

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Блок беспроводных датчиков

Студент(ка)

О.В. Анцен

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

С.В. Поносов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2016

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа состоит из семи разделов.

В первом рассмотрены возможности использования беспроводных каналов передачи данных в охранных систем. Показана перспективность развития GSM-каналов. Рассмотрена структурная схема всей системы.

Во втором разделе разработана структурная схема блока беспроводных датчиков.

В третьем – разработана электрическая принципиальная схема блока беспроводных датчиков. Выбран передатчик радиосигнала, кодер; рассчитаны узлы задержки сигнала, источник питания, схема одновибратора, цепи индикации и контактного датчика. Произведен расчет и выбор элементов схемы.

В четвертом – рассчитаны параметры передающей антенны.

В пятом – разработана печатная плата и сборочный чертеж узлов блока беспроводных датчиков.

В шестом – дана оценка экономической эффективности.

В седьмом – рассмотрены вопросы экологичности и безопасности.

Пояснительная записка содержит 72 страницы, рисунков 33, таблиц 15.

Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Использование беспроводных каналов в системах охраны.....	5
1.1 Типы беспроводных систем .....	5
1.2 Описание разрабатываемой системы охраны на канале сотовой связи... ..	11
2 Составление структурной схемы блока беспроводных датчиков.....	13
3 Составление электрической принципиальной схемы и выбор элементов блока беспроводных датчиков.....	15
3.1 Выбор передатчика радиосигнала .....	15
3.2 Выбор источника питания.....	18
3.3 Выбор кодера.....	18
3.4 Установка «секретного кода».....	23
3.5 Схема одновибратора .....	26
3.6 Узел задержки .....	31
3.7 Цепь контакта датчика .....	34
3.8 Цепь индикации.....	37
4 Проектирование передающей антенны .....	39
5 Разработка печатной платы .....	44
5 Разработка печатной платы .....	44
6 Организационно-экономическое обоснование .....	49
6.1 Стадии и этапы выполнения НИОКР.....	49
6.2 Экономическое обоснование.....	51
6.3 Расчет затрат на НИОКР .....	52
7 Безопасность и экологичность проекта .....	59
7.1. Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций.....	59
7.2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта. ....	61
7.3 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда .....	62
7.4 Обеспечение электробезопасности на рабочем месте.....	64
7.5 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте.....	66
7.6. Расчет местной вентиляции на участке сверления плат .....	67
7.7 Экологическая экспертиза проекта.....	69
Заключение.....	70
Список используемой литературы .....	71

## Введение

До недавнего времени для централизованной охраны квартир, офисных, административных и производственных объектов применялись пожарные и охранные системы, построенные на проводных телефонных линиях. Надежность таких систем зависит от того, насколько стабильна работа городских телефонных сетей. К тому же телефонные линии не достаточно надежно защищены от физического воздействия, а там, где нет телефонных линий – нет и охраны. С развитием радиоканальных средств связи появилась возможность устранить эти недостатки. Преимущества радиоканальных охранных систем:

- возможность охраны любого объекта (в пределах зоны действия радиоканальной сети);
- простота монтажа;
- нет привязки к проводным телефонным линиям;
- универсальность - из простых элементов можно построить достаточно сложную систему;
- мобильность охранного пульта;
- высокая скорость монтажа и запуска в эксплуатацию;
- возможность оперативного изменения конфигурации,
- нет принципиальных ограничений для подключения в случае необходимости к существующей системе охраны.
- возможность сосуществования нескольких пультов.

Развитие сотовой сети стандарта GSM-900/1800 позволило создавать новые беспроводные системы охранной и пожарной сигнализации. Такие системы получили распространение благодаря широкому распространению сети GSM-операторов, простоте установки и эксплуатации.

GSM-операторы сами создают благоприятные условия для развития: использование новых протоколов передачи данных с повышенной защитой информации, создаваемых специально для таких случаев; специальные тарифы; предоставление возможности самим клиентам управлять состоянием объекта.

