрат на электроэнергию для технологических целей

Определение затрат на электроэнергию в технологических целях сводится к определению потребления энергии оборудованием, участвующим в производстве изделий. Для нахождения данного элемента себестоимости воспользуемся формулой:

$$\Theta_T = \frac{W_{\Theta} \cdot F_{ДР} \cdot K_M}{K_{ПЭ} \cdot K_{\Phi}} \cdot C_{\Theta},$$

где W_{Θ} – мощность оборудования;

K_M – коэффициент машинного времени работы оборудования (0,7);

$F_{ДР}$ – полезный фонд работы одной единицы оборудования;

$K_{ПЭ}$ – коэффициент полезного потребления электроэнергии (0,99);

K_{Φ} – коэффициент полезного действия оборудования;

C_{Θ} – цена единицы электроэнергии, руб/кВт·ч.

Определение мощности оборудования:

- вытяжной шкаф НО-11 – 0,75кВт;

- шкаф сушильный ВШ-0,035А – 1кВт;
- электропаяльник – 36Вт;
- установка для пайки волной припоя – 0,5кВт.

В данном дипломном проекте необходимо использовать машинное время, необходимое для производства одного изделия, которое в данном случае составляет 0,92ч.

При известных коэффициентах можно рассчитывать расходы на электроэнергию для технологических целей:

- коэффициент машинного времени работы оборудования $K_M = 0,7$;
- коэффициент потерь электроэнергии $K_{ПЭ} = 0,25$;
- коэффициент полезного действия оборудования $K_\Phi = 0,75$.

$$\mathcal{E}_T = \frac{2,286 \cdot 0,92 \cdot 0,7}{0,25 \cdot 0,75} \cdot 3,76 = 29,52.$$

2.1.5 Расчёт затрат на заработную плату основных производственных рабочих

Заработная плата работающим выплачивается в соответствии с тарифной системой (по видам работ и квалификации работающих). В таблице 2.4 приведен расчет основной заработной платы производственных рабочих.

Таблица 2.4 – Расчёт основной заработной платы производственных рабочих

Наименование технологической операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Разряд работы	Норма времени, час	Основная заработная плата, руб.
Радиомонтажная	34,00	4	2,5	85,00
Сборочная	34,00	4	1,2	40,80
Регулировочная	48,30	5	1,8	86,94
Контрольная	85,20	5	2,0	170,40
Итого:				383,14

Необходимо отметить, что количество работающих не соответствует количеству приведённых в таблице технологических операций, так как две из них, а именно радиомонтажная и сборочная, производятся одним работающим – радиомонтажником 4 разряда. Соответственно, регулировочную операцию выполняет регулировщик (настройщик) 5 разряда, а контрольную – контролёр ОТК 5 разряда.

Определим дополнительную заработную плату основных производственных рабочих по следующей формуле:

$$З_{доп} = 13\% \cdot З_{осн} ,$$

где $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата работающих;

$З_{осн}$ – основная заработная плата работающих.

$$З_{доп} = 0,13 \cdot 383,14 = 48,80 .$$

2.1.6 Расчёт затрат на социальные отчисления

Налоги отчисляются в размере 26,0% от суммы основной и дополнительной заработной платы в следующие фонды:

- федеральный бюджет – 20%;
- фонд социального страхования Российской Федерации – 2,9%;
- фонд обязательного медицинского страхования:

1) региональный фонд -2,0%;

2) федеральный фонд – 1,1%.

Расчет затрат на социальные отчисления производится по следующей формуле:

$$H = 26\% \cdot (З_{осн} + З_{всп}) ,$$

$$H = 0,26 \cdot (383,14 + 48,80) = 112,56 .$$

Определяем заработную плату производственных рабочих:

$$З_{пр} = З_{осн} + З_{доп} + H = 383,14 + 48,80 + 112,56 = 544,50 .$$

2.1.7 Расчёт косвенных цеховых затрат

Косвенные цеховые затраты включают:

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- содержание аппарата управления цеха;
- техническое обслуживание цеха;
- заработная плата цехового персонала управления;
- энергетические затраты (отопление, освещение и другие);
- содержание оборудования и транспортных средств;
- амортизационные отчисления.

$$K_{\text{ЦЕХ}} = \%_{\text{ЦЕХ}} \cdot Z_{\text{ОСН}},$$

где $\%_{\text{ЦЕХ}}$ – процент цеховых затрат – он зависит от объёма работы цеха и от типа производства. (Данное предприятие является серийным по типу производства, поэтому для него $\%_{\text{ЦЕХ}} = 200\%$);

$Z_{\text{ОСН}}$ – основная заработная плата производственных рабочих.

$$K_{\text{ЦЕХ}} = 200\% \cdot 383,14 = 766,28.$$

Итак, рассчитав все необходимые элементы, можно определить цеховую себестоимость по следующей формуле:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = П + М + Z_{\text{КООП}} + Z_{\text{ПР}} + Z_{\text{Т}} + K_{\text{ЦЕХ}},$$

