

Некоммерческое акционерное общество
«Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева»
Кафедра “Электроника и робототехника”

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Чигамбаев Т.О.

_____ «__» _____ 2020 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: “Система оповещения и контроля за сохранностью
автотранспортного средства”

Специальность 5В071600 – Приборостроение

Выполнила Лохтина Екатерина Антоновна

Группа ПС–16–4

Научный руководитель к.т.н. Шабельников Е.А.

Консультанты:

по экономической части: доцент Боканова Г.Ш.

_____ «__» _____ 2020 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности: д.х.н. Приходько Н.Г.

_____ «__» _____ 2020 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Фазылова А.Р.

_____ «__» _____ 2020 г.
(подпись)

Рецензент: к.т.н. Пя Д.Р.

_____ «__» _____ 2020 г.
(подпись)

Алматы 2020

Некоммерческое акционерное общество
«Алматинский университет энергетики и связи им. Гумарбека Даукеева»

Институт “Космическая инженерия и телекоммуникации”
Кафедра “Электроника и робототехника”
Специальность “5В071600 – Приборостроение”

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Лохтиной Е.А.

Тема проекта “Система оповещения и контроля за сохранностью автотранспортного средства”

Утверждена приказом по университету № ____ от «__» _____ 2020 г.

Срок сдачи законченного проекта «__» _____ 2020 г.

Исходные данные к работе (требуемые параметры результатов проектирования и исходные данные объекта):

1) IoT устройства: Arduino Uno, модуль RYLR896, преобразователь FT232RL, Raspberry Pi 3 B+;

2) программные компоненты: Arduino IDE для написания программного кода на языке C++, PyCharm для написания программного кода на языке Python, операционная система Raspbian для работы с Raspberry Pi.

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломной работе, или краткое содержание дипломной работы:

- 1) анализ структуры работы сигнализаций для автотранспорта;
- 2) выбор подходящей технологии для передачи информации;
- 3) подбор комплектующих элементов для создания системы, схемы подключения;
- 4) написание программного кода;
- 5) реализация проекта;
- 6) расчет безопасности жизнедеятельности (анализ вредных факторов рабочей зоны производственного помещения, расчет заземления и системы кондиционирования)
- 7) составление бизнес–плана (описание продукции, анализ рынка сбыта, составление инвестиционного плана, расчет эксплуатационных расходов, доходов от реализации и срок окупаемости проекта).

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): в данной работе содержится 37 рисунков и 19 таблиц.

Основная рекомендуемая литература:

1 Подкалицкий Л. Архитектура микроконтроллеров AVR: Пер. с англ. – 2019.

2 Г.Ш. Боканова. Методические указания к выполнению экономической части дипломных работ для студентов специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникаций. – Алматы: АУЭС, 2020

3 Методические указания к выполнению раздела «Электробезопасность в электроустановках» в выпускных работах для специальности 050718 – Электроэнергетика. Бакалавриат – Алматы: АИЭС, 2009.

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Технологическая часть	Шабельников Е.А.	09.03.2020	
Конструкторская часть	Шабельников Е.А.	22.04.2020	
Реализация проекта	Шабельников Е.А.	29.05.2020	
Бизнес–план	Боканова Г.Ш.	10.05.2020	
Безопасность жизнедеятельности	Приходько Н.Г.	19.05.2020	

График
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Анализ структуры работы сигнализаций для автотранспорта	09.03.2020	
Выбор подходящей технологии для передачи информации	25.03.2020	
Подбор комплектующих элементов для создания системы, схемы подключения	22.04.2020	
Написание программного кода	20.05.2020	
Реализация проекта	29.05.2020	
Расчет безопасности жизнедеятельности	19.05.2020	
Составление бизнес-плана	10.05.2020	

Дата выдачи задания «___» _____ 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ (Чигамбаев Т.О.)
(подпись)

Руководитель _____ (Шабельников Е.А.)
(подпись)

Задание принял к
исполнению студент _____ (Лохтина Е.А.)
(подпись)

Аңдатпа

Дипломдық жобаның мақсаты – LoRaWAN сымсыз желісі арқылы күй мәліметтерін беру функциясы бар автомобильдердің тұтастығын басқаруды дамыту. Ақпаратты сымсыз беру технологиясы таңдалып алынды, компоненттер таңдап алынды және жұмыс бағдарламасының коды бар жоба жүзеге асырылды. Бөлмедегі қауіпсіз жұмыстың негізгі параметрлері есептеліп, жобаланатын объект үшін бизнес–жоспар жасалады.

Аннотация

Целью дипломного проекта является разработка контроля целостности автотранспортного средства с функцией передачи данных состояния по беспроводной сети LoRaWAN. Выбрана технология беспроводной передачи информации, осуществлен подбор комплектующих элементов и произведена реализация проекта с рабочим программным кодом. Рассчитаны основные параметры безопасной работы в помещении и составлен бизнес–план по проектируемому объекту.

Summary

The aim of the graduation project is to develop vehicle integrity control with the function of transmitting status data over the LoRaWAN wireless network. The technology of wireless transmission of information was selected, component parts were selected and a project was implemented with a working program code. The basic parameters of safe work in the room are calculated and a business plan for the projected object is drawn up.

Содержание

Введение.....	7
1 Технологическая часть	8
1.1 Сигнализация в автотранспорте	8
1.2 Понятие Интернета вещей	9
1.3 Беспроводные технологии Интернета вещей.....	13
1.4 LoRaWAN в Казахстане	18
2 Конструкторская часть	19
2.1 IoT устройство.....	19
2.2 Сервер, обрабатывающий данные.....	32
2.3 Интерфейс с пользователем.....	36
3 Реализация проекта	38
4 Безопасность жизнедеятельности	44
4.1 Анализ опасных факторов рабочей зоны производственного помещения	44
4.2 Расчет заземления	47
4.3 Расчет системы кондиционирования	52
5 Бизнес–план	59
5.1 Резюме.....	59
5.2 Описание продукции	59
5.3 Анализ рынка сбыта	59
5.4 Инвестиционный план.....	60
5.5 Эксплуатационные расходы	61
5.6 Расчет доходов	66
5.7 Расчет эффективности проекта.....	68
Заключение	71
Список литературы	72
Приложение А	74
Приложение Б.....	76
Приложение В	77

Введение

На сегодняшний день на покупку автомобиля могут тратиться значительные суммы денег. Поэтому защита таких вложений является очень актуальной темой. Существуют различные способы сохранить целостность автотранспортного средства. Например, уже на этапе изготовления транспорта на заводе в него монтируются отслеживающие датчики и сигнализации. Также автовладельцы приобретают дополнительную защиту в виде встраиваемой системы сигнализаций. Современные системы должны быть не только просты в использовании, но и обеспечивать надежную охрану транспорта. С каждым разом охранные системы становятся все более усовершенствованными и постоянно имеют различные дополнения. Это необходимо, так как взломщики и угонщики автомобилей находят “недостатки” систем и используют их в своих неправильных целях.

Целью данной дипломной работы является разработка системы контроля целостности автотранспортного средства с функцией передачи данных состояния по беспроводным технологиям. Для осуществления выполнения данной цели необходимо поставить задачи и их реализацию. Для начала необходимо провести анализ существующих систем сигнализаций и разобраться в их архитектуре и структуре. Так как передача данных будет осуществляться по беспроводной технологии, то надо выбрать по какой, то есть провести анализ и выбор конкретной беспроводной сети передачи информации. Подбор комплектующего оборудования для обеспечения целостной передачи данных способствует обеспечению правильной работы всех устройств. В конечном итоге целесообразно представить реализованную модель с полноценной рабочей системой.

1 Технологическая часть

1.1 Сигнализация в автотранспорте

Для начала разберемся с понятием автомобильная сигнализация или просто автосигнализация. Автосигнализация – это электронное устройство, установленное в транспорте и служащее для защиты автомобиля от угона, кражи частей самого транспорта или вещей, находящихся внутри.

Сама сигнализация только информирует владельца или окружающих людей при помощи звуковых и/или световых оповещений, но не оказывает противодействия самому угону или краже.

Сигнализацию можно классифицировать по некоторым параметрам:

- а) по виду обратной связи:
 - 1) с обратной связью;
 - 2) без обратной связи;
- б) по способу передачи сигнала:
 - 1) спутниковые;
 - 2) при помощи GSM.

Модели высшей ценовой категории считаются сигнализации, имеющие GPS/GPRS модули. Их возможность заключается в управлении функциями автосигнализации с мобильного устройства через передачу SMS. К преимуществам наличия таких модулей можно отнести определения месторасположения транспортного средства с помощью системы ГЛОНАСС. ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) – активная глобальная спутниковая система, предоставляющая доступ к определению местоположения во всем мире без ограничений. Технические характеристики необходимые для обеспечения работоспособности системы наличие 24 спутников, идущих по круговой орбите на высоте 19400 км с периодом обращения 11 часов 15 минут. Для определения местоположения требуется связь с четырьмя спутниками [1].

Дополнительные функции данной системы: звонки на определенные номера телефонов, установленных заранее, прослушивание салонов автомобилей, диагностические сообщения и т.д.

Наибольшую популярность приобрела система сигнализации с GPS, так как идет непрерывный мониторинг автомобиля. GPS трекер представляет из себя контроллер, который устанавливается в машину, принимая и передавая данные. Обработка данных идет через глобальные системы GPS и ГЛОНАСС. В самом контроллере устанавливается обычная SIM-карта с активированным номером. Данная система работает только с теми номерами телефонов, которые были ранее зарегистрированы. После подтверждения система начинает в реальном времени посылать сообщения с данными о местоположении автомобиля. Данные можно отслеживать как на мобильном устройстве, так и на персональном компьютере.

Разберем подробно систему. В составляющие системы входят в основном 5 компонентов:

- приемник (GPS/ГЛОНАСС);
- спутниковый передатчик;
- антенна (встроенная и/или внешняя);
- аккумуляторная батарея;
- флеш-память.

Данная система очень проста и удобна тем, что помимо основных функций к ней можно прикрепить еще дополнительные возможности. Например, прослушивание салонов и окружения вблизи машины, тревожная кнопка позволит в экстренных случаях отправить SMS на заранее записанный номер телефона, резервная батарея поможет сигнализации работать, если зажигание выключено, а аккумулятор отсоединен, удаленное блокирование двигателя, контроль активности автомобиля с помощью сформированных таблиц и отчетов.

Однако система очень зависима от трех составляющих: спутника, сервера обработки данных, оператора связи. Правильная и стабильная работа напрямую зависит от них. Обычно проблемы возникают со стороны спутниковой или сотовой связи. Допустим, автомобиль заехал в туннель или какое-либо крытое сооружение и данные уже не смогут передаваться надлежащим образом. Еще одной проблемой может быть глушители сигналов GSM, так как прекращается работа с интернетом. Немаловажным фактором является наличие денежных средств на SIM-карте модуля передачи данных по сотовой связи. Неудобство состоит в постоянном контроле баланса на карте и правильности работы операторов [2].

1.2 Понятие Интернета вещей

Интернет вещей (англ. internet of things, IoT) – сеть связанных между собой физических устройств, которые имеют интегрированные технологии, обеспечивающие взаимодействие с внешней средой, принимающие и передающие данные. Проще говоря это сеть, в которой люди могут взаимодействовать с устройствами, а устройства могут общаться между собой, реагировать на изменение окружения и принимать решения без участия человека. IoT-устройства работают самостоятельно, хотя люди могут настраивать их или предоставлять доступ к данным. IoT-системы работают в режиме реального времени и обычно состоят из сети умных устройств и облачной платформы, к которой они подключены с помощью WiFi, Bluetooth или других видов связи. Сначала устройства собирают данные – например, о температуре в квартире или частоте сердцебиения пользователя, затем эти данные отправляются в облако. Там программное обеспечение обрабатывает их. Что произойдет, если жарким летом температура в комнате будет больше, чем та, в которой комфортно владельцу квартиры? Система автоматически включит кондиционер, и он

будет работать до тех пор, пока не установится нужный уровень температуры.

Интернет вещей тесно связан с «умным» домом. Вследствие технологий и устройств, разработанными известными компаниями Google, «Яндекс», Amazon, Apple и другими, люди могут совершать онлайн-покупки, регулировать температуру в комнате, включать свет и музыку, отдавая голосовые команды виртуальным помощникам. Больше не надо волноваться, что забыли выключить дома воду в ванной или газовую плиту. С помощью простого телефона можно контролировать дистанционно всю обстановку дома и даже вокруг него, например, включив видео, которое записывает камеры видеонаблюдения, установленные по периметру дома. В систему может быть встроено программное обеспечение, которое с помощью машинного зрения будет контролировать, запоминать и распознавать в дальнейшем всех, кто попадает в объектив камеры. Если обнаружатся нарушения, то система способна сама предпринять необходимые меры для обеспечения безопасности дома.

IoT может охватывать все отрасли. Например, он может помочь компаниям автоматизировать процессы и снизить трудозатраты. Это содействует повышению качества оказываемых услуг, делает процесс производства и логистику недорогим, минимизирует затраты на грузоперевозки и исключает влияние человеческого фактора. Внедрение интернета вещей в электроэнергетике улучшает контролируемость подстанций и линий электропередачи за счет дистанционного мониторинга, а в здравоохранении позволяет перейти на новый уровень диагностики и лечения заболеваний. В сельском хозяйстве «умные» фермы и теплицы сами дозируют удобрения и воду, могут контролировать нужную температуру и влажность в помещениях, а также создавать искусственный свет, необходимый растениям и животным. Интернет вещей активно используют нефтегазовые и горнодобывающие отрасли. Например, применение углубленной аналитики по буровым скважинам помогает нефтегазовой промышленности увеличить объемы добычи на уже отработанных месторождениях. А IoT в транспорте – это сам транспорт, электронные табло, навигаторы, системы безопасности, камеры наблюдения, которые взаимодействуют между собой.

Основная проблема, с которой связан стремительный рост IoT – безопасность. Киберпреступники постоянно пытаются взламывать устройства, где хранятся базы данных людей, перехватывать доступ к видеокамерам, интеллектуальным системам управления автомобилем, совершают кибератаки, подгружают вирусы на взломанные устройства и даже создают масштабные аварии на производствах. Поэтому участникам рынка IoT-рынка надо уметь защищать свои системы. Также вовлечение и как следствие участие все большего количества устройств к Интернету вещей может привести к потере рабочих мест. Например, IoT-системы

заменяют специалистов по техобслуживанию, ремонту и установке оборудования [3].

Нынешний Интернет включает в себя государственные, общеорганизационные и персональные компьютерные сети. При помощи протокола IP (Internet Protocol) возможно сформировать устройства в одну единую систему с разной топологией и различной архитектурой. Устройство, вошедшее в Сеть, автоматически получает свой индивидуальный IP–адрес. Он может быть как статическим, так и динамическим. Таким же образом Интернет вещей включает в себя целый ряд систем, которые связаны между собой и выполняют определенные функции. Для примера возьмем систему “умного” дома, где находятся несколько сетей, но каждая выполняет свою задачу: автоматическое включение света, управление безопасностью, контроль систем охлаждения и отопления и многое другое. Непростой задачей является объединить все эти сети в одну сеть, так как они могут работать по разным стандартам. Одной из проблем в присвоении IP–адресов участникам системы Интернета вещей была ограниченность в адресах. Так, например, в четвертой версии протокола IP (IPv4) можно использовать всего 4,29 миллиарда адресов. Уже к сегодняшнему времени чувствовалась нехватка этого количества. Данную сложность помогла решить шестая версия протокола IP (IPv6). С последующим глобальным использованием приборов Интернета вещей им будет назначен адрес из этой версии. Таким образом для IoT устройств возможно использовать более 340×10^{36} IP–адресов.

Один из ключевых факторов в использовании Интернета вещей это технологии, на которых он базируется. В основе представлены следующие технологии IoT:

- возможность обнаружения. Любой объект, подключенный к системе устройств, должен себя идентифицировать, иначе он просто не сможет быть участником сети. Устройства могут получить особые обнаружения автоматически различными способами: к каждому прибору прилагается радиочастотная метка, инфракрасная метка, оптическая (штрих–код, QR–код и др.). Но в обеспечение уникальности идентификаторов различных типов необходимо осуществить работу по их стандартизации;

- средства измерения. Целью технологии является преобразование собранной информации об окружающей среде для последующей передачи этих данных на устройства обработки информации. Эту роль могут выполнять различные датчики: влажности, температуры, освещенности и т.д., а также целые измерительные комплексы. Для самостоятельной работы данных устройств желательно обеспечить их подзарядку от альтернативных источников энергии, например, солнечных батарей, и не беспокоиться о смене батарей или аккумуляторов на протяжении долго времени. Это условие необходимо, так как большинство датчиков будут

работать постоянно и сложно будет уследить за всеми, если в системе не пару, а несколько тысяч приборов;

- способ передачи данных. Передачу данных можно организовать любой из доступных технологий. Если передача данных будет осуществляться через проводные сети, то обычно используют линии электропередачи. Но если рассматривать беспроводной способ, то особое внимание уделяется высокой надежности и защите данных при передаче;

- метод обработки данных. В одной из крупных компаний Microsoft считают, что основная часть IoT – это не датчики и средства передачи данных, а облачные системы, имеющие высокую пропускную способность и умение незамедлительно принимать меры в определенных ситуациях. Допустим, по показаниям датчиков выяснять, что в доме уже пять минут никого нет, а входная дверь осталась открытой;

- исполнительные устройства. Это такие приборы, которые могут преобразовать цифровой сигнал, полученный от информационных сетей, и выполнить определенные действия, которые от них ожидается. То есть, если владельцу дома захочется поднять температуру на один градус он может настроить нужные параметры на телефоне и передать эти данные на устройство, меняющее температуру в доме [4].

Предполагаемые прогнозы от Gartner (исследовательской и консалтинговой компании, специализирующаяся на рынках информационных технологий) указывают, что к 2021 году к интернету будет подключено 25 млрд устройств. Киберпреступники будут продолжать атаковать их, потому что IoT-система это быстрый способ распространить вредоносное ПО. Простые пользователи, компании и целые города будут все чаще применять интеллектуальные технологии, чтобы сэкономить время и деньги. Например, холодильники смогут предупреждать о скорой порче продуктов, светофоры со встроенными видеодатчиками будут регулировать дорожное движение в зависимости от трафика. Один из нюансов внедрения Интернета вещей это подача питания на устройства. В дальнейшем необходимо предусмотреть автономность устройств, то есть иметь возможность получать энергию из окружающей среды, без участия человека. Сейчас, однако, ключевая проблема применимость IoT – отсутствие единых стандартов.

Так как на сегодняшний день существует разнообразие устройств связанных с Интернетом вещей появилась и проблема того, как системы должны общаться между собой, на каком “языке” должно происходить понимание друг друга. Для этого существует понятие как протокол IoT.

Протокол IoT – комплект стандартов для связи устройств, их правильной и эффективной функциональности [5].

1.3 Беспроводные технологии Интернета вещей

При создании сети возникает важный вопрос о том, как будут связаны все устройства между собой. Решение зависит от задач объекта. Основными параметрами при выборе проекта являются:

а) дистанция использования (распространение работоспособности будет осуществляться в пределах офиса или целого города);

б) частота, при которой не будет помех и шумов, влияющих на работу сети;

в) пропускная способность необходимая для передачи данных и частота обновления данных;

г) подача энергии идет от сети или имеются аккумуляторы;

д) безопасность при передаче, обработке и хранении данных [6].

