

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федерально государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей и сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Факультет «Управление на транспорте и информационные технологии»  
Кафедра «Информационные системы и защита информации»

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ  
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОДУКТА С ПРОГРАММНЫМ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

Курсовая работа

КР. 430200. 09.03.01.ПЗ

Выполнил  
магистрант гр. ПИМ.1-16-1  
Арляпов С.В.

Проверил  
к. ф-м. н., доцент  
Шлаустас Р.Ю.

Иркутск  
2017

# Содержание

<b>Задание</b>	<b>4</b>
<b>Введение</b>	<b>5</b>
<b>1. Техническое задание</b>	<b>6</b>
1.1 Обоснование для проведения работ	6
1.2 Исполнитель работ	6
1.3 Цель выполнения работ	6
1.4 Назначение продукции	6
1.5 Технические требования	6
1.5.1 Состав продукции	6
1.5.2 Требования к показателям назначения	6
1.5.3 Требования к электропитанию	7
1.5.4 Требования надежности	7
1.5.5 Конструктивные требования	7
1.5.6 Требования по эргономике и технической эстетике	8
1.5.7 Требования к эксплуатации, удобству технического обслуживания и ремонта	8
1.5.8 Требования безопасности	11
1.5.9 Требования к упаковке и маркировке	11
1.5.10 Требования к консервации, хранению и транспортированию	11
1.5.11 Требования стандартизации, унификации и каталогизации	12
1.6 Требования по видам обеспечения	12
1.6.1 Требования по метрологическому обеспечению	12
1.6.2 Требования по программному обеспечению	12
1.7 Техничко-экономические требования	12
1.7.1 Основные технико-экономические требования	12
1.8 Наименование этапов и выполняемых работ	13
<b>2. Техническое предложение</b>	<b>14</b>
2.1 Сравнительный анализ вариантов реализации	14
2.2 Выбор датчиков	15
2.2.1 Выбор типа датчиков	15
2.2.2 Выбор производителя датчиков	17
2.2.3 Выбор датчика марки «Рapid»	17
2.3 Заключение по проведённым анализам	18
<b>3. Технический проект</b>	<b>19</b>
3.1 Техническое описание	19
3.1.1 Назначение	19
3.1.2 Принцип работы	19
3.2 Расчёты	19
3.2.1 Оценка теплового режима	19

					КР.430200.09.03.01.ПЗ			
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Арляпов С.В.						
Пров.		Шлаустас Р.Ю.						
					Лит.	Лист	Листов	
						2	30	

3.2.2 Расчет надежности . . . . .	20
3.2.3 Программная часть . . . . .	21
<b>4. Схема функциональная</b>	<b>22</b>
4.1 Схема электрическая функциональная . . . . .	22
<b>5. Схема структурная</b>	<b>23</b>
5.1 Схема электрическая структурная . . . . .	23
<b>6. Схема принципиальная</b>	<b>24</b>
6.1 Схема электрическая принципиальная . . . . .	24
6.2 Перечень элементов . . . . .	25
<b>7. Чертёж основания</b>	<b>26</b>
<b>8. Чертёж крышки корпуса</b>	<b>27</b>
<b>9. Чертёж сборочный</b>	<b>28</b>
<b>10. Рисунок печатной платы</b>	<b>29</b>
<b>Заключение</b>	<b>30</b>

**Задание**

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		4

# Введение

# 1 Техническое задание

## 1.1 Обоснование для проведения работ

Задание преподавателя.

## 1.2 Исполнитель работ

Студент ИрГУПС ФУТиИТ группы ПИЬ-16 Арляпов С.В.

## 1.3 Цель выполнения работ

Разработать устройство охранной сигнализации, предназначенное для контроля, мониторинга и управления территориально-распределенными объектами муниципальных и ведомственных образований с целью увеличения безопасности.

## 1.4 Назначение продукции

Устройство будет обеспечивать сбор, обработку, передачу и представление в заданном виде служебной информации и информации о проникновении (попытки проникновения).

## 1.5 Технические требования

### 1.5.1 Состав продукции

- 1) Основной блок устройства обработки информации;
- 2) Датчики «Рapid 3» - 3 штуки;
- 3) Витая пара – 1 км;
- 4) Вилки «RJ-45» - 5 штук;
- 5) Эксплуатационная документация.

### 1.5.2 Требования к показателям назначения

#### 1.5.2.1 Выполняемые функции

Разрабатываемое устройство должно обеспечивать в режиме реального времени:

- 1) сбор данных;
- 2) обработку данных;
- 3) оповещение оператора.

#### 1.5.2.2 Нормы и количественные показатели

- Время реакции не менее 1 секунды.
- Время срабатывания механизма оповещения не менее 30 секунд.
- Дальность обнаружения датчиком не менее 15 метров.

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		6

### 1.5.2.3 Технические характеристики (параметры)

Максимальное количество подключаемых датчиков не менее 4 штук.

Максимальная длина кабеля, подключающего датчик к устройству, 400 метров

### 1.5.2.4 Требования к совместимости

Особых требований не предъявляется.

### 1.5.2.5 Требования по мобильности

Разрабатываемое изделие должно быть выполнено в стационарном исполнении.

## 1.5.3 Требования к электропитанию

Электропитание осуществляется по первой категории надежности от однофазной (трехфазной) сети переменного тока 220В, 50Гц, от отдельной группы электрошита, находящегося в охраняемом помещении.

## 1.5.4 Требования надежности

### 1.5.4.1 Требования по безотказности

Разрабатываемое устройство должно удовлетворять следующим требованиям:

- вероятность безотказной работы 0,95, не менее;
- средняя наработка на отказ 50000 часов, не менее;
- среднее время восстановления 1 час, не более.

### 1.5.4.2 Требования по долговечности

Разрабатываемое устройство должно удовлетворять следующим требованиям: срок службы до списания 8 лет, не менее.

### 1.5.4.3 Критерии отказов и предельного состояния изделия

Отказом разрабатываемого изделия считают невыполнение функций, заданных требованиями п.5.2.1 настоящего технического задания.

## 1.5.5 Конструктивные требования

### 1.5.5.1 Конструктивное исполнение входящих в разрабатываемое устройство должно обеспечивать:

- 1) Удобство эксплуатации;
- 2) Возможность ремонта.

1.5.5.2 Разрабатываемое изделие должно иметь моноблочную конструкцию.