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 5656,35 + 578,37 + 493,50 + 544,50 + 29,52 + 766,28 = 8068,52.$$

Цеховая себестоимость устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino* составила:

$$C_{\text{ЦЕХ}} = 8068,52.$$

2.2 Расчёт заводской себестоимости

Заводская себестоимость кроме цеховой себестоимости также включает в себя следующие виды расходов (косвенные заводские затраты):

- общепроизводственные расходы:

- 1) содержание аппарата управления заводом;
- 2) содержание технических средств;
- 3) содержание территорий;
- 4) оплата аудиторских и информационных услуг;

- 5) подготовка и переподготовка кадров;
- 6) охрана природы;
- 7) ремонт зданий и сооружений;
- 8) оплата страхования имущества.

- потери от брака.

Заводская себестоимость рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{ЗAB} = C_{ЦЕХ} + K_{ЗAB},$$

где $C_{ЦЕХ}$ – цеховая себестоимость;

$K_{ЗAB}$ – косвенные заводские затраты.

Косвенные затраты рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{ЗAB} = \%Зав \cdot З_{ОСН},$$

где $\%Зав$ – процент косвенных заводских затрат (в данном случае равный 80% - серийное производство);

$З_{ОСН}$ – основная заработная плата рабочих.

$$K_{ЗAB} = 0,8 \cdot 383,14 = 306,51,$$

$$C_{ЗAB} = 8068,52 + 306,51 = 8375,03.$$

2.3 Расчёт полной себестоимости

Для расчета полной себестоимости, которая кроме заводской себестоимости включает в себя внепроизводственные расходы (расходы на рекламу, упаковку, отгрузку, сбыт, выплату комиссионных, участие предприятия в выставках и прочие отчисления и платежи), нужно определить сумму внепроизводственных затрат.

Расчет полной себестоимости происходит по следующей формуле:

$$C_{ПОЛН} = C_{ЗAB} + ВР,$$

где $C_{ЗAB}$ – заводская себестоимость;

$ВР$ – сумма внепроизводственных расходов.

Внепроизводственные расходы можно рассчитать по следующей формуле:

$$BP = \%BP \cdot C_{зав},$$

где $\%BP$ – процент внепроизводственных расходов от заводских расходов (для данного предприятия она составляет 8,5%);

$C_{зав}$ – заводская себестоимость.

$$BP = 0,085 \cdot 8375,03 = 711,88,$$

$$C_{полн} = 8375,03 + 711,88 = 9086,91.$$

Итак, получена полная себестоимость проектируемого устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами, которая составила:

$$C_{полн} = 9086,91.$$

2.4 Расчёт цены проектируемого устройства

Цена является денежным выражением стоимости товара. Она выражает общественно необходимые затраты на продукцию.

Цены обеспечивают дальнейшую хозяйственную деятельность, возместить издержки производства и реализации продукции и определяют такой размер прибыли, который позволил бы им выжить в условиях рыночной экономики.

Оптовая цена промышленности – это цена, по которой предприятия-потребители оплачивают продукцию сбытовым организациям. Оптовая цена промышленности подразумевает НДС, оптовую цену предприятия, торговую наценку.

Вначале определяется оптовая цена предприятия. Она рассчитывается как сумма полной себестоимости и плановой прибыли.

$$ОЦ_{предпр} = C_{полн} + П_{пл},$$

где $C_{полн}$ – полная себестоимость единицы продукции;

$П_{пл}$ – плановая прибыль (в данном случае равная 15% от полной себестоимости).

Плановая прибыль рассчитывается как процент от полной себестоимости по следующей формуле:

$$P_{ПЛ} = 15\% \cdot C_{ПОЛН} ,$$

$$P_{ПЛ} = 0,15 \cdot 9086,91 = 1363,04 ,$$

$$ОЦ_{ПРЕДПР} = 9086,91 + 1363,04 = 10449,95 .$$

Оптовая цена промышленности рассчитывается как сумма оптовой цены предприятия, НДС и наценки от сбыта:

$$ОЦ_{ПРОМ} = ОЦ_{ПРЕДПР} + НДС + Н_{СБ} ,$$

где $ОЦ_{ПРЕДПР}$ – оптовая цена предприятия;

$НДС$ – налог на добавленную стоимость (равный 20% от полной себестоимости);

$Н_{СБ}$ – наценка сбытовых организаций (7% от оптовой цены предприятия).

$$НДС = 20\% \cdot C_{ПОЛН} = 0,2 \cdot 9086,91 = 1817,38 ,$$

$$Н_{СБ} = 7\% \cdot ОЦ_{ПРЕДПР} = 0,07 \cdot 10449,95 = 731,51 ,$$

$$ОЦ_{ПРОМ} = 10449,95 + 1817,38 + 731,51 = 12998,84 .$$

Розничная цена рассчитывается как сумма оптовой цены промышленности и торговой наценки по следующей формуле:

$$Ц_{РОЗН} = ОЦ_{ПРОМ} + Н_{ТОРГ} ,$$

где $ОЦ_{ПРОМ}$ – оптовая цена промышленности;

