

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева**

Факультет инженерии и цифровых технологий

Кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»

Аргимбаев Амангельды Советбекович

Система охранной сигнализации для статичных и подвижных объектов

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**специальность 6В06201 «Радиотехника, электроника и
телекоммуникации»**

Петропавловск 2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева**

Факультет инженерии и цифровых технологий

Кафедра «Энергетика и радиоэлектроника»

**«Допущена к защите»
_____ А.А. Кашевкин,
заведующий кафедрой ЭиР**

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**На тему: «Система охранной сигнализации для статичных и подвижных
объектов»**

**по специальности 6В06201 «Радиотехника, электроника и
телекоммуникации»**

Выполнил

А.С. Аргимбаев

**Научный руководитель
к.т.н., доцент ЭиР**

А.А. Савостин

Петропавловск 2021

М. КОЗЫБАЕВ АТЫНДАҒЫ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН УНИВЕРСИТЕТІ

Факультеті	Факультет инженерии и цифровых технологий
Мамандығы /Специальность	6B06201 – «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»
Кафедрасы	Энергетика и радиоэлектроника

Диплом жұмысын (жобасын) орындауға берілетін тапсырма Задание на выполнение дипломной работы

Оқушы/обучающийся _____ Аргимбаев Амангельды Советбекович
(аты-жөні/фамилия, имя, отчество)

Жұмыстың (Жобаның) тақырыбы /Тема работы _____ Система охранной сигнализации для
статичных и подвижных объектов

Жоғары оқу орнының бұйрығы бойынша бекітілді №/Утверждена приказом по ВУЗу
№ ДО-152 от «23» октября 2020 г.

Диплом жұмысының (жобасының) көрсеткіштері/Исходные данные к работе
Система является полностью автономной;

Тип аккумуляторных батарей – литий – ионные, морозостойкие ;

Диапазон рабочих температур от минус 40°С до плюс 70 °С;

Удаленный мониторинг;

Звуковая сигнализация – есть.

Диплом жұмысының қысқаша мазмұны немесе диплом жобасын әзірлеудегі сұрақтар тізімі
/Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов или краткое содержание
дипломной работы

а) Анализ задания и анализ существующих аналогов;

б) Выбор элементной базы и разработка структурной схемы;

в) Разработка электрической принципиальной схемы;

г) Разработка программного обеспечения;

д) Расчет надежности;

е) Расчет экономических показателей;

ж) Охрана труда и техника безопасности;

з) Макетирование.

Графикалық материалдың тізімі (берілуге міндетті сызбалардың нақты көрсетілуімен)/Перечень
графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Обязательные:

1. Схема электрическая структурная	Слайды 9, 13
2. Схема электрическая принципиальная	Слайд 14
3. Таблица экономических показателей	Слайды 16,17

Ұсынылатын негізгі әдебиет/Рекомендуемая основная литература

1. Технические средства обеспечения безопасности: Справочно-методическое пособие /

И.Е. Зуйков, А.А. Антошин, И.Д. Брель, Т.Л. Владимирова, П.Н. –Мн., 2001. – 177

2. Основы электроники, Водовозов А.М., 2016

3. Электроника и микропроцессорная техника, Чубриков Л.Г., 2010

4. Схемотехника аналоговых и цифровых устройств, Галочкин В.А., 2016

5. Методы проектирования электронных устройств, Шеин А.Б., Лазарева Н.М., 2013

Жұмысқа (жобаға) қатысты бөлімдердің консультанттары/Консультанты по работе (проекту) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Бөлім/Раздел	Консультант (Ф.И.О.)	Кафедра	Подпись
Охрана труда и ТБ	Крашевская Т.И.	ЭиР	
Экономика	Полещук А.И.	ЭиР	
Расчет надежности	Риттер Д.В.	ЭиР	
Нормоконтроль	Петров П.А.	ЭиР	

Тапсырма берілген күн/Дата выдачи задания

«26» октября 2020 г

Кафедра меңгерушісі/Заведующий кафедрой

Кашевкин А.А.

(қолы/подпись)

(Аты-жөні/Ф.И.О.)

Жұмысы (жоба) жетекшісі/Руководитель работы

Савостин А.А.

(қолы/подпись)

(Аты-жөні/Ф.И.О.)

Тапсырманы қабылдаған оқушы/Задание принял к исполнению обучающийся

Аргимбаев А.С.

(қолы/подпись)

(Аты-жөні/Ф.И.О.)

Аяқталған жұмыста / жобаны тапсыру мерзімі / Срок сдачи законченной работы/проекта
«21» мая 2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Анализ существующих охранных систем	6
1.1 Постановка задачи	6
1.2 Обзор систем охранной сигнализации.....	8
2 Описание составных частей и характеристик разрабатываемой системы.....	12
2.1 Описание составных частей системы	12
2.1.1 Сигнализатор	12
2.1.2 Пульт охранника	14
2.1.3 Групповое зарядное устройство для аккумуляторных батарей сигнализаторов	16
2.1.4 Зарядное устройство аккумуляторной батареи пульта.....	17
охранника.....	17
2.1.5 Аккумуляторная батарея сигнализатора	18
2.1.6 Ключ-съемник	19
2.1.7 Программа для удаленного мониторинга.....	20
2.2 Основные технические характеристики разрабатываемой	21
системы	21
2.3 Выбор элементной базы охранной системы	22
2.3.1 Выбор радиомодуля.....	22
2.3.2 Выбор микроконтроллера	24
2.3.3 Выбор аккумуляторов	26
2.3.4 Выбор дисплея	28
2.3.5 Выбор GSM/GPRS/GPS модуля	29
2.3.6 Выбор GSM антенны	31
2.3.7 Выбор GPS антенны	32
3 Разработка структурной схемы.....	34
3.1 Разработка структурной схемы сигнализатора.....	34
3.2 Разработка структурной схемы пульта охранника.....	36
4 Работа системы.....	39
4.1 Постановка на охрану.....	39

4.1.1 Включение пульта охранника и сигнализатора.....	39
4.1.2 Привязка сигнализаторов к пульта охранника	40
4.1.3 Установка сигнализатора на охраняемый объект	41
4.1.4 Постановка на охрану.....	42
4.2 Снятие с охраны и демонтаж сигнализатора	43
5 Листинг программы	44
6 Расчет надежности проектируемой системы	46
7 Расчет экономической части.....	52
8 Охрана труда и техника безопасности	54
8.1 Анализ вредных воздействий при изготовлении системы охранной сигнализации	54
8.2 Требования по охране труда при изготовлении корпуса системы	54
8.3 Требования по охране труда при проведении монтажных работ	57
8.4 Требования по охране труда при пайке радиоэлектронных..... элементов	58
8.5 Требования по охране труда при изготовлении печатных плат	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

ВВЕДЕНИЕ

В нынешнее время охранные системы и системы сигнализации обширно применяются в нашей жизни. Они служат для предотвращения несанкционированного доступа посторонних лиц к охраняемому объекту.

По способу взаимодействия с угрозой охранные системы классифицируют на активные и пассивные. Активные охранные системы направлены на обезвреживание злоумышленника, незаконно вторгшегося на охраняемый объект. К активным способам обезвреживания при помощи охранных систем относятся:

- организация подачи электрического напряжения на оградительные сооружения охраняемого объекта;
- организация автоматического запирания дверей, окон, люков помещения при обнаружении посторонних лиц специальными датчиками;
- установка в помещении охранно – дымовых систем, направленных на дезориентацию злоумышленника путем быстрой подачи специального дыма.

Установка активных охранных систем возможна только если законодательство страны позволяет использование данного вида охранных систем на своей территории.

Пассивные охранные системы направлены на оповещение владельца или служб охраны и привлечение их внимания путем подачи звуковых, световых сигналов и сигналов на специальные пульта охраны. Данный вид охранных систем широко используется в большинстве объектов где требуется постоянный мониторинг объекта на предмет незаконного проникновения и предотвращения кражи имущества.

На данный момент на рынке представлены 3 системы охранной сигнализации для защиты подвижных и стационарных объектов от трёх разных стран. В их числе Китай, Россия и Израиль. Охранные системы от производителей России и Китая отличаются низкой ценой, и невысокой надёжностью. Охранные системы Израиля зарекомендовали себя, как отличный продукт на рынке многих стран, но ввиду высокой стоимости их продукция пользуется низким спросом на рынке СНГ.

В ходе выполнения данной дипломной работы будет спроектирована система охранной сигнализации для защиты стационарных и движущихся объектов, отличающаяся от конкурентов невысокой стоимостью и обладающая широким диапазоном рабочих температур, что является важным фактором при проектировании охранных систем, работающих в странах с резко континентальным климатом.

Целью данной дипломной работы является разработка охранной системы, не уступающей по характеристикам зарубежным аналогам, и превосходящей их по надёжности, автономности работы, и стоимости конечного продукта.

Задачами данной дипломной работы являются:

- разработка принципиальной электрической схемы;

- проектирование структурной схемы;
- разработка печатной платы;
- проектирование программного обеспечения;
- сборка рабочего макета устройства;
- проведение испытаний разработанного в условиях, приближенных к реальным.

Объектом исследования в данной дипломной работе является система охранной сигнализации стационарных и подвижных объектов и её компонентов.

Спроектированную в ходе разработке принципиальную-электрическую схему возможно использовать для дальнейшего производства бюджетной охранной сигнализации ввиду её широкого функционала и низкой среднерыночной стоимости.

При исследовании используются: положение теоретической электротехники, теории автоматического управления, методы цифровой обработки сигналов и положения математической статистики.

1 Анализ существующих охранных систем

1.1 Постановка задачи

Система охранной сигнализации представляет собой автоматизированный комплекс для защиты стационарных и подвижных объектов (в том числе установленных на железнодорожном подвижном составе) от несанкционированного доступа, процессов или явлений криминального характера.

Основное назначение – информировать о потенциальном несанкционированном доступе к охраняемому объекту.

Изделие должно состоять из следующих конструктивно законченных устройств:

- сигнализатор, который устанавливается непосредственно на охраняемый объект;
- пульт охранника, представляющий собой портативное устройство, которое собирает данные со всех контролируемых сигнализаторов;
- групповое зарядное устройство для аккумуляторных батарей сигнализаторов;
- зарядное устройство для аккумуляторной батареи пульта охранника.

Требование к принципу работы:

- сигнализаторы крепятся к охраняемым объектам с помощью магнитного крепления, исключая возможность открытия дверей (люков, заслонок) без срабатывания охранных датчиков.

- сигнализаторы поочередно, через установленный интервал времени, передают по радиоканалу данные состояния датчиков и уровне заряда батареи на 4-х псевдослучайно выбранных частотах. Пульт охранника принимает эти данные.

- в случае срабатывания охранного датчика (его открепления от охраняемого объекта, разрыва кабеля) сигнализатор передаёт информацию о нештатном событии вне зависимости от своей очереди выхода в эфир, используя свободные таймслоты эфирного времени на 4 четырёх псевдослучайно выбранных частотах.

- в случае принудительного физического уничтожения сигнализатора или выведения его из строя, регулярная передача данных прекращается, что также является признаком попытки несанкционированного доступа.

- обнаружив потерю связи с сигнализатором или получив информацию о срабатывании охранного датчика, пульт охранника выдаёт сигнал тревоги с указанием номера охраняемого объекта, к которому потенциально предпринята попытка несанкционированного доступа, а также регистрирует в энергонезависимой памяти географические координаты (полученные с GPS приёмника, установленного в пульте) и время, в которое сигнализатор прекратил передавать данные или сообщил о срабатывании датчика.

- как только пульт охранника оказывается в зоне действия GSM сети, он отправляет сохранённые данные на удалённый виртуальный диспетчерский пункт, доступ к которому осуществляется через интернет.

Требования к функциональным и характеристикам:

- обмен по радиоканалу должен быть реализован на базе стандартизированной технологии беспроводной связи LoRa

- максимальное расстояние между сигнализатором и пультом охранника, на котором обеспечивается радиосвязь, должно быть не менее 1,5 км

- время, в течение которого пульт охранника получает информацию о нештатном событии (срабатывание датчика или разрыв кабеля) должно быть от 3 сек до 12 сек.

- время, в течение которого пульт охранника принимает решение о потере связи с сигнализатором (в случае его физического уничтожения, выведения из строя или создания иных условий для невозможности приёма данных) должно быть не более 312 сек.

- пульт охранника должен быть оснащён дисплеем и звуковой сигнализацией, информирующей об обнаружении несанкционированного доступа и критическом уровне заряда аккумуляторной батареи (как собственной, так и каждого из контролируемых им сигнализаторов). Информация о номере сигнализатора с разряженной батареей или зафиксировавшего несанкционированный доступ должна отображаться на дисплее.

- пульт охранника должен быть оснащён органами управления, с помощью которых в него вводится код доступа и формируется таблица соответствия между заводскими номерами сигнализаторов и номерами охраняемых объектов (например номера вагонов).

- пульт охранника должен быть оснащён GPS приёмником.

- пульт охранника должен автоматически вести оперативный журнал, содержащий информацию о состоянии контролируемых им сигнализаторов, уровне заряда аккумуляторных батарей, географическом местоположении.

- пульт охранника должен быть оснащён GSM модулем для передачи оперативного журнала в удалённый виртуальный диспетчерский пункт, доступ к которому осуществляется через интернет.

- питание составных частей изделия должно осуществляться от съёмных аккумуляторных батарей.

- допустимое отклонение характеристик, имеющих количественные значения не должно превышать 10%.

Требование к климатическому и механическому исполнению.

Сигнализатор должен быть изготовлен в ударопрочном, пыле и влагозащищённом корпусе из композитных материалов, обеспечивающим возможность эксплуатации на открытом воздухе в условиях воздействия следующих климатических и механических факторов:

- диапазон рабочих температур от минус 40°C до + 65°C;

- степень защиты от воздействия влаги и пыли не хуже, чем IP65.

Пульт охранника должен быть изготовлен в ударопрочном, пыле и влагозащищённом корпусе из композитных материалов, обеспечивающим возможность эксплуатации в условиях воздействия следующих климатических и механических факторов:

- температура от минус 20°C до + 65°C;
- степень защиты от воздействия влаги и пыли не хуже, чем IP65.
- допустимое отклонение характеристик, имеющих количественные значения не должно превышать 10%.

1.2 Обзор систем охранной сигнализации

В данный момент на рынке представлены охранные системы производства Китая, России и Израиля. Ниже представлены внешний вид данных систем охраны и таблица с их сравнительными характеристиками.



Рисунок 1– Охранная система Jointech J701(справа) и «БИГЛОК»(слева)



Рисунок 2 – Охранная система Watchlock Cube

Таблица 1 – Сравнительные характеристики охранных систем

Характеристики, функциональные возможности	Системы электронного пломбирования (охранной сигнализации)			
	«Jointech J701» Shenzhen Joint Technology (Китай)	«БИГЛОК» АО «ИПК «СТРАЖ» (Россия)	«Watchlock Cube» Starcom Systems (Израиль)	Разрабатываемая система
Габаритные размеры, мм	195x114x37	нет данных	170x75x80	~ 150x75 (полусфера)
Рабочая температура	-20°C...+60°C		-20°C...+60°C	-40°C...+70°C
Вес, гр	700		910	800
Степень защиты от воздействия влаги и пыли	IP67		IP65	IP67
Поддерживаемые GSM частоты, МГц	850/900/1800/1900		850/900/1800/1900	850/900/1800/1900
Возможность удалённого отслеживания состояния и местоположения	да	да	да	да
Возможность оповещения о несанкционированном доступе к охраняемому объекту независимо от наличия зоны действия GSM сети	нет	нет	нет	да (на пульт охранника через LoRa радиомодуль)
Возможность оповещения о физическом уничтожении электронной пломбы	При условии, что в момент уничтожения пломба находилась в зоне действия GSM сети и уничтожение не вызвало отключение устройства до отправки сигнала тревоги			да, гарантировано (решение об уничтожении принимается пультом охранника в случае прекращения получения посылок от электронной пломбы, независимо от GSM сети)

Продолжение таблицы 1

Резервирование канала связи между электронными пломбами и пультом охранника	—			4-х кратное (каждая посылка передаётся на 4-х разных частотах, генерируемых псевдослучайно для каждого нового цикла передачи)
Наличие магнитного крепления	нет	нет	нет	да
Наличие электрозамка, управляемого бесконтактным способом	да (разблокировка возможна только владельцем электронного ключа)	нет	нет	да (разблокировка возможна только владельцем пароля, имеющему доступ к пульту охранника)

В таблице 1 представлен сравнительный анализ охранных систем от разных производителей и разрабатываемая система.