# 1 Использование беспроводных каналов в системах охраны

## 1.1 Типы беспроводных систем

### *Системы видеонаблюдения по каналу GSM*

Современные системы видеонаблюдения по GSM как правило выполняют следующие функции:

- взаимодействие пользователя с устройством для получения видеоизображения в любое время;
- передача видеоизображения от нескольких видеокамер в реальном времени;
- автоматическое оповещение абонента (и службу охраны) при срабатывании встроенного детектора движения и/или внешнего датчика;
- автоматическая запись фото и видеоинформации во встроенную память устройства;
- запись принимаемой фото и видеоинформации на жесткий диск компьютера;
- подключение внешнего охранного датчика или шлейфа к тревожному входу устройства;
- подключение исполнительного устройства к релейному выходу устройства и прямое управление им по каналу связи.

Системы видеонаблюдения с передачей данных с помощью протокола GSM используются для удаленных объектов. Это могут быть автоматические пункты управления запорной арматурой на трубопроводах, электрические подстанции, склады, вышки, железнодорожные переезды.

Устройства видеонаблюдения имеют встроенный GSM-модуль, легко настраиваются, удобны в эксплуатации, не требовательны к электропитанию (могут питаться как от источников постоянного тока, так и от сети 220 В, 50 Гц).

*Беспроводные сети WLAN (Wireless Local Area Network).*

Сеть WLAN - вид локальной вычислительной сети (LAN), связь между узлами в которой осуществляется с помощью высокочастотных радиоволн. Устройства встраиваются в сеть с помощью беспроводных сетевых адаптеров. Они легко интегрируются в сеть Ethernet с помощью беспроводных точек доступа по стандарту Wi-Fi (англ. Wireless Fidelity - "беспроводная точность") (рисунок 1.1). Таким образом, контролировать и управлять устройствами можно через сеть Internet практически из любого уголка Земли.

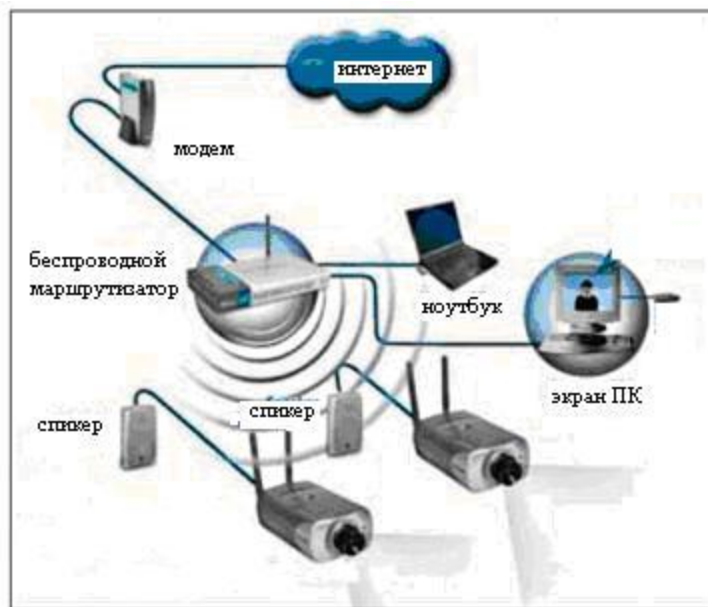


Рисунок 1.1 – Схема построение видеосистемы на WI-FI

Использование беспроводных каналов, открытых публичных сетей передачи информации требует использования специальных средств защиты. К ним относятся шифрование, использование определенных протоколов, паролей доступа, распределение прав доступа разным авторизованным пользователям. Системный администратор может построить систему под любые задачи.

Необходимо также решать проблему передачи видеопотока с хорошим качеством по каналам с невысокой скоростью передачи данных.

### *GPS мониторинг.*

GPS мониторинг - система спутникового мониторинга и управления объектами, построенная на основе использования современных систем спутниковой навигации (GPS/ГЛОНАСС), оборудования и технологий связи (GSM/УКВ), вычислительной техники и цифровых карт. Применяется диспет-

черскими службами для управления и контроля транспортными потоками, отслеживания маршрута следования отдельных транспортных средств, оснащенных специальными приборами (автотрекерами).

Автотрекер способен определять свое местоположение, используя систему спутниковой навигации. Передача информации (состояние объекта, местоположение, текущие характеристики, запасы топлива, факт нажатия тревожной кнопки и т.д.) на сервер диспетчерского пункта осуществляется с помощью мобильного Интернета. Возможна обратная связь от диспетчера – входящие звонки и текстовые сообщения.

Для решения задач мониторинга используются следующие компоненты системы:

- спутниковые системы навигации (GPS - США, ГЛОНАСС - РФ),
- приёмники GPS и/или ГЛОНАСС,
- системы связи с центральным пунктом (космическая /GSM / УКВ) и/или система локального накопления данных.