$Н_{ТОРГ}$ – торговая наценка (10% от оптовой цены промышленности).

$$Н_{ТОРГ} = 10\% \cdot ОЦ_{ПРОМ} = 0,1 \cdot 12998,84 = 1299,88 ,$$

$$Ц_{РОЗН} = ОЦ_{ПРОМ} + Н_{ТОРГ} = 12998,84 + 1299,88 = 14298,72 .$$

Кроме этого, требуется определить прибыль, которую получит предприятие от реализации данной продукции. Нужно определить значения балансовой, чистой и валовой прибыли.

Балансовая прибыль определяется за счёт 3 источников:

- прибыль от реализации продукции;
- прибыль от продаж имущества;

- прибыль от внереализационных доходов.

Так как отсутствуют прибыль от продаж имущества и прибыль от внереализационных доходов, будем считать за балансовую прибыль – прибыль от реализации продукции:

$$П_{БАЛАНС} = П_{ПЛ} = 1363,04 .$$

Валовая прибыль рассчитывается по следующей формуле:

$$П_{ВАЛ} = П_{БАЛАНС} + П_{ПРОЧАЯ} ,$$

где $П_{БАЛАНС}$ – балансовая прибыль;

$П_{ПРОЧАЯ}$ – прочая прибыль.

К прочей прибыли относят:

- доходы от транспортных организаций;
- доходы от других хозяйств, находящихся на балансе предприятия.

Вследствие отсутствия вышеперечисленного, за валовую прибыль будем считать прибыль балансовую:

$$П_{ВАЛ} = П_{БАЛАНС} = 1363,04 .$$

Прибыль, облагаемую налогами можно вычислить по следующей формуле:

$$П_{ОБЛ.Н.} = 20\% П_{ВАЛ} ,$$

где $П_{ВАЛ}$ – валовая прибыль;

20% – ставка налога на прибыль.

$$П_{ОБЛ.Н.} = 0,20 \cdot 1363,04 = 272,61.$$

Определив валовую прибыль и прибыль, облагаемую налогами, можно рассчитать чистую прибыль по следующей формуле:

$$П_{Ч} = П_{ВАЛ} - П_{ОБЛ.Н.} ,$$

где $П_{ВАЛ}$ – валовая прибыль;

$П_{ОБЛ.Н.}$ – прибыль, облагаемая налогом.

$$П_{Ч} = 1363,04 - 272,61 = 1090,43.$$

Годовой объём продаж составляет: $K_{мс} = 300$ шт.

Продолжительность инвестиционного цикла $T_c = 3$ года.

Чистая прибыль в год рассчитывается по следующей формуле:

$$\Pi_{ч.год} = \Pi_{ч} \cdot K_{МПС},$$

$$\Pi_{ч.год} = 1090,43 \cdot 300 = 327129.$$

Прибыль, облагаемая налогами в год, рассчитывается по следующей формуле:

$$\Pi_{ОБЛ.Н.год} = \Pi_{ОБЛ.Н} \cdot K_{МПС},$$

$$\Pi_{ОБЛ.Н.год} = 272,61 \cdot 300 = 81783.$$

Одним из важных экономических показателей производства продукции является рентабельность продукции. Рентабельность – это относительный показатель эффективности производства, характеризующий степень использования ресурсов. Рентабельность зависит также от структуры авансированных в производство средств, а именно, от удельного веса расходов на оплату труда работников.

Расчет рентабельности выпускаемой продукции на одно изделие осуществляется по следующей формуле:

$$R_{пр} = \frac{\Pi_{ВАЛ}}{C_{ПОЛН}} \cdot 100\%,$$

где $\Pi_{ВАЛ}$ – валовая прибыль;

$C_{ПОЛН}$ – полная себестоимость одного изделия.

$$R_{пр} = \frac{1363,04}{9086,91} \cdot 100\% = 15\%.$$

Рентабельность проектируемого устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino* составила 15%.

3 Безопасность жизнедеятельности. Электробезопасность пользователя ЭВМ

3.1 Характеристика условий труда пользователя ЭВМ

В процессе эксплуатации или при проведении профилактических работ с электрическими установками возникает существенная проблема – их воздействие на здоровье человека. Опасность электроустановок заключается в том, что оборудование, находящееся под напряжением, не оповещает пользователя ЭВМ о какой-либо опасности в результате перебоя изоляции. Таким образом, человек, не зная о существующем на поверхности ЭВМ токе, может быть подвергнут электрическому напряжению при прикосновении к электроустановке, что приводит к серьезным последствиям, вызвав электрическое, механическое и термическое, а также биологическое действие тока на организм человека.