Исходя из таблицы 1, мы видим следующие преимущества разрабатываемой системы перед конкурентами:

- Рабочий диапазон температур составляет от минус 40 до +70 градусов Цельсия, что в странах с низкой среднегодовой температурой имеет важное значение;

- Разрабатываемая система единственная из конкурентов имеет возможность оповещения о несанкционированном доступе к охраняемому объекту независимо от наличия зоны действия GSM сети. Данная возможность доступна благодаря встроенному радио модулю LORA. На рисунке 3 показана зона покрытия сетей GSM. На основании чего можно сделать вывод, о наличии крупных участков пути следования ЖД транспорта без сотовой связи;

- Так же для каждой электронной пломбы резервируется свой канал связи, что позволяет производить мониторинг каждой пломбы в отдельность. Данная функция у конкурентов отсутствует;

- Магнитное крепление позволяет выполнять быстрый монтаж и демонтаж системы на металлические элементы, что позволяет избежать лишних вибраций и ударов оказываемых на систему в ходе движения охраняемого груза.

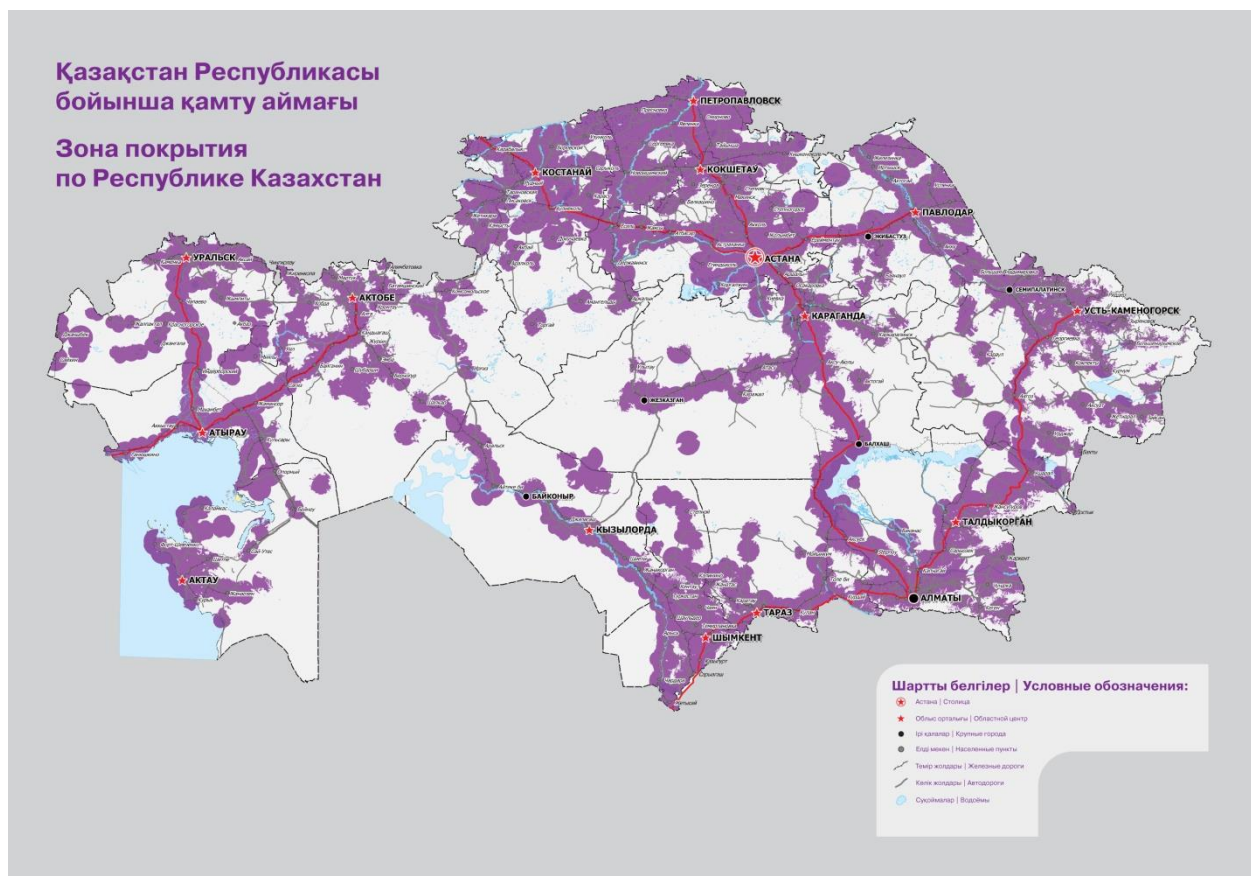


Рисунок 3 – Зоны покрытия сети GSM

2 Описание составных частей и характеристик разрабатываемой системы

Система охранной сигнализации для защиты стационарных и подвижных объектов, разрабатываемая в рамках данного дипломного проекта состоит из следующих конструктивно законченных устройств:

- сигнализатор, который устанавливается непосредственно на охраняемый объект;
- пульт охранника, представляющий собой портативное устройство, которое собирает данные со всех контролируемых сигнализаторов;
- групповое зарядное устройство для аккумуляторных батарей сигнализаторов;
- зарядное устройство для аккумуляторной батареи пульта охранника;
- сменная аккумуляторная батарея для сигнализатора;
- ключ – съёмник;
- программа для удаленного мониторинга.

2.1 Описание составных частей системы

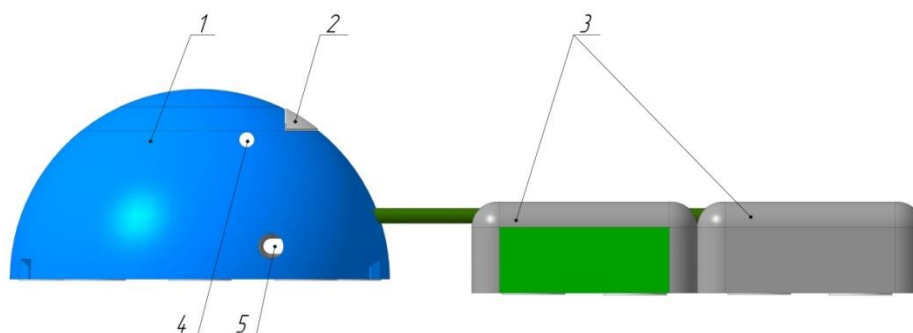
2.1.1 Сигнализатор

Сигнализатор предназначен для непосредственного крепления к металлическим частям охраняемого объекта с помощью магнитного крепления, исключая возможность открытия дверей (люков, заслонок) без срабатывания охранных датчиков. Сигнализатор комплектуется специальным гибким тросом для дополнительного крепления его на охраняемом объекте. Корпус сигнализатора выполнен в виде полусферы, что позволяет немного уменьшить его габаритные размеры.

Сигнализатор состоит из:

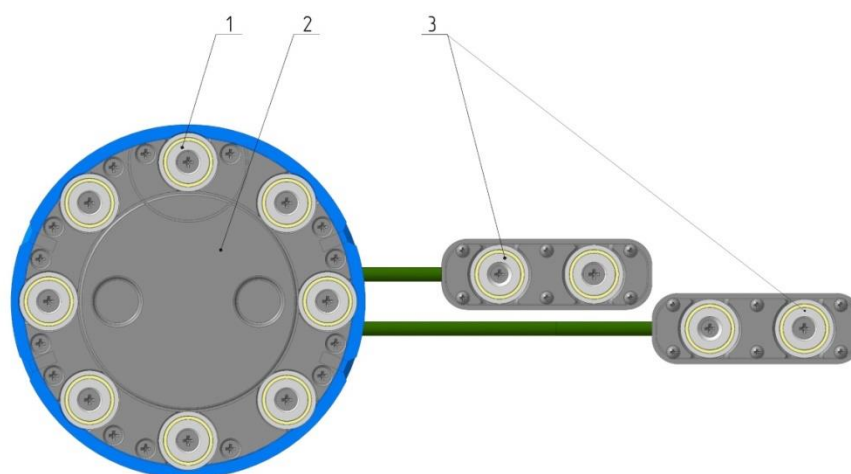
- корпуса, выполненного из прочного полиамида для защиты материнской платы и платы батарейного отсека от попадания влаги, пыли и от внешнего физического воздействия;
- материнской платы для связи с пультом охранника;
- сменной аккумуляторной батареи;
- датчиков;
- светодиодного индикатора, обозначающего работу устройства;

Внешний вид сигнализатора приведен на рисунках 4,5.



1- корпус сигнализатора, 2 – технологическое окно, 3 – датчики, 4 – отверстие №2 (под трос), 5 – отверстие №1 (под трос).

Рисунок 4 – Сигнализатор (вид сбоку)



1,3 – магнитное крепление, 2– сменная аккумуляторная батарея.

Рисунок 5 – Сигнализатор (вид снизу)

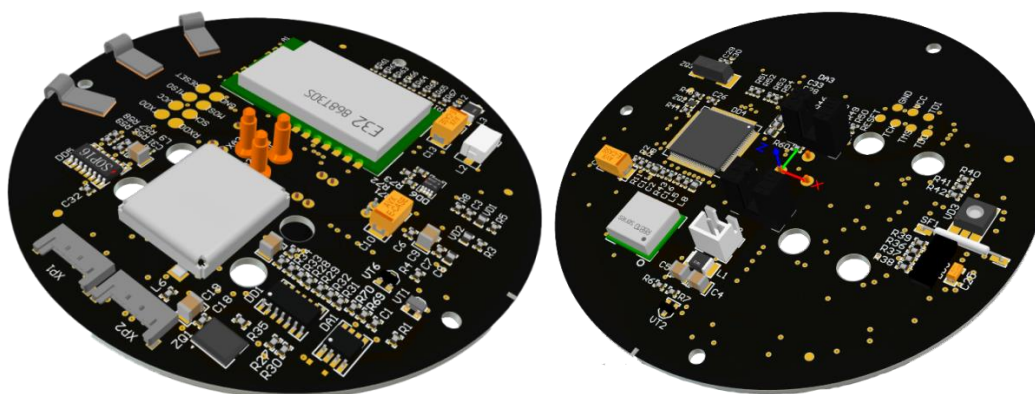


Рисунок 6 – Материнская плата сигнализатора

Таблица 2 –Состояние светодиодного индикатора в технологическом окне

Поведение индикатора	Состояние устройства
Не светиться	Сигнализатор выключен
Непрерывное свечение розовым цветом	Реакция на прикосновение ключом к герконо- вому сенсору. Через 1 – 1,5 секунды после прикосновения цвет свечения меняется в зависимости от со- стояния устройства и его реакции на прикосно- вание
Непрерывное свечение или мигание синим цветом	Электрозамок открыт. Устройство не поставле- но на охрану
Непрерывное свечение или мигание зелёным цветом	Электрозамок закрыт. Устройство поставлено на охрану
Трёхкратное мигание зелёным цветом (в течение не более 2 секунд)	Реакция на корректное примагничивание дат- чика к охраняемому объекту
Трёхкратное мигание крас- ным цветом (в течение не бо- лее 2 секунд)	Реакция на попытку поставить устройство на охрану при некорректно примагниченных или не примагниченных датчиках
Частое мигание (более 4-х раз в секунду, цвет свечения не имеет значения).	Реакция на привязку к пульту охранника через инфракрасный интерфейс
Редкое мигание (не более 1 раза в секунду, цвет свечения не имеет значения).	Реакция на постановку на охрану пульта охранника, к которому привязано устройство (синхронизация с пультом по радиоканалу).
Непрерывное свечение крас- ным цветом	Авария радиомодуля
Непрерывное свечение жёл- тым цветом	Авария модуля АЦП
При постановки на охрану свечение белое	Низкий заряд съёмной аккумуляторной батареи

2.1.2 Пульт охранника

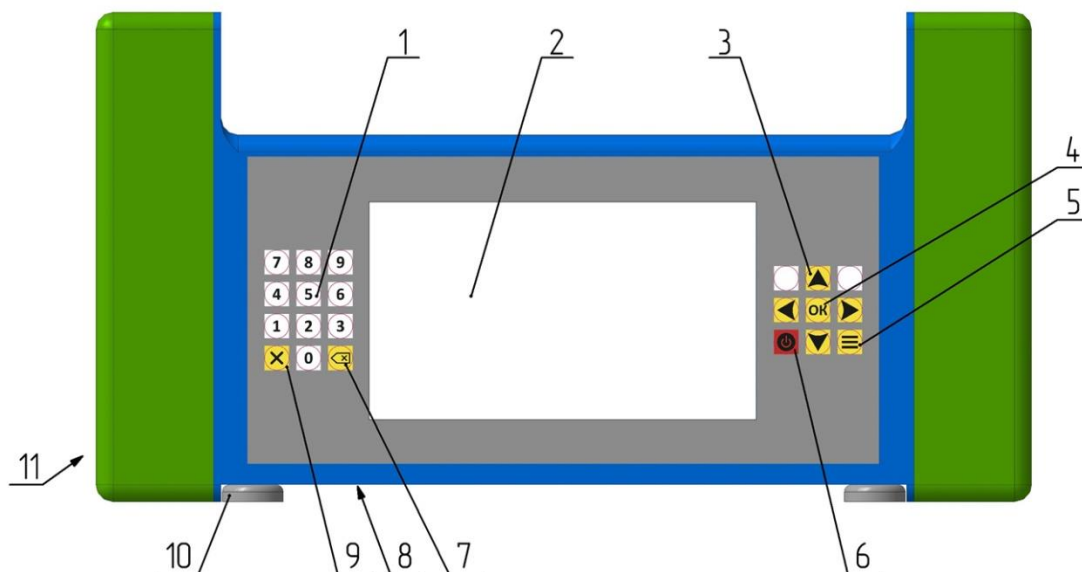
Пульт охранника предназначен для сбора и обработки информации полу-
чаемой от сигнализаторов, визуализации полученной информации, формирова-

ние и передачи пакета данных с информацией о состоянии системы в программу удаленного мониторинга по сетям GSM.

Пульт охранника состоит из:

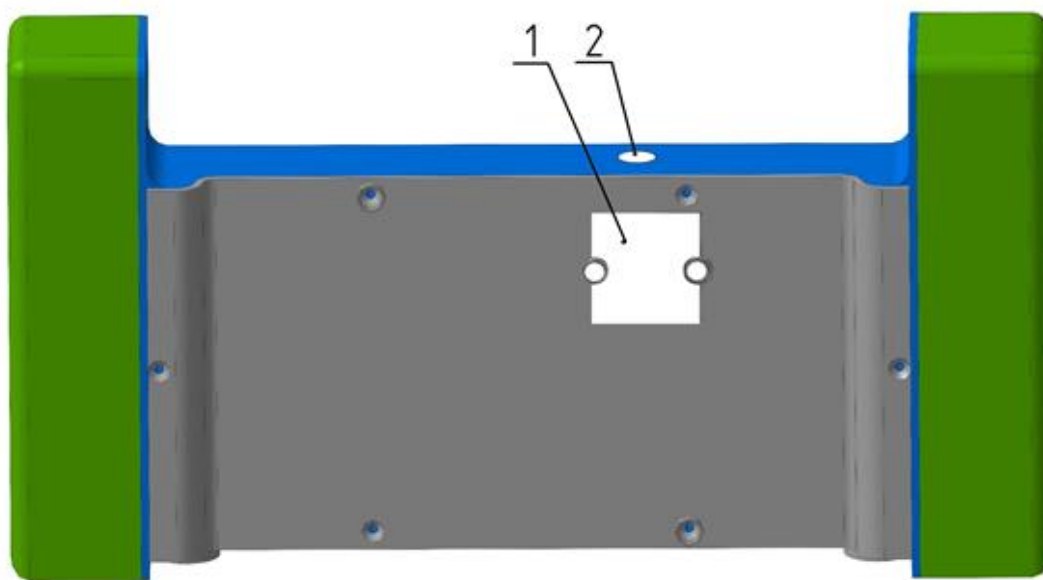
- платы, с размещенными на ней радиокомпонентами;
- цифровой клавиатуры для ввода информации;
- экрана для отображения информации для оператора;
- кнопок навигации, подтверждения, вызова меню, включения, удаления, отмены для осуществления перемещения по меню и взаимодействия с программным обеспечением пульта;
- встроенная аккумуляторная батарея;
- динамика для вывода информации звуковым путем;
- отделения для установки SIM карт и карт памяти;
- GSM антенн, необходимых для корректной передачи информации по сетям с покрытием GSM;
- корпуса, в котором собраны все органы управления, ввода и вывода информации;
- магнитного крепления для более удобного использования пульта в стационарном положении.