1.5.5.3 Разрабатываемое изделие должно соответствовать следующим требованиям:

1) Размеры:

а) Габаритные - 450х450х160 мм, не более;

б) Установочные - 500х500х210 мм, не более.

2) Масса - 2 кг, не более.

3) Устройство крепится на вертикальную поверхность с помощью винтовых соединений.

4) Тип кабеля – витая пара.

5) Тип порта - RJ-45.

6) Разрабатываемое изделие должно иметь максимальную длину кабеля, подключающего датчик к устройству, 400 метров.

1.5.5.4 Покртия должны обеспечивать необходимую коррозионную стойкость, надежную работу и декоративный вид разрабатываемого изделия при эксплуатации и при хранении.

1.5.5.5 Оборудование не должно требовать доступа сзади при монтаже, подводке кабеля и обслуживании.

1.5.5.6 Внешние электрические разъемы должны иметь маркировку, позволяющую определить их назначение.

1.5.5.7 Электрическая схема должна быть выполнена на единой печатной плате. Монтаж должен осуществляться с помощью методов групповой пайки.

### **1.5.6 Требования по эргономике и технической эстетике**

Кодирование и компоновка средств отображения информации, органов управления на пульте управления, цветовое оформление лицевых панелей пульта разрабатываемого изделия должны обеспечивать безошибочность и быстродействие операторов, удобство и безопасность работы в любое время суток. Необходимо предусмотреть независимое автономное питание, обеспечивающее работу ПКП и извещателей в течении не менее чем 24 часов в дежурном режиме и в течении не менее чем 3 часов в режиме «тревога».

### **1.5.7 Требования к эксплуатации, удобству технического обслуживания и ремонта**

1.5.7.1 Требования к стойкости к внешним воздействующим факторам

1) Разрабатываемое изделие должно быть стойким, устойчивым и прочным к воздействию климатических факторов в соответствии с таблицей 1.1:

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		



Таблица 1.1 Воздействие климатических факторов

№	Наименование воздействующего фактора	Характеристика воздействующего фактора	Максимальное значение (диапазон возможных измерений) воздействующего фактора
Стойкость			
1	Температура окружающей среды	Градусов цельсия	5 до 35
2	Влажность воздуха	Относительная влажность при температуре 25°, %	до 70
3	Атмосферное давление	Па (мм рт. ст.)	630 до 800
Устойчивость			
4	Температура окружающей среды	Градусов цельсия	40
6	Влажность воздуха	Относительная влажность при температуре 25°, %	до 80
9	Атмосферное давление	Па (мм рт. ст.)	800 до 900
Прочность			
7	Температура окружающей среды	Градусов цельсия	50
8	Влажность воздуха	Относительная влажность при температуре 25°, %	до 90
9	Атмосферное давление	Па (мм рт. ст.)	900 до 1000

2) Разрабатываемое изделие должно быть устойчивым к воздействию механических факторов в соответствии с таблицей 1.2:

Таблица 1.2 Воздействие климатических факторов

№	Наименование воздействующего фактора	Характеристика воздействующего фактора	Максимальное значение (диапазон возможных измерений) воздействующего фактора
1	Синусоидальная вибрация	диапазон частот, Гц	0,5 — 200 * 10 <sup>8</sup>

Продолжение таблицы 1.2

№	Наименование воздействующего фактора	Характеристика воздействующего фактора	Максимальное значение (диапазон возможных измерений) воздействующего фактора
2	Случайная вибрация	диапазон частот, Гц	$0,5 - 200 \cdot 10^{20}$
3	Удары многократного действия	максимальная амплитуда ускорения, $m \cdot c^2, (g)$	10
4	Удары одиночного действия	максимальная амплитуда ускорения, $m \cdot c^2, (g)$	20
5	Линейное ускорение	максимальная амплитуда ускорения, $m \cdot c^2, (g)$	30

1.5.7.2 Требования к эксплуатационным показателям

- 1) Разрабатываемый Комплекс должен обеспечивать циклическую работу со следующими параметрами цикла: время загрузки – 30 мин., время обработки – 10 час., время выгрузки – 30 мин., время подготовки – 10 мин.
- 2) Должен быть обеспечен режим работы от аварийного источника питания.
- 3) Периодическое техническое обслуживание разрабатываемого изделия должно проводиться не реже одного раза в год.
- 4) Периодическое техническое обслуживание должно включать в себя обслуживание всех датчиков.
- 5) К обслуживанию комплекса должны допускаться лица, имеющие допуск к работе с электроустановками напряжением до 220 В.
- 6) Гарантийный срок разрабатываемого Комплекса должен составлять 5 лет, не менее.

1.5.7.3 Требования по ремонтпригодности

- 1) Обслуживание и ремонт разрабатываемого Изделия должны производиться без применения специальных инструментов.”
- 2) Требования к ЗИП
  - а) Комплект ЗИП должен включать запасные части, необходимые для ремонта и поддержания работоспособного состояния разрабатываемого изделия в течение одного года.
  - б) В комплект ЗИП должны входить дополнительные датчики и вилки RJ-45.

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		10

### **1.5.8 Требования безопасности**

1.5.8.1 Условия работы персонала разрабатываемой Системы должны соответствовать санитарным нормам по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

1.5.8.2 Требования безопасности при монтаже, наладке, эксплуатации, обслуживании и ремонте разрабатываемого Комплекса должны быть приведены в эксплуатационной документации.

### **1.5.9 Требования к упаковке и маркировке**

#### **1.5.9.1 Требования к упаковке**

Упаковка должна быть выполнена из картона материалов и обеспечивать защиту от ударных воздействий.

#### **1.5.9.2 Требования к маркировке**

Надписи, цифры, буквы и знаки, нанесенные при маркировке, должны быть хорошо видны, и сохранять четкость в течение всего срока эксплуатации. Маркировка упаковки для транспортирования должна содержать основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные.

### **1.5.10 Требования к консервации, хранению и транспортированию**

#### **1.5.10.1 Условия хранения**

Изделие должно храниться в упакованном виде в отапливаемых и вентилируемых помещениях при температуре от 5 до 35 °С и относительной влажности воздуха не выше 80% (при температуре 25 °С) при отсутствии в этих помещениях конденсации влаги, паров химически активных веществ и источников электромагнитных полей.

#### **1.5.10.2 Срок хранения**

Срок хранения разрабатываемого изделия в условиях отапливаемых хранилищ в соответствии с паспортными данными на аппаратуру, но не менее 8 лет.