Каждые существующие беспроводные устройства передачи данных имеют такие параметры как скорость, радиус действия и энергоэффективность, но при этом одновременно отвечать необходимым требованиям могут лишь две характеристики из трех (рисунок 1.1).

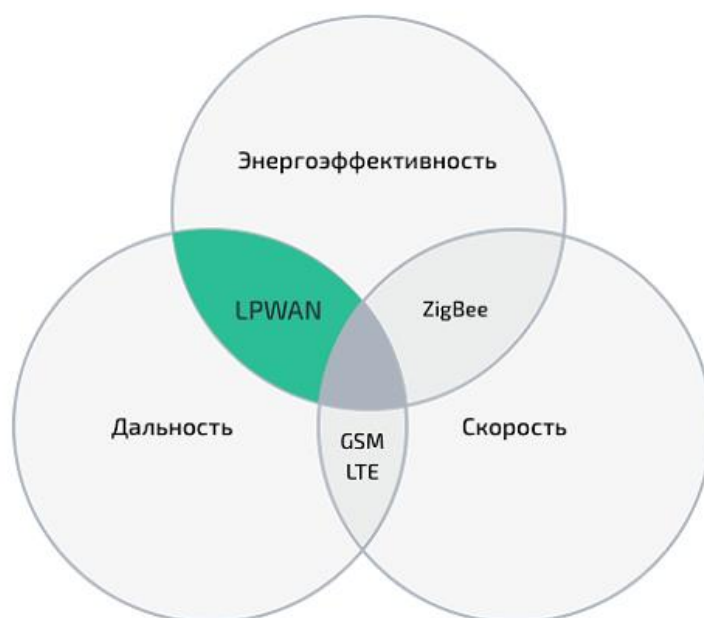


Рисунок 1.1 – Выбор протокола передачи данных по характеристикам беспроводных технологий

Крайне важно, чтобы технология была открытым глобальным стандартом, а не запатентованной технологией, чтобы гарантировать низкую стоимость, а также максимально расширить выбор пользователей и постоянные инновации.

Несколько технологий ближнего действия, в частности, Wi-Fi, Bluetooth и Zigbee, будут стоить намного дешевле. Однако, будучи работоспособными только на малом расстоянии, они не могут обеспечить

покрытие, необходимое для таких приложений, как автомобили, датчики слеживания и многие другие (рисунок 1.2). Вместо этого они ограничены компьютерами, подключенными к домашней или офисной среде.

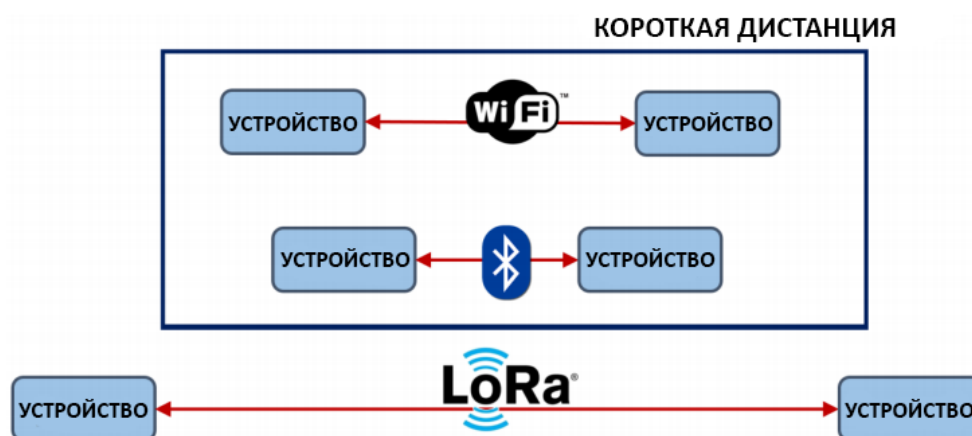


Рисунок 1.2 – Сравнение дальности работы различных сетей

Так как автомобиль с сигнализацией не привязан к одному месту, а свободно перемещается по городу, а возможно и между городами, разберем протоколы передачи данных с дальним радиусом действий. Одним из таких технологий является беспроводная сеть LPWAN. Она предоставляет эффективную передачу данных на большие расстояния.

LPWAN (Low-power Wide-area Network; сеть широкого радиуса действия с низким уровнем энергопотребления) – технология передачи данных с низким энергопотреблением, созданная для беспроводной передачи телеметрии между датчиками машинной информации на большие расстояния. Данный протокол был создан как решение для активно растущего Интернета вещей. Для полной функциональности всех устройств в сети нужен безопасный и эффективный способ передачи данных. LPWAN подходит по этим критериям. В основе передачи данных по сети LPWAN лежит принцип работы сотовой сети. Датчики, принимающие сигнал, передают его по радиоэфиру. Станции принимают и оцифровывают сигналы и дальше направляют их на сервер. На серверах данные обрабатываются и передаются в привычном и удобном виде для пользователей. Обратный канал связи позволяет контролировать систему на расстоянии [7].

На данный момент есть несколько технологий в основе которых лежит протокол LPWAN:

- Sigfox;
- LoRaWAN;
- Weightless;
- Ingenu;
- «СТРИЖ Телематика»;

– NB–IoT.

Рассмотрим некоторые из них.

Технология Sigfox была основана в 2010 году с целью связать каждый объект в нашем физическом мире с цифровой вселенной. Два французских основателя построили глобальную сеть, посвященную Интернету вещей, основанную на малой мощности, большой дальности и небольших данных, которая предлагает сквозную услугу подключения. В настоящее время Sigfox присутствует в более чем 70 странах.

Данный стандарт основан на следующих принципах:

- предоставление минимального канала для передачи небольших сообщений, который будет дополнять другие протоколы связи (WiFi, Bluetooth, спутниковая связь, 3G, 4G, 5G);

- настройка резервного канала в случае сбоя основных каналов связи или в случаях, когда сеть выходит из строя после стихийного бедствия или злонамеренного действия;

- повышение и обеспечение безопасности сетей и обмена данных;

- сокращение энергопотребления.

SigFox в настоящее время использует самый популярный европейский ISM диапазон на 868 МГц, а также 902 МГц в США, в зависимости от определенных региональных правил. Система развернута с использованием возможностей современных сотовых сетей. Система способна передавать около 140 сообщений в день. При этом каждое сообщение может использовать 12 байт полезной информации. В эти байты входят информация о состоянии устройств, которые отправляют сведения, например, коэффициент энергопотребления, его местонахождение, сигнализация или иной вид сигнала о состоянии системы. Для экономии потребления энергии устройством, передающим сигнал, можно установить отправку сообщений по определенным действиям или по таймеру, запрограммированным ранее. В таком случае система будет находиться в спящем режиме, пока ее не “активирует” какое-нибудь событие. Тогда она передаст данные на сервер, который обработает эти сигналы и даст следующую команду устройствам. Данная сеть имеет широкий диапазон работы по всей Европе и Северной Америке. К данной системе подключено огромное количество устройств. Согласно официальной статистике самой компании–разработчика данной сетью пользуются около 15,4 миллиона девайсов. Подводя небольшой итог по данной сети, можно выделить основные плюсы и минусы. К преимуществам можно отнести большое покрытие (охват 70 стран и регионов по всему миру), большая проникающая способность передачи сигнала в городской застройке, экономичное энергопотребление, адаптируемость в настройке антенны, кооперация с другими действующими трансиверами. Главными

недостатками могут являться: низкая скорость передачи данных, зависимое положение от сотовой инфраструктуры, низкая помехоустойчивость [8].

Weightless – это технология, предоставляющая беспроводную связь для маломощных глобальных сетей (LPWAN), специально разработанных для Интернета вещей. Эта сеть может работать как в диапазоне ниже 1 ГГц, так и в лицензированном спектре. Weightless SIG (Special Interest Group) – это некоммерческая глобальная организация по стандартизации, созданная для координации действий, необходимых для предоставления лучшей в мире технологии подключения к IoT. Эта деятельность включает в себя разработку окончательной технологии открытого стандарта LPWAN для подключения к Интернету, управление текущей эволюцией, инновациями и обновлениями до стандарта и управление тестированием, сертификацией и лицензированием технологии. К преимуществам относятся: открытый стандарт, дальний радиус действия, большая проникающая способность передачи сигнала в городской застройке, низкое энергопотребление, поддержание личных и общественных сетей, высокая безопасность. Минусами данного протокола является невысокая скорость передачи данных, недостаточность доступного аппаратного обеспечения, редкие обновления документации [9].

NB-IoT (Narrow Band Internet of Things) – стандарт сотовой связи для оборудования с небольшими объемами передачи данных. Разработан для соединения систем Интернета вещей к цифровым сетям связи широкого диапазона, такие как датчики, использующиеся в медицинских целях, счетчиков в домах, конструкций умного дома и др. Данная сеть работает на приборах сотовой сети и на оборудовании GSM. К плюсам NB-IoT относятся: низкая трата энергии, подключение огромного числа устройств, низкая стоимость. Минусами можно считать недостаточную поддержку мобильности, низкую возможность приема передачи данных, при режиме энергосбережения потенциальны значительные задержки соединений, в связи с тем, что конечный механизм, находясь в режиме низкого затрата энергии оказывается недоступным со стороны сети (сервера приложений).

«СТРИЖ» – основной изготовитель сетей с беспроводным подключением с использованием устройств LPWAN в России и СНГ. Технология предоставляет способ оперативного построения сети для Интернета вещей с последующим сбором, хранением и обработкой данных (рисунок 1.3). Независимость подключенных устройств к системе, высокая дальность передачи данных, низкая стоимость реализации – значительные привилегии в решении от данной сети [10]. Главное отличие от аналогичной технологии LoRa, которая имеет широкополосное кодирование, – узкополосная модуляция. На основании этого появляется возможность успешного использования полосы спектра, увеличение чувствительности и энергоэффективности. Данная технология установлена в Москве со 100%

заполнением покрытия города для передачи данных. Также эта система используется частично в других российских городах и областях.

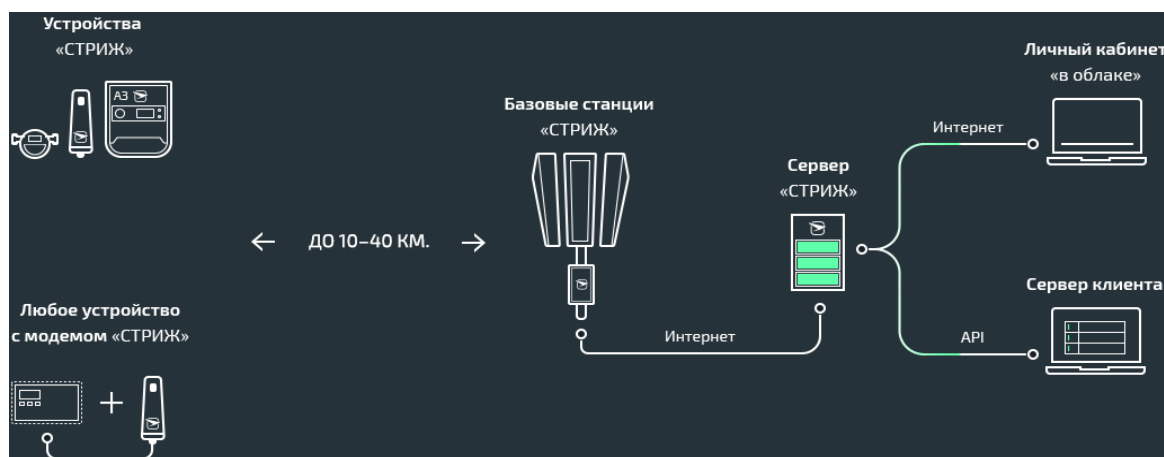


Рисунок 1.3 – Схема работы системы “СТРИЖ Телематика”

LoRaWAN (Long Range wide-area networks, глобальная сеть большого радиуса действия) – основной аппаратный протокол LoRa, который нужен для контроля статуса и управлением общением между LPWAN-шлюзами и конечными устройствами. Технология основывается на топологии по типу «звезда». Наибольшее количество приборов передают данные через беспроводную связь не на один шлюз, а одновременно на несколько. Это удобно тем, что при передвижении устройства, за которым идет слежение, у него нет привязки к одному единственному шлюзу. Значит, если объект ушел из “поля зрения” одного шлюза, он автоматически отражается в зоне другого. Данный метод позволяет гарантировать целостную передачу информации [11] (рисунок 1.4).

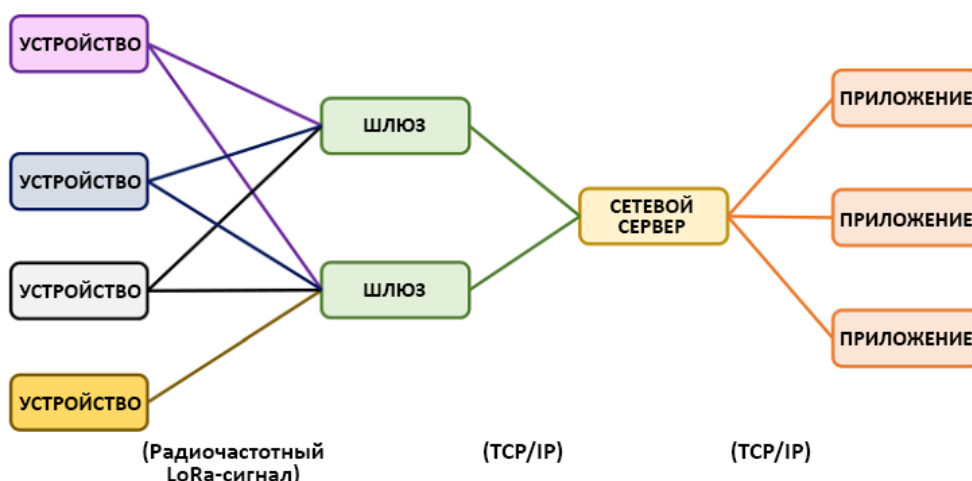


Рисунок 1.4 – Принцип работы сети LoRa

1.4 LoRaWAN в Казахстане

Одна из крупнейших телекоммуникационных компаний в Казахстане «Казахтелеком» строит свои сети для IoT устройств именно на технологии LoRaWAN. Оборудование и программное обеспечение для этого проекта подготавливает и производит в Казахстане компания «Орион Система». В 2017 году представители компании «Казахтелеком» заявили о завершении первой стадии строительства сети Интернета вещей в Казахстане. Были установлены более ста станций для передачи информации по LoRaWAN-сети. Эти станции были установлены в крупных городах Республики таких как Нур-Султан (Астана), Алматы, Шымкент [12].

Почему именно LoRaWAN? Управляющий директор по инновациям заявил, что среди всех протоколов LPWAN данная сеть была выбрана из-за ее значительных преимуществ по сравнению с конкурентами, такими как ZigBee, Wi-Fi, NB-IoT, LTE-M. Достоинствами послужило доступность технологии, стоимость устройств, использование нелицензированных частот благодаря которым можно быстрее выйти на международный рынок в сфере Интернета вещей.

Сейчас, после окончания первой стадии, в Алматы, Нур-Султане и Шымкенте сети LoRaWAN «Казахтелекома» предоставляют дистанционный сбор показаний с различных подключенных устройств учета: счетчиков воды, электроэнергии и др. С оператором напрямую сотрудничают крупнейшие строительные компании Казахстана и обслуживающие жилой фонд организации, среди которых – энергосбытовые организации, водоканалы и т.д. По мнению представителей компании «Казахтелеком», реализацию концепции умного города невозможно представить без применения LPWAN-технологий.

Удаленный сбор показаний со счетчиков – не единственное применение технологии LoRaWAN. В планах «Казахтелеком» – установить подключенные датчики на парковках для отслеживания свободных мест, на системах уличного освещения для экономии электроэнергии в муниципалитетах, отслеживать уровень воды в реках, положение канализационных люков.

Достоинством использования стандарта LoRaWAN служит наличие в городе Алматы базовых станций от компании «Орион Система». ORIONgateway – базовая станция LoRaWAN при помощи которой осуществляется передача данных по радиоканалу от устройства сбора информации, различных датчиков, систем охранной и пожарной сигнализации, приборов учета энергоресурсов, навигационных механизмов и др. с последующей передачей на сервер управления сетью и платформы IoT [13]. Данное удобство состоит в том, что уже готовые станции установлены по всему городу и необходимо только настроить само устройство на работу по протоколу LoRaWAN.

2 Конструкторская часть

Систему, создаваемую в данной дипломной работе, можно разделить на несколько составных частей: разработка интерфейса для связи с пользователем, настройка сервера и написание программы для обработки и хранения полученных данных, разработки IoT устройств, которые будут принимать информацию с датчиков и передавать на сервер, а после обработки, выполнять команды, полученные с него.

2.1 IoT устройство

Устройство Интернета вещей выступает средством связи между датчиком и сервером, а основной частью устройства является микроконтроллер. Сам по себе микроконтроллер это микросхема, с помощью которой можно управлять различными устройствами (рисунок 2.1). Он будет направлять и контролировать поток информации, считывая данные с датчика и передавая ее дальше через модули связи. Для проектирования потребуется навык работы с микроконтроллером, а именно его нужно выбрать, написать программу, прошить микроконтроллер, подключить нужные модули, отладить и протестировать программу. Для полноценного функционирования микроконтроллера требуется его правильно запитать, защитить от коротких замыканий, подключить к нему программатор, стабилизировать напряжение, подключить внешний частотный резонатор и светодиод для удобной отладки.



Рисунок 2.1 – Внешний вид микроконтроллера ATmega328p

Во время работы микроконтроллер считывает команды из порта ввода или памяти и выполняет их. Каждая отдельная команда характеризуется системой команд, которая заложена в архитектуру микроконтроллера (рисунок 2.2).

Рассмотрим подробнее основные структурные элементы микроконтроллера. Главным элементом любого микроконтроллера является центральный процессор (ЦПУ). Он имеет доступ к памяти, выполняет вычисления, управляет периферийными устройствами и обрабатывает прерывания. Ядро процессора состоит из арифметико-логического устройства (АЛУ). Оно поддерживает арифметические и логические операции между регистрами или между константой и регистром. После выполнения операции регистр состояния обновляется для отображения информации о результате операции. АЛУ задействует

регистры общего назначения (РОН, General Purpose Registers – GPR). Регистры общего назначения предназначены для обращения одновременно к оперативной памяти устройства ОЗУ, где временно хранятся данные, и к выполнению различных арифметических, логических операций. Этот вариант работы является особенностью микроконтроллера, так как позволяет ему работать намного эффективнее [14].