Внешний вид пульта охранника приведен на рисунках 7,8.



1 – цифровая клавиатура, 2 – экран, 3 – кнопки навигации, 4 – подтверждения, 5 – кнопка вызова меню, 6 – кнопка включения, 7 – кнопка удаления, 8 – выход динамика, 9 – кнопка отмены, 10 – магнитное крепление; 11 – разъем для подключения зарядного устройства.

Рисунок 7 – Пульт охранника (вид спереди)



1 – отделение для SIM и SD карт, 2 – ИК-порт.

Рисунок 8 – Пульт охранника (вид сзади)

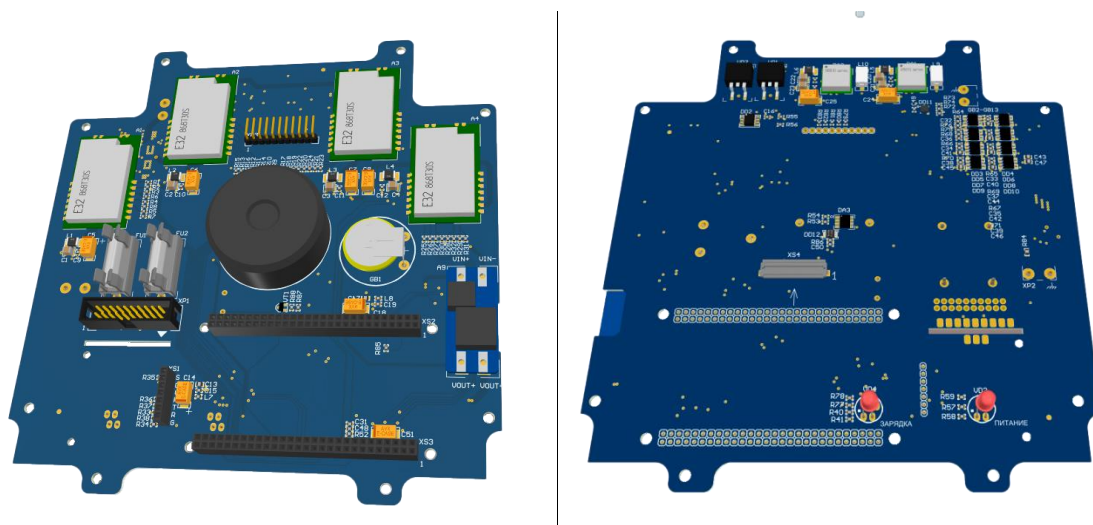


Рисунок 9 – Плата пульта охранника

2.1.3 Групповое зарядное устройство для аккумуляторных батарей сигнализаторов

Групповое зарядное устройство предназначено для проведения подзарядки аккумуляторных батарей, входящих в состав сигнализатора. В данном проекте охранной сигнализации используется зарядное устройство фирмы Pisen модели TS-C081 с четырьмя разъемами USB, два из которых имеют выходной ток 2,4А, а два другие 1А. Данное зарядное устройство имеет небольшие габаритные размеры, складную вилку, что хорошо сказывается на компактности и

эргономичности, а также имеет невысокую цену и достаточную мощность и надежность.



Рисунок 10 – Зарядное устройство Pisen TS-C081

2.1.4 Зарядное устройство аккумуляторной батареи пульта охранника

Зарядное устройство аккумуляторной батареи пульта охранника предназначено для подзарядки встроенной аккумуляторной батареи, входящей в состав данного пульта. При подборе зарядного устройства акцент был сделан на следующие параметры:

- входное напряжение: от 110В до 240В с частотой 50/60Гц;
- выходное напряжение: 5В;
- выходной ток: 10А;
- размеры штекера: 6,5х4,4мм.

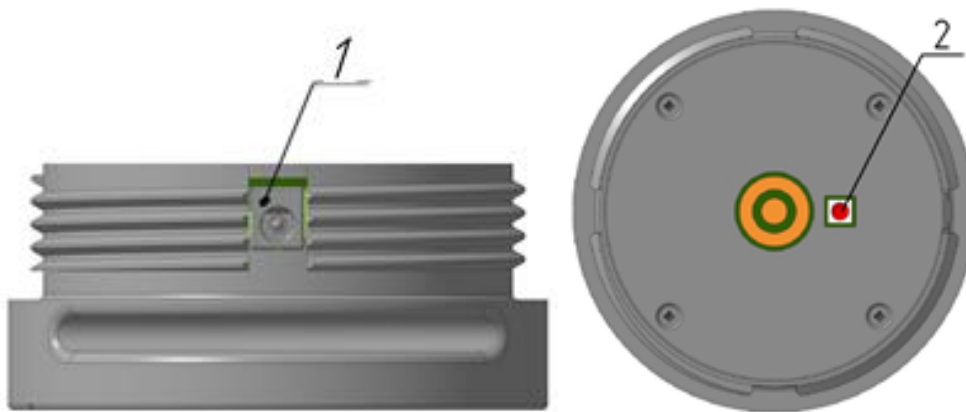
В качестве зарядного устройства был выбран сетевой адаптер AC/DC модели YU-50-5, который соответствует заявленным характеристикам, имеет невысокую стоимость и небольшие габариты.



Рисунок 11 – Сетевой адаптер YU-50-5

2.1.5 Аккумуляторная батарея сигнализатора

Аккумуляторная батарея сигнализатора является сменной и обеспечивает быструю её установку в сигнализатор и надежное соединение за счет резьбового соединения между аккумуляторной батареей и сигнализатором. Установка и снятие батареи осуществляется при помощи специального ключа. На корпусе аккумуляторной батареи имеется гнездо для её зарядки и индикаторная лампа для отслеживания уровня заряда АКБ. Внешний вид АКБ представлен на рисунке 12.



1 – гнездо для подключения зарядного устройства, 2 – индикаторная лампа.

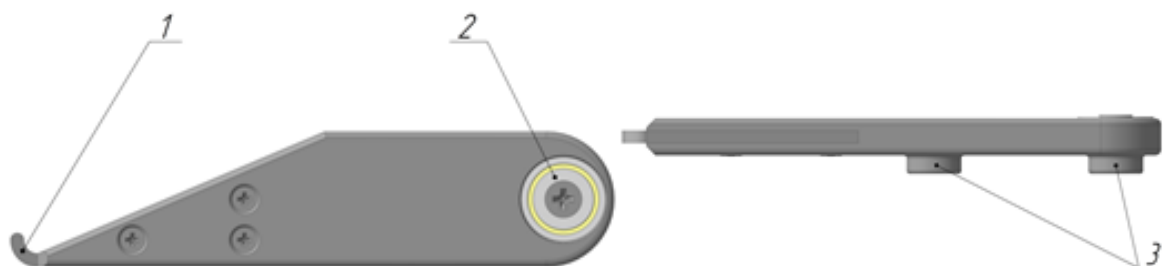
Рисунок 12 – Сменная аккумуляторная батарея

2.1.6 Ключ-съемник

Ключ-съемник предназначен для:

- включения сигнализатора;
- снятие/установки сменной аккумуляторной батареи в сигнализатор;
- снятие/установки сигнализатора с металлических поверхностей охраняемого объекта.

Внешний вид ключа-съемника приведен на рисунке 13.



1 – съёмник, 2 – магнит, 3 – ключ для сменной аккумуляторной батареи.

Рисунок 13 – Ключ-съемник

Ключ-съемник реализует функции управления, описанные в таблице 3.

Таблица 3 – Функции управления, реализуемые при помощи ключа-съемника

Действие, выполняемое ключом	Реакция	Условие
Прикосновение в течение менее 1 секунды	Цвет свечения/мигания светодиода меняется на розовый.	—
Прикосновение в течение более 1 секунды	Включение устройства. Цвет свечения меняется на синий. В течение не более 6 минут, с момента выполнения действия, устройство выключится.	если до выполнения действия ключом устройство было выключено
	Закрытие электрозамка с последующей постановкой на охрану. Цвет свечения/мигания светодиода меняется на зелёный.	если до выполнения действия ключом электрозамок был открыт и корректно установлены датчики

Продолжение таблицы 3

	Открытие электрозамка с последующим снятием с охраны и отвязкой от пульта охранника. Цвет свечения/мигания светодиода меняется на синий. В течение не более 6 минут, с момента выполнения действия ключом, устройство выключится.	если до выполнения действия ключом электрозамок был закрыт
Частое перемещение вдоль нижней границы технологического окна (от края до края, не менее 4-х раз в течение 1 секунды)	Отвязка от пульта охранника. Цвет свечения/мигания светодиода меняется на синий. В течение не более 6 минут, с момента выполнения действия, устройство выключится.	если до выполнения действия ключом электрозамок был открыт

2.1.7 Программа для удаленного мониторинга

Программа предназначена для удаленного мониторинга состояния системы в режиме реального времени. Управляющая программа обеспечивает возможность удалённого мониторинга за состоянием пульта охранника и контролируемых им сигнализаторов.

Перечень контролируемых параметров:

- уровень заряда АКБ;
- координаты географического расположения;
- время регистрации несанкционированного доступа к охраняемому объекту (отрыв датчика сигнализатора);
- время регистрации потери связи с сигнализатором.

Программное обеспечение работает на персональном компьютере под управлением операционной системы WINDOWS, имеющему доступ в сеть internet.

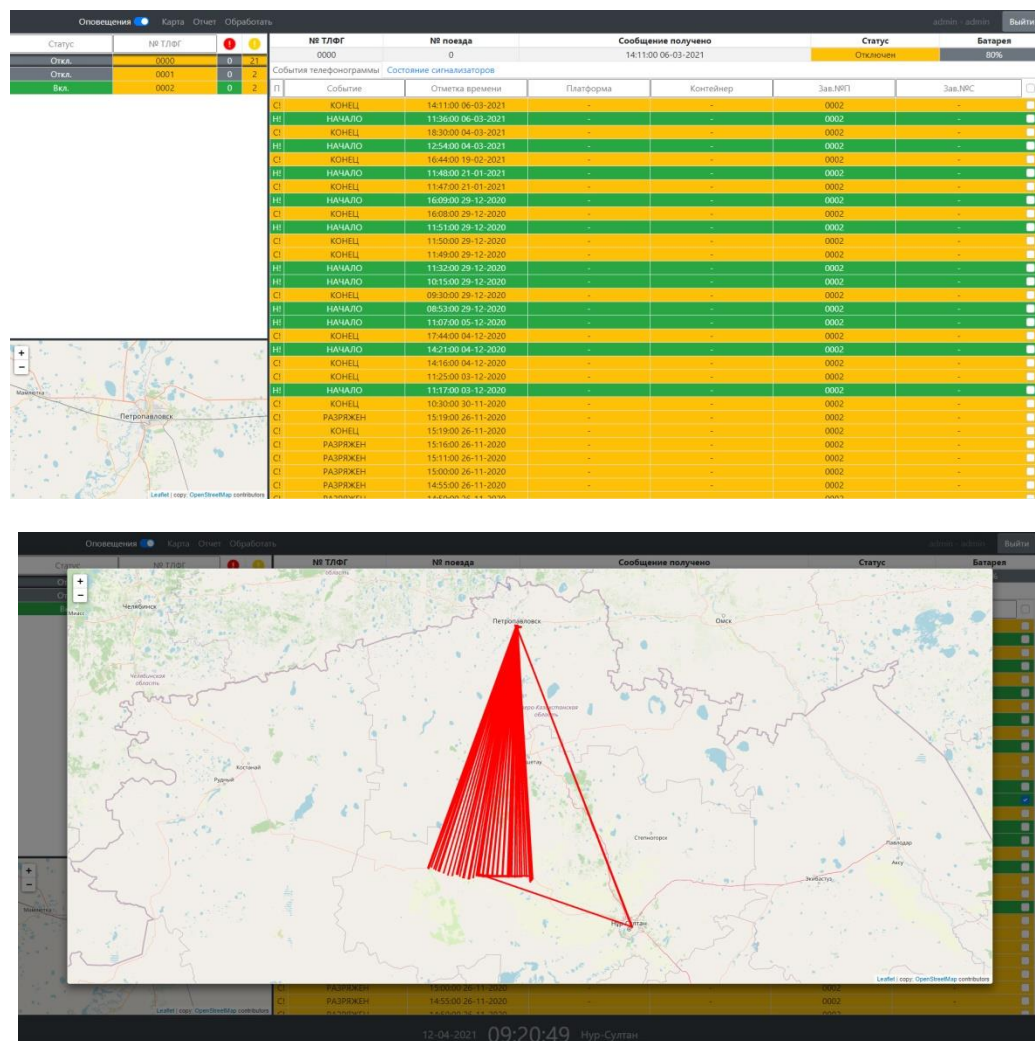


Рисунок 14 – Web интерфейс программы для удаленного мониторинга

2.2 Основные технические характеристики разрабатываемой системы

Характеристики радиоканала связи сигнализаторов с пультом охранника:

- частотный диапазон, МГц.....от 800 до 900;
- мощность передатчика, дБм.....20 до 30;
- модуляция.....LoRaTM (с расширенным спектром и интегрированной прямой коррекцией ошибок);
- дальность, м.....до 1500;
- время, в течение которого пульт охранника получает информацию о нештатном событии (срабатывание датчика или разрыв кабеля), с.....от 3 до 12;
- время, в течение которого пульт охранника принимает решение о потери связи с сигнализатором (в случае его физического уничтожения, выведения из строя или создания иных условий для невозможности приёма данных), с.....не более 306;

- время непрерывной работы на одном заряде встроенных элементов питания, ч..... не менее 120;
- спутниковая система навигации.....GPS/ГЛОНАСС;
- сеть для передачи данных удаленного мониторингаGSM/GPRS.

2.3 Выбор элементной базы охранной системы

2.3.1 Выбор радиомодуля

На дальность радиосвязи влияют следующие факторы:

- длина волны
- высота "подвеса" антенн (приемной и передающей)
- рельеф местности
- влияние окружающей среды (солнечная активность, сезон, время суток и т.д.)

Для портативных приёмо-передающих устройств так же важны:

- соответствие кратности габаритных размеров устройства к используемой длине волны
- мощность излучения передатчика
- чувствительность приемника устройства
- хорошая согласованность между выходным трактом передатчика и антенной

Исходя из выше перечисленных факторов, делаем вывод целесообразности использования модуляции по типу LoRa.

Технология модуляции LoRa (Long Range) представляет собой метод модуляции, который обеспечивает значительно большую дальность связи чем другие конкурирующие с ним способы. Метод основывается на технологии модуляции с расширенным спектром и вариации линейной частотной модуляции с интегрированной прямой коррекцией ошибок. Технология LoRa значительно повышает чувствительность приемника и, аналогично другим методам модуляции с расширенным спектром, использует всю ширину полосы пропускания канала для передачи сигнала, что делает его устойчивым к канальным шумам и нечувствительным к смещениям, вызванным неточностями в настройке частот при использовании недорогих опорных кварцевых резонаторов. Технология LoRa позволяет осуществлять демодуляцию сигналов с уровнями на 19,5 дБ ниже уровня шумов, притом что для правильной демодуляции большинству систем с частотной манипуляцией нужна мощность сигнала как минимум на 8-10 дБ выше уровня шума. Модуляция LoRa определяет тот физический уровень, который может быть использован с различными протоколами и в различных вариантах сетевой архитектуры.

При выборе радио модуля важную роль имеют такие параметры как:

- габаритные размеры
- диапазон рабочих температур

- номинальное напряжение питания
- рабочий ток
- ток спящего режима

На основании выше изложенных параметров был выбран радио модуль фирмы EBYTE 2ALPH-E32. Помимо соответствия требуемым параметрам данный радио модуль обладает предустановленным коннектором для монтажа антенны. На рисунке 15 показан внешний вид радио модуля, в таблице 4 представлены технические характеристики.