#### **1.5.10.3 Условия транспортирования:**

- Температура окружающей среды: от минус 50 до 50 °С;
- Относительная влажность до 95 % при температуре 30 °С;
- Атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- Воздействие ударных нагрузок многократного действия с пиковым ускорением не более 15g (147 м/с<sup>2</sup>) при длительности действия ударного ускорения 10–15 мс.

#### **1.5.10.4 Гарантийный срок хранения разрабатываемого прибора в заводской упаковке в отапливаемом помещении**

Не менее одного года.

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		11

### **1.5.11 Требования стандартизации, унификации и каталогизации**

Особых требований не предъявляется.

## **1.6 Требования по видам обеспечения**

### **1.6.1 Требования по метрологическому обеспечению**

Особых требований не предъявляется.

### **1.6.2 Требования по программному обеспечению**

#### **1.6.2.1 Назначение**

Программное обеспечение должно предоставлять возможность работы с информацией, то есть реализовывать основные функции при работе с информацией, а именно:

- Сбор;
- Хранение;
- Передачу.

#### **1.6.2.2**

## **1.7 Техничко-экономические требования**

### **1.7.1 Основные технико-экономические требования**

Разрабатываемый продукт должен обеспечить:

- стимулирование внедрения и использования эффективных, оптимальных по стоимости, охранных систем;
- создание унифицированного решения для организации информационного взаимодействия между подразделениями.

Внедрение создаваемой в рамках разработки научно-технической продукции должно обеспечивать следующие социально-экономические эффекты:

- сокращение сроков разработки 3 месяца;
- уменьшение технического риска при реализации передовых технических решений в сфере охраны.

Разрабатываемая продукция должна быть ориентирована на коммерческое применение в следующих областях:

- системы охраны, мониторинга и управления;
- системы автоматизации организаций, связанных с охраной.

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		12

## 1.8 Наименование этапов и выполняемых работ

### 1) Техническое предложение:

- а) Выбор датчиков;
- б) Выбор структурной схемы;
- в) Выбор оптимального варианта реализации;
- г) Разработка и согласование с преподавателем комплекта технической документации, разрабатываемой в рамках договора;
- д) Разработка ТД в соответствии с согласованным комплектом.

### 2) Технический проект:

#### а) Разработка технического проекта, в том числе:

- Разработка конструктивных решений Комплекса и его составных частей:
  - Разработка чертежей;
  - Разработка функциональной и принципиальной схемы.
  - Создание рисунка печатной платы.
- Выполнение необходимых расчетов для технических решений, обеспечивающих показатели надежности.

#### б) Разработка эксплуатационной документации в соответствии с согласованным перечнем.

## 2 Техническое предложение

### 2.1 Сравнительный анализ вариантов реализации

Прибор сравнивает значение с датчиков и заданное значение, результаты передаются на выходы управляющего устройства.

Различные варианты реализации представлены на рисунках 2.1 и 2.2.

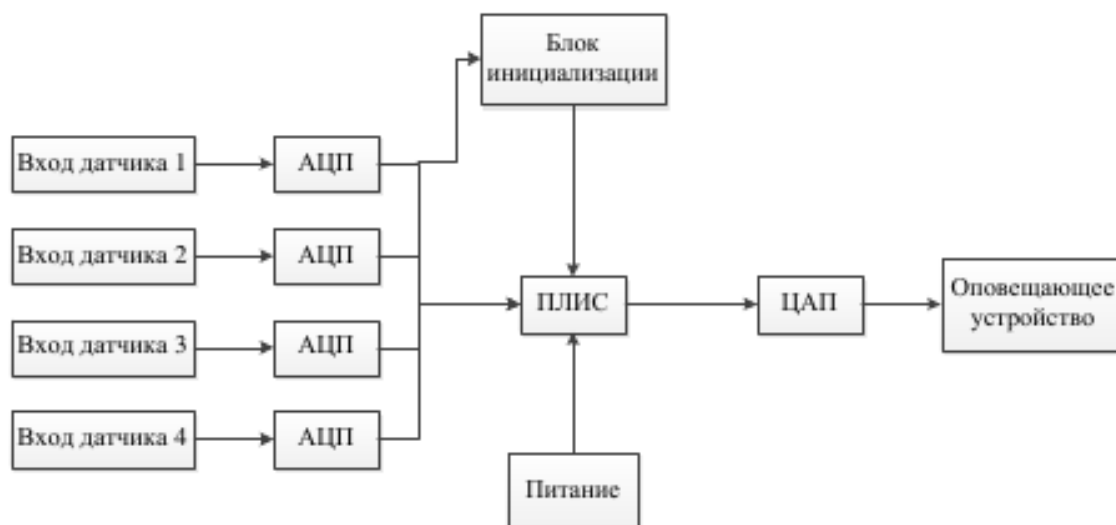


Рисунок 2.1 – Структурная схема на ПЛИС

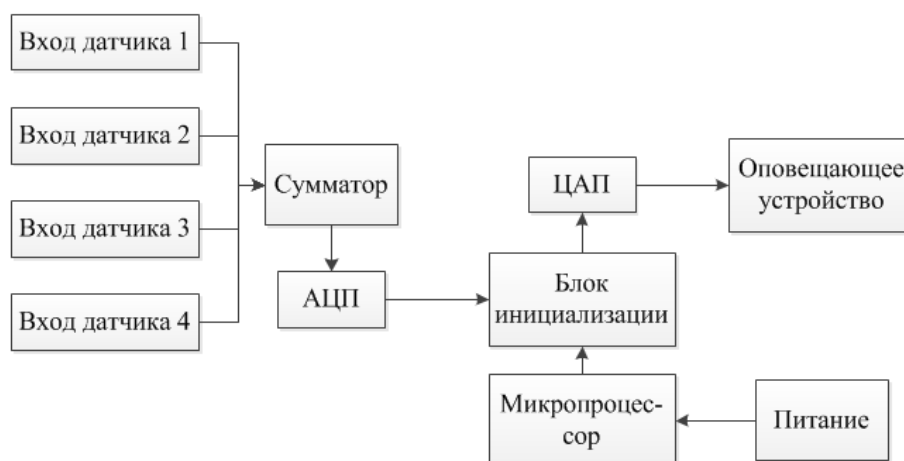


Рисунок 2.2 – Структурная схема на компараторе и регистре

Сравнение вариантов реализации представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Сравнение реализаций

Вид	На ПЛИС	На регистре и компараторе
Структура	1) ПЛИС хранит установленные настройки и суммирует значения датчиков. 2) Сравнение установленных настроек и показателей датчиков производится посредством ПЛИС. 3) Результат сравнения преобразуется из цифрового сигнала в аналоговый.	1) Цифровой регистр хранит установленные настройки. 2) Значения с датчиков проходят через сумматор. 3) Сравнение установленных настроек, хранимых в регистре, и показателей датчиков производится с помощью компаратора. 4) Выходная информация с компаратора преобразуется в аналоговый сигнал.
Преимущества	Низкое энергопотребление	Простой ремонт, низкая стоимость
Примерная стоимость	1750	1200

## 2.2 Выбор датчиков

Датчик движения - это устройство для получения информации о состоянии контролируемой им системы, преобразующее данные об изменении характеристик исследуемой области в сигнал, удобный для дальнейшего использования.