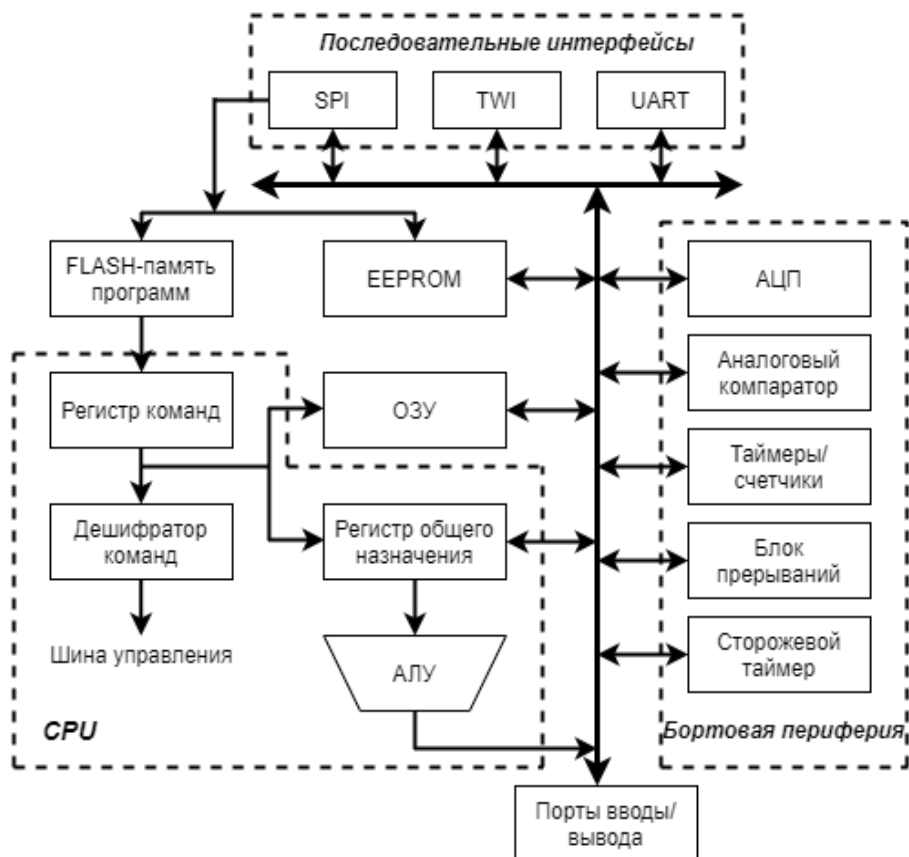


Рисунок 2.2 – Структура микроконтроллера

Если говорить о памяти микроконтроллера, то ее можно разделить на два вида: память программ и память данных. Память программ – представляет собой постоянную память (ПЗУ), необходимую для записи программного кода и реализуется по технологии Flash-памяти. Является энергонезависимой, то есть при отключении питания программный код, записанный ранее, сохранится и при включении устройства начнет работать по заданному алгоритму. Память данных – предназначена для хранения данных, задействованных программами. К ним могут относиться различные таблицы, графики, константы. Она бывает двух видов: оперативная память (RAM) и энергонезависимая память данных EEPROM. В отличие от EEPROM, где информация может храниться при отключении питания на устройство, все данные, записанные ранее на ОЗУ, будут стерты.

РОН связан со счетчиком команд, в котором хранится адрес выполняемой на данный момент программы. При выполнении кода значение счетчика увеличивается. Основное назначение счетчика команд – запоминание текущего адреса выполнения программы в случае прерывания работы микроконтроллера, а по возобновлению его работоспособности, продолжение обработки кода с последнего места остановки. Поэтому работа счетчика связана с Flash-памятью микроконтроллера. К этой памяти также может обращаться регистр команд. Регистр команд – регистр, в котором временно хранится код операции. Существует также декодер команд, который конвертирует программный код из регистра команд в соответствующие управляющие сигналы для выполнения инструкций. В регистре состояния содержится информация о результате самой последней выполненной арифметической инструкции. Данный регистр обнуляется после всех операций АЛУ.

В микроконтроллере бывают и другие вспомогательные устройства, называемые периферией. К ним можно отнести аналоговый компаратор, таймеры, АЦП, ЦАП, порты ввода/вывода.

Порты входа/выхода – периферийный элемент к пинам которых можно подключить различные датчики и исполняющие устройства.

Аналогово–цифровой преобразователь (АЦП) нужен для перевода аналогового сигнала в цифровой на входе передачи данных. Обратную же функцию выполняет цифро–аналоговый преобразователь (ЦАП), конвертируя сигнал из цифрового вида в аналоговый.

Блок прерываний позволяет микроконтроллеру контролировать определенные события в фоновом режиме реагируя на сигналы, приходящие с входных элементов или по какому–нибудь внутреннему событию. При каждом отдельном прерывании формируется и сохраняется отдельная подпрограмма в память микроконтроллера. При прерывании, если необходимо, приостанавливается выполнение основного кода программы и в приоритет ставится исполнение подпрограммы. Для каждого события может быть задан уровень приоритета самостоятельно. После исполнения задач подпрограммы происходит возобновление работы основной программы благодаря счетчику команд, который сохранил предыдущие значения.

Последовательный интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface) осуществляет передачу данных между различными устройствами, например, цифровой потенциометр. В этом случае определяется тип ведущего (Master) устройства и ведомого (Slave). После этого Master делает запрос на передачу данных. Передача данных делится на три проводника: от ведомого к ведущему MISO (Master Input Slave Output), от ведущего к ведомому MOSI (Master Output Slave Input) и тактовый сигнал CLK (Clock). Программирование микроконтроллера также осуществляется через данный интерфейс при помощи подключения к нему программатора.

В одну из задач микроконтроллера входит сравнение двух аналоговых величин. Этим процессом занимается аналоговый компаратор. При поступлении двух аналоговых сигналов на данный элемент он сравнивает их и результат сравнения записывает в определенной ячейки памяти. В дальнейшем этот сигнал можно проанализировать и подать команду для исполнения дальнейших функций. Например, при измерении напряжения на блоке питания было зафиксировано низкое значение и с помощью аналогового компаратора запустилась индикация оповещения красным светодиодом.

Модули таймера и счетчика используются для выполнения операций синхронизации или подсчета в микроконтроллере. К ним относятся отметки времени, интервалы и задержки измерений, подсчет событий и т.д.

Вследствие описанного выше, микроконтроллер – это устройство, с помощью которого можно создать прибор управления. Написав программный код, можно получить доступ к контролю составных элементов и созданию алгоритмов работы внутри микроконтроллера.

Язык программирования микроконтроллеров зависит от памяти. Обычно эта цифра значителна от 2 до 128 Кб. В основном код пишется на языке C, C++. Но если эта цифра меньше, то используются низкоуровневые языки программирования, например ассемблер.

Микроконтроллеры обычно не используются сами по себе. К ним подключают различные мониторы или экраны, клавиатуру, датчики для получения информации и исполнения последующих команд. В качестве готовой платформы, где уже предусмотрены все тонкости работы с микроконтроллером, рассмотрим платформу Arduino UNO (рисунок 2.3).

Плата Arduino очень удобна в создании технологий IoT так как имеет возможность считывания входных данных, например, свет на сенсоре, отпечаток пальца, уведомление с телефона, и конвертирует его в выходной сигнал – активировать мотор, закрыть дверь, включить светодиод и т.д. Можно задать команды плате что делать, написав набор инструкций микроконтроллеру. Для этого используется язык программирования Arduino и программное обеспечение IDE. Благодаря простому и доступному пользовательскому интерфейсу Arduino используется в тысячах различных проектов и приложений. Программное обеспечение Arduino простое в использовании для начинающих, но достаточно гибкое для опытных пользователей. Оно поддерживает работу в операционных системах Mac, Windows и семейства Linux.

Все платы Arduino полностью открыты, поэтому у пользователей есть возможность самим дорабатывать устройства самостоятельно и адаптировать к конкретным потребностям. Программное обеспечение тоже имеет открытый исходный код благодаря чему им могут пользоваться люди во всем мире.

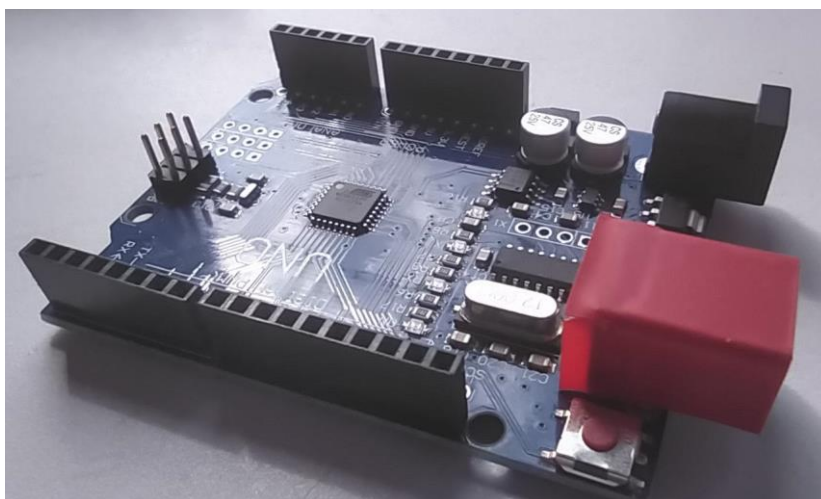


Рисунок 2.3 – Arduino UNO

Преимущества платы Arduino:

- кроссплатформенность. Программное обеспечение Arduino (IDE) работает в операционных системах Windows, Macintosh OS X и ОС семейства Linux, в то время как большинство IDE, специализирующихся на микроконтроллерах, таких как Keil uVision, Atollic TrueSTUDIO, eclipse, ограничены Windows;

- простота использования. Понятная среда программирования – Arduino Software (IDE) проста в использовании для новичков, но при этом достаточно гибка для опытных пользователей;

- программное обеспечение с открытым исходным кодом и расширяемое программное обеспечение. ПО выпускается в виде инструментов с открытым исходным кодом, доступных для расширения опытными программистами. Язык может быть расширен с помощью библиотек C++, и люди, желающие понять технические детали, могут перейти от Arduino к языку программирования AVR C, на котором он основан;

- цена. Платы Arduino относительно недорогие по сравнению с другими платформами микроконтроллеров. Самая дешевая версия модуля Arduino может быть собрана вручную [15].

На плате Arduino Uno имеются сам микроконтроллер, порты вводы/вывода, разъем USB, разъем питания от внешнего источника, информирующие светодиоды, кнопка сброса (рисунок 2.4).

Подать питание на плату можно двумя способами: через USB–порт или через порты GPIO. При включении от внешнего источника питания через GPIO провода подключаются к выводам “GND” “VIN”. Подача напряжение должна быть в диапазоне от 7 В до 12 В. Если напряжение будет меньше, то платформа может нестабильно работать, что приведет к поломке устройства. На случай прохождения больших токов или короткого замыкания через разъем USB в платформе предусмотрен предохранитель.

Он сработает при наличии тока около 500 мА и разомкнет цепь до тех пор, пока не восстановится нормальное значение тока.

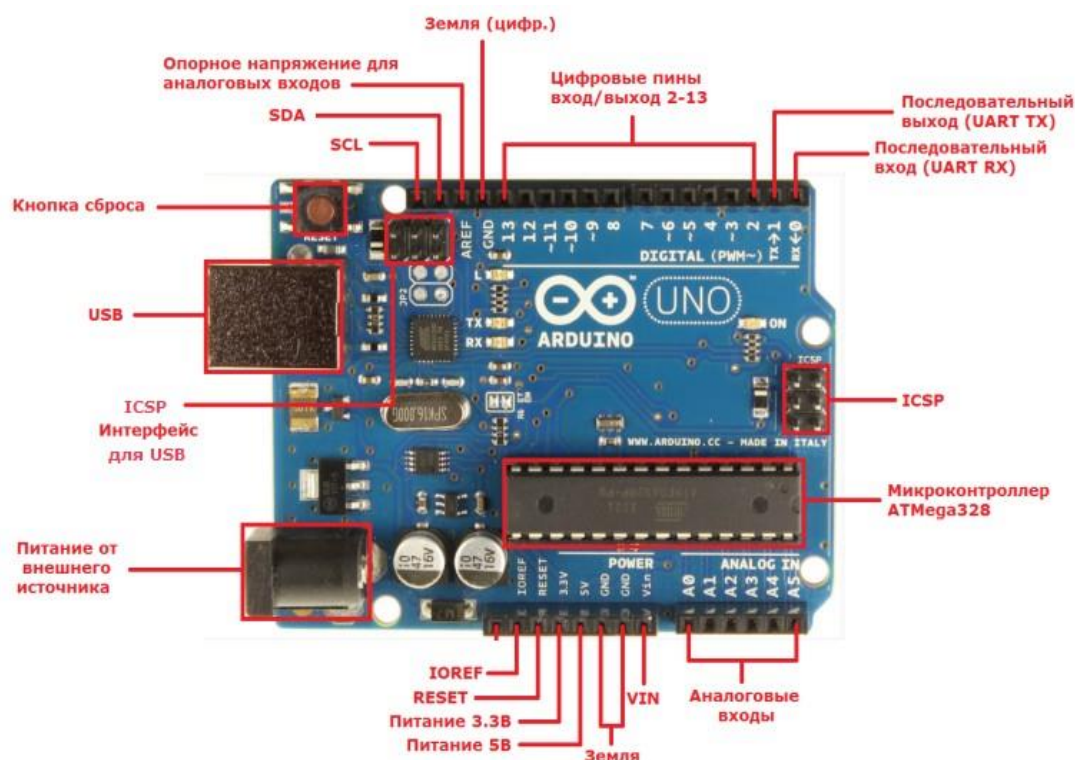


Рисунок 2.4 – Расположение элементов на плате Arduino UNO

В таблице 2.1 приведены технические характеристики Arduino UNO. Функции портов группы “Power” на плате:

- VIN – получение напряжения от внешнего источника питания;
- 5V – выдача напряжение до 5 В, используется для питания внешних подключаемых устройств;
- 3V3 – выдача напряжение до 3,3 В, используется для питания внешних подключаемых устройств;
- GND – общий вывод заземления;
- IOREF – используется для информирования о рабочем напряжении для устройств и автоматическом переключении на нужный источник питания 5 В или 3,3 В.

Плата поддерживает три вида памяти, что встроены в сам микроконтроллер: Flash, ОЗУ, EEPROM. Flash-память имеет объём 32 Кб для хранения кода программы. В оперативной памяти хранятся переменные, которые создаются в процессе выполнения кода, но после потери питания удаляются. Объём данной памяти составляет 2 Кб. В отличии от ОЗУ переменные в памяти EEPROM, объемом 1 Кб, не теряются при выключенном питании. Главный недостаток этой памяти – ограниченность перезаписи данных, по утверждению производителя туда

можно записать 100000 раз. Для работы с этой памятью необходимо установить специальные библиотеки, которые доступны в Arduino IDE.

Таблица 2.1 – Технические характеристики

Характеристика	Значение
Микроконтроллер	ATmega328
Рабочее напряжение	5 В
Входное напряжение	7–12 В
Количество цифровых вводов/выходов	14
Количество аналоговых вводов	6
Постоянный ток, подаваемый на порты вводы/вывода	20 мА
Flash-память	32 Кб
ОЗУ	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Световая индикация событий	Обмен данными (RX, TX), подача питания, цифровой вывод 13

Цифровые порты вводы/вывода на плате пронумерованы числами от 0 до 13. Каждый из этих портов имеет свое назначение. На пинах 0 и 1 настроен последовательный асинхронный интерфейс UART передачи данных через выводы RX и TX соответственно. Пины 2 и 3 настроены на вызов прерывания по определенному сигналу. Пины с номерами 3,5,6,9,10,11 используются как ШИМ, то есть вывод аналоговых значений при помощи цифровых сигналов. На выводах 10 (SS),11 (MOSI),12 (MISO),13 (SCK) настроен периферийный последовательный интерфейс SPI. К выходу 13 подключен светодиод, который на плате подписан буквой L, информирующий об уровне сигнала.

Для работы с аналоговыми устройствами на плате имеются специальные аналоговые пины, которые нумеруются как A0–A5. Дополнительные функции выполняют выводы A4 (SDA) и A5 (SCL). С помощью них осуществляется связь с устройствами через два провода по синхронному протоколу I²C.

Добавочный выход AREF на плате применяется для настройки опорного напряжения для аналоговых сигналов. Выход RESET осуществляет функцию перезапуска контроллера при низком сигнале на его пин [16].

Программирование платформы осуществляется в специальной программе на ПК (рисунок 2.5).

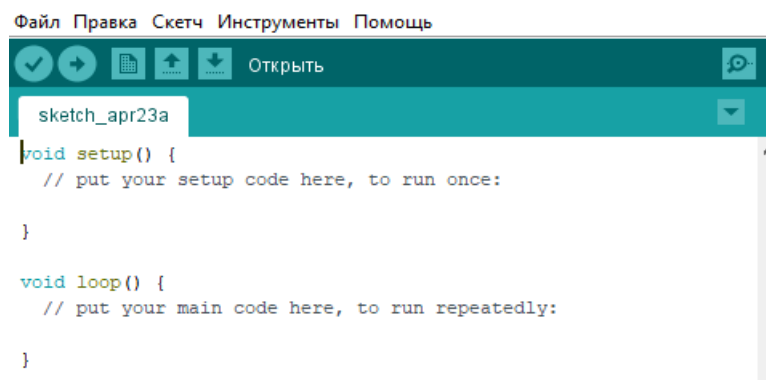


Рисунок 2.5 – Окно программы Arduino IDE

Для этого на компьютер необходимо скачать программу Arduino IDE. После открытия программы в настройках выбрать плату, с которой происходит работа. Язык программирования платформы Arduino пишется на языке C++. Удобство работы в данной среде обусловлено наличием готовых библиотек для применения различных функций платформы. Запись кода на платформу осуществляется путем подключения платы к компьютеру через USB.

Так как в данной работе была выбрана беспроводная технология LoRa, то выбор модуля для приема–передачи данных строился на этом главном пункте – поддержка стандарта передачи LoRaWAN. В качестве устройства был выбран модуль RYLR896 (рисунок 2.6).

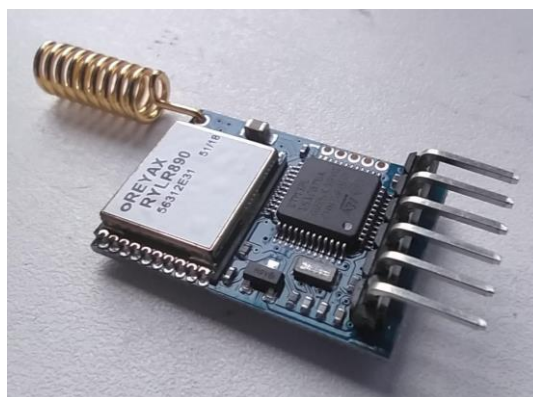


Рисунок 2.6 – Модуль RYLR896

Основное удобство модуля составляют наличие встроенных уже в плату приемо–передающего чипа SX1276 и антенны. На плате установлен микроконтроллер STM32L, который реализует протокол взаимодействия трансивером SX1276 по стандарту SPI. Также от микроконтроллера отходят выводы UART интерфейса с протоколом, основанных на AT–командах. Расположение пинов изображено на рисунке 2.7, а назначение выводов в таблице 2.2.