Рисунок 15 – Радио модуль EBYTE E32-868T30S.

Таблица 4 – Технические характеристики EBYTE 2ALPH-E32

Параметры	Значение
Рабочая частота	433 МГц
Мощность передатчика	30 дБм
Чувствительность приема	147 дБм
Дальность передачи	5-8 км
Габаритные размеры	23x43x6 мм
Интерфейс связи	UART
Рабочее напряжение	3.3-5 В
Рабочий ток	550-610 мА
Ток спящего режима	5-10 мА
Диапазон рабочих температур	От -40 до +85

2.3.2 Выбор микроконтроллера

В связи с необходимостью коммутации большого количества электрических элементов схемы, высокие требования к быстродействию схемы, и наличие интерфейса связи UART, данная охранная система будет реализована на микроконтроллере AtMega 2560 производства Microchip. Внешний вид представлен на рисунке 16. Американская компания Microchip зарекомендовала себя на рынке за счёт выпуска 8; 18; 32-битных микроконтроллеров высокого качества. [16]

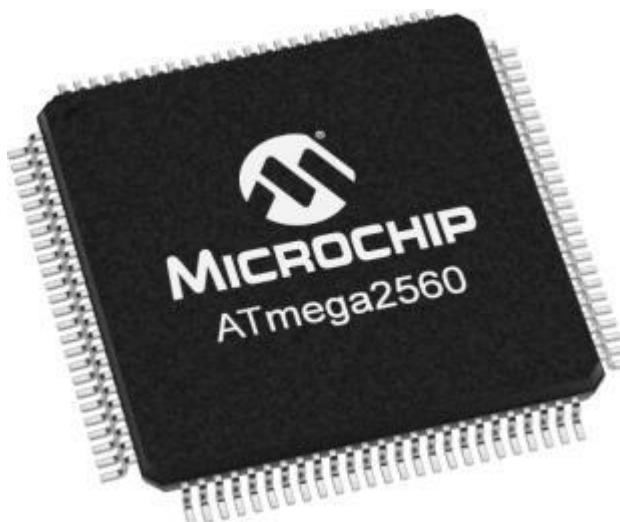


Рисунок 16 – Микроконтроллер AtMega 2560 Microchip

В таблице 5 представлены технические характеристики микроконтроллера.

Таблица 5 – Технические характеристики микроконтроллера AtMega 2560

Параметры	Значения
Тип микросхемы	Микроконтроллер AVR
Объём памяти EEPROM	4 кБ
Объём памяти SRAM	8кБ
Объём Flash-памяти	256кБ
Тактовая частота	16МГц
Кол-во каналов ШИМ	15
Тип корпуса	SMD
Напряжение питания	от 3.3-5 В
Рабочая температура	От -40 до +85
Общее количество портов	86 шт.
Аналоговые входы	16 шт.
Цифровые входы/выходы	54 шт.

Микроконтроллер представлен RISC процессором, разработанным AVR и функционирующим на частоте 16МГц, которая максимальна из всей линейки продуктов ATMel. На кристалле его чипа расположены все устройства, относимые к общему понятию компьютерной системы: оперативная и перепрограммируемая постоянная, а также flash память, интерфейсные мосты, умножитель.

Процессор характеризуется, как вычислитель одного по времени отклика, на выполнение любой команды, вне зависимости от ее сложности. Разрядность шины адресов и внутренних регистров — 8 бит. Максимальный размер подключаемой, внешней памяти SRAM – 64 Кбайт. Задающий частоту генератор находится в составе самой микросхемы контроллера.[16]

Назначение микроконтроллера – управлять внешним оборудованием, соответственно и для любого из них необходимо большое количество коммуникационных портов. ATMega2560, кроме стандартных, дискретных параллельных и последовательных входов\выходов, оснащен и преобразователями аналоговых сигналов, как в цифровые, так и из них.

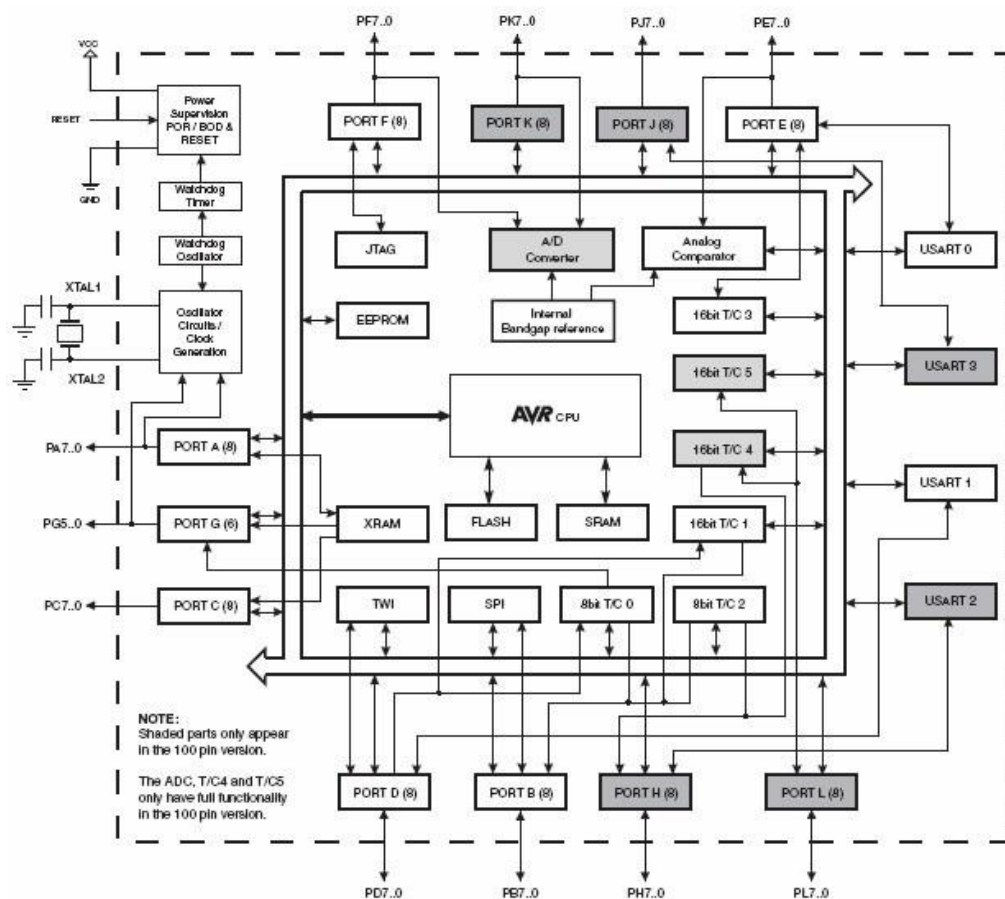


Рисунок 17 – Структурная схема AtMega 2560

Цифровые каналы представлены 54 контактами, работающими, как на ввод, так и на вывод. Часть линий можно задействовать не только для цифро-

вой дискретной выдачи 0 и +5В, соответствующих логическим 0 и 1, но и изменять программно их выходное напряжение, используя ШИМ(PWM) таймеры.

Наибольшие плюсы ATmega2560 сравнительно с моделями контроллеров других производителей – это универсальность, отработанная система разработки кода процессора Arduino IDE, документированность возможностей, наличие множества модулей расширения.

Также большое значение имеет время выполнения команд самим устройством – оно заявлено одинаковым для всех инструкций, вне зависимости от их сложности.

Помимо этого данный микроконтроллер обладает небольшими габаритами корпуса и обладает широким диапазоном рабочих температур. [16]

2.3.3 Выбор аккумуляторов

Электрический аккумулятор — химический источник тока многоразового действия, который может быть вновь заряжен после разряда. Вторичный элемент, в процессе заряда функционирует как электролитическая ячейка (электролизер). В первичном элементе используется самопроизвольная химическая реакция. В электролизере электрическая энергия вызывает желаемую химическую реакцию. Перезарядка аккумулятора происходит путем пропускания тока внешнего источника. Многие реакции, используемые в гальванических (первичных) элементах непригодны для аккумуляторов даже в случае их обратимости, так как цикл разряд — заряд может изменить состояние электродов. Наибольшее распространение получили свинцовые и щелочные (железнодорожные и кадмий-никелевые) аккумуляторы, также используются цинк-серебряные, цинк-воздушные и марганцевые. Два и более аккумулятора для повышения напряжения, тока, мощности или надежности могут быть гальванически соединены в аккумуляторную батарею.

Аккумуляторная батарея используется для циклического накопления энергии (через заряд-разряд) и автономного электропитания различных электротехнических устройств и оборудования, а также для обеспечения резервных источников энергии в медицине, производстве, транспорте и в других сферах.

Принцип действия аккумулятора основан на обратимости химической реакции. Работоспособность аккумулятора может быть восстановлена путём заряда, то есть пропусканием электрического тока в направлении, обратном направлению тока при разряде. Несколько аккумуляторов, объединённых в одну электрическую цепь, составляют аккумуляторную батарею.[24]

В настоящее время существуют следующие разновидности аккумуляторных батарей, показанные на рисунке 18.

Аккумуляторные батареи, используемые в данном дипломном проекте относятся к типу литий – ионных, но с повышенным параметром рабочих температур. На рисунке 19 показан внешний вид морозостойкого аккумулятора Panasonic NCR – 18650F.

Тип	Применение	Обозначение	Рабочая температура, °С	Напряжение элемента, В	Удельная энергия, Вт·ч/кг
Литий-ионный (Литий-полимерный, литий-марганцевый, литий-железо-сульфидный, литий-железо-фосфатный, литий-железо-иттрий-фосфатный, литий-титанатный, литий-хлорный, литий-серный)	Транспорт, телекоммуникации, системы солнечной энергии, автономное и резервное электроснабжение, Hi-Tech, мобильные источники питания, электроинструмент, электромобили и т.д.	Li-Ion (Li-Co, Li-pol, Li-Mn, LiFeP, LFP, Li-Ti, Li-Cl, Li-S)	-20 ... +40	3,2-4,2	280
никель-солевой	Автомобильный транспорт, ЖД транспорт, Телекоммуникации, Энергетика, в том числе альтернативная, Системы накопления энергии	Na/NiCl	-50 ... +70	2,58	140
никель-кадмиевый	Электрокары, речные и морские суда, авиация	Ni-Cd	-50 ... +40	1,2-1,35	40 – 80
железо-никелевый	Резервное электропитание, тяговые для электротранспорта, цепи управления	Ni-Fe	-40 ... +46	1,2	100
никель-водородный	Космос	Ni-H ₂		1,5	75
никель-металл-гидридный	электромобили, дефибрилляторы, ракетно-космическая техника, системы автономного энергоснабжения, радиоаппаратура, осветительная техника.	Ni-MH	-60 ... +55	1,2-1,25	60 – 72
никель-цинковый	Фотоаппараты	Ni-Zn	-30 ... +40	1,65	60
свинцово-кислотный	Системы резервного питания, бытовая техника, ИБП, альтернативные источники питания, транспорт, промышленность и т.д.	Pb	-40 ... +40	2, 11-2,17	30 – 60
серебряно-цинковый	Военная сфера	Ag-Zn	-40 ... +50	1,85	<150
серебряно-кадмиевый	Космос, связь, военные технологии	Ag-Cd	-30 ... +50	1,6	45 – 90
цинк-бромный		Zn-Br		1,82	70 – 145
цинк-хлорный		Zn-Cl	-20 ... +30	1,98-2,2	160 – 250

Рисунок 18 – Виды аккумуляторных батарей



Рисунок 19 – Аккумуляторная батарея Panasonic NCR – 18650F

Ниже представлен график зависимости емкости и напряжения аккумуляторной батареи при изменении температуры окружающей среды.

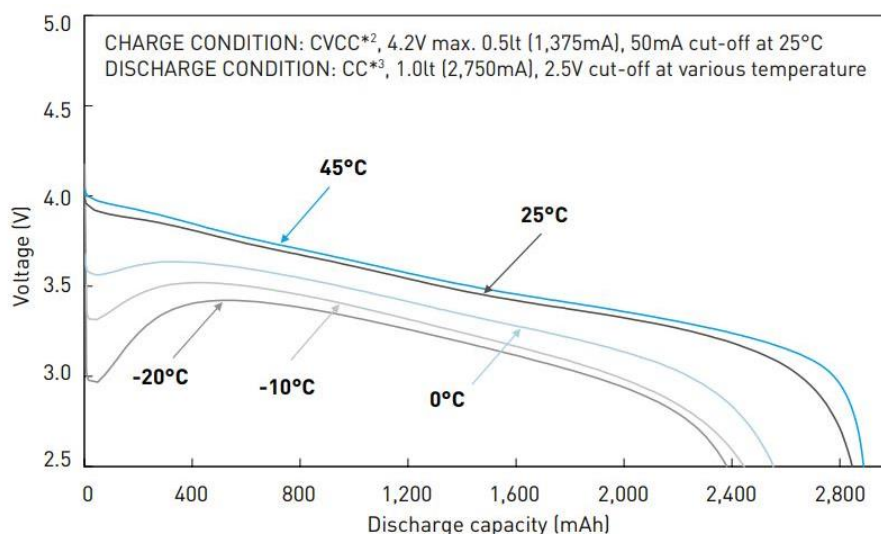


Рисунок 20 – График зависимости емкости и напряжения аккумуляторной батареи от изменения температуры окружающей среды

2.3.4 Выбор дисплея

Дисплей — электронное устройство, предназначенное для визуального отображения информации. Дисплеем в большинстве случаев можно назвать часть законченного устройства, используемую для отображения цифровой, цифро-буквенной или графической информации электронным способом.

В настоящее время получили распространение сенсорные дисплеи, они бывают нескольких видов:

- резистивные;
- проекционно-ёмкостные;
- поверхностно-ёмкостные;
- дисплеи на поверхностно-акустических волнах;
- сенсорно-сканирующие.

В данной дипломной работе используется 7 дюймовый цветной графический LCD дисплей с емкостным сенсорным экраном для встраиваемых решений от фирмы Waveshare. [16]

Технические характеристики:

- LCD тип: TFT;
- Интерфейс: RGB/LVDS;
- Touch контроллер: FT5206GE1;
- Touch Panel тип: Емкостной (5 multi-touch);
- Подсветка: LED;
- Размер дисплея: 153.6 x 90мм;
- Зернистость: 0.05 x 0.15мм;

- Соотношение сторон: 8: 5;
 - Разрешение: $1024 \times 3(\text{RGB}) \times 600$ пикселей.
- Внешний вид представлен на рисунке 21.



Рисунок 21 – Дисплей фирмы Waveshare

Данный дисплей обладает хорошей цветопередачей, высоким разрешением, удобным методом крепления, а так же сенсорным модулем, который позволяет пользователю управлять пультом охранника. В связи с этим отпадает необходимость использовать внешнюю клавиатуру.

2.3.5 Выбор GSM/GPRS/GPS модуля

GSM модуль необходимый в проектируемом устройстве для коммуникации то есть для передачи сигнала тревоги, и управлению всей системой через канал сотовой связи, решено выбрать из линейки продукции компании SIMcom, данная компания в сфере производства и разработки LTI, UMTS, EDGE модулей, модемов, терминалов является одной из ведущих, в сегменте электронных компонентов на 2015 год является абсолютным лидером по продаже модулей машинно - машинного взаимодействия (M2M), с использованием всех возможностей сетей сотовой связи. Модули под логотипом данной фирмы широко применяются в системах платежей, телеметрии, мониторинга, охраны и в других, где есть необходимость использовать беспроводные сети. Одними из самых популярных, за счет качества, характеристик и цены, GSM модули данной компании представлены линейкой SIM-900-й и SIM-800-й серий. [30]

Каждая печатная плата — это переходник между GSM-модулем и пользователем. Самые простые из них предоставляют пользователю минимальный функционал — обмен данными с GSM-модулем по UART. В том числе, каждая из плат, в обязательном порядке имеет слот для внешней SIM-карты, таким об-

разом, реализуя для пользователя этот интерфейс. Более сложные варианты, включая Arduino-шилды, наоборот, делают доступ к расширенному функционалу модуля более удобным.