В качестве электрического действия понимается разложение органической жидкости, и как следствие – изменение физико-химического состава крови. Механическое влияние способствует разрыву мышечных тканей. Термическое проявляется в функциональном расстройстве физической материи ввиду получения ожогов. Биологическое влияние заключается в раздражении и судорожных сокращениях мышц человека. Каждое из описанных действий приводит к электрической травме – повреждению организма, которое вызвано электрическим напряжением при прикосновении.

3.2 Классификация электрических травм

Травмы, полученные при протекании тока через тело человека, разделяют на два вида: местные и общие. Зачастую они сопровождают друг друга.

Под местными электротравмами понимают повреждение участка тела. К таким травмам можно отнести:

- электрические ожоги;

- металлизация кожи при расплавлении металла и воздействии на него электрической дуги;

- непроизвольные сокращения мышц под действием тока.

Общие электротравмы можно назвать электрическим ударом, поскольку повреждается организм в целом, нарушая работу жизненно важных органов.

Проявлением такой травмы является:

- потеря сознания;

- судороги;

- остановка дыхания;

- остановка сердца;

- фибрилляция сердца (сокращение отдельных волокон сердечной массы);

- инфаркт миокарда.

Такой вид электротравм может привести к отсутствию признаков жизни, а также к смерти от паралича сердца или нервных центров.

3.3 Воздействие электрического тока на организм человека

Воздействие напряжения на организм человека напрямую зависит от силы и характера тока. Электрические токи, вызывающие реакцию человека, разделяются на: ощутимые, не отпускающие и фибрилляционные. Минимальные значения, называемые пороговыми, при которых ощущается напряжение, представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Воздействие электрического тока на организм человека

Значение	Воздействие на организм человека
До 1 мА	Не ощущается
1 - 6 мА	Ощущения безболезненны, контроль мышц не утрачен
6 - 20 мА	Болезненные ощущения, управление мышцами затруднено

Значение	Воздействие на организм человека
20-30 мА	Ощущения весьма болезненны, самостоятельное освобождение от контакта невозможно
30-50 мА	Сильные судорожные сокращения мышц, затрудненное дыхание, возможна остановка сердца
50-100 мА	Паралич дыхания, возможна фибрилляция, смерть
100-500 мА	Фибрилляция, самовосстановление невозможно
500-1000 мА	Ожоги в месте контакта, фибрилляция
от 1000 мА	Сильные ожоги, фибрилляция.

3.4 Меры безопасности при обращении с электрооборудованием

Во избежание вредного влияния необходимо соблюдать надлежащие меры безопасности. А именно:

- изолировать токоведущие части, для исключения случайного прикосновения;
- организовать защитное зануление и отключение;
- организация блокировок;
- выравнивание потенциалов;
- электрическое разделение сети;
- применение звуковой и световой сигнализации.

Данные меры не дают полную гарантию электробезопасности при эксплуатации электроустановок, однако они ограничивают значение силы тока, и как следствие уменьшают воздействие на организм человека

Заключение

В процессе выполнения данной выпускной квалификационной работы проведены анализ требований, проектирование и разработка, тестирование устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе Arduino.

В процессе анализа требований, были сформированы требования к устройству. Проведён анализ вариантов использования. Разработана модель предметной области. В результате выполнения выпускной квалификационной работы реализовано устройства обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе Arduino.

Проект реализован на базе платформы Arduino с применением среды разработки Arduino IDE. На основе анализа, полученных результатов, можно сделать вывод, что все функции устройства отрабатываются корректно в штатном режиме.

Таким образом, требования технического задания были выполнены в полном объёме и в установленные сроки.

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список использованных источников

1. Автоматизированные системы в современном мире. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arbir.ru/miscellany/U18S875E56695-Автоматизированные-системы-в-современном-мире>.
2. Проекты для умного дома на базе Ардуино. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vashumnyidom.ru/upravlenie/tehnologii/arduino-proekty-umnyj-dom-2.html>
3. Умный дом на Ардуино своими руками. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://smarthomegadget.ru/umnyj-dom-na-arduino-svoimi-rukami/>.
4. Умный дом на основе Ардуино. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://future2day.ru/umnyj-dom-na-osnove-arduino/>.
5. Как сделать умный дом на Ардуино своими руками. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elektrikexpert.ru/arduino.html>.
6. Обзор плат Arduino. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://geekmatic.in.ua/the_different_arduinosaurs.
7. Плата Arduino NANO v3.0: распиновка, схемы, драйвер. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-nano/#_Arduino_Nano.
8. Обзор платы Arduino UNO. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://electroinfo.net/arduino/chto-takoe-arduino-uno.html#i-10>.
9. Arduino или Raspberry Pi: как выбрать контроллер для проекта. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://amperka.ru/page/development-board-guide>.
10. Arduino IDE. Установка и запуск. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ampermarket.kz/base/arduino_ide/.