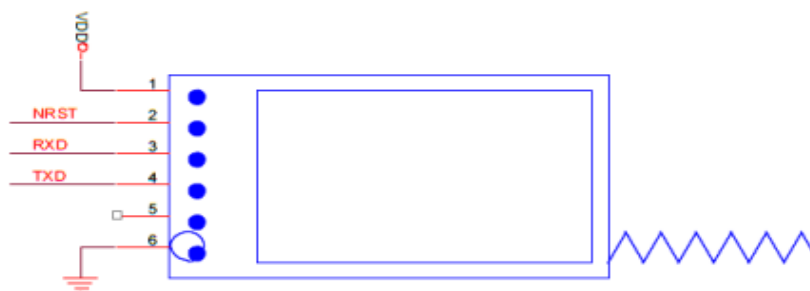


Рисунок 2.7 – Распиновка модуля RYLR896

Таблица 2.2 – Назначение выводов

№	Название	Функции
1	VDD	Вывод источника питания
2	NRST	RESET (при низком значении напряжения)
3	RXD	Прием данных по UART
4	TXD	Передача данных по UART
5	—	—
6	GND	Вывод заземления

К функциям прибора относятся шифрования данных алгоритмом AES128. Режим работы предполагает, что на приемнике и передатчике устанавливаются ключи и если они совпадают, то на приемник приходят неискаженные сообщения.

Питание на модуль рассчитано на 3.3 В. На плате нет встроенных стабилизаторов, поэтому при подаче большего значения напряжения просто приведет ее в нерабочее состояние. Устройство может быть в трех режимах работы: режиме приема, передачи и спящем, при этом потреблении энергии у них различная. Потребляемый ток в режиме приема данных составляет 16.5 мА, в состоянии передачи – 43 мА, а в спящем режиме – 0.5 мкА. Рабочий диапазон частот варьируется от 820 МГц до 1020 МГц. Дальность работы составляет 15 км. Надо учесть, что данная дистанция будет актуальной, если передача данных будет идти в идеальных условиях по прямой без каких-либо преград и перепадов высоты. В городской застройке данная длина снижается до 4.5 км. В модуль встроена память EEPROM, которая позволяет запись и стирание до 300000 раз.

Каждый модуль необходимо настроить для того, чтобы принимающее и передающее устройства “общались” только между собой. Для управления модулем используются набор AT-команд. Последовательность использования настроек:

– команда “AT+ADDRESS”. Используется при логической инициализации устройств для приема и передачи данных. Количество адресов возможно от 0 до 65535 (по умолчанию используется 0). Данная запись сохраняется в памяти EEPROM;

– команда “AT+NETWORKID”. Применяется для группировки устройств в сети LoRa. В одной сети может быть до 65536 устройств. Если ID у принимающего устройства будет отличаться от ID передающего, то данные не смогут дойти до адресата. Диапазон сетей может быть от 0 до 16, однако 0 обычно используется как публичный адрес. Данная запись тоже сохраняется в памяти EEPROM;

– команда “AT+BAND”. В этой настройке задается центральная частота для передачи данных. На обоих устройствах (приемнике и передатчике) должна быть выставлена один и тот же диапазон частот. Диапазон рабочих частот варьируется от 820 МГц до 1020 МГц. В Республике Казахстан нелицензированная частота, на которой может работать модуль, составляет 868 МГц;

– команда “AT+PARAMETER”. Данная команда используется для настроек 4 параметров: коэффициент распространения, пропускная способность, скорость кодирования, длина преамбулы. Так же, как и для других настроек, данная конфигурация должна быть настроена на передающем и принимающем устройствах одинаково. Ни один из следующих параметров не сохранится в памяти модуля при повторном включении устройства.

Коэффициентом распространения можно регулировать степень расширения спектра от 7 до 12. Соответственно, чем выше коэффициент, тем выше чувствительность и больше дальность. Но за счет этого увеличивается и время передачи пакета данных (рисунок 2.8). По умолчанию используется коэффициент 12.

Параметром пропускной способности характеризуется полоса частот, используемой для приема–передачи данных. Значение этого параметра влияет на чувствительность и время, чем полоса частот уже, тем дольше происходит передача данных (рисунок 2.9). По умолчанию используется полоса частот в 125 КГц.

Беспроводная сеть LoRa задействует наборы алгоритмов сигнальной обработки. Одним из таких алгоритмов является алгоритм поиска и устранения ошибок в принятых искаженных пакетах. На прибор приемника приходит не только полезная, но и избыточная информация. Скорость кодирования применяется для обработки избыточных данных. Параметр принимает значения от 1 до 4, где 1 – 25% избыточных данных, 2 – 50%, 3 – 75%, 4 – 100%. Конечно же это сказывается на времени передачи (рисунок 2.10). По умолчанию стоит параметр 1.

Значения длины преамбулы позволяет уменьшить потерю данных, то есть, чем выше коэффициент, тем меньше возможность потери, тем дольше времени передачи (рисунок 2.11). По умолчанию используется значение 4;

– команда “AT+SEND”. Позволяет отправить пакет с данными другому передатчику. В данной команде необходимо указать адрес получателя, длину передаваемой строки и саму строку. Протокол AT–

команд, встроенный в модуль для передачи данных, базируется на передачи именно строк, а не двоичных данных.

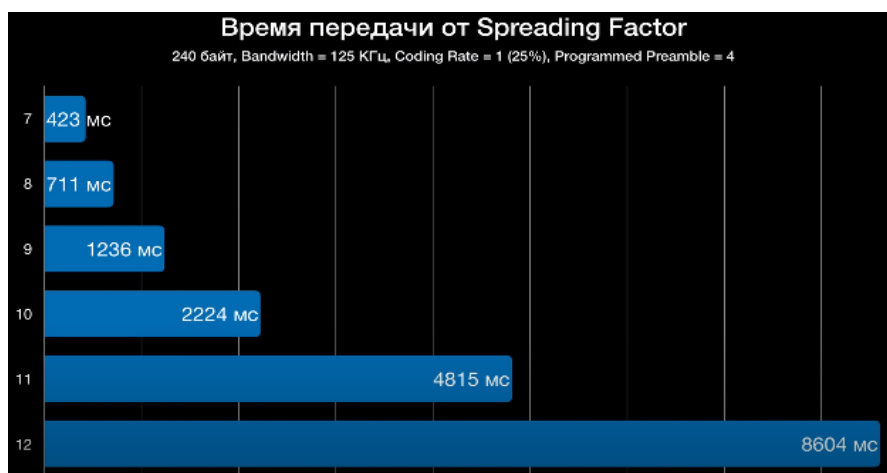


Рисунок 2.8 – Значения времени, зависящие от коэффициента распространения

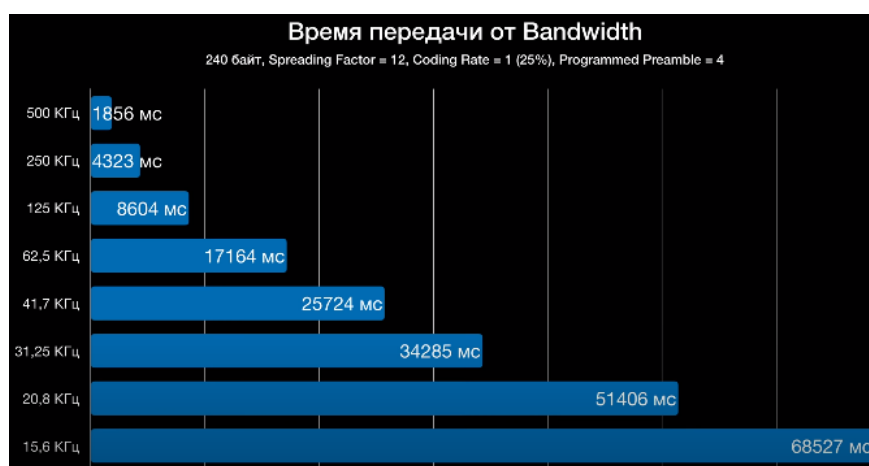


Рисунок 2.9 – Значения времени, зависящие от пропускной способности

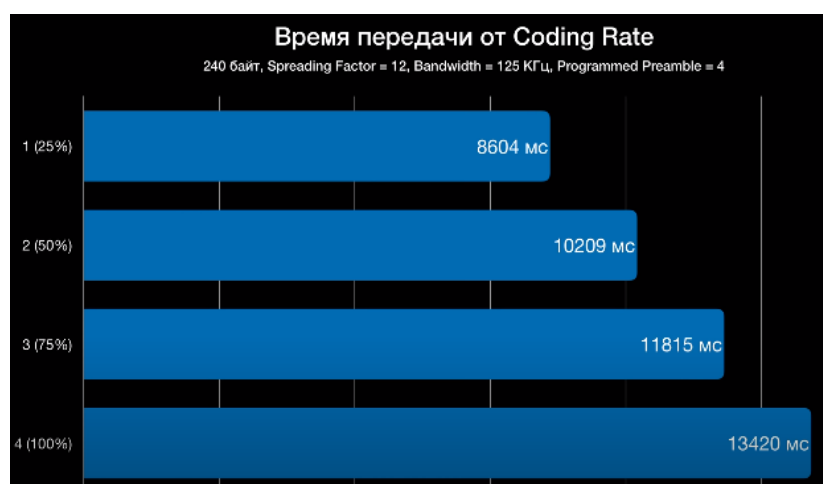


Рисунок 2.10 – Значения времени, зависящие от скорости кодирования



Рисунок 2.11 – Значения времени, зависящие от длины преамбулы

– команда “+RCV”. Когда радиомодуль получает данные, то на UART отправляет следующую строку, в которой отображается адрес отправившего модуля, длина строки, сама строка и числовые параметры RSSI и SNR. RSSI – уровень сигнала приема. Отрицательная величина, измеряемая в децибелах, чем ближе она к нулю, тем лучше и выше уровень сигнала. SNR – отношение сигнал–шум [17].

Как упоминалось ранее, в модуль встроен чип SX1276 (рисунок 2.12). Он включает в себя модем с расширенным спектром LoRa, который способен достигать значительно большей дальности, чем существующие системы. Питание чипа происходит от напряжения 3,3 В.

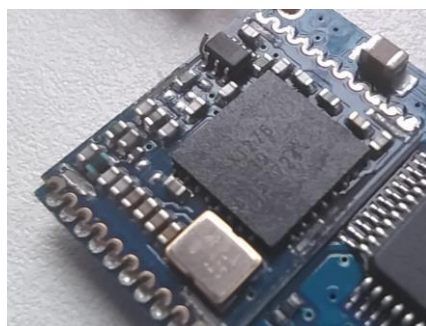


Рисунок 2.12 – Трансивер SX1276

Подключение модуля к Raspberry Pi привела к необходимости включение в систему дополнительного устройства. Так как на сегодняшний день в основном все современные компьютеры взаимодействуют с внешними устройствами посредством USB интерфейса. Однако у микроконтроллеров самым распространенным интерфейсом является UART. Для того чтобы сопрячь между собой персональный компьютер с микроконтроллером существуют специальные преобразователи. Один из таких преобразователей является переходник FT232RL. Как видно на

рисунке 2.13, с одной стороны у устройства выводы для подключения к микроконтроллеру, а с другой вывод для подключения USB. В основе функциональности данного прибора лежит микросхема FT232R, которая выполняет все необходимые задачи по взаимосвязи двух интерфейсов.

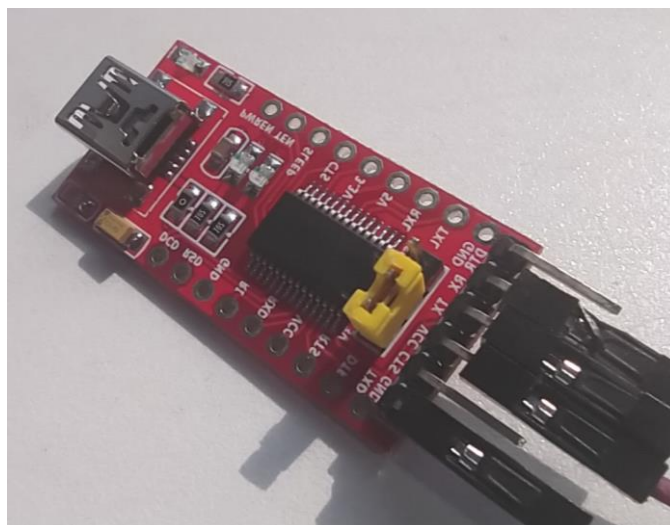


Рисунок 2.13 – Преобразователь FT232RL

Для соединения с портом ПК понадобится USB-кабель: с одной стороны разъем type A, а с другой – type B. А для подключения устройства к микроконтроллеру необходимо определить какие задачи будет выполнять микроконтроллер и, соответственно, какие выводы должны быть задействованы. На рисунке 2.14 указаны названия выводов переходника.



Рисунок 2.14 – Выводы преобразователя FT232RL

Для простого подключения микроконтроллера к ПК достаточно задействовать выводы приема передачи данных (RX и TX соответственно), а также заземления (рисунок 2.15).

Вывод питания может регулироваться переключателем на плате. Варианты напряжения это 3,3 В и 5 В. Данный вывод стоит использовать, если устройство с микроконтроллером необходимо запитать от переходника (рисунок 2.16). Если же у микроконтроллера есть свое питание, то этим выводом пользоваться не нужно.



Рисунок 2.15 – Схема подключения устройств



Рисунок 2.16 – Схема подключения устройств с питанием микроконтроллера

После подключения преобразователя к компьютеру, устройство будет определено, но не классифицировано должным образом. Для устранения этой проблемы необходимо скачать драйвер на ПК с официального сайта производителя. По итогу установки драйвера, оборудование будет восприниматься компьютером и полноценно функционировать, выполняя свои задачи.

2.2 Сервер, обрабатывающий данные

Все данные, которые поступают на модуль RYLR896 должны быть обработаны, записаны в базу данных и использованы в дальнейшем. Устройство, выполняющее эту задачу, называют сервером. В качестве сервера может использоваться устройство Raspberry Pi 3 B+, полноценный одноплатный миникомпьютер (рисунок 2.17). В данном проекте Raspberry Pi, используя модуль RYLR896, будет получать от системы сигнализации пакеты данных, обрабатывать их, конвертируя пакет данных в человеко-читаемую информацию и отправлять непосредственно пользователю.

Сердцем мини компьютера является 64-битный 4-х ядерный процессор ARM Cortex-A53, с тактовой частотой 1,2 ГГц на ядро (рисунок 2.18). Также он снабжен графическим 2-х ядерным процессором VideoCore IV, который поддерживает стандарты OpenGL 2.0, OpenVG, MPEG-2, VC-1, а также способен кодировать и декодировать, выводить в Full HD видео с частотой 30 кадров в секунду. И процессор, и графика объединены в одном чипе Broadcom BCM2837.

У Raspberry Pi 1 Гбайт оперативной памяти. Эта память делится с графической подсистемой. Операционная система устанавливается на карту памяти microSD, слот для которой встроен в плату. Минимальный размер карты памяти 4 Гбайт, рекомендуется использовать карты 10 класса скорости. Рядом со слотом карты памяти находится контроллер беспроводных интерфейсов Wi-Fi и Bluetooth, которые тоже объединены в одном чипе Broadcom BCM43438.



Рисунок 2.17 – Raspberry Pi 3 B+

Мини компьютер снабжен различными интерфейсами для подключения периферии. На плате имеется 4 разъема выхода USB 2.0. Рядом с ними расположен сетевой адаптер Ethernet, работающий со скоростью 100 Мбит в секунду. За их работу отвечает USB Хаб LAN 9514–JZX. Для подключения наушников и колонок предусмотрен разъем Jack 3,5 мм. Он также совмещен с композитным RCA–видеовыходом и может использоваться для вывода видео в форматах PAL или NISC. HDMI выход для вывода графики на монитор или телевизор. Разъем microUSB для подключения питания. Питается плата от 5 В, ток не менее 2 А (рекомендуемая выдаваемая сила тока блока питания составляет 2,5 А). Рядом располагаются два светодиода: красный показывает наличие питания, зеленый – обращение к microSD. Также на плате распаяно два разъема CSI–2 для подключения камеры и DSI для подключения дисплея. Около разъема для подключения дисплея видна антенна контроллера беспроводной связи.

На лицевой стороне платы находятся 40–пиновый разъем GPIO (интерфейс ввода/вывода общего назначения). Он необходим для подключения внешних устройств и взаимодействия с ними. Протоколы общения: UART (Serial), I²C/TWI, SPI с селектором между двумя устройствами. Более подробную распиновку выводов GPIO можно увидеть в таблице 2.3

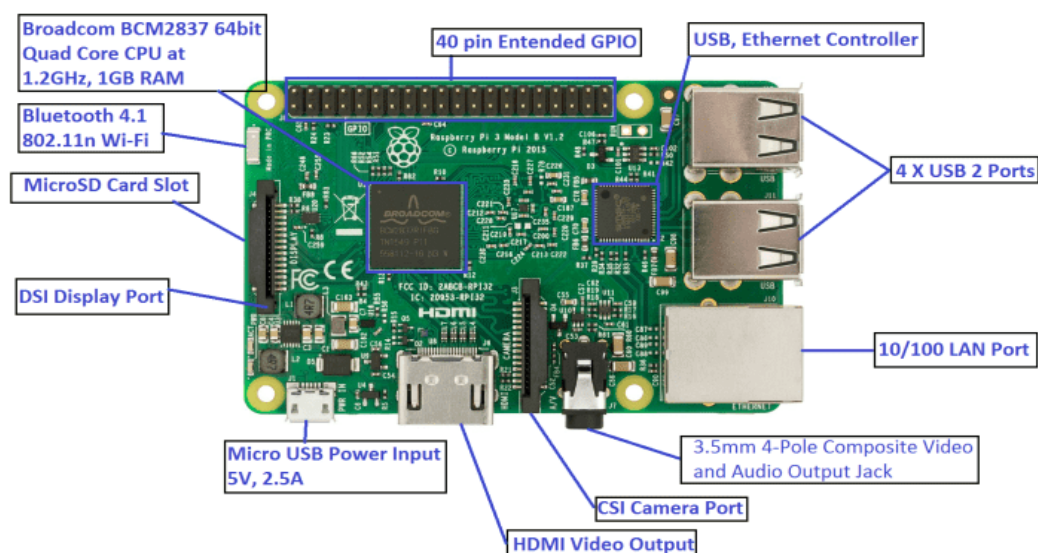


Рисунок 2.18 – Расположение элементов Raspberry Pi

Для работы с мини компьютером необходимо установить на нее операционную систему. Рекомендуемая операционная система, используемая для Raspberry Pi – Raspbian. Эта бесплатная операционная система на основе Debian. Чтобы загрузить образ операционной системы необходимо записать его на microSD карту через другой компьютер с устройством для чтения SD-карт. Сам образ можно скачать с официального сайта www.raspberrypi.org. Raspbian содержит предустановленные программы для образования, программирования и общего пользования: аналоги офисных программ Microsoft, почтовые клиенты, среды программирования, игры, служебные программы и т.д.

После скачивания необходимой версии образа операционной системы, необходимо распаковать его из архива, вставить microSD карту в приемник. С помощью программы Win32 Disk Imager нужно записать распакованный образ на карту. После того как образ будет смонтирован на SD-карту ее можно уже вставить в сам Raspberry Pi. Параллельно целесообразно подключить HDMI провод для вывода изображения на монитор, а также клавиатуру и мышь для управления курсором. После этого подается питание на устройство. Первый запуск компьютера будет более длительным, все остальные загрузки будут происходить значительно быстрее.

Операционные системы на базе Linux, в том числе и сам Raspbian, уже давно обзавелись удобным графическим Windows-подобным интерфейсом, а также управление курсором мышки, набор с клавиатуры, реакции на двойные клики, выпадающее контекстное меню, кнопка “ПУСК” и др.