SIM 900 и SIM 800 представляют собой GSM/GPRS модули причем довольно бюджетные. Их корпус небольшого размера с очень распространенным форм-фактором с торцевыми контактами что облегчает и удешевляет монтаж. Посадочные места данных модулей совместимы, хотя они и немного отличаются по размерам. Необходимо отметить что, на одной программной и аппаратной платформе созданы все модули данной серии, отличаются лишь функциональными особенностями, но все способны выполнять стандартный набор функций, таким как SMS, CSD звонки, голосовое соединение и др. [30]

Так же очень хорошо, что большинство AT- команд (созданных фирмой и относящихся к стандарту GSM 07.07, 07.05) применяемых в данных модулях для настройки отдельных функций работы, управления, работы со стеком (TCP/IP) и др., схожи и взаимозаменяемы, благодаря чему облегчается их настройка и работа с ними, ведь поработав с одним модулем и изучив AT-команды, можно с легкостью перейти на другой не тратя время на повторное обучение, это говорит о их универсальности. SIM900 и SIM800 поддерживают протоколы FTP и HTTP, в них также встроен DTMF - декодер, который необходим для реализации поставленной задачи проектируемой системы, чем не может похвастаться продукция многих других производителей, в данном ценовом сегменте, единстве для SIM900 данные функции доступны только в специальной прошивке расширяющей функционал. SIM800 способен обеспечить в несколько раз большую скорость выгрузки по сравнению с SIM900 благодаря поддержки GPRS multi-slot class 12, также на борту у него имеется интерфейс импульсно-кодовой модуляции (PSM) который применяется для оцифровки аналоговых сигналов. SIM800 новее, отличия со своим собратом конечно не сильно велики и кроются в мелочах, ее функционал расширен многие специальные возможности требующие особой версии прошивки SIM900, доступны в базовой для SIM800, эта платформа бесспорна удачная, об этом также говорит то что начиная с 2016 года SIM900 потихоньку начал сниматься с производства а на его замену компания производитель предлагает именно SIM800. [11]

В данном дипломном проекте используется модуль модели SIM808. Его основные характеристики и отличительные особенности указаны ниже:

- четыре рабочих диапазона частот: 850/900/1800/1900 МГц;
- мультислот GPRS класса 12/10;
- мобильные станции GPRS класса B;

Совместимость со стандартом GSM phase 2/2+ по мощности излучения:

- класс 4 (2 Вт на частоте 850/900 МГц);
- класс 1 (1 Вт на частоте 1800/1900 МГц);
- соответствие спецификации Bluetooth 3.0+ с увеличенной скоростью передачи данных (EDR);
- размеры модуля: 24 мм × 24 мм × 2.6 мм;
- вес: 3.3 г;

- управление посредством AT-команд (3GPP TS 27.007);
 - расширенный набор AT-команд 27.005 и SIMCOM;
 - диапазон напряжения питания: от 3.4 В до 4.4 В;
 - низкая потребляемая мощность;
 - диапазон рабочих температур: от -40°C до +85°C;
- Спецификации для данных GPRS:
- GPRS класс 12: максимальная скорость передачи данных 85.6 Кбит/с (входящее и исходящее соединение);
 - поддержка пакетного широкополосного канала управления (PBCCN);
 - схемы кодирования: CS 1, 2, 3, 4;
 - стек протоколов PPP;
 - схема передачи данных с переключением (CSD) со скоростью до 14.4 Кбит/с;
 - интерактивный сервис коротких сообщений (USSD);
 - спецификации для передачи сообщений SMS через сети GSM/GPRS;
 - сервис взимания платы за входящие и исходящие сообщения при соединении «точка-точка»;
 - передача SMS в рамках соты;
 - режим передачи текстовых и пакетных (PDU) данных; [30]
- Внешний вид GSM модуля SIM 808 представлен на рисунке 22.



Рисунок 22 – GSM модуль SIM 808

2.3.6 Выбор GSM антенны

Антенны GSM – это пассивное устройство, предназначенное для усиления сигнала от мобильного оператора. Антенна сделана из проводящей металлической ленты или провода. Это позволяет проходить электрическому току, который создает магнитное поле. В зависимости от частоты, будет произво-

даться волна определенной длины. Чем ниже частота, тем длиннее будет волна, что позволит передавать GSM-сигнал на более дальние расстояния.[11]

В качестве GSM антенны для данного дипломного проекта была выбрана антенна внутренняя фирмы MOLEX модели 207235-0150. Внешний вид данной антенны представлен на рисунке 23.



Рисунок 23 – Антенна MOLEX модели 207235-0150

Основные характеристики антенны MOLEX модели 207235-0150:

- минимальная частота: 824 MHz;
- максимальная частота: 2.17 GHz;
- протокол - сотовая связь, NBIoT, LTE: Cellular (NBIoT, LTE);
- форма: гибкая;
- размеры: 40.4 мм x 19.4 мм x 2мм ;
- длина кабеля: 150 мм;

Данная антенна была выбрана для дипломного проекта ввиду ее малых габаритных размеров, удобного метода крепления, обширного частотного диапазона, гибкой формы, устойчивости к повышенным и пониженным температурам и низкой цене.

2.3.7 Выбор GPS антенны

GPS-антенны – приспособления для определения различными приборами координат местности, отличающиеся высокой точностью при работе на расстоянии до трех метров. Они используются в беспроводных структурах, производятся в нескольких видах, различающихся дальностью принятия сигнала в отношении спутника, пропускной способностью и прочими параметрами, что обуславливает необходимость грамотного выбора. [11]

Существующие виды GPS-антенн классифицируются на активные и пассивные, внешние и внутренние. Выбирать их нужно правильно, чтобы избежать снижения характеристик приемника. [11]

Активные приемные приспособления отличаются наличием встроенного малошумного усилителя для улавливания сигнала. Они предназначены для коннекта приборов снаружи. Их использование позволяет снизить воздействие помех, увеличить чувствительность в условиях большого шума. Внешние антенны подключаются к приемникам, не имеющим встроенных аппаратов, оснащенных специальными выводами. Наиболее удобными являются модели на магнитном основании, упрощающем процесс монтажа. [11]

Применение наружных приборов может обуславливаться рядом факторов:

- наличием в автомобилях особого напыления на стеклах, препятствующего эффективному приему сигнала от спутника;
- установкой ограничителей в бронированной технике;
- плохим сигналом GPS, вызванным экранированием и помехами.

Пассивные приемные устройства не имеют встроенного усилителя. Они работают без дополнительного источника питания и сильно подвергаются негативному воздействию внешних электромагнитных полей.

В данном дипломном проекте используется активная внутренняя GPS антенна от фирмы BEITIAN модели BT-1575. Данная антенна использует керамическую антенну, производителем которой является известная крупная компания Buetues в Китае.

Внешний вид данной антенны показан на рисунке 24.

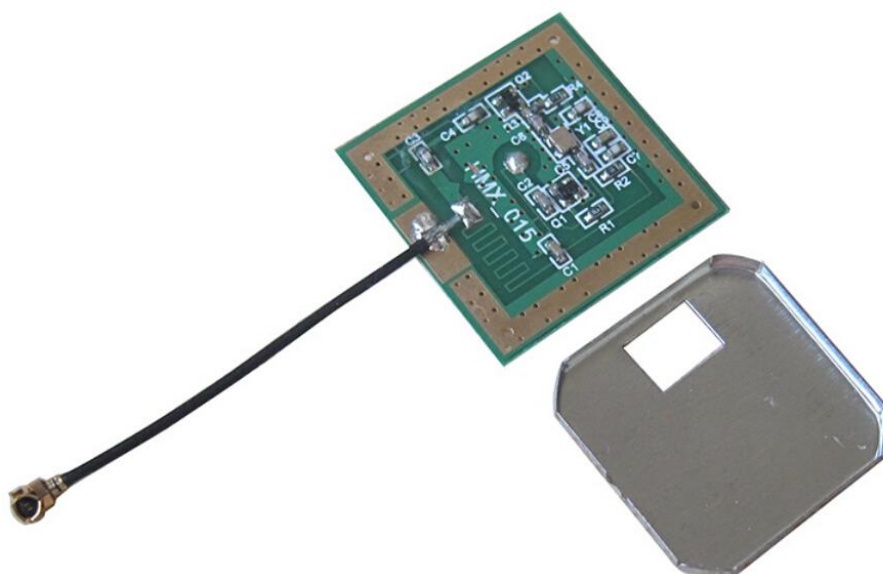


Рисунок 24 – Антенна BT – 1575 с защитным кожухом

3 Разработка структурной схемы

Структурная схема — это совокупность элементарных звеньев объекта и связей между ними, один из видов графической модели. Под элементарным звеном подразумевается часть объекта, системы управления и т. д., которая реализует элементарную функцию [17].

Структурная схема разрабатывается на начальных стадиях проектирования и предшествует разработке схем других типов. Структурная схема определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи между ними. Схема отображает принцип действия изделия в самом общем виде.

Действительное расположение составных частей на структурной схеме не учитывают и способ связи не раскрывают. Построение схемы должно давать наглядное представление о:

- составе изделия,
- последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

Функциональные части на схеме изображают в виде прямоугольников или условных графических обозначений. При изображении функциональных частей в виде прямоугольников их наименования, типы и обозначения вписывают внутрь прямоугольников.

Направление хода процесса, происходящего в изделии, обозначают стрелками, соединяющими функциональные части. На схемах простых изделия функциональные части располагают в виде цепочки в соответствии с ходом рабочего процесса в направлении слева направо. Схемы, содержащие несколько основных рабочих каналов, рекомендуется вычерчивать в виде параллельных горизонтальных строк [17].

3.1 Разработка структурной схемы сигнализатора

Основным вычислительным ядром сигнализатора является микроконтроллер AtMega 2560, который коммутирует все элементы системы.



Рисунок 25 – Начальный этап построения структурной схемы системы сигнализатора

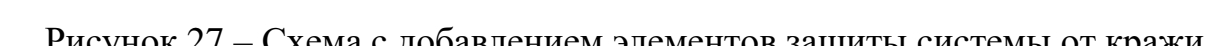


пления сигнализатора к металлическим поверхностям

мом объекте используется тензодатчик.

звучит шлейф – антиудлиннитель.

сигнализатора используется электрозамок с тросом, который запирается авто-



Так как в зависимости от температурных условий у аккумуляторов ме

ты системы используются органы управления и индикации. Ими являются све-

используется радиомодуль с модуляцией LoRa.

Скелетальная структурная схема сингалятора представлена на рисунке 28.

35

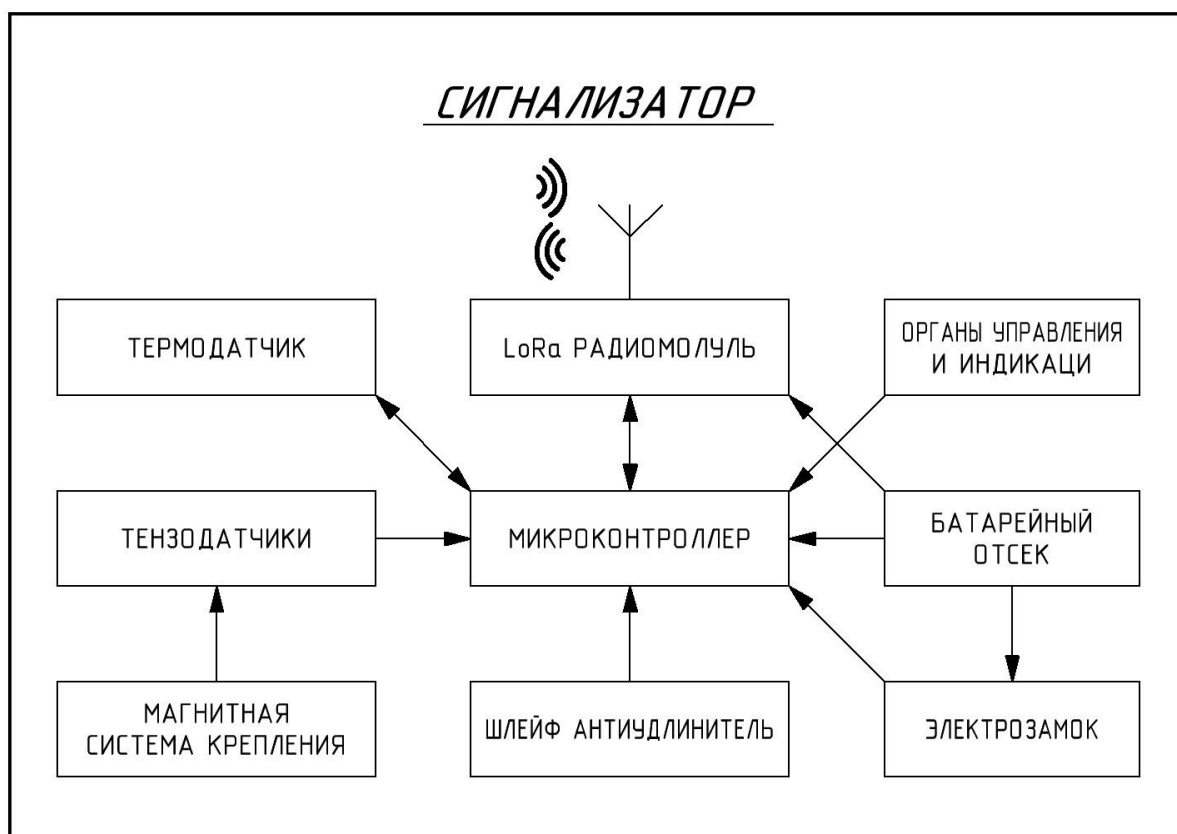


Рисунок 28 – Структурная схема сигнализатора

3.2 Разработка структурной схемы пульта охранника

Также, как и в сигнализаторе основным элементом коммутации является микроконтроллер.



Рисунок 29 – Начальный этап построения структурной схемы системы пульта охранника

Для отображения информации с сигнализаторов в пульте охранника используется жидкокристаллический дисплей. Также, для взаимодействия пользователя с пультом охранника предусмотрены органы управления в виде встраиваемой клавиатуры.



Рисунок 30 – Схема с добавлением дисплея и органов управления

Для связи пульта охранника с сигнализатором используются радиомодули, такие как GSM радиомодуль и радиомодуль с модуляцией LoRa. GSM радиомодуль используется для передачи сигнала от сигнализатора до пульта охранника посредством GSM сетей на далекие расстояния. Радиомодуль с модуляцией LoRa используется для передачи сигнала от сигнализатора до пульта охранника при помощи той самой модуляции LoRa, которая имеет собственную частоту передачи и помехи при передаче сигнала таким способом практически исключены.

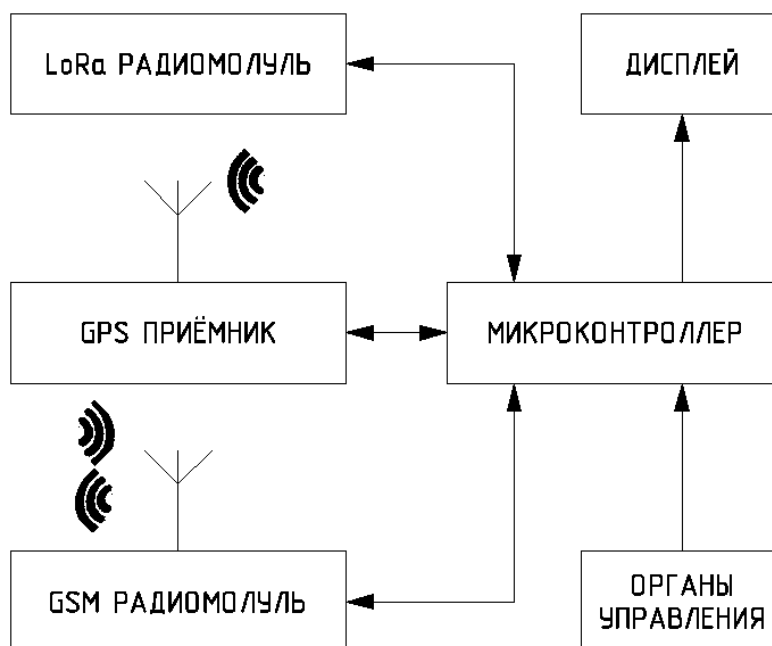


Рисунок 31 – Схема с добавлением радиомодулей

Для питания всех элементов сигнализатора используется морозостойкий аккумулятор формата 18650, такой же, как используется в сигнализаторе.