Приложение А

(обязательное)

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами

на базе *Arduino*

Листинг программы

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <OneWire.h>

//SIM800L
SoftwareSerial mySerial(3, 2);           // Выводы SIM800L Tx
&amp; Rx подключены к выводам Arduino 3 и 2
char incomingByte;
String inputString;
int relay_1 = A0;                        // Вывод управления
реле света (2 аналоговый пин)
int relay_2 = A1;                        // Вывод управления
реле замка (3 аналоговый пин)

//Термометр
OneWire ds(8); // Создаем объект OneWire для шины 1-Wire, с помощью
которого будет осуществляться работа с датчиком (8 цифровой пин)

void setup()
{

//SIM800L
//реле света
pinMode(relay_1, OUTPUT);               // Установим вывод как
выход
digitalWrite(relay_1, HIGH);            // Устанавливаем
высокий уровень
//реле замка
pinMode(relay_2, OUTPUT);               // Установим вывод как
выход
digitalWrite(relay_2, HIGH);            // Устанавливаем
высокий уровень

Serial.begin(9600);

```

```

mySerial.begin(9600);

//Подключение sim800l
while(!mySerial.available()){           // Зацикливаем и ждем
инициализацию SIM800L
    mySerial.println("AT");              // Отправка команды AT
    delay(1000);                         // Пауза
    Serial.println("Connecting...");     // Печатаем текст
}
    Serial.println("Connected!");        // Печатаем текст
    mySerial.println("AT+CMGF=1");       // Отправка команды
AT+CMGF=1
    delay(1000);                         // Пауза
    mySerial.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0"); // Отправка команды
AT+CNMI=1,2,0,0,0
    delay(1000);                         // Пауза
    mySerial.println("AT+CMGL=\"REC UNREAD\"");

}

void loop()
{

    //Ожидание смс
    if(mySerial.available()){           // Проверяем, если
есть доступные данные
        delay(100);                     // Пауза

        while(mySerial.available()){    // Проверяем, есть ли
еще данные.
            incomingByte = mySerial.read(); // Считываем байт и
записываем в переменную incomingByte
            inputString += incomingByte;   // Записываем
считанный байт в массив inputString
        }

```

```

        delay(10); // Пауза
        Serial.println(inputString); // Отправка в
"Мониторинг порта" считанные данные
        inputString.toUpperCase(); // Меняем все буквы на
заглавные

        if (inputString.indexOf("TERM") > -1){ // Проверяем
полученные данные,включаем реле 1
            //Измеряем температуру
            float temp = tempa();
            // Выводим полученное значение температуры в монитор порта
            Serial.println(temp);
            sms(String("Temp = " + (String)temp),
String("+79603289060"));}

        if (inputString.indexOf("LON") > -1){ // Проверяем полученные
данные (включить свет)
            digitalWrite(relay_1, LOW);
            //Отправляем смс о выполнении
            sms(String("Light_on"), String("+79603289060"));}

        if (inputString.indexOf("LOFF") > -1){ // Проверяем
полученные данные (выключить свет)
            digitalWrite(relay_1, HIGH);
            //Отправляем смс о выполнении
            sms(String("Light_off"), String("+79603289060"));}

        if (inputString.indexOf("LOP") > -1){ // Проверяем
полученные данные (открыть замок)
            digitalWrite(relay_2, LOW);
            //Отправляем смс о выполнении
            sms(String("Lock_open"), String("+79603289060"));}

```

```

        if (inputString.indexOf("LCL") > -1){ // Проверяем
полученные данные (закрыть замок)
        digitalWrite(relay_2, HIGH);
        //Отправляем СМС о выполнении
        sms(String("Lock_close"), String("+79603289060"));

        delay(50);
        if (inputString.indexOf("OK") == -1){
        mySerial.println("AT+CMGDA=\"DEL ALL\"");
        delay(1000);}
        inputString = "";
    }

void sms(String text, String phone) // Процедура Отправка SMS
{
    Serial.println("SMS send started");
    mySerial.println("AT+CMGS=\"" + phone + "\"");
    delay(500);
    mySerial.print(text);
    delay(500);
    mySerial.print((char)26);
    delay(500);
    Serial.println("SMS send complete");
    delay(2000);
}

float tempa(){
    // Определяем температуру от датчика DS18b20
    byte data[2]; // Место для значения температуры

    ds.reset(); // Начинаем взаимодействие со сброса всех предыдущих
команд и параметров
    ds.write(0xCC); // Даем датчику DS18b20 команду пропустить поиск
по адресу. В нашем случае только одно устройство

```

```

    ds.write(0x44); // Даем датчику DS18B20 команду измерить
    температуру. Само значение температуры мы еще не получаем - датчик
    его положит во внутреннюю память

    delay(1000); // Микросхема измеряет температуру, а мы ждем.