Первое, что необходимо сделать при начальном запуске компьютера настроить систему. Взаимодействие пользователя с операционной системой может быть как при помощи графической оболочки, так и при

помощи командной строки терминала. Изменение языка операционной системы происходит посредством ввода команды “sudo raspi-config” в терминальной строке. Команда sudo позволяет выполнить вызов меню настроек с root правами. Без этого система выдаст сообщение об ошибке нехватки прав. Также окно настроек можно вызвать через меню “Пуск”. После выбора нужного языка и временной зоны, необходимо перезагрузить устройство, чтобы настройки вступили в силу.

Таблица 2.3 – Распиновка GPIO Raspberry Pi

№ контакта процессора Broadcom	Назначение	№ пина на разъеме		Назначение	№ контакта процессора Broadcom
	Питание 3,3 В	1	2	Питание 5 В	
2	I ² C (SDA1)	3	4	Питание 5 В	
3	I ² C (SCL1)	5	6	GND	
4	GPCLK0	7	8	TXD0	14
	GND	9	10	RXD0	15
17	SPI1 (CE1 – Chip Enable) GPIO (GEN0)	11	12	SPI1 (CE0) PWM0	18
27	GPIO (GEN2)	13	14	GND	
22	GPIO (GEN3)	15	16		23
	Питание 3,3 В	17	18		24
10	SPI0 (MOSI – Master Out Slave In)	19	20	GND	
9	SPI0 (MISO – Master In Slave Out)	21	22		25
11	SPI0 (SCLK)	23	24	SPI0 (CE0)	8
	GND	25	26	SPI0 (CE1)	7
	ID (SD)	27	28	ID (SC)	
5	GPCLK1	29	30	GND	
6	GPCLK2	31	32	PWM0	12
13	PWM1	33	34	GND	
19	SPI1 (MISO) PWM1	35	36	SPI1 (CE2)	16
26		37	38	SPI1 (MOSI)	20
	GND	39	40	SPI1 (SCLK)	21

Первое, что необходимо сделать при начальном запуске компьютера настроить систему. Взаимодействие пользователя с операционной системой может быть как при помощи графической оболочки, так и при

помощи командной строки терминала. Изменение языка операционной системы происходит посредством ввода команды “`sudo raspi-config`” в терминальной строке. Команда `sudo` позволяет выполнить вызов меню настроек с `root` правами. Без этого система выдаст сообщение об ошибке нехватки прав. Также окно настроек можно вызвать через меню “Пуск”. После выбора нужного языка и временной зоны, необходимо перезагрузить устройство, чтобы настройки вступили в силу.

Алгоритм настройки Wi-Fi ничем не отличается от настройки его на простом компьютере с Windows. Нажав на иконку Wi-Fi, нужно выбрать сеть и ввести пароль от нее. После подключения можно войти в интернет через браузер [18].

Включив интерфейс SSH, можно получить удаленный доступ к Raspberry Pi с другого компьютера. Для этого в `raspi-config` необходимо настроить разрешение на использование данной функции (по умолчанию она отключена). Также крайне рекомендуется перед разрешением на использование поставить надежный пароль на операционную систему.

Для общения с принимающим модулем RYLR896 используется библиотека для работы с последовательным портом – PySerial.

2.3 Интерфейс с пользователем

Для использования Raspberry Pi в качестве сервера используется программа, написанная на языке программирования Python, которая через библиотеку `pyserial` будет общаться с модулем LoRa и принимать сообщения. Python – высокоуровневый язык программирования. Он поддерживается почти на любых известных платформах: Windows, Unix–подобных системах (включая Linux), macOS и т.д.

Язык программирования Python универсален, поэтому часто используется в решении многих задач. Чаще всего он используется для создания простых скриптов, в веб–разработке, а также в направлении Data Science.

Синтаксис языка очень прост и удобен в использовании. Стандартная библиотека имеет встроенные типы данных, такие как булевы, строки, Unicode–строки, целые числа, числа с плавающей точкой, комплексные числа и т.д. Также в данном языке могут быть использованы строки, кортежи, словари, множества и др. Все значения выступают в качестве объекта, включая функции, методы, модули, классы.

Синтаксическая особенность языка программирования Python состоит в том, что при написании кода нет использования кавычек для обозначения начала и конца операции как в Паскале, или фигурных скобок и точки с запятой для отделения блока функции как в C/C++. Вместо этого используются отступы (пробелы и табуляция). Такое решение позволяет упростить написание программного кода, то есть минимизировать набор строк и символов, а также придать ясность и четкость структуре кода.

Для написания комментария в коде используется знак “#” – если комментарий написан на одну строку и тремя двойными кавычками в начале и конце (““”) – если комментарий располагается на несколько строк. При присвоении переменной используется знак “=”, а для сравнения знаки “==”. При работе с увеличением или уменьшением значения переменной используются операторы “+=” и “-=” соответственно. В Python используются операторы цикла (while), сравнения (for) и условия (if). Объявление функции происходит с помощью слова “def”. При подключении дополнительных библиотек используется команда “import”. При использовании конкретной функции из существующей библиотеки можно использовать команду “from (название_библиотеки) import (название_функции)”.

Для написания и проверки работоспособности программного кода имеется несколько IDE приложений, среди которых самая популярная PyCharm. Система анализа кода данной среды разработки предоставляет автодополнение функций, переменных и команд, и прочих данных, оперативное исправление ошибок, а также подсказки для надлежащего использования искомых операций и многое другое.

В качестве приложения, принимающего сообщения на телефон владельца автотранспортного средства, было выбрано мобильное приложение для общения – Telegram. Данное приложение может быть установлено на все поддерживаемые телефоны Android и IOS. Приложение удобно тем, что в нем могут общаться не только разные пользователи приложения, но и создаваться специальные боты для предоставления информации по средствам специального API. Такой бот будет использован в качестве оповещателя владельца.

В начале необходимо создать бота в специальном редакторе, задав ему имя. Автоматически боту присваивается уникальный токен. Он необходим для дальнейшей работы с telegram-ботом. Все правила взаимодействия установлены в его API – наборе команд. Чтобы получить информацию от конкретного бота необходимо формировать и отправлять POST запросы. Порядок работы происходит следующим образом: программный код, написанный на языке Python, отправляет запрос на сервер telegram-a с помощью библиотеки requests через метод post. Сервер, получив данные, обрабатывает их и отправляет ответ обратно клиенту.

При использовании и работе с API в Python используется библиотека Requests. Она позволяет в удобном формате работать с запросами и получать ответы.

3 Реализация проекта

Первым делом была смонтирована работа передающего модуля при подаче сигнала на устройство Arduino. В качестве имитации взлома выступает обычная кнопка. Чтобы уменьшить объем занимаемого места было принято решение припаять один из модулей и переходник для регулирования напряжения к монтажной плате. С обратной стороны были припаяны ножки для подключения к Arduino Uno. В результате получилась дополнительная плата – shield (рисунок 3.1).

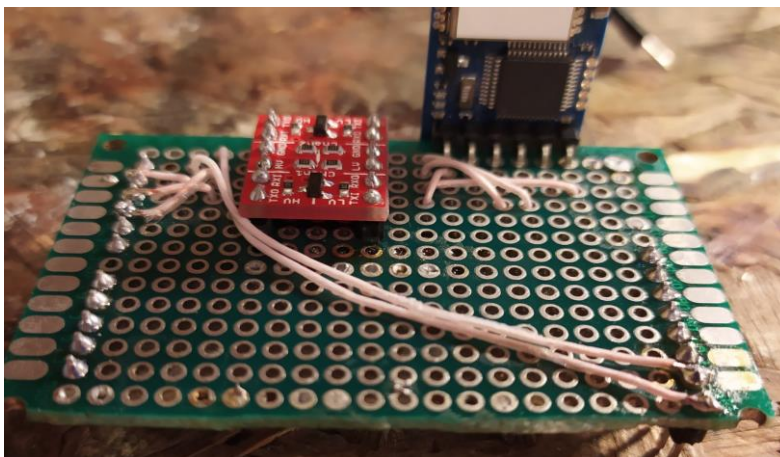


Рисунок 3.1 – Shield для Arduino Uno

Полная сборка сигнализации приведена на рисунке 3.2.

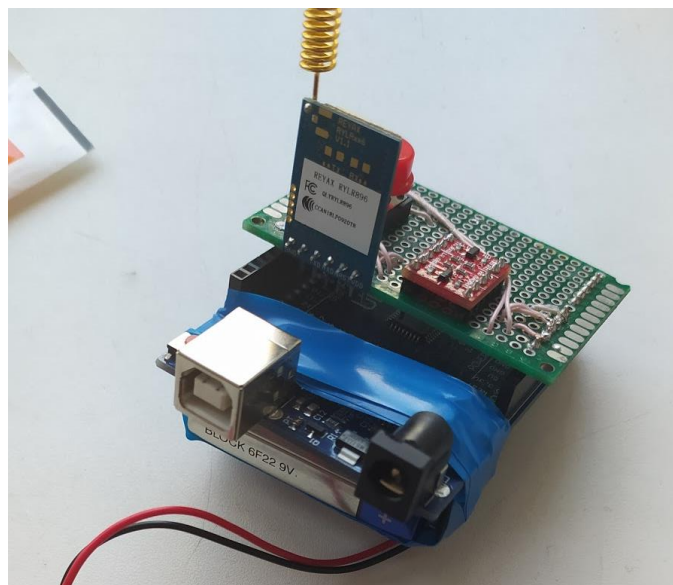


Рисунок 3.2 – Сборка сигнализации, устанавливаемая в автотранспорт

Аналогичным образом собирается дополнительная плата из принимающего модуля, которая будет устанавливаться на Raspberry Pi (рисунки 3.3, 3.4).

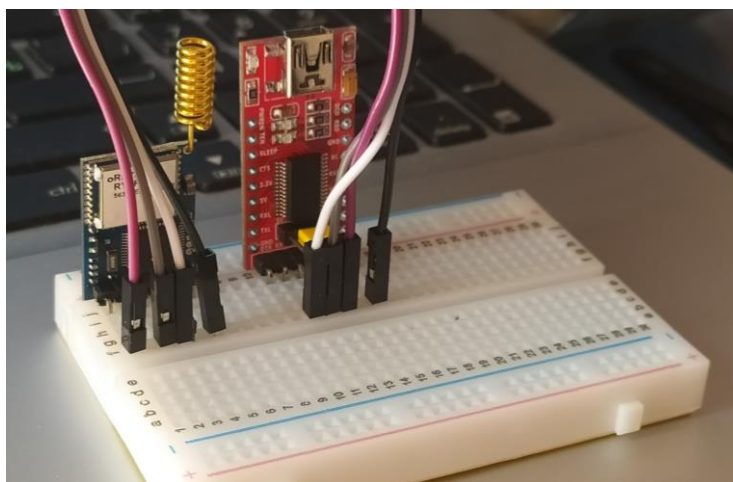


Рисунок 3.3 – Дополнительная плата для Raspberry Pi



Рисунок 3.4 – Сборка сигнализации выступающая в качестве сервера

Напишем программный код для общения модулей LoRa. Принцип их работы основан на AT командах. Для начала настроим их параметры, адреса и частоты чтоб они общались между собой. Открыв “Монитор порта” в Arduino IDE можно проверить работу этих модулей. Отправитель и принимающий при правильной установке параметра отвечает “+OK”.

Программный код для модулей написан на языке C++ в приложении Arduino IDE. Для проверки корректной работы кода будем использовать светодиод, который установлен на Arduino Uno. Напишем код для тестирования программы и посмотрим на мигание светодиода (рисунок 3.5). Так как UART порт используется для общения модуля и микроконтроллера, то мы не можем использовать его отладки. Поэтому для проверки правильности работы программы на микроконтроллере используем мигание светодиодом как сигнал, информирующий нас о достижении того или иного участка кода программы.

```

void blink(uint8_t cnt) { // Моргание светодиодом для отладки программы
  for(uint8_t i = 0; i < cnt; i++){
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
    delay(250);
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
    delay(50);
  }
  delay(200);
}

```

Рисунок 3.5 – Код для мигания светодиодом

После проверки пишем сам код программы. Во-первых, открываем канал связи по последовательному порту. Затем отправляем настройки АТ команд. В завершении светодиод должен мигать 2 раза (рисунок 3.6).

```

void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
  Serial.begin(115200); // Установка скорости общения
                        //по последовательному порту

  Serial.println("AT+ADDRESS=1");
  receive();
  Serial.println("AT+NETWORKID=1");
  receive();
  Serial.println("AT+BAND=868500000");
  receive();
  Serial.println("AT+PARAMETER=10,7,1,7");
  receive();
  Serial.println("AT+SEND=2,5,HELLO");
  receive();
  blink(2); // Конфигурация успешна
}

```

Рисунок 3.6 – Настройка параметров для передачи

Как говорилось ранее, при правильной работе модулей ответ должен приходить в виде “+OK”. Поэтому далее в коде указываем корректен ли ответ каждый раз, когда его получаем (рисунок 3.7).

```

void receive() {
  String answer = Serial.readString();
  if(get_result(answer) != RES_OK) {
    deinit();
  }
}

```

Рисунок 3.7 – Проверка правильности ответа

Код для принимающего модуля будет иметь функцию присваивания нужного статуса для ответа модулю–отправителю (рисунок 3.8).


```
uint8_t get_result(String str){ // Получить статус ответа
    if (str == "+OK\r\n"){
        return RES_OK;
    }
    else if (str == ""){
        return RES_NONE;
    }
    else{
        return RES_ERROR;
    }
}
```

Рисунок 3.8 – Присвоение статуса ответа принимающим модулем

В конце кода светодиод моргает 5 раз, что говорит о завершение программы и выключение микроконтроллера (рисунок 3.9).

```
void deinit(){ // Остановка программы
    blink(5);
    while(true){
        // end of program
    }
}
```

Рисунок 3.9 – Отключение микроконтроллера

Полный код программы для Arduino IDE можно увидеть в приложении А.

Программный код для сервера Raspberry Pi будет написан на языке Python.

Для начала подключаем библиотеки для правильной работы программы (рисунок 3.10).

```
import serial # библеотека для работы с последовательный портом
import time # библеотека для работы со временем
from catagram import TelegramBot # библеотека для работы с telegram API
```

Рисунок 3.10 – Подключение библиотек

Далее создаем объекты порта и telegram-бота (рисунок 3.11).

```
# Объект последовательного порта
port = serial.Serial("/dev/ttyUSB0", baudrate=115200, timeout=3.0)
# Объект телеграм бота
bot = TelegramBot()
```

Рисунок 3.11 – Создание объектов

Теперь напишем программный код, который будет отправлять данные в telegram-бот (рисунок 3.12).

```
import requests

class TelegramBot(object):

    def __init__(self):
        super(TelegramBot, self).__init__()
        self.chat_ids = [
            386830039,
            426538860
        ]

    def url_and_bot_token(self):
        return 'https://api.telegram.org/bot579887627:AAHfX87fq8VRVU777sY7d9GQXocZUbV_qvI'

    def send_img(self, img, bot_message):
        status = ''
        for chats in self.chat_ids:
            status += self.send_img_to(img, bot_message, chats)
            img.seek(0)
        return status

    def send_text(self, bot_message):
        status = ''
        for chats in self.chat_ids:
            status = self.send_text_to(bot_message, chats)
        return status

    def send_text_to(self, bot_message, bot_chatID):
        url = self.url_and_bot_token() + '/sendMessage'
        data = {'chat_id': str(bot_chatID),
                'parse_mode': 'Markdown',
                'text': bot_message,
                'disable_notification': True
               }
        response = requests.post(url=url, data=data)
        return response.json()

    def send_img_to(self, img, bot_message, bot_chatID):
        data = {'chat_id': bot_chatID,
                # 'caption': bot_message,
                'parse_mode': 'Markdown',
                'disable_notification': True}
        files = {'photo': img}
        url = self.url_and_bot_token() + '/sendPhoto'
        response = requests.post(url=url, data=data, files=files)
        return response.json()
```

Рисунок 3.12 – Код для отправки сообщений в telegram

Отправляем команды модулю (рисунок 3.13). Также, как и для Arduino настраиваем модуль и ждем ответа. Если ответ получен, то отправляем его в telegram-бот (рисунок 3.14).

Полный основной программный код и код для telegram–бота приведены в приложениях Б и В соответственно.

```
def push_command(cmd): # отправить команду модулю
    string = 'AT+{}\\r\\n'.format(cmd)
    port.write(bytes(string, 'ascii'))
    rcv = port.readline()
    print(rcv)
```

Рисунок 3.13 – Функции отправки команд модулю

```
# Настраиваем модуль
push_command('ADDRESS=2')
push_command('NETWORKID=1')
push_command('BAND=868500000')
push_command('PARAMETER=10,7,1,7')

while True:
    time.sleep(1)
    rcv = port.readline() # Читаем буффер
    if(rcv): # Если сообщение есть
        print(rcv)
        rcv = rcv.decode("ascii") # Дешифруем сообщение
        if(rcv.startswith('+RCV')): # Если сообщение начинается с
            rcv = rcv[5:-2:] # +RCV, то делим сообщение
            answer = rcv.split(',') # Именно третий пункт ответа
            print(answer[2]) # содержит текст сообщения
            bot.send_text(answer[2]) # Отправляем сообщение в телеграм
```

Рисунок 3.14 – Настройка и отправка сообщений в telegram

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ опасных факторов рабочей зоны производственного помещения

Любому предприятию необходимо соблюдать меры безопасности при работе персонала. Для обеспечения комфортного рабочего процесса предусмотрены ряд правил и норм, которые способны защитить и уменьшить воздействия опасных факторов на предприятии.

В ходе выполнения различных технологических работ или изготовления и строительстве промышленных приборов возникает процесс выделения пыли и вредных веществ. Данный фактор очень опасен для жизнедеятельности сотрудников предприятия, так как большая концентрация может вызвать различные заболевания.

Нормирование концентрации вредных веществ в рабочей зоне описывается в ГОСТ 12.1.005.–88 “Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”. Здесь приводятся значения предельно допустимой концентрации (ПДК) различных веществ в воздухе. Под ПДК вредных веществ принимают в расчет нахождения в данной среде и не вызывающих серьезных последствий для организма человека не более 41 рабочего часа в неделю, кроме выходных дней. Основные элементы, встречающиеся в производственных помещениях, и их предельная норма указаны в таблице 4.1 [19].

Таблица 4.1 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Показатель ПДК, мг/м ³
1	2
Металлическая ртуть, свинец и его неорганические соединения	0,01
Двуокись кремния при содержании ее в пыли более 70%	1
Двуокись кремния при содержании ее в пыли в пределах от 10 до 70% (гранит, слюда), а также пыль, содержащая силикаты, асбест более 10%	2
Двуокись кремния от 2 до 10% или пыль стеклянного и минерального волокна (медно–сульфидные руды, углеводородная и угольная пыль, глина и др.)	4
Цемент, асбестоцемент, апатит, глина, кокс	6
Растительного и животного происхождения с примесью двуокиси кремния более 10% (хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая)	2

Продолжение таблицы 4.1

1	2
Растительного и животного происхождения с примесью двуокси кремния от 2 до 10%, зерновая	4
Растительного и животного происхождения с примесью двуокси кремния менее 2% (мучная, хлопчатобумажная, древесная и т.д.).	6
Каменный уголь с содержанием двуокси кремния менее 2% и прочая пыль, не содержащая примесей токсичных веществ.	10

Полученные значения экспериментальным методом сравнивают с нормами ПДК по ГОСТу. Отношение данных показаний не должно превышать единицу:

$$\frac{K}{\text{ПДК}} \leq 1,$$

где К – фактическая концентрация в рабочей зоне.