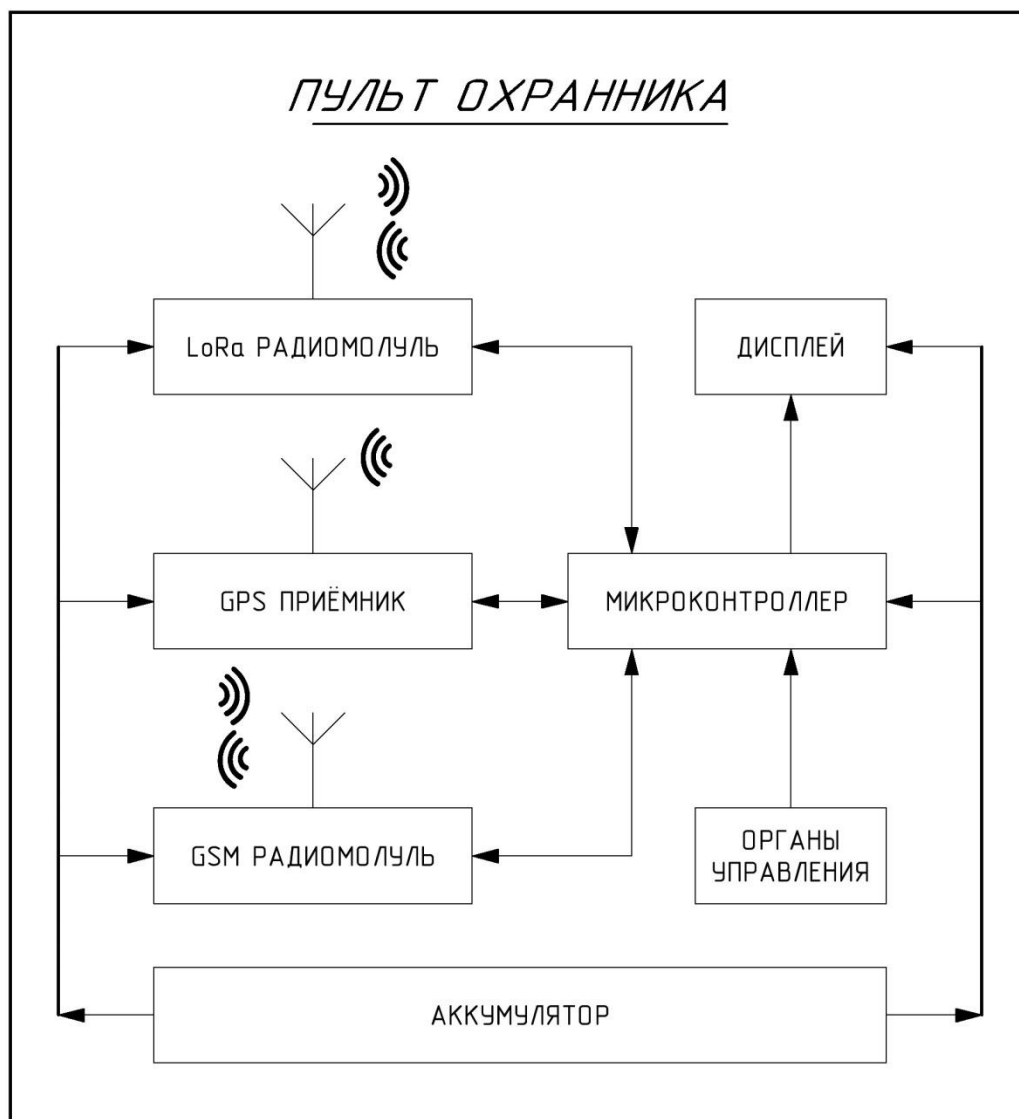


Рисунок 32 – Структурная схема пульта охранника

Для мониторинга системы через сеть internet используется специально разработанное для данной системы web приложение. Интерфейс данного приложения изображен на рисунке 14.

Окончательный вид структурной схемы изображен в приложении А.


4 Работа системы

4.1 Постановка на охрану

Постановка на охрану разрабатываемой в данном дипломном проекте системы охранной сигнализации производится в следующей последовательности:

- включение пульта охранника и сигнализатора;
- привязка сигнализаторов к пульту охранника;
- установка сигнализаторов на охраняемый объект.
- постановка на охрану.

4.1.1 Включение пульта охранника и сигнализатора

Включение пульта охранника производится нажатием и удержанием в течении 10 секунд кнопки включения «» (рисунок 7).

Включение сигнализатора производится ключом-съёмником. Для этого необходимо приложить магнит ключа-съёмника к сигнализатору как показано на рисунке 7 и дождаться изменения свечения/мигания индикатора в технологическом окне с розового на синий. Если через 5 минут после включения не будет произведена привязка сигнализатора к пульту охранника, сигнализатор автоматически выключиться.



Рисунок 33 – Включение, постановка на охрану и снятие с охраны сигнализатора

4.1.2 Привязка сигнализаторов к пульту охранника

Привязка сигнализатора к пульту охранника осуществляется через инфракрасный порт (ИК-порт).

Для привязки сигнализатора к пульту охранника необходимо:

1. убедиться, что сигнализатор включен, в технологическом окне сигнализатора горит синий индикатор;
2. расположить пульт охранника и сигнализатор как указано на рисунке 8;
3. на пульте охранника войти в меню оператора и выбрать подменю «Создать»
4. В появившемся окне указать номер вагона на который планируется установить сигнализатор, либо номер охраняемого помещения и нажать кнопку «Записать сигнализатор».

При успешном прохождении процедуры привязки:

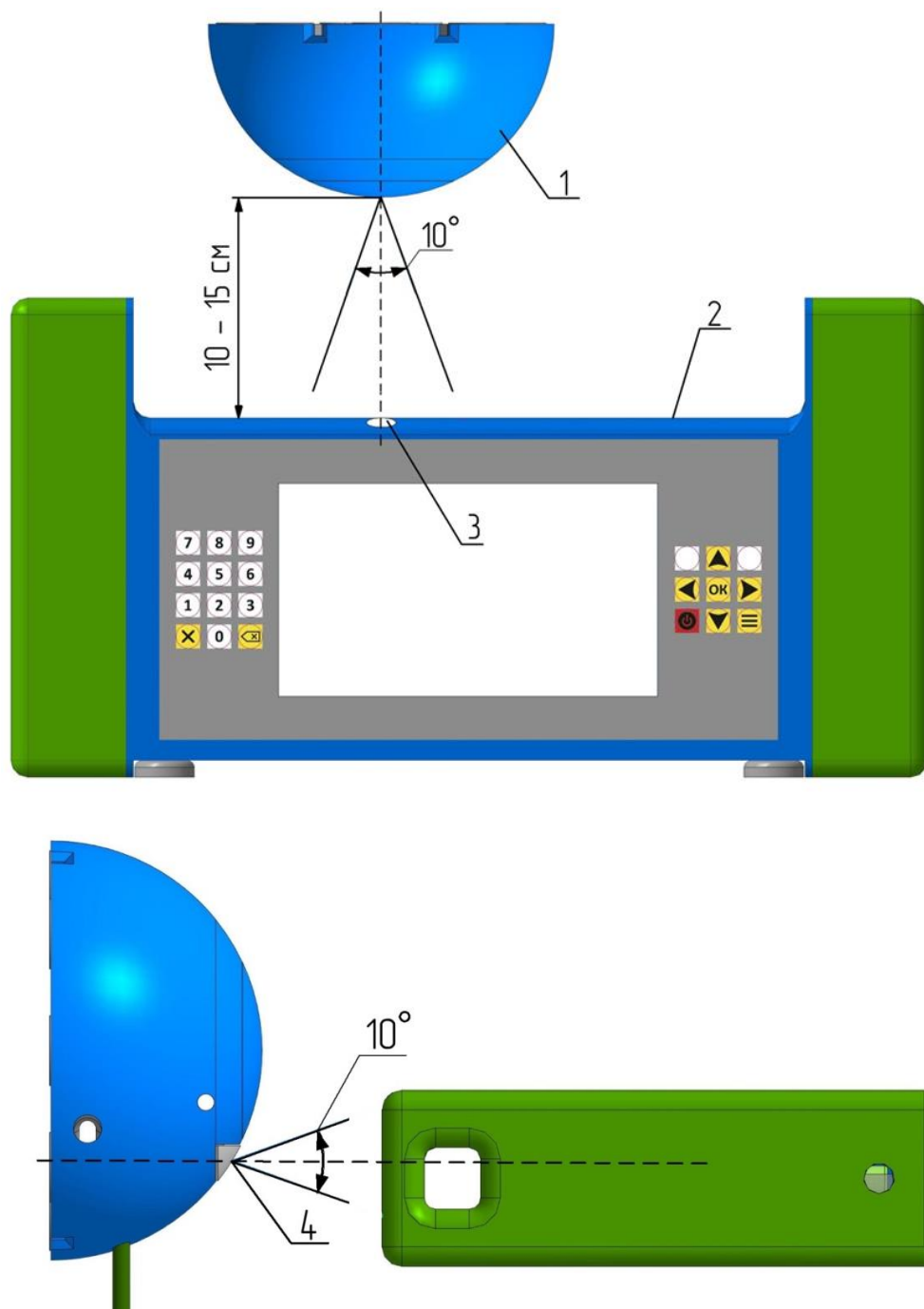
- на экране пульта охранника появится сообщение «Добавлен сигнализатор»;
- в технологическом окне сигнализатора индикатор мигает (более 4-х раз в секунду) синим цветом.

Если привязка не произошла:

- на экране пульта охранника появиться сообщение «Ошибка»;
- в технологическом окне сигнализатора индикатор горит синим цветом.

После привязки всех необходимых сигнализаторов к пульту охранника необходимо произвести постановку на охрану пульта охранника. Для этого в меню «Оператора» необходимо выбрать подменю «Поставить на охрану».

После постановки на охрану пульта охранника индикатор в технологическом окне сигнализатора должен мигать (не более 1 раза в секунду) синим цветом.



1 – сигнализатор; 2 – пульт охранника; 3, 4 – ИК – порт.

Рисунок 34 – Позиционирование пульта охранника и сигнализатора при привязке

4.1.3 Установка сигнализатора на охраняемый объект

Перед установкой сигнализатора на охраняемый объект необходимо:
 - произвести визуальный осмотр сигнализатора на отсутствие сколов, трещин на корпусе сигнализатора и корпусе датчиков;

- произвести визуальный осмотр магнитного крепления корпуса сигнализатора и датчиков, на отсутствие сколов, трещин и посторонних предметов;
- убедиться, что сигнализатор прошел процедуру привязки и в технологическом окне сигнализатора мигает синий индикатор;
- проконтролировать, с помощью пульта охранника уровень заряда съёмной аккумуляторной батареи, полностью заряженная батарея обеспечивает 120 часов непрерывной работы сигнализатора.
- при необходимости заменить разряженную съёмную аккумуляторную батарею новой (заряженной), повторно проводя процедуру включения и привязки;
- провести проверку работоспособности датчиков, поочередно примагнитив каждый из датчиков на металлическую поверхность. Если датчик исправен в технологическом окне сигнализатора, должен 3 раза мигнуть (в течение не более 2 секунд) индикатор зеленого цвета. Если индикатор не изменял цвет мигания – датчик неисправен.

Устанавливать сигнализатор необходимо на ровную, отчищенную от льда, снега, грязи, горюче смазочных материалов и других агрессивных веществ металлическую поверхность, обеспечивающую необходимую (размером с сигнализатор) площадь крепления.

На охраняемый объект сигнализатор необходимо установить так чтобы, исключалась возможность вскрытия дверей (люков, заслонок) без снятия или повреждения датчиков и идущих к ним кабелей, но учитывая при этом конструктивные особенности охраняемого объекта, люфт дверей и т.д.

В сигнализаторе предусмотрена возможность крепления корпуса к охраняемому объекту с помощью гибкого троса.

Для этого более тонкий край троса продевается в отверстие №1. Трос протягивается через сигнализатор так чтобы, толстый его край полностью скрылся в корпусе сигнализатора. Затем трос пропускают через крепления, заложенные в конструкцию охраняемого объекта и через отверстие №2 сигнализатора, так чтобы он вышел с другой стороны корпуса.

4.1.4 Постановка на охрану

Постановка сигнализатора на охрану производится при помощи ключа-съёмника.

Для постановки на охрану необходимо:

- убедиться, что сигнализатор прошел процедуру привязки, в технологическом окне должен мигать синий индикатор.
- проверить правильность установки сигнализатора на соответствие пункта 4.1.3.
- убедиться, что тонкий край гибкого троса полностью вышел из корпуса сигнализатора.
- приложить и удерживать магнит ключа-съёмника как показано на рисунке 7.

В момент приложения ключа индикатор в технологическом окне сигнализатора загорится розовым цветом. После успешной постановки на охрану индикатор, в технологическом окне сигнализатора, должен моргать зелёным цветом.

После постановки сигнализатора на охрану произойдёт закрытие поворотного замка, что исключит возможность извлечения троса из корпуса сигнализатора. При этом дополнительно происходит фиксация тросом аккумуляторной батареи, исключая её несанкционированное извлечение из корпуса сигнализатора. Индикатор в технологическом окне сигнализатора начнет моргать зеленым цветом.

4.2 Снятие с охраны и демонтаж сигнализатора

Перед снятием с охраны сигнализатора необходимо на пульте охранника выполнить процедуру «окончание поездки» (выключить пульт охранника).

Снятие сигнализатора с охраны производится ключом-съёмником. Для этого необходимо приложить и удерживать магнит ключа-съёмника к сигнализатору как показано на рисунке 7.

В момент приложения ключа индикатор в технологическом окне сигнализатора загорится красным. После успешного снятия с охраны индикатор, в технологическом окне сигнализатора, должен начать моргать синим цветом.

После успешного прохождения процедуры снятия с охраны сигнализатор готов к демонтажу или к повторной привязке.

Через пять минут после снятия с охраны сигнализатор автоматически выключиться.

Повторная привязка может производиться без демонтажа сигнализатора. Процедура привязки описана в пункте 4.1.2.

Демонтаж сигнализатора производится в следующей последовательности:

- отчистить сигнализатор, датчики и гибкий трос от льда, снега, грязи, горюче смазочных материалов и других агрессивных веществ;
- извлечь трос из сигнализатора;
- используя ключ-съёмник снять сигнализатор.

5 Листинг программы

Листинг исходного кода подключаемых модулей находится в архиве с проектом, прилагаемым к настоящей дипломной работе на электронном носителе. В текстовом виде он не представлен по причине значительно объёма, более 70 страниц формата А4 при размере шрифта 8 пт, и отсутствия возможности сохранить исходное форматирование и подсветку синтаксиса при портировании кода и среды разработки Atmel Studio в текстовый редактор MS Word.

Листинг исходного кода управляющей программы, представляющий список отдельных модулей, подключаемых директивой «#include»:

```
#include <Arduino.h>

//набор базовых библиотек Arduino IDE

#include <avr/sleep.h>

//библиотека управляющая режимами сна

#include <avr/pgmspace.h>

//базовая библиотека для AVR МК

#include "MAIN.inc"

//модуль главного цикла

#include <CyberLib.h>

//библиотека макросов для быстрого доступа к аппаратным ресурсам

#include <GyverPower.h>

//библиотека управляющая режимами энергосбережения

#include "debug_operations.h"

//модуль вывода отладочных сообщений

#include "_global_defines.h"

//модуль глобальных определений и констант

#include "crc_calcuiation.h"

//модуль вычисления контрольной суммы
```

```
#include "radio_exchange.h"

//модуль беспроводного обмена

#include "time_operations.h"

//модуль управления таймерами

#include "power_control.h"

//модуль управления питанием

#include "E32.h"

//модуль управления радиомодулем

#include "LED.h"

//модуль управления индикацией

#include "button.h"

//модуль управления вводом данных

#include "IRDA.h"

//модуль управления инфракрасным приёмопередатчиком

#include "E32.h"

//модуль управления радиомодулем

#include "HX711_AK89_mod.h"

//модуль управления тензодатчиками

#include "DS18B20.h"

//модуль управления датчиком температуры
```


6 Расчет надежности проектируемой системы

Одним из главных показателей современного радиотехнического, электротехнического устройства и системы является их надежность. Чем выше надежность, тем дольше они смогут выполнять свои функции. Высокие показатели надежности определяют непосредственно качество исполнения системы с инженерной точки зрения.