    ds.reset(); // Теперь готовимся получить значение измеренной
    температуры
    ds.write(0xCC);
    ds.write(0xBE); // Просим передать нам значение регистров со
    значением температуры

    // Получаем и считываем ответ
    data[0] = ds.read(); // Читаем младший байт значения температуры
    data[1] = ds.read(); // А теперь старший

    // Формируем итоговое значение:
    //     - сперва "склеиваем" значение,
    //     - затем умножаем его на коэффициент, соответствующий
    разрешающей способности (для 12 бит по умолчанию - это 0,0625)
    float temperature = ((data[1] << 8) | data[0]) * 0.0625;
    //Serial.println(temperature);
    // runn = false;
    return temperature;
}

```

Приложение Б

(обязательное)

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами

на базе *Arduino*

Схема работы системы

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение В

(обязательное)

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами

на базе *Arduino*

Схемы программ

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение В.1 – Схема программы отправки SMS-сообщения



ПГУ 1.090501.09.003 Д2					
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата	Подпись

Приложение В.2 – Схема программы опроса датчика температуры



ПГУ 1.090501.09.004 Д2					
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя	Фамилия

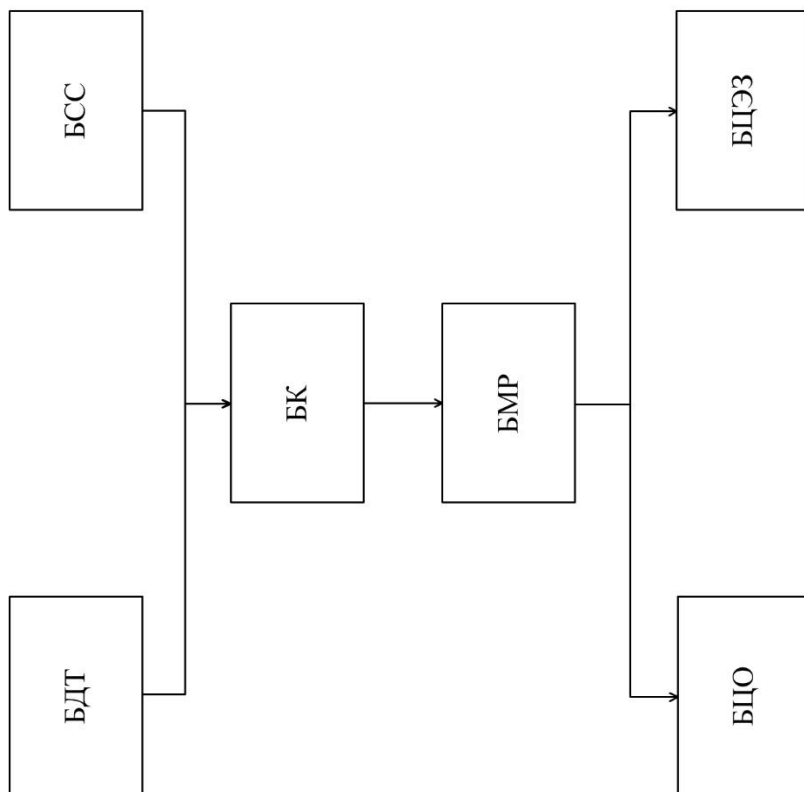
Приложение Г

(обязательное)

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами
на базе *Arduino*

Схема электрическая структурная

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



БДТ – блок датчика температуры
 БЦО – блок цепи освещения
 БК – блок контроллера
 БМР – блок модуля реле
 БСС – блок сотовой связи
 БЦЭЗ – блок цепи электронного замка

ПГУ 1.090501.09.005 Э1									
Устройство обеспечения доступа в информационную систему (ИБС) на базе Arduino									
Схема электрическая структура									
ПГУ, шиф. ВГ, ГР, ГРВ02									