### 2.2.1 Выбор типа датчиков

Под понятием «датчик движения» или «датчик присутствия», часто скрываются устройства совершенно разного принципа действия, выполняющие единую задачу, только различными способами.

В настоящее время наибольшее распространение получили следующие виды датчиков движения:

- Инфракрасные датчики движения (ИК);
- Ультразвуковые датчики движения (УЗ);
- Микроволновые датчики движения (СВЧ).

Плюсы и минусы представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.2 Сравнение видов датчиков

Вид	Преимущества	Недостатки
Инфракрасные	<p>Возможность довольно точной регулировки дальности и угла обнаружения движущихся объектов</p> <p>Удобен в использовании вне помещений т.к. реагирует лишь на объекты имеющие собственную температуру</p> <p>При работе абсолютно безопасны для здоровья человека или домашних питомцев, т.к. работает как «приемник», ничего не излучая</p>	<p>Возможность ложных срабатываний. Из-за того, что датчик реагирует на любые ИК (тепловые) излучения, могут случаться ложные срабатывания даже на теплый воздух, поступающий из кондиционера, радиаторов отопления и т.п.</p> <p>Снижена точность работы на улице. Из-за воздействия окружающих факторов, таких как прямой солнечный свет, осадки и т.п.</p> <p>Относительно небольшой диапазон рабочих температур</p> <p>Не обнаруживает объекты облаченные/покрытые не пропускающими ИК - излучение материалами</p>
Ультразвуковые	<p>Относительно невысокая стоимость</p> <p>Не подвергаются влиянию окружающей среды</p> <p>Определяют движение вне зависимости от материала объекта</p> <p>Имеют высокую работоспособность в условиях высокой влажности или запылённости</p> <p>Не зависят от влияния температуры окружающей среды или объектов</p>	<p>Многие домашние животные слышат ультразвуковые частоты, на которых работает датчик движения, что зачастую вызывает у них сильный дискомфорт</p> <p>Относительно невысокая дальность действия</p> <p>Срабатывает только на достаточно резкие перемещения, если двигаться совсем плавно – возможно обмануть ультразвуковой датчик движения</p>



### Продолжение таблицы 2.3

Вид	Преимущества	Недостатки
Микроволновые	Имеет более высокую стоимость относительно датчиков других типов с аналогичными показателями Возможность ложных срабатываний, из-за движений вне необходимой зоны наблюдения, за окном и т.п. СВЧ излучение небезопасно для здоровья человека	Датчик способен обнаруживать объекты за разнообразными диэлектрическими или слабо проводящими ток препятствиями: тонкими стенами, дверьми, стеклами и т.п. Работоспособность датчика не зависит от температуры окружающей среды или объектов Микроволновый датчик движения способен реагировать на самые незначительные движения объекта Датчик обладает более компактными размерами Может иметь несколько независимых зон обнаружения

#### 2.2.2 Выбор производителя датчиков

Компания «Сибирский Арсенал» - производитель охранных систем, работающий на рынке с 1992 года. Система качества этой компании сертифицирована на соответствие международному стандарту ISO 9001. Введу того, что эта компания достаточно компетентна, и их демократичная ценовая политика даёт возможность сделать выбор среди датчиков марки «Рapid».

#### 2.2.3 Выбор датчика марки «Рapid»

После анализа предложенных вариантов был выбран вариант с ПИД-регулятором, т.к. вариант на ПЛИС имеет более высокую себестоимость.

Выбор датчика был произведён между датчиками марки «Рapid»: Rapid-3; Rapid-2; Rapid-10. Сравнение вариантов представлено в таблице ??.

Таблица 2.3 Сравнение видов датчиков

Датчик	Рapid-3	Рapid-2	Рapid-10
Дальность обнаружения человека, не менее	15м	10м	15м
Диапазон скоростей движения нарушителя	0,3-3,0 мс	0,3-3,0 мс	0,3-3,0 мс

### Продолжение таблицы 2.3

Датчик	Рapid-3	Рapid-2	Рapid-10
Длительность тревожного извещения	2,5 с	2,5 с	2 с
Диапазон напряжений питания от шлейфа сигнализации	8...30 В	3 В	9...15 В
Вес	100 г	150 г	50 г
Потребляемый ток	250 мкА	-	14 мА
Диапазон рабочих температур	-30...+50	-10...+50	-30...+50
Относительная влажность воздуха при температуре +35 °С, без конденсации влаги, не более	95%	95%	95%
Габаритные размеры	90x58x45 мм	90x58x45 мм	90x58x45 мм
Срок службы, не менее	10 лет	5 лет	10 лет
Стоимость	434	1613	657

### 2.3 Заключение по проведённым анализам

После анализа предложенных вариантов реализации был выбран вариант с регистром, т.к. вариант на ПЛИС имеет более высокую себестоимость.

После анализа предложенных вариантов инфракрасных датчиков был выбран Rapid-3, т.к. вариант является наиболее экономичным.

## 3 Технический проект

### 3.1 Техническое описание

#### 3.1.1 Назначение

Устройство предназначения для мониторинга и включения системы оповещения в случае реагирования датчиков движения.

#### 3.1.2 Принцип работы

К выходам АЦП подключаются датчики движения. К выходу ЦАП подключается управляющее устройство, компаратор.

Сигналы, полученные от датчиков, поступают на аналоговый сумматор AD1, значение выхода (контакт 6) AD1 преобразуется в цифровой сигнал с помощью DD1. К управляющему устройству DD4 подключаются выходы с преобразователя DD1 и с регистра DD3. Результат сравнения получаемой и хранимой информации подаётся с управляющего устройства DD4 на преобразователь DD2. Сигналы, полученные от DD2 выводятся на диоды R1-R10. Необходимые настройки хранятся в регистре DD3.