Надежность системы – показатель, характеризующий ее способность выполнять свои функции в течении определенного времени при соблюдении условий эксплуатации, хранения и транспортировки. Надежность системы состоит из нескольких свойств:

- безотказность;
- долговечность;
- ремонтпригодность;
- сохраняемость (ГОСТ 27002-83).

Безотказность работы – свойство объекта непрерывно выполнять свои функции в течении некоторого времени или наработки. Нарботка – продолжительность работы устройства или объем выполненной работы.

Работоспособное состояние объекта такое, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям всей необходимой документации. Неработоспособное состояние объекта такое, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации.

Долговечность – это свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Предельное состояние – это состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению не допустимо или нецелесообразно либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно.

Сохраняемость – это свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортирования.

Ремонтпригодность – это свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Техническое обслуживание есть комплекс операций по поддержанию работоспособности (или исправности) изделия при использовании по назначению в течении срока службы электротехнической аппаратуры (ЭТА) а, ожидании, хранении и транспортировании.

Под ожиданием понимается нахождение ЭТА в состоянии готовности к использованию по назначению.

Под транспортированием – перемещение (не «своим" ходом) от места погрузки до момента выгрузки.

Под хранением – пребывание ЭТА в нерабочем состоянии в приспособленных для этого помещениях. Ремонт – это комплекс операций по восстановлению работоспособности (исправности) и восстановлению ресурса изделия.

По мере развития ЭТА роль надежности как оценки качества аппаратуры возрастает, так как усложняются выполняемые аппаратурой функции, увеличивается количество элементов. Это усложнение приводит к возрастанию количества отказов и времени восстановления.

Надежность ЭТА - понятие комплексное. Оно определяется принципом действия, схемой, конструкцией, технологией изготовления и условиями эксплуатации, а также надежностью элементной базы.

Показатель надежности – это количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта. Различают единичные показатели, когда характеризуется одно из свойств и комплексные показатели, характеризующие совместно несколько свойств, составляющих надежность объекта.

Количественно надежность ЭТА оценивается по следующим критериям:

– вероятность безотказной работы в течение определенного времени $P(t)$;

– среднее время до первого отказа $T_{ср}$;

– интенсивность отказов $\lambda(t)$;

– функция готовности $K_r(t)$;

– коэффициент готовности K_r .

Критерии надежности можно разделить на две группы:

– критерии, характеризующие надежность невосстанавливаемых изделий;

– критерии, характеризующие надежность восстанавливаемых изделий;

Изделие называется невосстанавливаемым, если в процессе выполнения своих функций изделие не предусматривает ремонта. При отказе такого устройства выполняемая техническая операция будет прекращена, а выполнение ее будет начато заново, после выполнения мероприятий по устранению отказа. Восстанавливаемыми называют изделия, которые в процессе выполнения своих функций допускают ремонт. Если происходит отказ такого изделия, то выполнение технической операции останавливается только на период устранения отказа.

В соответствии с вышеизложенным в данном проекте необходимо рассчитать надежность восстанавливаемой системы. На этапе технического проектирования расчет целесообразно проводить по известным характеристикам элементов расчета (резисторы, конденсаторы, микросхемы и т.д.)

Весьма удобной характеристикой надежности изделия является интенсивность отказов, так как она позволяет достаточно просто вычислить количественные показатели надежности простейших элементов, из которых состоит система.

Интенсивностью отказов называется отношение числа отказавших элементов в единицу времени к среднему числу элементов, исправно работающих в данный отрезок времени.

Интенсивность отказов системы, состоящей из N элементов, определяется по формуле:

$$\lambda = \sum_i^N \lambda_i, \quad (6.1)$$

где λ_i - интенсивность отказов i -го элемента с учетом всех воздействующих факторов.

Интенсивность отказов показывает, какая доля всех элементов данного типа в среднем выходит из строя за один час работы.

Элементы изделия находятся в различных режимах работы, значительно отличающихся от номинальной величины. Это влияет на надежность как системы в целом, так и отдельных ее составных частей. Поэтому для расчета надежности необходимо знать данные о коэффициенте нагрузки K_n отдельных элементов и о зависимости интенсивности отказов элементов от их электрической нагрузки и температуры окружающей среды:

$$\lambda_i = f(K_n, T, ^\circ C). \quad (6.2)$$

При разработке и изготовлении элементов предусматриваются определенные, так называемые “нормальные” условия работы, которые приводятся в нормативно-технической документации (ГОСТ, ТУ): температура, относительная влажность, электрический режим, механические нагрузки и т.д.

Интенсивность отказов элементов в нормальных условиях эксплуатации называется нормальной интенсивностью отказов и обозначается λ_{0i} .

Интенсивность отказов элементов при эксплуатации в реальных условиях определяется по формуле (3).

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot A_i \cdot K_i, \quad (6.3)$$

где A_i – поправочный коэффициент интенсивности отказов, учитывающий влияние температуры окружающей среды ($T, ^\circ C$), и электрической нагрузки (K_n):

$$A_i = f(K_n, T, ^\circ C), \quad (6.4)$$

K_i , – поправочный коэффициент интенсивности отказов, учитывающий воздействие, главным образом, механических нагрузок (i) и относительную влажность окружающей среды (g):

$$K_i = f(g, j). \quad (6.5)$$

Таблица 6 – Показатели надежности разрабатываемой системы

Наименование компонента	Количество элементов, N_i	$\lambda_0 \cdot 10^{-6}$, 1/час	$\lambda_0 \cdot N_i \cdot 10^{-6}$, 1/час
Чип конденсатор	84	0,001	0,084
Конденсатор танталовый	1	0,103	0,103
Чип резистор	162	0,017	2,754
Чип дроссель	17	0,005	0,085
Транзистор	7	0,27	1,89
Диод	4	0,002	0,008
Светодиод	4	0,02	0,08
Чип индуктивность	2	0,003	0,006
Датчик	6	0,5	3,0
Микросхема	17	0,1	1,7
Зуммер	1	0,6	0,6
Радиомодуль	6	0,5	3,0
DC-DC преобразователь	2	0,7	1,4
Антенна	7	0,2	1,4
Клавиатура	1	2,0	2,0
Магнит	11	2,02	22,22
Аккумулятор	4	0,5	2,0
Разъемный контакт	17	0,5	8,5
Жидкокристаллический дисплей	1	1,5	1,5
Соединение «под винт»	10	0,08	0,8
λ			$53,13 \cdot 10^{-6}$

Среднее время безотказной работы или наработки на отказ определяется как:

$$T_{cp} = \frac{1}{\sum \lambda}, \quad (6.6)$$

$$T_{cp} = \frac{1}{53,13 \cdot 10^{-6}} = 1,882 \cdot 10^4 \text{ ч.}$$

Разрабатываемая система относится к классу ремонтпригодных, поэтому она характеризуется такими критериями, как время восстановления, коэффициент готовности и коэффициент простоя.

Интенсивность отказов и средняя наработка на отказ характеризуют надежность системы и не учитывают времени, требуемого на ее восстановление.

ние. Поэтому необходимо рассчитать такие показатели, как время восстановления схемы и коэффициент готовности K_r .

Время восстановления складывается из времени отыскания неисправности $t_1=0,5$ ч, времени настройки $t_2=0,5$ ч, и времени проверки $t_3=0,25$ ч.

$$T_B = t_1 + t_2 + t_3 = 0,5 + 0,5 + 0,25 = 1,25 \text{ ч.} \quad (6.7)$$

Интенсивность восстановления (μ):

$$\mu = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ ч}^{-1}. \quad (6.8)$$

Коэффициент готовности — это вероятность того, что в произвольно выбранный момент времени система будет работоспособна:

$$K_r = \frac{\mu}{(\lambda + \mu)}, \quad (6.9)$$

$$K_r = \frac{0,8}{(53,13 \cdot 10^{-6} + 0,8)} = 0,99.$$

Коэффициент простоя рассчитывается по формуле:

$$K_{пр} = \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)}, \quad (6.10)$$

$$K_{пр} = \frac{53,13 \cdot 10^{-6}}{(53,13 \cdot 10^{-6} + 0,8)} = 6,64 \cdot 10^{-5}.$$

Вероятность безотказной работы в течении времени t определяется выражением (10).

$$P = \exp\left(\frac{-t}{T_{ср}}\right). \quad (6.11)$$

Таблица 7 – Зависимость безотказной работы от времени

t	0	1	10	100	1000	10000	100000	1000000
P(t)	1	0,99995	0,9995	0,995	0,985	0,588	0,005	≈ 0

По данным таблицы 7 построен график безотказной работы от времени (рисунок 35).

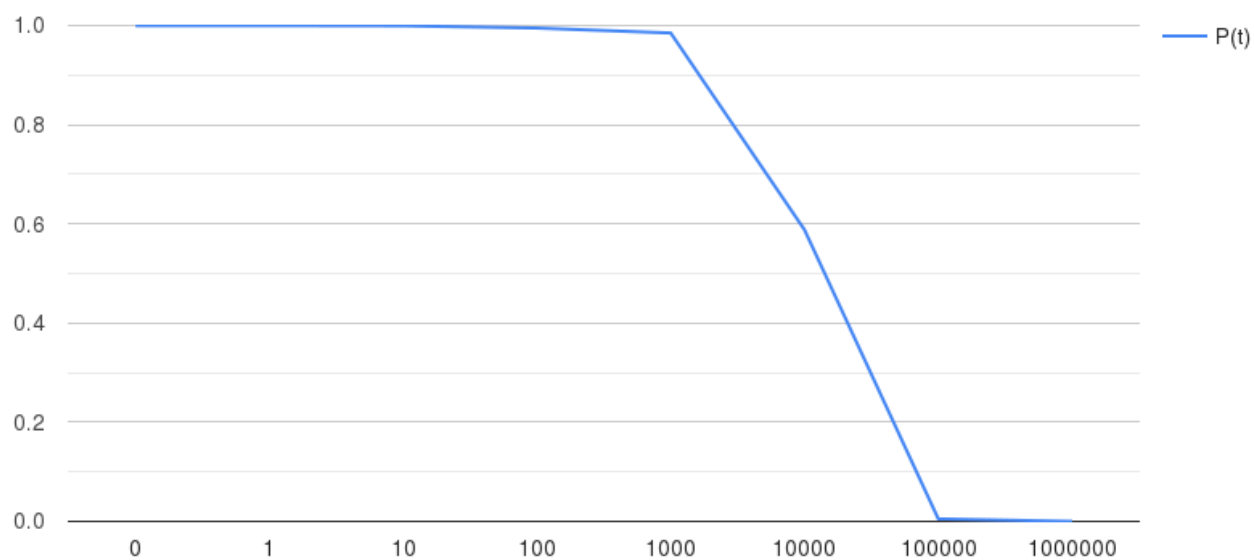


Рисунок 35 – График зависимости безотказной работы от времени

7 Расчет экономической части

Расчет затрат на материалы и комплектующие представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет затрат на материалы и комплектующие для системы с одним пультом и одним сигнализатором

Статья затрат	Цена,тг	Количество	Стоимость
Чип конденсатор	58	84	4872
Конденсатор танталовый	82	1	82
Чип резистор	49	162	7938
Чип дроссель	86	17	1462
Транзистор	55	7	385
Диод	34	4	136
Светодиод	23	4	92
Чип индуктивность	63	2	126
Датчик	780	6	4680
Микросхема	1200	17	20400
Зуммер	150	1	150
Радиомодуль	2500	6	15000
DC-DC преобразователь	870	2	1740
Антенна	1300	7	9100
Клавиатура	2000	1	2000
Магнит	200	11	2200
Аккумулятор	3000	4	12000
Контакты	50	17	850
Жидкокристаллический дисплей	2300	1	2300
Изготовление плат	10000	3	30000
Изготовление корпуса сигнализатора	5000	1	5000
Изготовление корпуса пульта охранника	7000	1	7000
Итого			127513

Трудоемкость позволяет максимально точно определить соотношение затрат сил и времени. Дает возможность определить, предельно возможный уровень производительности, с целью ее дальнейшего оптимизирования и повышения эффективности.

Таблица 9 – Расчет трудоемкости системы с одним сигнализатором

Наименование работ	Трудоемкость нормативная, ч	Трудоемкость фактическая, ч
Установка системы	0,5	0,5
Настройка системы	0,5	0,5
Итого	1	1

Фонд заработной платы в статистике труда - это сумма вознаграждений, предоставленных наемным работникам в соответствии с количеством и качеством их труда, а также компенсаций, связанных с условиями труда.

Таблица 10 – Расчет фонда заработной платы

Наименование показателя	Значение
Итоговая трудоемкость, ч	1
Средняя часовая тарифная ставка, тг/ч	525
Основная заработная плата, тг	525
Дополнительная заработная плата, тг	130
Социальный налог, тг	55
Итого фонд заработной платы, тг	710

Расчет итоговых затрат на монтаж и установку складывается из суммы затрат на комплектующие и заработной платы.

Таблица 11 – Расчет итоговых затрат на монтаж и установку

Показатели	Значение
Затраты на материалы и комплектующие	127513
Фонд заработной платы	710
Итого	128306

Итого затраты на монтаж и установку равны 128023 тенге.

Расчет затрат на электроэнергию вычисляется по формуле:

$$P_{\text{факт}} = \sum N \cdot n \cdot t \cdot Q, \quad (7.1)$$

где N- номинальная мощность подключенных электроприборов;

n- количество приборов;

t-время работы приборов;

Q- тариф на электроэнергию.

Исходя из формулы 7.1 произведен расчет затрат на электроэнергию для зарядки пульта охранника и сигнализатора(годовой):

$$P_{\text{факт}} = 5 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 365 = 10950 \text{ тг.}$$

8 Охрана труда и техника безопасности

8.1 Анализ вредных воздействий при изготовлении системы охранной сигнализации

В данном дипломном проекте спроектирована система охранной сигнализации для статичных и движущихся объектов. Данная система имеет свои конструктивные и схемотехнические особенности, которые необходимо учитывать при её монтаже и наладке. При изготовлении и сборке данной системы присутствуют факторы, которые могут оказывать негативное воздействие на организм человека, такие как пайка, изготовление деталей корпуса из полимерных материалов, изготовление печатных плат и т.д. Так как изготовление и сборка данной системы планируется в рамках предприятия (завода), то все эти факторы нужно учесть в большем размере, ввиду того, что изготовление на предприятии подразумевает массовый выпуск изделия.

8.2 Требования по охране труда при изготовлении корпуса системы

Так как корпус сигнализатора и пульта охранника планируется изготавливать из высокопрочного полиамида, требования по охране труда при работах по литью изделий из пластика будут следующими:

- 1) Эксплуатируемое оборудование должно находиться в исправном состоянии.
- 2) Не допускается работа на неисправном оборудовании. Неиспользуемое длительное время и неисправное оборудование должно быть отключено от всех энергоносителей и технологических трубопроводов (электрическое напряжение, сжатый воздух).
- 3) На рабочих местах должны быть предусмотрены площадки для складирования деталей (заготовок, материалов). Складирование деталей (заготовок, материалов) не должно загромождать рабочее место. Не допускается укладка деталей (заготовок, материалов) в проходах.
- 4) Для размещения на рабочем месте инструмента, небольших, часто используемых приспособлений и оснастки рабочие места должны быть оборудованы шкафами, стеллажами, этажерками. Крупногабаритные и периодически используемые оснастку и приспособления рекомендуется хранить на механизированном складе и там же комплектовать садки деталей.
- 5) Запрещается в производственных помещениях применение бытовых и самодельных электронагревательных приборов.
- 6) Прессы, таблетмашины, машины для литья под давлением, экструдеры, роторные линии, роботизированные комплексы, станки для механической обработки изделий из пластмасс, переработки отходов и другое производственное оборудование, которое может быть источником выделения пыли и газообраз-

ных продуктов, должны быть оснащены устройствами местной вентиляции для удаления этих веществ из рабочей зоны.

7) Система очистки пресс-форм после съема готовых изделий на всех видах используемого оборудования должна исключить раздув газообразных продуктов, пыли и грата в рабочее помещение.