При превышении норм ПДК предусматривается дополнительная защита персонала от вредного воздействия. К ним можно отнести систематическая уборка помещения, тщательная вентиляция, индивидуальные средства защиты, пылеподавление, надежная герметизация технологических процессов, дистанционное управление механизмом в опасной среде.

Еще один параметр, на который следует обратить внимание при нормировании рабочей зоны – микроклимат. Микроклимат рабочего помещения обуславливается 3 факторами: влажность, температура и скорость движения воздуха. Значения по данным параметрам зависят от времени года (теплый или холодный период), а также от категории работ по интенсивности выделения энергии организмом. Допустимые значения микроклимата по ГОСТ 12.1.005–88 указаны в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Параметры микроклимата в помещениях

Период	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
1	2	3	4	5
Холодный	Легкая Ia	22–24	40–60	0,1
	Легкая Ib	21–23	40–60	0,1
	Средняя IIa	19–21	40–60	0,2
	Средняя IIб	17–19	40–60	0,2

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Холодный	Тяжелая III	16–18	40–60	0,3
Теплый	Легкая Ia	23–25	40–60	0,1
	Легкая Ib	22–24	40–60	0,1
	Средняя IIa	20–22	40–60	0,2
	Средняя IIб	19–21	40–60	0,2
	Тяжелая III	18–20	40–60	0,3

Эти 3 параметра очень важны для работоспособности сотрудников предприятия. Например, при низкой температуре существует риск простудных заболеваний, а при слишком высокой перегрев тела человека и снижение качества работы. Высокая влажность затрудняет процесс испарения влаги, а слишком сухой воздух вреден для слизистых оболочек дыхательных путей [20].

Для поддержания оптимального микроклимата в рабочей зоне предусматривается установка кондиционирования воздуха. Такие установки могут нормализовать параметры как в ручном режиме, так и автоматически.

В случаях неблагоприятного микроклимата необходимо обеспечить рабочий персонал средствами индивидуальной защиты. К ним относятся комбинезоны, рабочие халаты и фартуки, специальная рабочая обувь и брюки, фильтрующие маски (респираторы, противогазы).

Обычно в помещениях предусмотрены окна, но их освещенности не всегда хватает для полноценной работы предприятия. Расчет искусственного освещения зависит от характера работы. При работе с мелкими деталями необходимо учитывать, чтоб свет и отражение теней не давали нагрузку на глаза, избегать резких контрастов освещаемой рабочей зоны и остальным пространством, интенсивность света не должна давать отблеск от поверхностей и мешать работе, а также цветовая палитра искусственного света должна быть как можно ближе к естественному [21]. Расчет искусственного света согласно СНиП РК 2.04–05–2002 помогает определить число светильников и их мощность на площадь рабочей зоны.

Таблица 4.3 – Яркость рабочей поверхности искусственного освещения

Площадь рабочей поверхности, м ²	Наибольшая допустимая яркость, кд/м ²
Менее 1×10 ⁻⁴	2000
От 1×10 ⁻⁴ до 1×10 ⁻³	1500
От 1×10 ⁻³ до 1×10 ⁻²	1000
От 1×10 ⁻² до 1×10 ⁻¹	750
Более 1×10 ⁻¹	500

Нагрузку на организм человека дает длительные сидячие рабочие процессы. При работе с персональным компьютером по стандартам СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно–вычислительным машинам и организации работы» необходимо соблюдать расстояние 60–70 см от монитора до глаз, иначе зрение начнет ухудшаться. Каждый час необходимо делать 10–15 минутный перерыв для снятия усталости глаз, и каждые два часа перерыв от сидячего положения.

Соблюдение правил безопасности и обеспечение необходимыми мерами защиты персонала поможет сохранить здоровье людей и приведет к качественной работе производства.

4.2 Расчет заземления

При расчете дипломной работы необходимо учесть технические и организационные меры по обеспечению электробезопасности проектируемых устройств и технологических процессов. Один из способов защиты человека при работе с электрическими приборами можно отнести расчет безопасной зоны заземления.

Цель расчета заземляющего устройства – определение параметров заземления: число, размеры и порядок размещения заземлителей для обеспечения безопасной работы сотрудников предприятия.

Определим расчетный ток замыкания на землю. Согласно ПУЭ в сетях незаземленных следует принимать, что весь расчетный ток замыкается на землю [22].

В случае аварийной ситуации на поверхностях электроустановок может оказаться полное напряжение сети (обычно около 220 В). Ток, протекающий через тело человека, может оказаться намного выше допустимого порога и привести к летальным последствиям. При возникновении аварийных случаях ток может протекать по двум направлениям – через заземлитель и через тело человека. Для того, чтобы обезопасить человека, необходимо рассчитать сопротивление заземлителя таким образом, чтобы оно было в разы меньше сопротивления тела человека. Обычно сопротивление тела человека считают равным 1000 Ом. Наибольшие допустимые значения сопротивления заземляющих установок для низковольтных приборов устанавливают в зависимости от суммарной мощности устройств. В данной дипломной работе сумма мощности приборов не превышает 100 кВА, следовательно, сопротивление ЗУ принимается не более 10 Ом.

При расчете заземлителей необходимо узнать однородность почвы для определения коэффициента проводимости заземлителя. По таблице 4.4 выбираем удельное сопротивление почвы. Так как тип грунта в Алматы состоит в основном из чернозема, следовательно, удельное сопротивление почвы $\rho_{изм} = 200 \text{ Ом} \times \text{м}$ [23].

Таблица 4.4 – Типы грунтов и их среднее удельное сопротивление

Тип грунта	Среднее удельное сопротивление, Ом×м
Известняк поверхностный	5050
Гранит	2000
Базальт	2000
Песчаник	100
Гравий однородный	800
Песчаник влажный	800
Гравий глинистый	300
Чернозём	200
Разнообразные смеси глины и песка	150
Суглинок лессовидный	100
Глина полутвердая	60
Сланцы глинистые	55
Суглинок пластичный	30
Глина пластичная	20
Подземные водоносные слои	5

Расчетное удельное сопротивление рассчитывается по формуле (4.2.1):

$$\rho_{\text{расч}} = \rho_{\text{изм}} \times \psi, \quad (4.2.1)$$

где ψ – коэффициент сезонности.

Коэффициент сезонности определяется из таблицы 4.6. Для определения климатической зоны необходимо произвести анализ характеристик зон из таблицы 4.5 [24].

Таблица 4.5 – Признаки климатических зон для определения коэффициентов сезонности

Характеристика климатической зоны		Климатические зоны			
		I	II	III	IV
1		2	3	4	5
Средняя низшая	многолетняя температура (январь), °С	От –20 до –15	От –14 до –10	От – 10 до 0	От 0 до +5
Средняя высшая	многолетняя температура (июль), °С	От +16 до +18	От +18 до +22	От +22 до +24	От +24 до +26

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5
Среднегодовое количество осадков, см	40	50	50	30–50
Продолжительность замерзания вод, дни	190–170	150	100	0

Исходя из данных по характеристикам климатических зон, город Алматы относится к III климатической зоне, так как температура в январе месяце обычно составляет $-4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в июле $+23,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков 547 мм, продолжительность замерзания воды – 67 суток.

Таблица 4.6 – Коэффициенты сезонности ψ для однородной земли

Климатическая зона	Влажность земли во время измерений ее сопротивления		
	Повышенной	Нормальной	Малой
Вертикальный электрод длиной 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,3	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0

По таблице 4.6 коэффициент сезонности ψ будем считать равным 1,3. Тогда расчетное сопротивление почвы по формуле (4.2.1):

$$\rho_{\text{расч}} = 200 \times 1,3 = 260 \text{ Ом} \times \text{м}$$

Рассчитаем сопротивление одиночного стержневого заземлителя, который представляет трубу малого диаметра, по формуле (4.2.2):

$$R_{\text{CO}} = 0,366 \times \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h+1}{4h-1} \right), \quad (4.2.2)$$

где ρ – расчетное удельное сопротивление почвы, $\text{Ом} \times \text{м}$;

l – длина заземлителя, м;

d – диаметр заземлителя, м;

h – глубина размещения заземлителя, м.

Глубину размещения стержня заземлителя можно высчитать по формуле (4.2.3):

$$h = 0,5 \times l + h_0, \quad (4.2.3)$$

где h_0 – расстояние от поверхности почвы до начала заземлителя (от 0,5 до 0,8 м).

Найдем глубину размещения, при длине стержня заземлителя 3 м, с диаметром 0,06 м и расстоянием от поверхности почвы 0,7 м:

$$h = 0,5 \times 3 + 0,7 = 2,2 \text{ м}$$

Тогда сопротивление одиночного стержневого заземлителя будет равно:

$$R_{CO} = 0,366 \times \frac{260}{3} \left(\lg \frac{2 \times 3}{0,06} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \times 2,2 + 1}{4 \times 2,2 - 1} \right) = 63,49 \text{ Ом}$$

Определим количество штук заземлителей по формуле (4.2.4):

$$n = \frac{R_{CO}}{R_H}, \quad (4.2.4)$$

$$n = \frac{63,49}{10} \approx 7 \text{ шт}$$

Уточним количество штук, используя коэффициент использования группового вертикального заземлителя. Для этого воспользуемся таблицей 4.7. Так как каждый заземлитель в почве имеет вокруг себя небольшой радиус зоны, которая оказывает воздействие на сопротивление заземления электрода, то расстояние между стержнями заземлителя необходимо рассчитывать с учетом этого фактора. Радиус данной зоны составляет приблизительно 2,2 м. Поэтому возьмем расстояние между вертикальными заземлителями равное 4,5 м.

Таблица 4.7 – Коэффициенты использования вертикальных электродов

Число заземлителей	Отношение расстояния между стержнями к длине заземлителей (a/l)		
	1	2	3
2	0,85	0,91	0,94
4	0,73	0,83	0,89
6	0,65	0,77	0,85
10	0,59	0,74	0,81
20	0,48	0,67	0,76

Отношение расстояния между стержнями к длине заземлителей составляет:

$$a/l = 4,5/3 = 1,5 \text{ м}$$

Значения для 7 шт и отношения 1,5 м будет составлять коэффициент $\eta_{\text{ИВ}} = 0,70$. Тогда определим точное количество штук заземлителей необходимое для данного проекта по формуле (4.2.5):

$$n = \frac{R_{\text{CO}}}{R_{\text{H}} \times \eta_{\text{ИВ}}}, \quad (4.2.5)$$

$$n = \frac{63,49}{10 \times 0,70} \approx 10 \text{ шт}$$

Определим сопротивление полосового заземлителя по формуле (4.2.6):

$$R_{\text{ПЗ}} = 0,366 \times \frac{\rho}{L} \times \lg \frac{2L^2}{b \times h_0}, \quad (4.2.6)$$

где L – длина полосы, м;
 b – ширина полосы, м.

Длина полосы определяется по формуле (4.2.7):

$$L = 1,05 \times n \times a, \quad (4.2.7)$$

$$L = 1,05 \times 10 \times 4,5 = 47,25 \text{ м}$$

Ширину полосы заземления возьмем равной 0,04 м. Тогда по формуле (4.2.6) сопротивление полосового заземлителя будет:

$$R_{\text{ПЗ}} = 0,366 \times \frac{260}{47,25} \times \lg \frac{2 \times 47,25^2}{0,04 \times 0,7} = 10,478 \text{ Ом}$$

Коэффициент горизонтальной полосы заземлителей зависит от количества заземлителей и отношения расстояния между стержнями к длине заземлителей (a/l) и имеет значение $\eta_{\text{ИГ}} = 0,685$.

Теперь определим общее сопротивление всего устройства искусственного заземления по формуле (4.2.8):

$$R_{\text{ОБ}} = \frac{R_{\text{CO}} \times R_{\text{ПЗ}}}{R_{\text{CO}} \times \eta_{\text{ИГ}} + n \times R_{\text{ПЗ}} \times \eta_{\text{ИВ}}}, \quad (4.2.8)$$

$$R_{\text{об}} = \frac{63,49 \times 10,478}{63,49 \times 0,685 + 10 \times 10,478 \times 0,70} = 5,69 \text{ Ом}$$

Так как условие $R_{\text{об}} < R_{\text{н}}$ выполняется, то вычисленные в ходе работы данные такие как число заземлителей, длина горизонтальной полосы и глубину размещения устройства искусственного заземления следует окончательно принять.

4.3 Расчет системы кондиционирования

Расчет системы кондиционирования необходим в согласии с правилами о санитарно–гигиенических нормах микроклимата в производственных помещениях. С помощью таких систем можно избавиться от вредных воздействий таких факторов как избыточная теплота, влаговыведение и газовыведение.

При расчете системы кондиционирования в помещениях в соответствии со СНиПом определяют три вида установок. Для категории жилых домов и производственных помещений определяют вторую (Б) группу установок [25].

Рассчитаем систему кондиционирования для небольшого производственного помещения, которое имеет следующие исходные данные. Параметры помещения: длина – 8 м; ширина – 5 м; высота – 3м. Категория тяжести работ, осуществляемая в данном помещении, согласно таблице 4.8 классифицируется как Ib.

Таблица 4.8 – Категории работ

Категория работ	Энергозатраты, ккал/ч	Характеристика работы
Легкая Ia	до 120	Работа производится сидя, без значительных физических нагрузок
Легкая Ib	121–150	Работа производится сидя или стоя, с некоторыми физическими нагрузками
Средней тяжести IIa	151–200	Работа, связанная с постоянной ходьбой и перемещением изделий до 1 кг
Средней тяжести IIб	201–250	Работа, связанная с ходьбой и перемещением предметов тяжестью до 10 кг
Тяжелая III	>250	Работа, связанная с постоянной ходьбой, перемещение изделий свыше 10 кг, большие физические нагрузки

Нормируемые параметры микроклимата в помещении приводятся в соответствии со СНиПом и указаны в таблице 4.2.

Рассчитаем поступление тепла в помещение. Теплопоступление может исходить из работающего оборудования и находится по формуле (4.3.1):

$$Q_{Об} = 1000 \times P_{Об} \times k_{и} \times k_{в}, \quad (4.3.1)$$

где $P_{Об}$ – суммарная потребляемая мощность от всех устройств, кВт;
 $k_{и}$ – коэффициент использования мощности;
 $k_{в}$ – коэффициент одновременной работы оборудования.

Коэффициент использования мощности для мелких нагревательных приборов равна 0,6, а коэффициент одновременной работы оборудования можно принять 1. Величина поступления тепла от электроустановок не зависит от времени года.

$$Q_{Об} = 1000 \times 0,78 \times 0,6 \times 1 = 468 \text{ Вт}$$

Теплопоступление от осветительных установок рассчитывается по формуле (4.3.2):

$$Q_{Осв} = F_{Пол} \times q_{Осв} \times k_{в}, \quad (4.3.2)$$

где $F_{Пол}$ – поверхность пола в помещении, м^2 ;
 $q_{Осв}$ – норма освещенности на 1 м^2 ;
 $k_{в}$ – коэффициент одновременной работы светильников.

Поверхность пола в помещении рассчитывается произведением длины на ширину помещения:

$$F_{Пол} = a \times b = 5 \times 8 = 40 \text{ м}^2 \quad (4.3.3)$$

Согласно СНиП норма освещенности на 1 м^2 для данного помещения будет составлять 40 Вт/м^2 , коэффициент одновременности работы можно считать равным 1 в холодный период, а в теплый – 0,5:

$$Q_{ОсвХ} = 40 \times 40 \times 1 = 1600 \text{ Вт},$$

$$Q_{ОсвТ} = 40 \times 40 \times 0,5 = 800 \text{ Вт}$$

Теплопоступление от сотрудников, работающих в данном помещении, рассчитывается по формуле (4.3.4):

$$Q_{РП} = m \times (Q_{Явн} + \frac{r \times W_{П}}{1000}) \times \frac{1}{3,6}, \quad (4.3.4)$$

где m – число сотрудников;

$Q_{\text{явн}}$ – явные тепловыделения от одного человека, кДж/ч;

g – скрытая теплота парообразования, кДж/кг;

$W_{\text{п}}$ – влаговыделения от одного человека г/ч.

Явные тепловые выделения и влаговыделения определяются по таблице 4.9 и зависят от температуры в помещении и тяжести работы.

Таблица 4.9 – Значения явной теплоты и влаговыделений человеком

Характер работы	Температура окружающей среды, °С							
	15		20		25		30	
	$Q_{\text{явн}}$	$W_{\text{п}}$	$Q_{\text{явн}}$	$W_{\text{п}}$	$Q_{\text{явн}}$	$W_{\text{п}}$	$Q_{\text{явн}}$	$W_{\text{п}}$
Покой	420	40	293	45	210	50	126	80
Легкая физическая работа	420	55	293	70	251	125	126	140
Средняя физическая работа	460	110	335	160	293	180	147	230
Тяжелая физическая работа	460	185	335	200	335	300	147	300

При температуре 20°С и легкой физической активности параметры явного тепловыделения будут составлять 293 кДж/ч, а влаговыделения 70 г/ч. Скрытая теплота парообразования будет составлять 2500 кДж/кг. Число сотрудников в помещении – 4 человека:

$$Q_{\text{рп}} = 4 \times \left(293 + \frac{2500 \times 70}{1000} \right) \times \frac{1}{3,6} = 520 \text{ Вт}$$

Теплопоступление от солнца через оконные проемы рассчитываются только в теплый период времени по формуле (4.3.5):

$$Q_{\text{с}} = F_{\text{ст}} \times q_{\text{ст}} \times A_{\text{ст}} \times k_{\text{ст}}, \quad (4.3.5)$$

где $F_{\text{ст}}$ – суммарная поверхность оконных стекол, м²;

$q_{\text{ст}}$ – плотность теплового потока, передаваемая за счет солнечной радиации Вт/м²;

$A_{\text{ст}}$ – эмпирический коэффициент, зависящий от вида остекления;

$k_{\text{ст}}$ – эмпирический коэффициент, зависящий от прозрачности стекол.

Параметр $q_{\text{ст}}$ зависит от характеристик остекления и географического положения объекта. Согласно таблице СНиП 2.04.05–91 “Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения” [26] значение данного параметра следует взять 186 Вт/м². Для расчет эмпирического

коэффициента $A_{СТ}$ необходимо выбрать вид стекла. На производстве будет применять двойное остекление в двойной раме. Тогда значение $A_{СТ} = 1,15$. Эмпирический коэффициент $k_{СТ}$ при наличии внешних жалюзи будет равен 0,25:

$$Q_C = 6 \times 186 \times 1,15 \times 0,25 = 320,85 \text{ Вт}$$

Теплопоступление от внешних стен по формуле (4.3.6) рассчитывается в теплое время, когда температура снаружи превышает температуру внутри помещения на 5 °С:

$$Q_{Огр} = F_{Огр} \times k_{Огр} \times (t^T_H - t^T_B), \quad (4.3.6)$$

где $F_{Огр}$ – суммарная площадь ограждения за вычетом стекол, м²;
 $k_{Огр}$ – коэффициент теплопередачи через ограждения, Вт/ (м² × °С);
 $t^T_H - t^T_B$ – разница наружной и внутренней температуры, °С.