Настройки, определяемые производителем, устанавливаются с помощью X1, выходы которого подключены к регистру DD3.

### 3.2 Расчёты

Прибор сравнивает значение с датчиков и заданное значение, результаты передаются на выходы управляющего устройства.

Различные варианты реализации представлены на рисунках ниже

#### 3.2.1 Оценка теплового режима

Тепловой режим выбирается с помощью диаграммы, приведенной на рисунке 3.1. Область разделяемой зоны соответствует каждому способу охлаждения

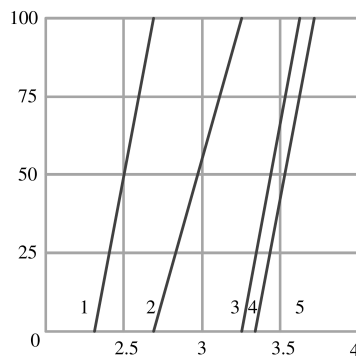


Рисунок 3.1 – Диаграмма выбор способа охлаждения

1) Естественное;

2) Естественное или принудительная конвекция;

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		19

3) Принудительная конвекция;

4) Принудительная конвекция или принудительная жидкостная.

#### 3.2.1.1 Допустимый перегрев нагретой зоны

Для определения зоны необходимо рассчитать  $\Delta T_{oc}$  (допустимый перегрев нагретой зоны):

$\Delta T_{oc} = T_{min} - T_{oc}$ , где  $T_{min}$  – допустимая температура нагретой зоны,  $T_{oc}$  – максимальная температура окружающей среды.

Расчет поверхности нагретой зоны

$S_k = 2 * (L_1 * L_2 + (L_1 + L_2) * L_3 * K_3)$ , где  $L_1$  – длина, м;  $L_1 = 0,12$ ,  $L_2$  – ширина, м;  $L_2 = 0,09$ ,  $L_3$  – высота, м;  $L_3 = 0,05$ ,  $K_3$  – коэффициент заполнения, равный отношению объема функциональных и монтажных элементов внутри объема корпуса к его внутреннему объему.

#### 3.2.1.2 Плотность теплового потока

$q = P * K / S_k$ , где  $K_n = 1$  при н.у. (760 мм. рт.ст);  $P$  – суммарная тепловая мощность.

#### 3.2.1.3 Расчет

$$\Delta T_{oc} = 70 - 35 = 35$$

$$S_k = 2 * (0,12 * 0,09 + (0,12 + 0,09) * 0,05 * 0,0116) = 0,0214 \text{ м}^2$$

$$q = 4 / 0,0214 = 201,34 \text{ Вт/м}^2$$

$$lg(201,34) = 2,3 \text{ Вт/м}^2$$

Из полученных расчетов можно сделать вывод, что прибору не требуется дополнительное охлаждение.

#### 3.2.2 Расчет надежности

Для расчета средней наработки на отказ используется формула 4 и данные из таблицы 3.1, полученные из справочника.  $T_{cp} = 1 / \sum \lambda_i$ ,  $T_{cp} = 366300$  часов.

Таблица 3.1 Воздействие климатических факторов

№	Наименование элемента	Интенсивность отказов $\lambda * 10^{-6}, 1/\text{ч}$	Кол-во
1	Пайка	0,005	94
2	АЦП	0,15	1
3	ЦАП	0,15	1
4	АУ	0,15	1
5	Регистр	0,15	1
6	Компаратор	0,2	2
7	Резисторы	0,05	10
8	Конденсаторы	0,14	2
9	Диоды	0,12	4