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Приложение Д

(обязательное)

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами
на базе *Arduino*

Схема электрическая принципиальная

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Е

(обязательное)

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами

на базе *Arduino*

Презентация

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino*

Автор работы:

студент гр. 17ВО2 Логинов Александр Сергеевич

Научный руководитель:

к.т.н., доцент каф. «ВТ» Бычков Андрей Станиславович

Пенза 2022

Цель работы и объекты

Цель работы – разработать устройство обеспечения доступа в помещение и управления бытовыми приборами на базе *Arduino*.

Объекты работы – устройство, выполняющее следующие функции:

- прием сигналов управления со смартфона пользователя;
- контроль над модулем реле для управления источником освещения и электронным замком;
- считывание значения температуры с датчика;
- отправка информации о результатах выполнения команд на смартфон пользователя.

Процесс автоматизации

Автоматизация – это процесс, направленный на замену человеческого труда в различных областях его деятельности на машинный труд.

Цель автоматизации – повышение эффективной работы производства, что, в свою очередь, способствует увеличению прибыли технических предприятий, а также повышению безопасности персонала.

Виды автоматизации:

- промышленная;
- гражданская.

Умный дом – это система устройств, каждое из которых выполняет свою функцию. В нее входят датчики, розетки, камеры, бытовая техника. Их подключают к единому центру управления или устанавливают по отдельности. Управление системой может происходить как с панели управления, которая устанавливается в доме, так и со смартфона дистанционно.

Платформа *Arduino*

Arduino – это полностью открытая программно-аппаратная платформа для создания систем роботизации и автоматизации (в том числе, домашней) различной сложности. Ее основное отличие заключается в простоте использования, возможности освоения и создания вполне работоспособных проектов даже без глубоких знаний электроники и программирования.