Коэффициент теплопередачи вычисляется по формуле (4.3.7):

$$k_{Огр} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_H}}, \quad (4.3.7)$$

где α_B и α_H – коэффициенты теплоотдачи от воздуха внутри помещения к стене и от наружной поверхности стены к наружному воздуху, Вт/ (м² × °С);

δ – толщина стены, м;

λ – коэффициент теплопроводности, Вт/ (м² × °С).

Значение коэффициентов, согласно СНиП II–3–79 “Строительная теплотехника” [27], от внутреннего воздуха к поверхности стен, где характеристика внутренней поверхности считается гладкой = 8,7 Вт/(м² × °С); от наружных стен, покрытий, перекрытий и т.п., непосредственно соприкасающихся с наружным воздухом = 23 Вт/(м² × °С). Толщина стены составляет 0,4 м, сделанной из кирпича с коэффициентом теплопроводности 0,7:

$$k_{Огр} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,7} + \frac{1}{23}} = 1,37 \text{ Вт/(м}^2 \times \text{°С)}$$

Площадь поверхности будем считать только боковые стены, потому что площадь пола и площадь потолка не будут пропускать тепло изнутри.

Тогда, суммарная площадь ограждения за вычетом окон будет составлять 72 м². Разность температур будем считать равной 6 °С:

$$Q_{\text{Огр}} = 72 \times 1,37 \times (30 - 24) = 591,84 \text{ Вт}$$

Суммарное теплопоступление в теплое время года будет составлять:

$$Q_{\text{Т}} = Q_{\text{Об}} + Q_{\text{Освт}} + Q_{\text{РП}} + Q_{\text{С}} + Q_{\text{Огр}}, \quad (4.3.8)$$

$$Q_{\text{Т}} = 468 + 1600 + 520 + 320,85 + 591,84 = 3500,69 \text{ Вт}$$

А суммарное теплопоступление в холодный период года:

$$Q_{\text{Х}} = Q_{\text{Об}} + Q_{\text{Освт}} + Q_{\text{РП}}, \quad (4.3.9)$$

$$Q_{\text{Х}} = 468 + 800 + 520 = 1788 \text{ Вт}$$

Для холодного времени года также рассчитываются теплопотери. Теплопотери могут происходить через окна и наружные ограждения. Расчет теплопотери через стеклянные проемы осуществляется по формуле (4.3.10):

$$Q_{\text{ПС}} = F_{\text{Огр}} \times k \times (t_{\text{В}}^{\text{Х}} - t_{\text{Н}}^{\text{Х}}) \quad (4.3.10)$$

Коэффициент теплопередачи по СНиП будет равен 2,90 для окон с двойным остеклением и одинарным переплетом:

$$Q_{\text{ПС}} = 72 \times 2,90 \times (22 - 10) = 2505,6 \text{ Вт}$$

Тепловые потери через наружные ограждения:

$$Q_{\text{ПО}} = F_{\text{Огр}} \times k_{\text{Огр}} \times (t_{\text{В}}^{\text{Х}} - t_{\text{Н}}^{\text{Х}}) \times n, \quad (4.3.11)$$

где n – эмпирический поправочный коэффициент, зависящий от характера ограждения.

В данном случае площадь наружных ограждений необходимо посчитать и пол и вычесть площадь входной двери. Следовательно, площадь наружных ограждений будет составлять 110,4 м². Так как стены производственного здания классифицируются как наружные стены, покрытия, перекрытия и т.п. непосредственно соприкасающиеся с наружным воздухом, то эмпирический коэффициент $n = 1,0$:

$$Q_{\text{ПО}} = 110,4 \times 1,37 \times (22 - 10) \times 1,0 = 1814,976 \text{ Вт}$$

Суммарная теплотеря в холодный период года будет составлять:

$$Q_{\text{Пот}} = Q_{\text{ПС}} + Q_{\text{ПО}}, \quad (4.3.12)$$

$$Q_{\text{Пот}} = 2505,6 + 1814,976 = 4320,576 \text{ Вт}$$

Разность между теплоступлением и теплотерями называют избыточной теплотой. Так как в теплый период потери тепла нет, то значение избыточной теплоты будет равно:

$$Q_{\text{ИзбТ}} = Q_{\text{Т}} \quad (4.3.13)$$

Для холодного периода учитываются теплотерии:

$$Q_{\text{ИзбХ}} = Q_{\text{Х}} - Q_{\text{Пот}}, \quad (4.3.14)$$

$$Q_{\text{ИзбХ}} = 1788 - 4320,576 = -2\,532,576 \text{ Вт}$$

Отрицательная величина говорит о том, что в зимний период необходимо устанавливать дополнительное отопление для нагрева температуры производственного помещения. Следовательно, в данный период времени расчет системы кондиционирования не нужен.

Рассчитаем расход кондиционируемого воздуха в теплый период:

$$G = \frac{Q_{\text{ИзбТ}}}{C_p \times (t_{\text{в}} - t_{\text{Пр}})}, \quad (4.3.15)$$

где C_p – теплоемкость воздуха, кДж/ (кг × °С);
 $t_{\text{в}} - t_{\text{Пр}}$ – разница между температурой внутри помещения и температурой приточного воздуха.

Теплоемкость воздуха принимается равной 1,005, а температура приточного воздуха берется из I – d диаграммы:

$$G = \frac{3500.69}{1.005 \times (24 - 22)} = 1741 \text{ кг/с}$$

Расход кондиционированного воздуха в теплый период будет:

$$V = \frac{G}{\rho}, \quad (4.3.16)$$

где $\rho = 1,2$ – плотность воздуха, кг/м^3 .

$$V = \frac{1741}{1,2} = 1450,83 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность воздухообмена показывает какое количество раз воздух обновится в течении часа в производственном помещении и рассчитывается по формуле (4.3.17):

$$N = \frac{V}{V_{\text{Пом}}}, \quad (4.3.17)$$

где $V_{\text{пом}}$ – объем помещения, м^3 .

$$N = \frac{1450,83}{120} = 12,09 \text{ ч}^{-1}$$

Согласно полученным данным, можно сделать вывод о необходимом количестве кондиционеров в помещении. Выбираем кондиционер марки MIDEA MSMA–12HRN1 с мощностью охлаждения 3520 Вт, что больше расчетной мощности. Данный тип кондиционера нам необходим в количестве 1 штуки.

5 Бизнес–план

5.1 Резюме

В данной дипломной работе было расписано и экономически обоснован бизнес–план по изготовлению системы сигнализации для автотранспортных средств по беспроводной сети передачи данных по LoRaWAN. Подсчеты, приведенные в данной главе, наглядно показали экономическую выгоду и эффективность инвестиционных затрат на начало производства систем автосигнализаций. Был подобран штат сотрудников для плодотворной работы и выполнения необходимого количества продукции в год. Также был выбран подходящий банк для хранения прибыли с ее последующим увеличением в течении трех лет.

5.2 Описание продукции

Приобретая автомобиль, необходимо в первую очередь позаботиться о его безопасности. Для этого и существуют автомобильные сигнализации или как их проще называют автосигнализации. В современных автотранспортах установка сигнализации уже предусмотрена на этапе производства автомобиля на заводе. Однако такие базовые охранные сигнализации не всегда могут обезопасить автомобиль перед опытными взломщиками. Для этого автовладельцы устанавливают дополнительную защиту самостоятельно или при помощи специализированных автосервисов.

Основная и самая главная функция автосигнализации – помешать взломать и угнать транспорт и оповестить владельца машины о данных попытках. Система, разработанная в данном дипломном проекте, обеспечивает прием сигнала о несанкционированном проникновении в автомобиль, передачу информации на сервер обработки данных и передачи сигнала на телефон владельца. Информация, передающаяся по радиоканалу, закодирована, что не дает преступникам перехватить сигнал. Также данная система практична в использовании так как содержит модули передачи данных по сети LoRa и может функционировать в любом месте. В отличие от аналоговых сигнализаций, содержащие модуль GPS, работа которого очень зависит от операторов сотовой сети и спутников. То есть, если автомобиль въедет в туннель или подземное помещение связи с владельцем может уже не быть.

5.3 Анализ рынка сбыта

Так как на сегодняшний день автотранспортных средств огромное количество, то система сигнализации будет востребована в большом количестве. Данная система может применяться для транспорта любого вида: личный, общественный, грузовой. Исследование в области охранных систем для автомобилей показало, что основными источниками сбыта

системы являются автомобильные салоны или автосервисы, а также физические лица, покупающие систему индивидуально и самостоятельно устанавливающие ее в свой транспорт.

5.4 Инвестиционный план

Определение объема капитальных затрат включает в себя стоимость оборудования, монтажных работ, транспортных расходов и др. Эта величина необходима для определения необходимого начального вложения для организации производства системы. Перечень оборудования, его стоимость и количество указаны в таблице 5.1. Данные цены являются наиболее выгодными, так как заказ и поставка оборудования осуществляется напрямую от производителей [28].

Таблица 5.1 – Расчет расходов на закупку оборудования

Наименование изделия	Количество	Цена за единицу, тг	Сумма, тг
Персональный компьютер	4	150 000	600 000
Паяльная станция LUKEY 702	2	48 400	96 800
Монтажный стол	1	150 000	150 000
Цифровой 7" TFT LCD 2–канальный осциллограф	2	250 000	500 000
Мультиметр UNI-T UT51	2	14200	28 400
Итого			1 375 200

По формуле (5.1) можно рассчитать общую сумму инвестиционного капитала:

$$IC = K_O + K_M + K_{Tp}, \quad (5.1)$$

где IC – Invest Capital, инвестиционный капитал;

K_O – капитальные вложения на покупку оборудования;

K_M – капитальные вложения на монтажные работы;

K_{Tp} – капитальные вложения на транспортные расходы.

Транспортные расходы составляют примерно 5% от стоимости оборудования. Таким образом:

$$K_{Tp} = 1\,375\,200 \times 0,05 = 68\,760 \text{ тг}$$

Капитальные вложения на монтажные работы оборудования составляет около 10% от общей стоимости:

$$K_M = 1\,375\,200 \times 0,1 = 137\,520 \text{ тг}$$

Итоговая сумма инвестиционного плана:

$$IC = 1\,375\,200 + 68\,760 + 137\,520 = 1\,581\,480 \text{ тг}$$

5.5 Эксплуатационные расходы

В связи с осуществлением деятельности, связанной с процедурой создания устройств, необходимо рассчитать расходы ресурсов предприятия.

Сумму годовых эксплуатационных расходов, или производственную себестоимость, можно найти по формуле (5.2):

$$P_{\Sigma} = \text{ФОТ} + H_C + Z_M + P_{\text{ЭЛ}} + A + P_H, \quad (5.2)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

H_C – социальный налог;

Z_M – материальные затраты и запасные части;

$P_{\text{ЭЛ}}$ – расходы на электроэнергию;

A – амортизационные отчисления;

P_H – накладные расходы.

Для расчета фонда оплаты труда необходимо составить штат сотрудников (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Штат сотрудников и месячный оклад

Должность	Количество сотрудников	Оклад, тг
Руководитель	1	180 000
Разработчик встраиваемых систем	1	162 000
Веб-разработчик	1	144 000
Монтажник	1	135 000
Итого	4	621 000

Обычно на производстве вводится понятие дополнительной заработной платы, которая может выплачиваться ежемесячно как надбавка к основной заработной плате. Дополнительная заработная плата будет составлять 10%, тогда общая сумма фонда оплаты труда за год будет рассчитываться:

$$\text{ФОТ} = (3\Pi_{\text{осн}} + 3\Pi_{\text{осн}} \times 0,1) \times 12, \quad (5.3)$$

$$\text{ФОТ} = (621\,000 + 62\,100) \times 12 = 8\,197\,200 \text{ тг}$$

Из фонда оплаты рассчитывается сумма социального налога. Социальный налог на 2020 год составляет 9,5%. Также необходимо вычесть пенсионные отчисления, которые составляют 10%. Формула для расчета социальных отчислений:

$$H_c = (\text{ФОТ} - \text{ФОТ} \times 0,1) \times 0,095, \quad (5.4)$$

$$H_c = (8\,197\,200 - 8\,197\,200 \times 0,1) \times 0,095 = 700\,861 \text{ тг}$$

Затраты на материалы для изготовления одного устройства приведены в таблице 5.3. Данные цены являются самыми низкими, так как заказ изделий осуществляется напрямую у производителей [28]. В данной таблице не учитываются затраты на создание сервера, так как в масштабном проекте в городе Алматы уже существует развитая сеть от компании “Орион система”. Поэтому есть смысл рассчитать затраты только на создания устройств.

Таблица 5.3 – Таблица материальных затрат

Наименование изделия	Количество	Цена за единицу, тг	Сумма, тг
LoRa модуль Reуах rуlr896	1	8155	8155
Преобразователь USB–UART FT232RL	1	700	700
Платформа Arduino UNO	1	3580	3580
Соединительные провода 10 см female to female	1	408	408
Материалы для пайки устройств	1	1500	1500
Итого			14343

Расходы на запасные части и ремонт обычно составляют 5% от затрат на материалы, следовательно:

$$\text{Зап.ч.} = M_{\text{осн.}} \times 0,05, \quad (5.5)$$

$$\text{Зап.ч.} = 14\,343 \times 0,05 = 718 \text{ тг}$$

Сборка системы сигнализации будет производиться вручную. За день работники смогут смонтировать около 10 изделий. Ожидается, что в год можно собрать 2400 шт. Изделий [29]. Таким образом, годовые расходы на материальные затраты будут составлять:

$$З_M = (M_{\text{осн}} + \text{Зап.ч.}) \times 2400, \quad (5.6)$$

$$З_M = (14\,343 + 718) \times 2400 = 36\,146\,400 \text{ тг}$$

Затраты на электроэнергию в год рассчитывается по формуле (5.7):

$$P_{\text{эл}} = W \times T \times S, \quad (5.7)$$

где W – потребляемая мощность, кВт;

T – количество часов работы, ч/год;

S – стоимость электроэнергии, кВт/ч.

Потребляемая мощность одного персонального компьютера по информации поставщика равна 0,15 кВт, одна паяльная станция – 0,075 кВт, один осциллограф – 0,03 кВт. Если учесть, что осциллограф будет под нагрузкой только часть времени, потребление можно умножить на соотношение времени нагрузки и простоя. Если учитывать, что нагрузка будет занимать 50% времени разработки, то потребляемую мощность будет:

$$N_{\text{осц}} = 0,03 \times 0,5 = 0,015 \text{ кВт} \quad (5.8)$$

Общая потребляемая мощность:

$$W = 2 \times 0,075 + 4 \times 0,15 + 2 \times 0,015 = 0,78 \text{ кВт}$$

Из расчета, что в году 1968 рабочих часов, а стоимость 1 кВт электроэнергии в городе Алматы на момент написания диплома для юридических лиц составляет 17,81 тенге [30], то итоговая сумма затрат на электроэнергию по формуле (5.7) будет составлять:

$$P_{\text{эл}} = 0,78 \times 1968 \times 17,81 = 27\,340 \text{ тг}$$

При использовании любое оборудование изнашивается и тратит часть своей работоспособности на производство продукции. Для этого при построении бизнес-плана необходимо рассчитать его амортизацию. На момент написания дипломной работы согласно налоговому кодексу РК, 2 пункту 271 статьи [31], предусмотрена норма амортизации для фиксированных активов “Машины и оборудование, за исключением машин

и оборудования нефтегазодобычи, а также компьютеров и оборудования для обработки информации” 25% и для “Компьютеры, программное обеспечение и оборудование для обработки информации” 40%. Учитывая это, амортизационные отчисления будут рассчитаны по формуле (5.9):

$$A = H_A \times S_{\text{ПЕРВ}}, \quad (5.9)$$

где H_A – норма амортизации;

$S_{\text{ПЕРВ}}$ – изначальная стоимость оборудования.

В фиксированные активы “Машины и оборудование, за исключением машин и оборудования нефтегазодобычи, а также компьютеров и оборудования для обработки информации” входят: паяльная станция, монтажный стол, осциллограф и мультиметр. Их общая изначальная сумма будет составлять:

$$S_{\text{ПЕРВ.ОБ}} = 2 \times 48\,400 + 150\,000 + 2 \times 250\,000 + 2 \times 14\,200 = 775\,200 \text{ тг}$$

Для них норма амортизации будет составлять 25%, следовательно стоимость износа за 1 год рассчитывается:

$$A_{\text{об}} = 25\% \times 775\,200 = 193\,800 \text{ тг}$$

Также рассчитывается общая сумма стоимости для приобретенных компьютеров:

$$S_{\text{ПЕРВ.ПК}} = 4 \times 150\,000 = 600\,000 \text{ тг}$$

Для персональных компьютеров норма амортизации составляет 40%, а амортизационные отчисления:

$$A_{\text{ПК}} = 40\% \times 600\,000 = 240\,000 \text{ тг}$$

Теперь суммируем амортизационные отчисления фиксированных активов и получаем общие:

$$A = A_{\text{об}} + A_{\text{ПК}} = 193\,800 + 240\,000 = 433\,800 \text{ тг}$$

Также следует учесть накладные расходы, чтобы снизить шанс оказаться в непредвиденной ситуации. По причине того, что годовые расходы являются крупной суммой, в качестве суммы накладных расходов достаточно принять 5% от всей суммы затрат. Считается вся сумма расходов за год, рассчитанная выше, и отчитывается 5% для накладных расходов по формуле (5.10):

$$P_H = (\Phi OT + H_C + Z_M + P_{ЭЛ} + A) \times 0,05, \quad (5.10)$$

$$P_H = (8197200 + 700861 + 36146400 + 27340 + 433800) \times 0,05 = 2\,275\,280 \text{ тг}$$

Теперь можно рассчитать сумму годовых эксплуатационных расходов по формуле (5.2):

$$P_{Э} = 8197200 + 700861 + 36146400 + 27340 + 433800 + 2275280 = 47780881 \text{ тг}$$

Для наглядности составим таблицу 5.4 расчета себестоимости товара. На рисунке 5.1 показаны процентное соотношение каждого пункта затрат как удельного веса от производственной себестоимости оборудования.