### 3.2.3 Программная часть

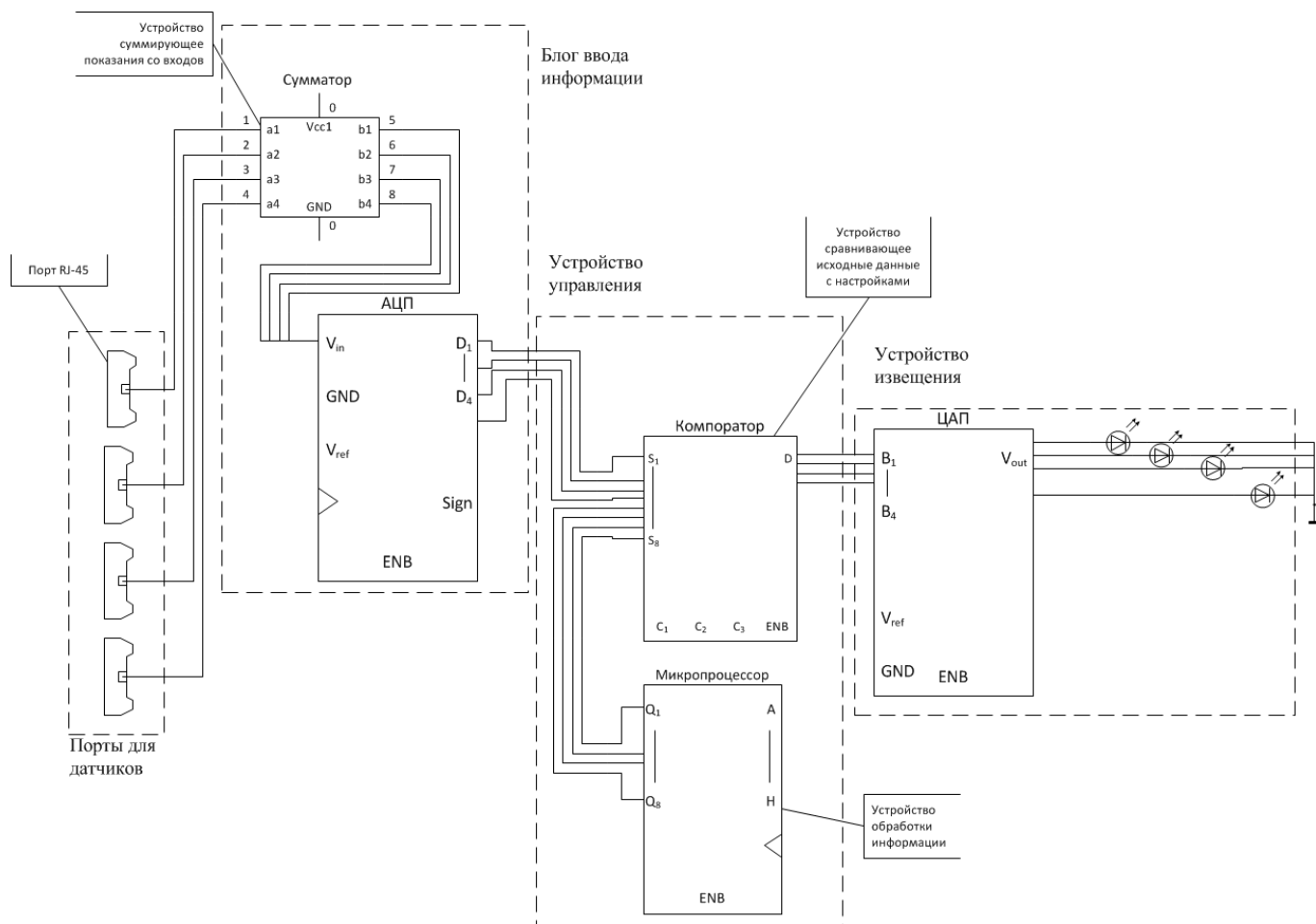
#### 3.2.3.1 Описание

#### 3.2.3.2 Кодирование

					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		21

## 4 Схема функциональная

### 4.1 Схема электрическая функциональная



Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата

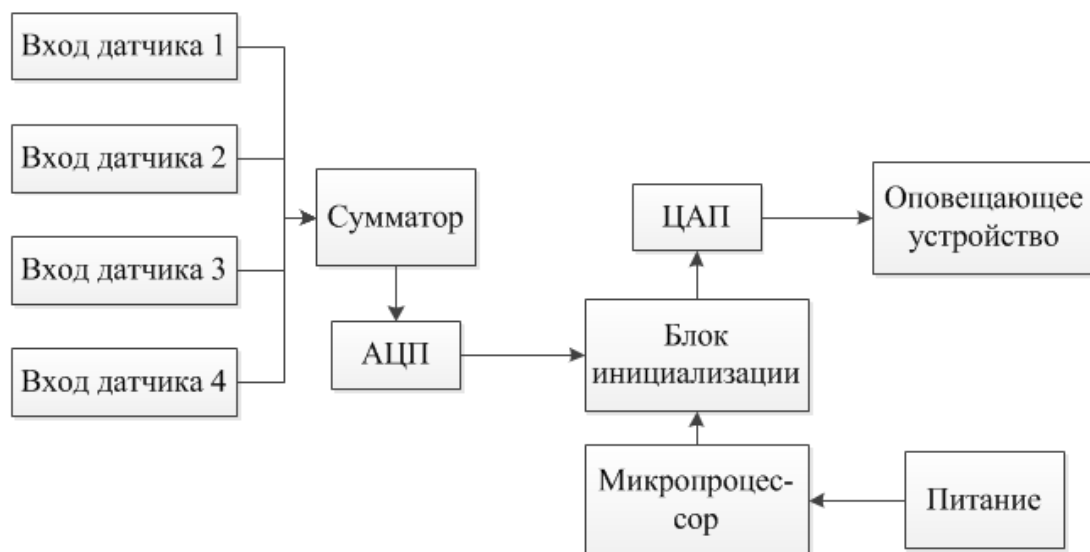
КР.430200.09.03.01.ПЗ

Лист

22

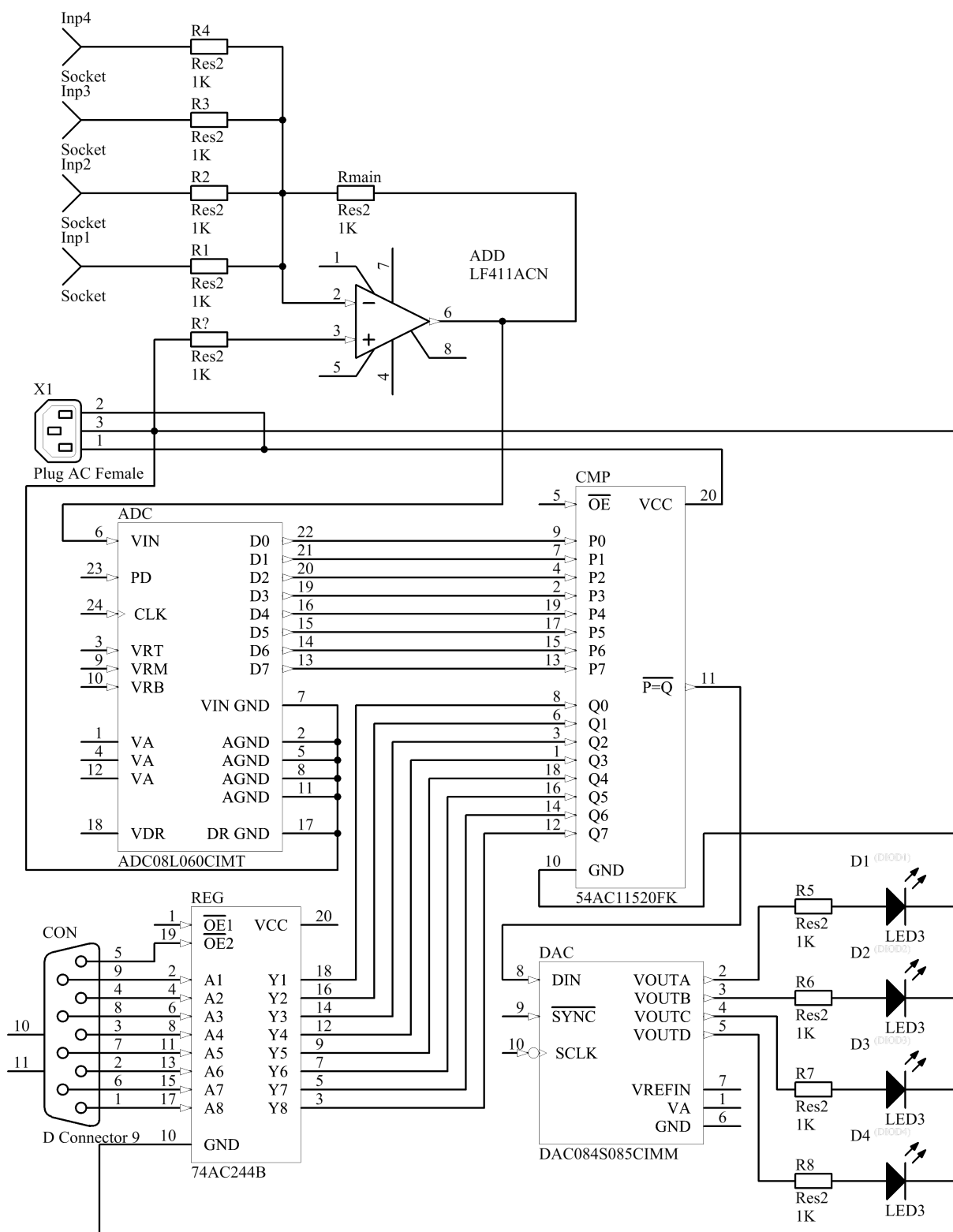