8) Пуансоны и матрицы прессов, нагревательные пояса роторных линий, материальные цилиндры термопластавтоматов, головки экструдеров должны иметь надежную теплоизоляцию наружных поверхностей с тем, чтобы температура их поверхностей не превышала 45°C.

9) Места возможных выбросов расплавленного материала пластмасс (зона сопла термопластавтоматов, головка экструдеров) должны быть оборудованы защитными экранами.

10) При освобождении термопластавтоматов или экструдеров от горячих полимерных материалов (при аварии, выходе брака, остановке машин) сброс материала должен осуществляться в специально предназначенные для этого передвижные емкости с крышками и вывозиться из цеха в специально установленное место.

11) Не допускается загромождать проходы и проезды материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой, а также устанавливать оборудование на люки колодцев.

12) Загрузка бункеров, дозирующих устройств и таблетмашин должна осуществляться механическим способом или из технологических контейнеров и растарочных устройств.

13) При постоянном приготовлении навесок и смесей компонентов необходимо использовать автоматические весы, дозаторы или другие приспособления. Запас исходных материалов на рабочем месте не должен превышать потребности одной смены.

14) При обработке изделий из пластмасс в камерах машин (при нагреве, промывке, отделке изделий и т.п.) пребывание работников внутри камер не допускается.

15) После каждой запрессовки пресс-форма должна очищаться. При этом необходимо удалять загрязнение в виде заусенцев не только с пуансона и матрицы, но и с направляющих втулок и выталкивателей.

16) Ручную очистку пресс-форм от пригоревшей смазки и прилипшего материала следует производить только при выключенном прессе.

17) Сушка порошковых полимерных материалов для удаления остаточных количеств влаги должна осуществляться в закрытых аппаратах под разрежением.

18) При изготовлении и использовании свинцовых форм необходимо соблюдать меры безопасности, предупреждающие загрязнение свинцом кожных покровов работников.

19) Подготовку рабочих растворов клеев следует производить в закрытых аппаратах (смесителях, реакторах) и мокрым способом обработки.

20) При склейке полимерных изделий следует использовать менее токсичные клеи и растворители.

21) Нанесение клеев и растворителей на поверхности склеиваемых деталей следует производить в аспирируемых укрытиях с помощью кистей, пипеток, шприцев и других приспособлений.

22) Загрузка гранулированного, измельченного или сыпучего полимера в количестве более 10 кг/ч в бункеры оборудования должна быть механизирована и осуществляться пневматическими или шнековыми устройствами.

23) Выгрузку пластмассовых изделий из печей необходимо проводить после остывания их в печах до 40°C при работающей местной вентиляции. Допускается выгрузка изделий при температуре до 150°C в специальные контейнеры, размещенные под аспирационными устройствами, до полного остывания изделий.

24) Пропитка наполнителей (пропиточная бумага, хлопчатобумажная ткань, стеклоткань и другие) эпоксидными и фенолформальдегидными смолами при производстве слоистых пластиков должна осуществляться на пропиточных машинах, в которых предусмотрены капсуляция пропиточных узлов и удаление из-под капсульного пространства загрязненного воздуха.

25) Снятие излишков и подтеков неотвержденных смол с изделий допускается производить бумагой, а затем ветошью, смоченной ацетоном или этилцеллозольвом. Применение для этой цели более токсичных растворителей не допускается.

26) В производствах переработки пластмасс с наибольшим расходом смол или компаундов следует использовать любые емкости одноразового использования (картонные стаканчики и другие), которые уничтожаются без предварительной очистки.

27) Пластмассы и материалы на их основе, подлежащие переработке, должны храниться в отведенных для них складских помещениях или на специальных площадках цеха.

28) Каждая единица тары должна быть снабжена биркой или этикеткой, на которой должны быть указаны: организация-изготовитель, наименование вещества, гарантийный срок хранения по соответствующему стандарту или техническим условиям, надпись или символ, характеризующие опасность продукта, и другие необходимые данные. Каждая партия продукта сопровождается документом, удостоверяющим его качество.

29) На упаковочной таре должны быть четкие надписи (бирки, этикетки) с указанием наименования вещества, государственного стандарта или технических условий. В паспорте на химические вещества указывается класс опасности данного вещества, который регламентирует условия транспортирования и совместного хранения его с другими веществами и материалами.

30) Бензин, керосин, растворители и другие горючие материалы должны храниться в отдельных помещениях с соблюдением требований пожарной безопасности.

8.3 Требования по охране труда при проведении монтажных работ

Техника безопасности при монтажных работах:

1) Перед началом работы убедиться в исправности монтажного инструмента и его соответствии предстоящей работе. Стержень паяльника не должен качаться, ручка его не должна иметь трещин, а шнур не должен иметь нарушений изоляции.

2) Паяльные работы в блоках, стойках, шкафах, и других изделиях необходимо выполнять, только убедившись в полном снятии с них напряжения.

3) Монтажные работы на высоте свыше 1,5 метра должны производиться с подмостей и лесов, обеспеченных лестницами, или с применением предохранительных поясов. Перед использованием лестниц и предохранительных поясов необходимо убедиться в их исправности.

4) Работы по монтажу и демонтажу изделий, связанные с опасностью загорания или ожога глаз припоем, следует выполнять в защитных очках.

5) При выполнении монтажных работ на металлических поверхностях в положениях лёжа, сидя и с колена должны использоваться маты или наколенники.

6) Монтаж в замкнутых сосудах или, междудонных отсеках и других местах должен производиться не менее чем двумя рабочими.

7) В случае отсутствия приспособления для механического удаления припоя следует пользоваться пинцетом.

8) Во избежание образования брызг при паяльных работах необходимо флюс наносить тонким слоем, а лишний припой с жала паяльника удалять специально предназначенными для этого салфетками.

9) Припаиваемый провод нужно придерживать пинцетом.

10) Паяльник в перерывах между пайкой следует держать на металлической или теплостойкой подставке либо в специально оборудованном для него месте.

11) Пользоваться химическими веществами, содержащимися в емкостях, разрешается только при наличии этикеток с указанием содержимого.

12) Зачистка концов провода методом обжига должна производиться только при включенной местной вентиляции.

13) Детали перед их облуживанием в тигле должны быть хорошо просушены.

14) При использовании боковых кусачек откусывать провода следует в направлении от себя, а также применять экраны для защиты окружающих от отлетающих частиц.

15) Растворители (спирт, ацетон, бензин и другие горючие вещества), применяемые для промывки мест пайки, должны храниться в небьющейся таре, в стороне от паяльника.

После окончания работы необходимо:

1) Отключить паяльник и обжигающее устройство от электросети;

- 2) Обтереть инструменты и приспособления и убрать их в отведённые для этого места;
- 3) Очистить рабочее место от припоя, канифоли, протереть влажной салфеткой поверхность стола;
- 4) Салфетки и ветошь убрать в специально предназначенные для них ёмкости;
- 5) Остатки растворителей сдать в установленное место;
- 6) Сполоснуть руки однопроцентным раствором уксусной кислоты, затем вымыть их горячей водой с мылом, прополоскать рот и почистить зубы;

8.4 Требования по охране труда при пайке радиоэлектронных элементов

Электромонтажные работы ведутся в основном с применением пайки, о связи с тем что в состав припоев входит свинец, необходимо использование защитных мер для предотвращения отравления организма, вызывающего изменения в нервной системе, крови и сосудах человека. Наиболее часто применяемые припои - оловянно-свинцовые (ПОС-18, ПОС- Ж ПОС-40, ПОС-61) и ПОСК-50, содержащие 32% свинца. Флюсы, применяемых при пайке (канифольно-спиртовой, хлористый цинк), также являются токсичными. Так, канифоль вызывает раздражение кожи и появление сыпи, а хлористый цинк - ожог кожи и слизистой оболочки. В помещениях, где производится пайка припоем, содержащим свинец, во избежание попадания свинца в организм не разрешается хранить личные вещи, принимать пищу и курить, а также стирать рабочую одежду дома. Для предотвращения вредного воздействия все припои, флюсы и другие химические вещества должны храниться в специальной плотно закрытой таре. Помимо общеобменной приточно-вытяжной вентиляции рабочее место пайки оборудуется местной вытяжной вентиляцией, обеспечивающей концентрацию свинца в рабочей зоне не больше предельно допустимой нормы (0,01 мг/м³) при работе с паяльником необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать ожогов, особенно при использовании паяльников мощностью 200...300 Вт, применяемых для пайки крупных деталей. Большой осторожности требует также лужение концов проводов и выводов радиодеталей при использовании ванночки с расплавленным припоем.

При зачистке изоляции путём обжига происходит выделение дыма с тяжёлым и неприятным запахом. Поэтому при обжиге большой партии проводов необходимо пользоваться вытяжным шкафом с хорошей вентиляцией. Для предотвращения ожогов и загрязнения свинцом кожи рук работающих должны быть выданы салфетки для удаления лишнего припоя с жала паяльника, а также пинцеты для поддержания припаиваемого элемента и для подачи припоя к месту пайки, если отсутствует автоматическая подача.

При монтажных работах, связанных с опасностью засорения или ожога глаз, предусмотрена выдача работающим защитных очков.

Наиболее эффективными мерами, предупреждающими профессиональные заболевания при пайке, являются механизация и автоматизация паяльных работ, внедрение новых технологических процессов: обслуживание методом погружения, избирательная пайка и пайка волной припоя, что позволяет полностью исключить соприкосновение кожи работающих со свинцом и флюсами.

При производстве РЭА выполнение многих технологических процессов связано с большим напряжением зрения, в связи с чем требуется хорошая освещённость рабочих мест. В сборочных цехах суммарная освещённость (общая + местная) должна составлять 1000...2000 лк. Светильники должны обеспечивать рассеянный свет без резких теней.

Электрические провода, подводящие питание к рабочему месту электро-монтажника, должны быть надёжно заизолированы и защищены от механических повреждений.

Необходимо регулярно следить за исправностью электрических шнуров приборов и сетевых розеток.

При выполнении работ необходимо пользоваться специальным электро-техническим инструментом с изолированными ручками. Электроинструмент при эксплуатации должен быстро включаться и отключаться (но не самопроизвольно) от электрической сети, быть безопасным в работе и не иметь токоведущих частей, доступных для случайного прикосновения. Напряжение электроинструмента не должно превышать 220В в помещениях без повышенной опасности и 42 В -- в помещении с повышенной опасностью, а также вне помещений.

Контактные соединения для подключения электроинструмента и переносных электросветильников не должны иметь токоведущие части, доступные для прикосновения, кроме того, у них должен быть дополнительный заземляющий контакт.

При монтаже электросхем запрещается: проверять на ощупь наличие напряжения и нагрев токоведущих частей схемы; применять для соединения провода с повреждённой изоляцией; производить пайку и установку деталей в оборудовании, находящемся под напряжением; измерять напряжения и токи переносными приборами с неизолированными проводами и щупами; заменять предохранители во включённом оборудовании.

8.5 Требования по охране труда при изготовлении печатных плат

При изготовлении печатных плат производится механическая обработка слоистых пластиков (резка, пробивка отверстий). Работавшие на обработке слоистых пластиков должны соблюдать правила техники безопасности при холодной обработке материалов.

Промывка плат производится в изопропиловом спирте и ацетоне. При использовании спирта и ацетона необходимо учитывать, что эти вещества являются пожароопасными и вредными для здоровья.

Химическая промывка плат производится растворами фосфатов (тринарийфосфат), натриевой соды, натриевой щелочи и др. При постоянной работе с растворами часты различные хронические поражения кожи. Весьма опасно попадание даже самых малых количеств NaOH в глаза.

Для травления меди с пробельных участков плат используется ряд травителей: хлорное железо, персульфат аммония, хлорная медь, сплав «Розе», хромовый ангидрид с серной кислотой и ряд других являются токсичными веществами. В случае попадания травя гелей на кожу или слизистую оболочку глаз необходимо немедленно обильно промыть их проточной водой или 0,5 - 1% раствором квасцов и смазать вазелином или оливковым маслом, затем обратиться в медпункт.

Работу с травителями следует проводить в спецодежде (халат, фартук полиэтиленовый, хлопчатобумажные и резиновые перчатки) и защитных очках. Рабочие места должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы был произведен обзор и анализ соответствующей литературы по исследуемой теме. Были проработаны теоретические положения по методам исследования, и выбраны методы положенные в основу действия разработанной системы. В дипломной работе приведен анализ существующих аналогов, по сравнению с которыми, преимуществом разработанной системы является простота в эксплуатации, ремонтпригодность и модернизация.

В данной дипломной работе рассмотрены следующие положения:

- Произведен выбор соответствующего оборудования для корректного функционирования системы и обеспечения безопасности охраняемого объекта.

- Разработана структурная схема системы, которая отражает взаимодействие аппаратных частей системы между собой для ее правильного функционирования.

- Разработано программное обеспечение для корректной работы микроконтроллера.

- Разработаны 3Д модели составных частей системы в программе Компас 3Д.

- Спроектированы и визуализированы печатные платы для сигнализатора, пульта охранника и батарейного отсека в программе Altium Designer.

- В разделе надежности рассчитана вероятность безотказной работы разрабатываемой системы и произведен расчет надежности.

- В разделе охраны труда описаны правила установки электрооборудования, техника безопасности при эксплуатации электроустановок и расписано планирование работ по установке систем охранной безопасности.

- В экономической части дипломной работы описаны основные экономические термины и понятия, касающиеся темы проекта. Произведен расчет стоимости системы, расчет фонда заработной платы рабочих, расчет трудоемкости процесса.

- Практической частью дипломной работы является сборка макета системы охранной сигнализации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Технические средства обеспечения безопасности: Справочно-методическое пособие / И.Е. Зуйков, А.А. Антошин, И.Д. Брель, Т.Л. Владимирова, П.Н. Осташков, Ю.А. Серегин, В.П. Пугачев, А.А. Пукач, А.И. Черепко / Под. ред И.Е. Зуйкова –Мн., 2001. – 177
2. ВСН 25-09.68-85 "Правила производства и приемки работ. Установки охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации".
3. СНиП 3.05.06-85 "Электротехнические устройства".
4. СНиП 3.05.06-85 "Системы автоматизации".
5. Руководящий документ. Технические средства и системы охраны. Обозначения условные графические элементов системы.
6. РД 28/3.006 – 2005 Технические средства и системы охраны. Тактика применения технических средств охранной сигнализации.
7. РД 28/3.012 - 2005 Инженерно-техническая укрепленность объектов. Требования и нормы проектирования.
8. РД 28/3.010 – 2001 Технические средства и системы охраны. Системы охранной сигнализации. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации.
9. РД 28/3.008 – 2001 Технические средства и системы охраны. Порядок разработки технического задания на проектирование.
10. СТБ 1250-2000 Охрана объектов и физических лиц Термины и определения
11. <http://asupro.com/gps-gsm/fuel/antenna-gps-gsm.html> - GPS/GSM антенны.
12. СанПиН 9-131 РБ 2000 Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. Электроника и микропроцессорная техника, Чубриков Л.Г., 2010
14. Схемотехника аналоговых и цифровых устройств, Галочкин В.А., 2016
15. Улли Соммер, Программирование микроконтроллерных плат
16. Селиванова З.М., Муромцев Ю.Л., Общая электротехника и электроника, 2009
17. www.electromontagpro.ru – Структурная схема
18. Основы электроники, Водовозов А.М., 2016
19. Методы проектирования электронных устройств, Шеин А.Б., Лазарева Н.М., 2013
20. <https://sites.google.com>- Устройства ввода информации
21. Электроника и микропроцессорная техника, Чубриков Л.Г., 2010
22. Схемотехника аналоговых и цифровых устройств, Галочкин В.А., 2016
23. Улли Соммер, Программирование микроконтроллерных плат

24. Селиванова З.М., Муромцев Ю.Л., Общая электротехника и электроника, 2009
25. www.electromontagpro.ru – Структурная схема
26. Основы электроники, Водовозов А.М., 2016
27. Методы проектирования электронных устройств, Шеин А.Б., Лазарева Н.М., 2013
28. <https://sites.google.com>- Устройства ввода информации
29. www.electricvdome.ru- Расчет сечения провода
30. <https://wireless-e.ru/radiomoduli/sim800x/> - Радиомодули