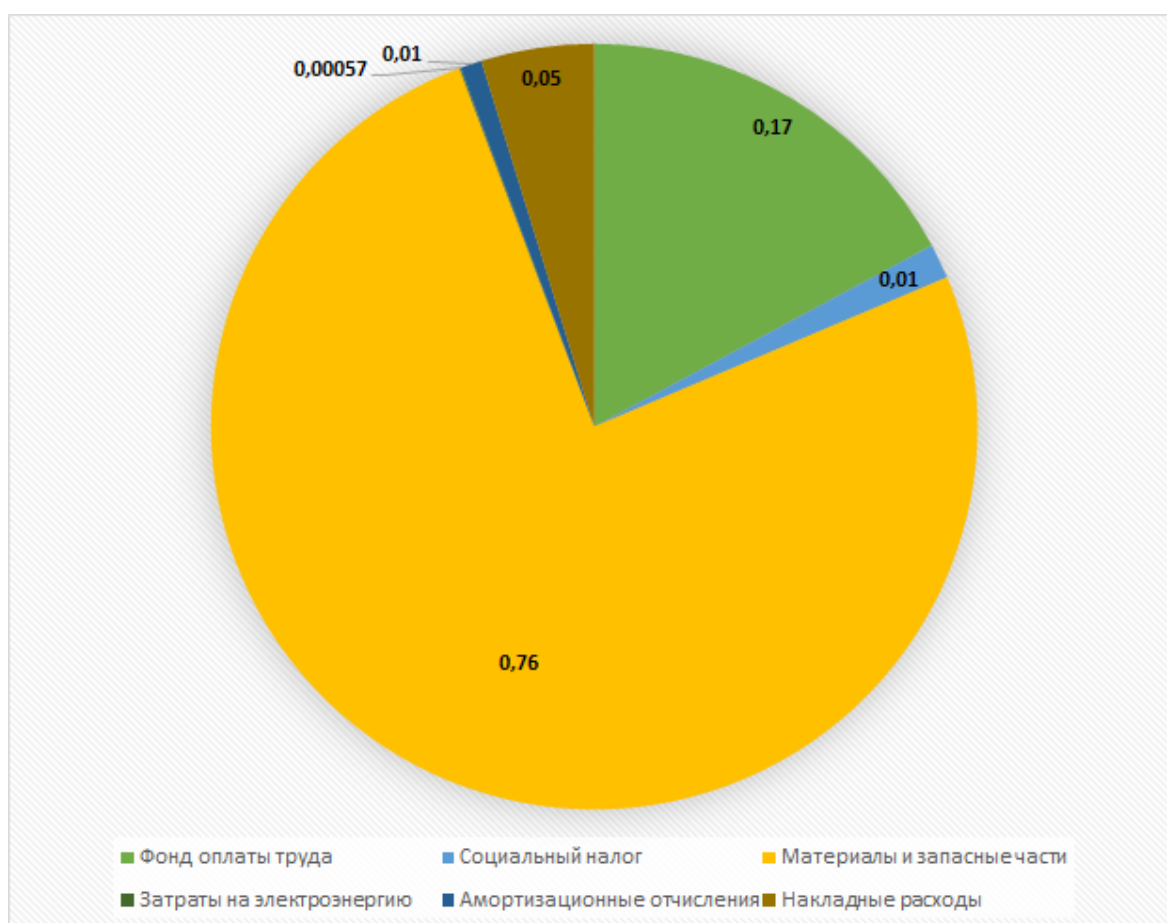


Рисунок 5.1 – Процентное соотношение эксплуатационных затрат

Таблица 5.4 – Себестоимость оборудования

Наименование	Стоимость, тг
1	2
Фонд оплаты труда	8 197 200
Социальный налог	700 861
Материалы и запасные части	36 146 400

Продолжение таблицы 5.4

1	2
Затраты на электроэнергию	27 340
Амортизационные отчисления	433 800
Накладные расходы	2 275 280
Производственная себестоимость	47 780 881
Количество изготовленных изделий в год	2 400
Себестоимость единицы оборудования	19 909

5.6 Расчет доходов

Планируемое количество проданных единиц изделий 2400 в год. Для подсчета дохода от продаж, умножаем количество планируемого количества продаж и стоимость продукта:

$$Д = N_{\Pi} \times Ц, \quad (5.11)$$

где N_{Π} – количество планируемых продаж изделия;
 $Ц$ – цена каждой продажи.

Данная система является уникальным для рынка Казахстана, поэтому прибыль с устройства следует поднять до 35% от себестоимости. Таким образом цена продажи каждого изделия без учета НДС будет (5.12):

$$Ц = С + Н_{С}, \quad (5.12)$$

где $С$ – себестоимость единицы оборудования;
 $Н_{С}$ – наценка на себестоимость единицы оборудования.

$$Ц = 19\,909 + 0,35 = 26\,878 \text{ тг}$$

Доход за продажу товара:

$$Д = 2400 \times 26\,878 = 64\,507\,200 \text{ тг}$$

Прибыль – это разница между доходом и расходом. Если доход выше расхода, то предприятие считается прибыльным. Расчет прибыли показан ниже (5.13):

$$П = Д - Р_{\Sigma}, \quad (5.13)$$

$$П = 64\,507\,200 - 47\,780\,881 = 16\,726\,319 \text{ тг}$$

Так как сумма оборота по реализации меньше 30000 МРП к цене не требуется добавлять НДС. Также прибыль облагается корпоративным налогом в виду того, что, предприятие является юридическим лицом. Корпоративный налог в РК на 2020 год составляет 20% от прибыли. После вычета налога полученная сумма называется чистой прибылью (5.14):

$$П_{\text{ЧИСТАЯ}} = П - П \times 0,2, \quad (5.14)$$

$$П_{\text{ЧИСТАЯ}} = 16\,726\,319 - 16\,726\,319 \times 0,2 = 13\,381\,056 \text{ тг}$$

Для вычисления показателя того, сколько будут стоить вложенные деньги в проект через год, используется коэффициент дисконтирования (5.15):

$$a_t = \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (5.15)$$

где E – величина доходности инвестиций;

t – количество периодов времени для коммерческого оборота инвестиций.

Величину доходности также называют нормой дисконта. Норма дисконта должна устанавливаться как можно надежным источником прибыли. Таким надежным источником прибыли взят банковский депозит. В данной дипломной работе был выбран “Банк ЦентрКредит”. Его условия депозита для юридических лиц составляют ставку 7% до 3 лет [32]. Отсюда можно рассчитать коэффициент дисконтирования [33]:

$$a_1 = \frac{1}{(1+0,07)^1} = 0,93$$

$$a_2 = \frac{1}{(1+0,07)^2} = 0,87$$

$$a_3 = \frac{1}{(1+0,07)^3} = 0,82$$

Внесем все данные в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Экономические показатели проекта

Название показателя	2020 г.
1	2
Инвестиционный капитал	1 581 480

Продолжение таблицы 5.5

1	2
Доходы, тг	64 507 200
Эксплуатационные расходы, тг	47 780 881
Амортизационные отчисления, тг	433 800
Прибыль	16 726 319
Корпоративный налог, %	20
Чистая прибыль, тг	13 381 056
Норма дисконта, %	7

5.7 Расчет эффективности проекта

Экономическая эффективность рассчитывается статическими и динамическими методами. Динамические методы подходят к расчету с учетом фактора времени, т.е. учитывается время прихода денег в проект и время оттока денег на нужды предприятия. Для дипломного проекта проведем методы расчета эффективности двумя типами методов.

Для расчета статическим методом, нужно найти такие показатели как инвестиционные затраты, чистый поток денежных средств (CF), простая норма прибыли (ARR), срок окупаемости (PP).

Простая норма прибыли вычисляется как отношение чистого потока прибыли к инвестиционным затратам (5.16):

$$ARR = \frac{CF}{IC} \times 100\%, \quad (5.16)$$

$$ARR = \frac{13\,381\,056}{1\,581\,480} \times 100\% = 846\%$$

Срок окупаемости определяется как время, за которое предприятие окупит вложенные в него инвестиции. Рассчитывается как отношение инвестиционных затрат на чистый поток прибыли в год (5.17):

$$PP = \frac{IC}{CF}, \quad (5.17)$$

$$PP = \frac{1\,581\,480}{13\,381\,056} = 0,12 \text{ года}$$

Таким образом, время за которое окупится весь данный проект составляет приблизительно 1,5 месяца. Сведем все полученные данные статистическим методом в таблицу 5.6

Таблица 5.6 – Показатели проекта статистическим методом

Показатель	Значение
Инвестиционные затраты (IC), тг	1 581 480
Чистый поток денежных средств (CF), тг	13 381 056
Простая норма прибыли (ARR), %	846
Срок окупаемости (PP), лет	0,12

Динамические методы расчета эффективности требуют более обширного списка показателей экономической эффективности.

Общая накопленная величина текущих доходов рассчитывается по формуле (5.18):

$$PV = \sum (CF \times a_t) \quad (5.18)$$

Рассмотрим величину текущий стоимости за каждый год:

$$PV_1 = 13\,381\,056 \times 0,93 = 12\,505\,660 \text{ тг},$$

$$PV_2 = 13\,381\,056 \times 0,87 = 11\,687\,533 \text{ тг},$$

$$PV_3 = 13\,381\,056 \times 0,82 = 10\,922\,928 \text{ тг}.$$

Тогда общая накопленная величина чистой текущей стоимости будет составлять:

$$PV = 12\,505\,660 + 11\,687\,533 + 10\,922\,928 = 35\,116\,121 \text{ тг}$$

Расчет приведенной стоимости поможет произвести расчет чистого дисконтированного дохода. Чистый дисконтированный доход – это стоимость денежных потоков, приведенных к моменту расчета бизнес-плана. Расчет чистого дисконтированного дохода производится по формуле (5.19):

$$NPV = \sum \frac{CF}{(1+E)^t} - IC \quad (5.19)$$

Показатель чистой дисконтированной стоимости для трех лет равен:

$$NPV = 12505660 - 1581480 = 10\,924\,180 \text{ тг}$$

Данный показатель говорит о том, что в течении своей работы проект окупит первоначальные затраты и сможет обеспечить получение прибыли.

Также следует произвести расчет индекса рентабельности, который является показателем того сколько величины современного денежного

потока требуется потратить для получения предлагаемой инвестиции. Формула для расчета индекса рентабельности (5.20):

$$PI = \sum \frac{CF}{(1+E)^t} / IC \quad (5.20)$$

Рассчитываем индекс рентабельности на три года:

$$PI = 12\,505\,660 / 1\,581\,480 = 8$$

Так как критерий больше 1, следовательно, проект стоит принять так как современная стоимость денежного потока превышает первоначальные инвестиции.

Внесем полученные данные в таблицу 5.7.

Таблица 5.7 – Показатели проекта динамическим методом

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Инвестиционные затраты (IC), тг	1 581 480		
Чистый денежный поток (CF), тг	13 381 056		
Норма дисконта, %	7		
Коэффициент дисконтирования (a_t)	0,93	0,87	0,82
Чистая текущая стоимость (PV), тг	12 505 660	11 687 533	10 922 928
Чистый дисконтированный доход (NPV), тг	10 924 180		
Индекс рентабельности (PI)	8		

Учитывая все вышеперечисленные значения, рассчитанные различными методами, можно сделать вывод, что бизнес–план по данному проекту рентабелен и его можно реализовывать. Все капитальные вложения окупятся через 1,5 месяца, это говорит о том, что данный проект является выгодным.

Заключение

В данной дипломной работе была построена модель для контроля безопасности автотранспортного средства.

Для выполнения данной задачи были рассмотрены аналогичные системы сигнализаций, выбор технологии беспроводной передачи данных, подбор комплектующих для обеспечения работоспособности всех необходимых функций системы. Был написан программный код на C++ для платформы Arduino Uno, AT командами были заданы параметры для работы модулей передачи данных по LoRaWAN, а также код на языке Python для Raspberry Pi выполняющий функцию сервера.

Разработанная система может быть использована для любого вида транспорта: личного, общественного, грузового и т.д.

Так как радиус действия одних только модулей, согласно экспериментальным значениям, небольшой, то в дальнейшем можно рассмотреть сотрудничество с компанией «Орион система», которая имеет базовые станции LoRaWAN по всему городу Алматы. Таким образом, передача сигнала будет достигать почти всего города.

Еще одной перспективой развития системы является настройка обратной связи. То есть, владелец машины сможет не только узнавать о срабатывании сигнализации в машине, но и давать сигнал транспорту для выполнения действий для защиты автомобиля (например, заблокировать двигатель, включить камеру, установленную в автомобиле, и узнать, что происходит рядом с машиной и многое другое).

Список литературы

- 1 Описание и технические характеристики глобальной системы ГЛОНАСС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iot.ru (14.01.20)
- 2 Автомобильный GPS трекер: особенности работы и конструкции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.wifi.kz (14.01.20)
- 3 Что такое Интернет вещей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.rbc.ru (16.01.20)
- 4 Устройства и технологии Интернета вещей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.it.ua (20.01.20)
- 5 Протоколы IoT. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iot.ru (20.01.20)
- 6 Как выбрать стандарт связи для сети IoT. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.habr.com (20.01.20)
- 7 Определение, развитие и технологии LPWAN. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iot.ru (25.01.20)
- 8 Принципы технологий стандарта Sigfox. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sigfox.com (25.01.20)
- 9 Открытый стандарт беспроводной сети передачи данных Weightless. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.weightless.org (27.01.20)
- 10 LPWAN–технология “Стриж”. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.strij.tech (27.01.20)
- 11 LoRaWAN: широкие возможности сети дальнего радиуса. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.iot.ru (27.01.20)
- 12 Комплексные решения Интернета вещей IoT. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.orion-m2m.com (03.02.20)
- 13 Описание базовой станции ORIONGATEWAY от компании “Орион Система” в Казахстане. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.orion-m2m.com (03.02.20)
- 14 Подкалицкий Л. Архитектура микроконтроллеров AVR: Пер. с англ. – 2019.
- 15 Что такое Arduino. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.arduino.cc (05.02.20)
- 16 Arduino UNO. Технические характеристики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.arduino.ru (05.02.20)
- 17 Lora AT COMMAND GUIDE. REYAX TECHNOLOGY CO., LTD, 2018.
- 18 Raspberry Pi Documentation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.raspberrypi.org (07.02.20)
- 19 З. А. Кашкарова, Ф. Р. Жандаулетова, Унгарова Т.М., Мананбаева С.Е. Охрана труда. Методические указания к выполнению лабораторных работ (для студентов всех форм обучения всех специальностей). – Алматы: АИЭС, 2006.

20 М. К. Дюсебаев; З. А. Кашкарова; Ф. Р. Жандаулетова. Конспект лекций для студентов всех форм обучения по специальности 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. – Алматы: АИЭС, 2005

21 Абдимуратов Ж.С., Дюсебаев М.К., Санатова Т.С., Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Конспект лекций (для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика). – Алматы: АИЭС, 2006

22 Методические указания к выполнению раздела «Электробезопасность в электроустановках» в выпускных работах для специальности 050718 – Электроэнергетика. Бакалавриат – Алматы: АИЭС, 2009. – 24с.

23 Типы грунтов республики Казахстан и их удельные электрические сопротивления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.zandz.kz (10.02.20)

24 Зависимость ρ грунта от времени года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ftemk.mpei.ac.ru (05.03.20)

25 В.Г. Казаков, Е.Н. Громова. Расчет системы кондиционирования воздуха в производственном помещении. Санкт–Петербург, 2018

26 СНиП 2.04.05–91 “Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения”.

27 СНиП II–3–79*. “Строительная теплотехника”.

28 Заказ оборудования UNO R3 Development Board ATmega328P CH340. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.aliexpress.ru (11.03.20)

29 Производственный календарь на 2020 год РК. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.online.zakon.kz (11.03.20)

30 Тарифы электроэнергии на 2020 год в Алматы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.esalmaty.kz (15.03.20)

31 Кодекс Республики Казахстан от 25 декабря 2017 года № 120–VI «О налогах и других обязательных платежах в бюджет (Налоговый кодекс)» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 10.01.2020 г.).

32 Депозит “Накопительный” для бизнес–клиентов банка ЦентрКредит. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.bcc.kz (15.03.20)

33 Г.Ш. Боканова. Методические указания к выполнению экономической части дипломных работ для студентов специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникаций. – Алматы: АУЭС, 2020 – 26 с

Приложение А

```
#define BUTTON_PIN      3

enum RESULTS{
    RES_OK,
    RES_NONE,
    RES_ERROR
};

boolean button_flag = 0;

void setup() {
    delay(1000);
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);
    Serial.begin(115200); // Установка скорости общения
                        //по последовательному порту

    Serial.println("AT+ADDRESS=1");
    receive();
    Serial.println("AT+NETWORKID=1");
    receive();
    Serial.println("AT+BAND=868500000");
    receive();
    Serial.println("AT+PARAMETER=10,7,1,7");
    receive();

    blink(2); // Конфигурация успешна
}

void loop() {
    boolean button = !digitalRead(BUTTON_PIN);

    if (button == 1 && button_flag == 0)
    {
        button_flag = 1;
        Serial.println("AT+SEND=2,5,HELLO");
        receive();
        blink(2);
    }
}
```

Продолжение приложения А

```
if (button == 0 && button_flag == 1)
{
    button_flag = 0;
}
}

void receive(){
    String answer = Serial.readString();
    if(get_result(answer) != RES_OK){
        deinit();
    }
}

uint8_t get_result(String str){
    if (str == "+OK\r\n"){
        return RES_OK;
    }
    else if (str == ""){
        return RES_NONE;
    }
    else{
        return RES_ERROR;
    }
}

void deinit(){
    blink(5);
    while(true){
        // end of program
    }
}

void blink(uint8_t cnt) {
    for(uint8_t i = 0; i < cnt; i++){
        digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
        delay(250);
        digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
        delay(50);
    }
    delay(200);
}
```

Приложение Б

```
import serial # библеотека для работы с последовательный портом
import time # библиотека для работы со временем
from catagram import TelegramBot # библиотека для работы с telegram
API

# port = serial.Serial("/dev/ttyUSB0", baudrate=115200, timeout=3.0)

# Объект последовательного порта
port = serial.Serial("/dev/ttyUSB0", baudrate=115200, timeout=3.0)
# Объект телеграм бота
bot = TelegramBot()

def push_command(cmd): # отправить команду модулю
    string = 'AT+{ }\r\n'.format(cmd)
    port.write(bytes(string, 'ascii'))
    rcv = port.readline()
    print(rcv)

# Настраиваем модуль
push_command('ADDRESS=2')
push_command('NETWORKID=1')
push_command('BAND=868500000')
push_command('PARAMETER=10,7,1,7')

while True:
    time.sleep(1)
    rcv = port.readline() # Читаем буффер
    if(rcv): # Если сообщение есть
        print(rcv)
        rcv = rcv.decode("ascii") # Дешифруем сообщение
        if(rcv.startswith('+RCV')): # Если сообщение начинается с
            rcv = rcv[5:-2:] # +RCV, то делим сообщение
            answer = rcv.split(',') # Именно третий пункт ответа
            print(answer[2]) # содержит текст сообщения
            # Отправляем сообщение в телеграмм
            status = bot.send_text(answer[2])
            print(status)
```

Приложение В

```
import requests

class TelegramBot(object):

    def __init__(self):
        super(TelegramBot, self).__init__()
        self.chat_ids = [
            386830039,
            426538860
        ]

    def url_and_bot_token(self):
        return 'https://api.telegram.org/bottokenXX'

    def send_img(self, img, bot_message):
        status = ""
        for chats in self.chat_ids:
            status += self.send_img_to(img, bot_message, chats)
            img.seek(0)
        return status

    def send_text(self, bot_message):
        status = ""
        for chats in self.chat_ids:
            status = self.send_text_to(bot_message, chats)
        return status

    def send_text_to(self, bot_message, bot_chatID):
        url = self.url_and_bot_token() + '/sendMessage'
        data = {'chat_id': str(bot_chatID),
                'parse_mode': 'Markdown',
                'text': bot_message,
                'disable_notification': True
               }
        response = requests.post(url=url, data=data)
        return response.json()

    def send_img_to(self, img, bot_message, bot_chatID):
        data = {'chat_id': bot_chatID,
                # 'caption': bot_message,
```

Продолжение приложения В

```
'parse_mode': 'Markdown',  
'disable_notification': True}  
files = {'photo': img}  
url = self.url_and_bot_token() + '/sendPhoto'  
response = requests.post(url=url, data=data, files=files)  
return response.json()
```