## 5 Схема структурная

### 5.1 Схема электрическая структурная



## 6 Схема принципиальная

### 6.1 Схема электрическая принципиальная



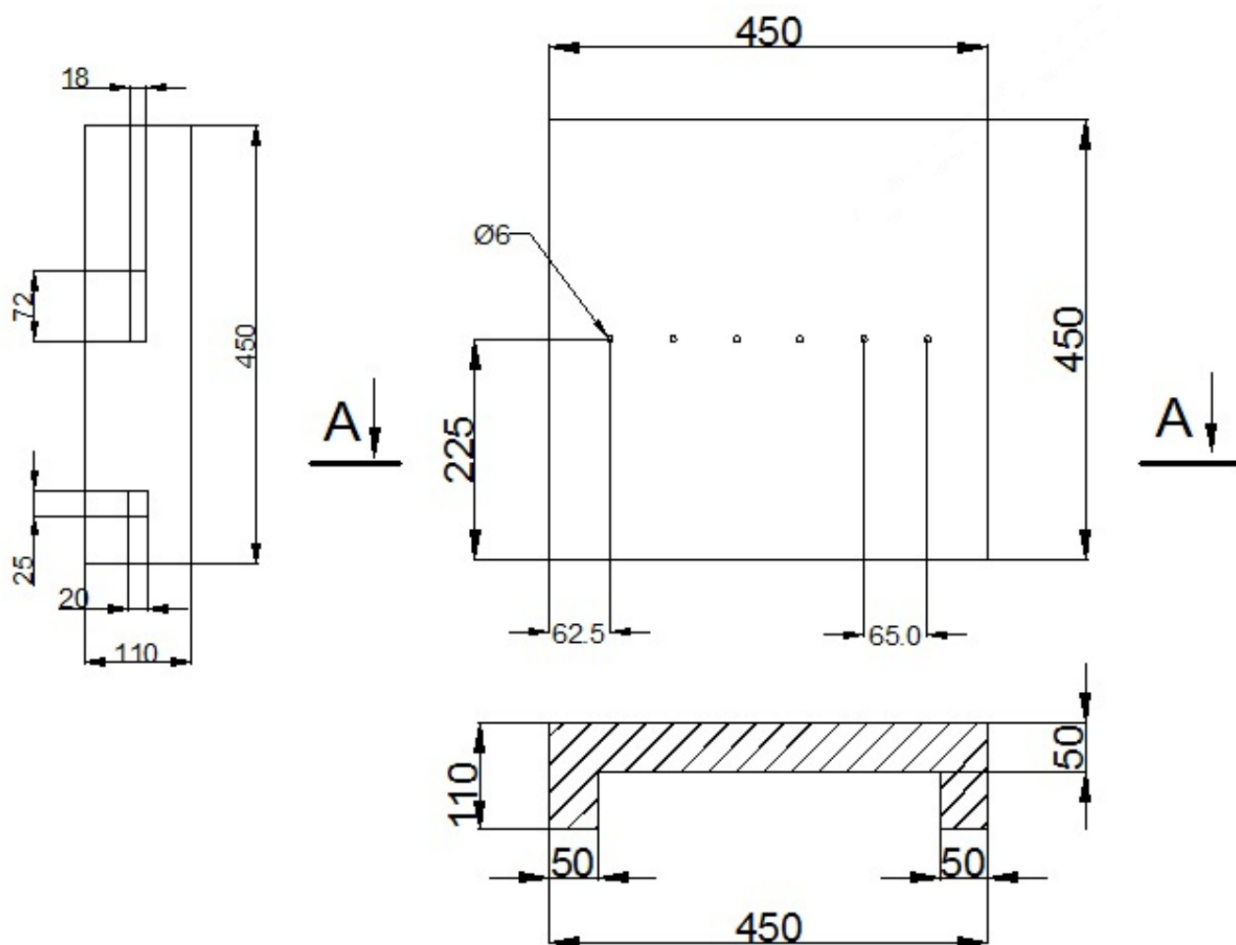


## 6.2 Перечень элементов

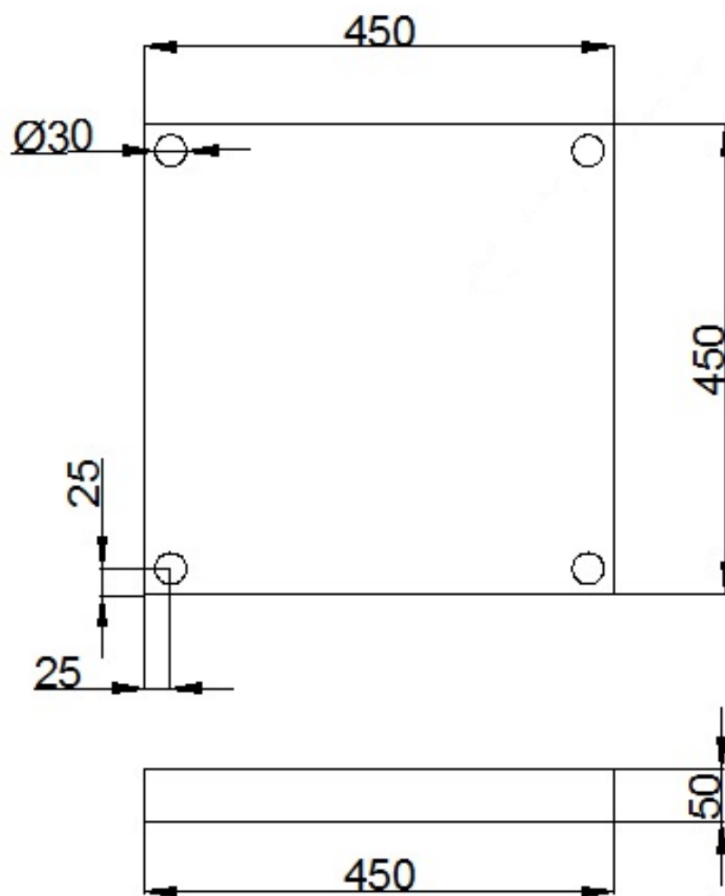
Таблица 6.1 Перечень элементов

№	Поз. обозначение	Наименование	Кол-во
1	R1-R10	Резистор МЛТ, 1 кОм, 0.5 Вт	10
2	X1	Разъём для питания розетка C13	1
3	X2-X5	Разъёмы для датчика розетка RJ45	4
4	VD1-VD4	Диод BL-513-B	4
5	X6	Разъём DB9	1
6	DD1	Аналого-цифровой преобразователь ADC08L060	1