Преимущества платформы *Arduino*:

- полная открытость;
- широкий выбор;
- кроссплатформенность;
- гибкость подхода;
- простота освоения;
- стоимость.

Основные платы *Arduino*

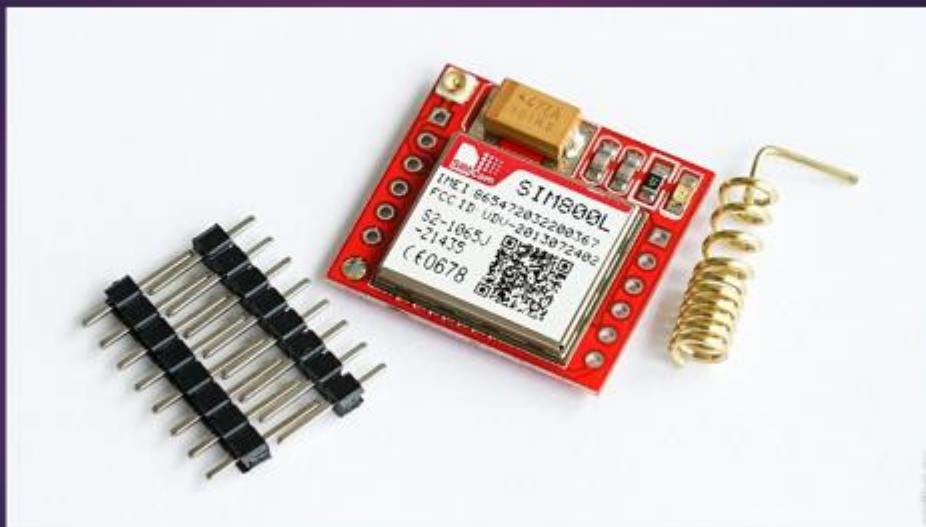
Существует несколько основных видов плат *Arduino*:

- *Arduino Uno* – стандартная и наиболее распространенная плата *Arduino*;
- *Arduino Nano* – полный аналог *Arduino Uno*, но с меньшим форм-фактором;
- *Arduino Mini* – это небольшое устройство, которое используется в проектах, где необходима максимальная экономия места;
- *Arduino Mega 2560* – немного больше в размерах, чем *Arduino Uno*, но имеет значительно больше каналов ввода и вывода.

Состав аппаратного решения Микроконтроллер



Состав аппаратного решения GSM-модуль



Состав аппаратного решения Датчик температуры



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ

Лист

85

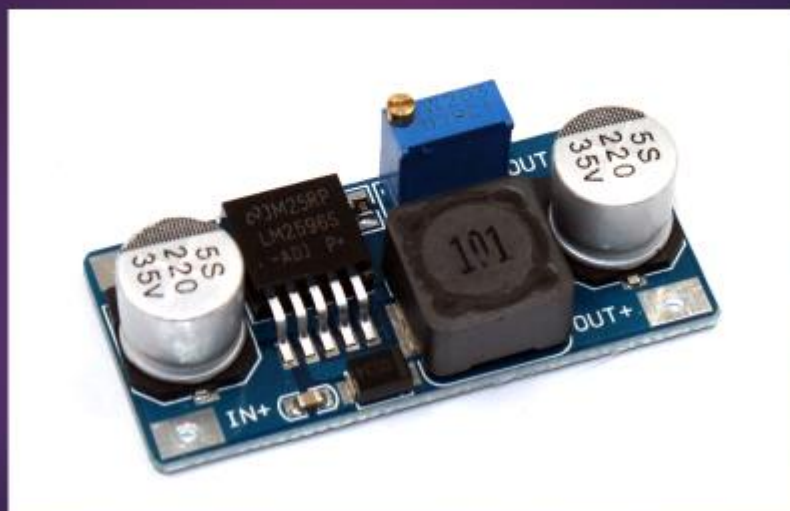
Состав аппаратного решения

Модуль реле



Состав аппаратного решения

Стабилизатор напряжения



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ

Лист

86

Алгоритм работы устройства

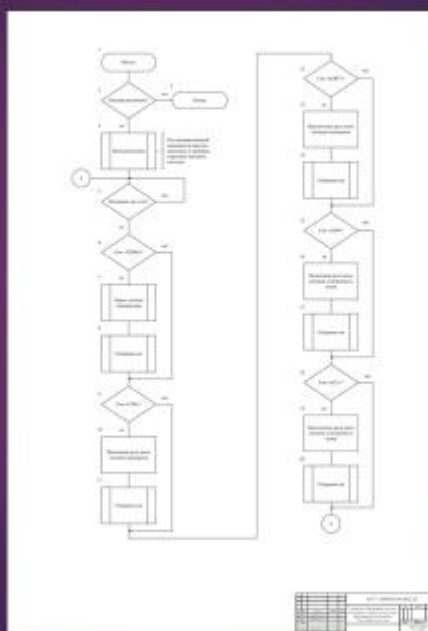


Схема электрическая структурная

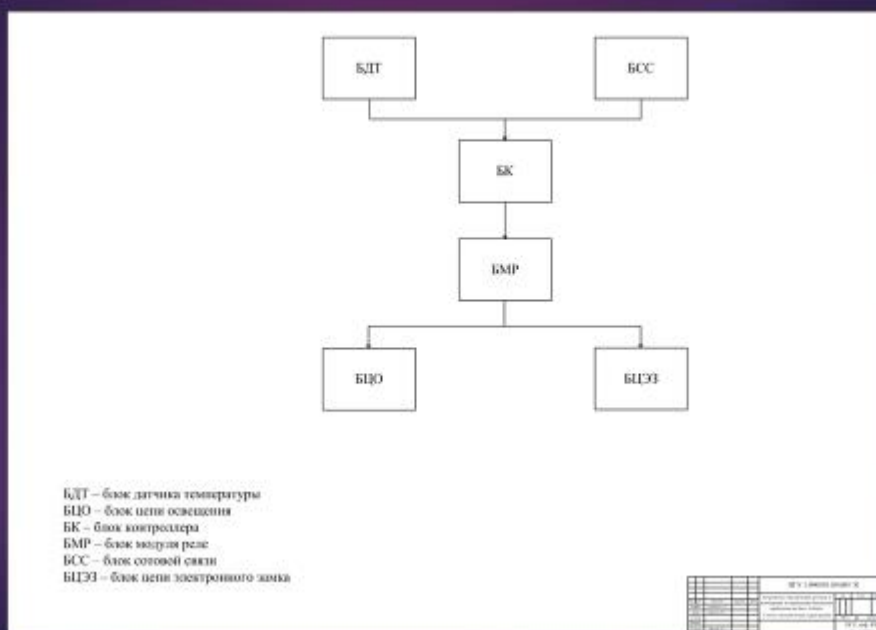
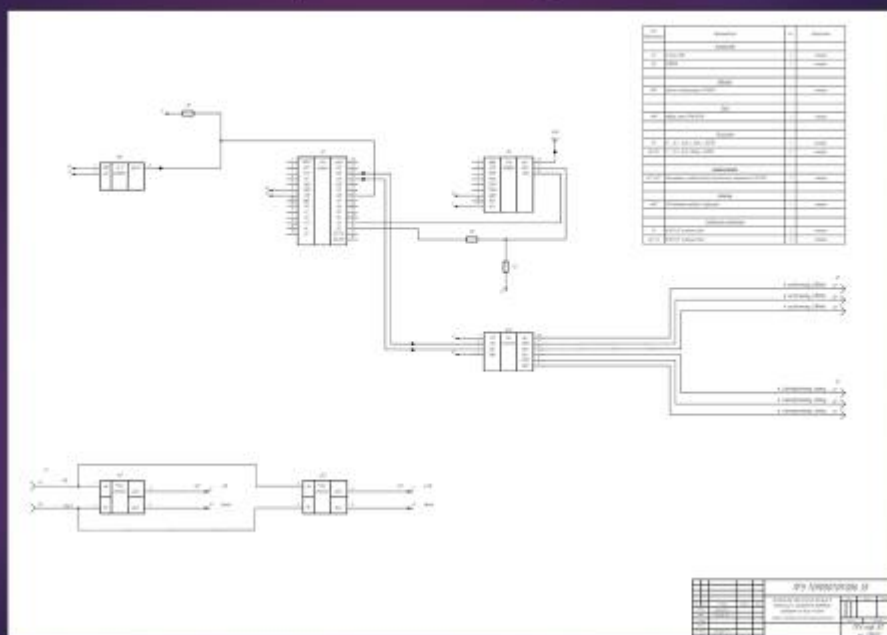


Схема электрическая принципиальная



Результаты работы

- реализован прием сигналов управления со смартфона пользователя;
- установлен контроль над модулем реле для управления источником освещения и электронным замком;
- организовано считывание значения температуры с датчика;
- отлажена отправка информации о результатах выполнения команд на смартфон пользователя.

Проект реализован на макетной плате. В качестве источника освещения и электронного замка выступают светодиоды на модуле реле.

Спасибо за внимание!

					ПГУ 1.090501.09.001 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		