7	DD2	Цифро-аналоговый преобразователь DAC084S085	1
8	AD1	Аналоговый сумматор LF411CN	1
9	DD3	Регистр 74AC244B	1
10	DD4	Компаратор 54AC11520FK	1

## 7 Чертёж основания

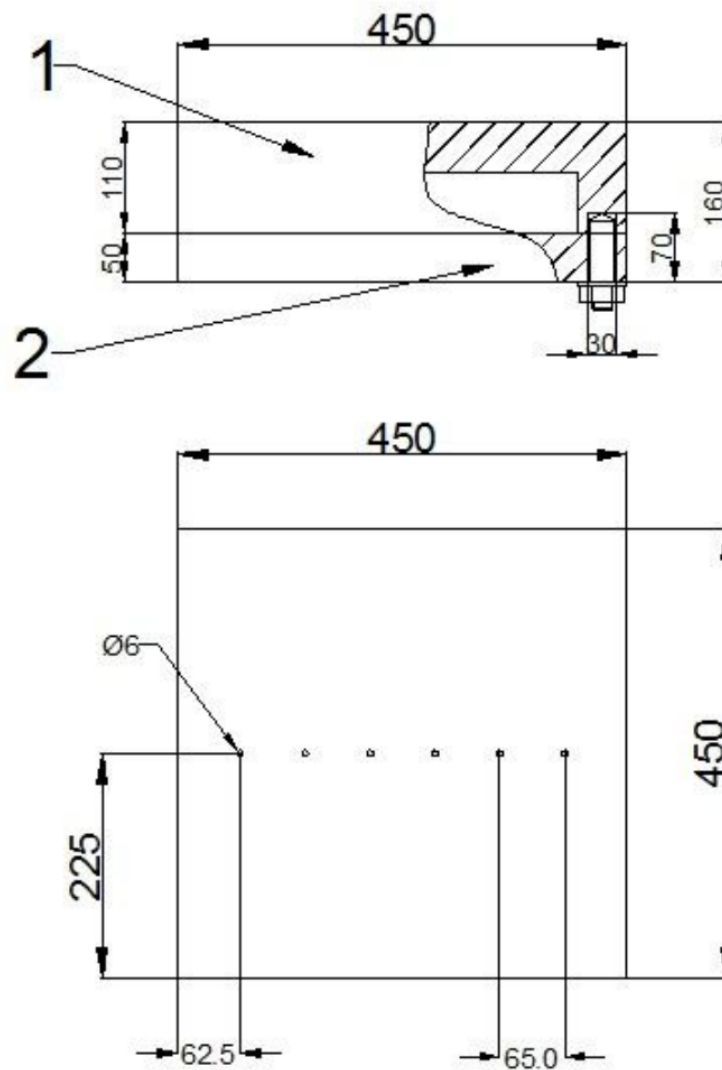


## 8 Чертёж крышки корпуса



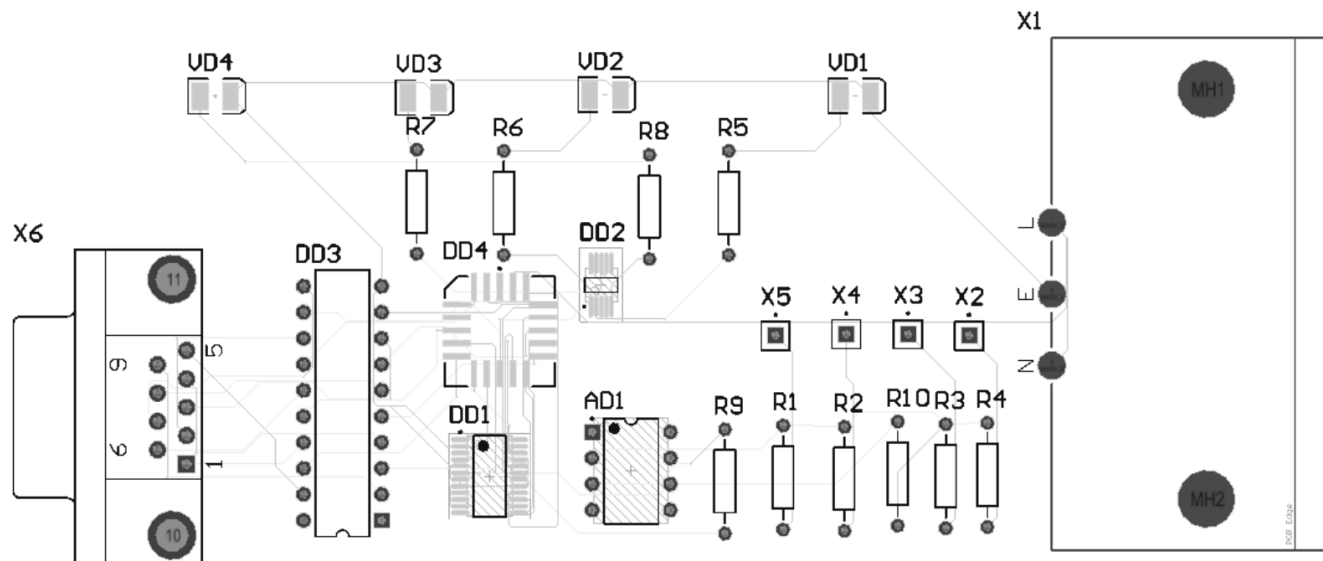
					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		27

## 9 Чертёж сборочный



					КР.430200.09.03.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		28

# 10 Рисунок печатной платы



Заключение