#### *Передача данных в диапазоне 433 МГц.*

Полоса радиочастот 433,075 – 434,79 МГц разрешена в России для использования передатчиков выходной мощностью до 10 мВт без специального разрешения. Ряд крупных производителей электронной техники выпускают высокочастотные 433 МГц модули. Они просты в эксплуатации, не требуют кропотливой настройки, необходимо только подвести питание, подключить антенну и подать данные для передачи. Готовые модули целесообразно использовать при малой дальности связи и пропускной способности.

В таблице 1.1 приведено сравнение вариантов построения высокочастотной части передатчика: готовый радиочастотный модуль и изделие на дискретных элементах (ВЧ-микросхемы, кварцевые резонаторы и др.)

Таблица 1.1 Преимущества и недостатки разных вариантов построения

ВЧ-части

Вариант построения	Преимущества	Недостатки
<p align="center"><b>Готовый радиочастотный модуль</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Минимальное время проектирования</li> <li>• Низкие затраты на оценку и тестирование</li> <li>• Упрощенное лицензирование*</li> <li>• Гарантированное качество, проверенное временем и большим объемом выпуска</li> <li>• Упрощенная логистика компонентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Характеристики могут не точно соответствовать требуемым</li> <li>• Единственный производитель</li> <li>• Невозможность вносить изменения</li> <li>• Более дорогое решение</li> </ul>
<p align="center"><b>ВЧ-часть на дискретных компонентах</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Полный контроль над характеристиками</li> <li>• Возможность вносить изменения</li> <li>• Несколько производителей комплектующих</li> <li>• Экономия на стоимости комплектующих</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Высокая стоимость разработки</li> <li>• Большой срок выхода на рынок</li> <li>• затраты на тестирование</li> <li>• Большие затраты при монтаже</li> <li>• Сложнее логистика комплектующих</li> </ul>

Радиочастотные модули могут использовать два вида модуляции: амплитудную и частотную.

При амплитудной модуляции (рисунок 1.2) подача цифрового логического уровня (лог. «1») сопровождается включением передатчика, излучается ВЧ-сигнал. Если на входе данных уровень лог. «0», то сигнал не излучается. Это простейший принцип передачи данных. Он требует минимальных затрат, экономичен с точки зрения потребляемой электроэнергии, но такой способ не защищает от помех при передаче лог. «0» (приемник будет воспринимать помеху как лог. «1»). Для защиты от помех нужно использовать специальные протоколы кодирования передаваемого сигнала. При амплитудной модуляции скорость передачи данных около 10 кБит/сек.



При частотой модуляции передатчик вырабатывает сигналы двух фиксированных частот, соответствующих лог. «0» и лог. «1» (рисунок 1.3). Такой метод более эффективный, скорость передачи данных может быть увеличена до 100 кБит/сек. В целом схема передатчика с частотной модуляцией более сложная и энергоемкая, модули стоят дороже.

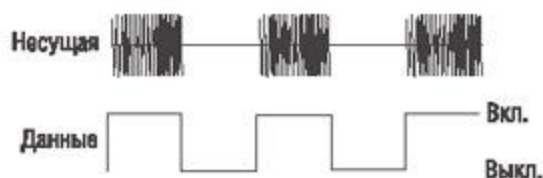


Рисунок 1.2 – Принцип амплитудной модуляции

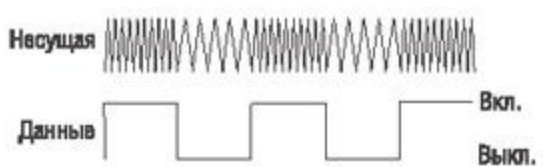


Рисунок 1.3 – Принцип частотной модуляции

Для защиты данных применяется методы шифрования. Использование криптозащиты требует значительной мощности микроконтроллера при обработке сигнала. К основным данным добавляются служебные посылки (время передачи увеличивается).

За счет универсальности высокочастотных модулей, область применения их растет. Помимо охранных и пожарных систем сигнализации, модули применяются в беспроводных системах доступа, промышленной автоматике, системах сбора данных.

На рисунке 1.4 приведена схема беспроводного датчика устройства сбора информации. Данный проект был размещен в журнале Circuit Cellar.

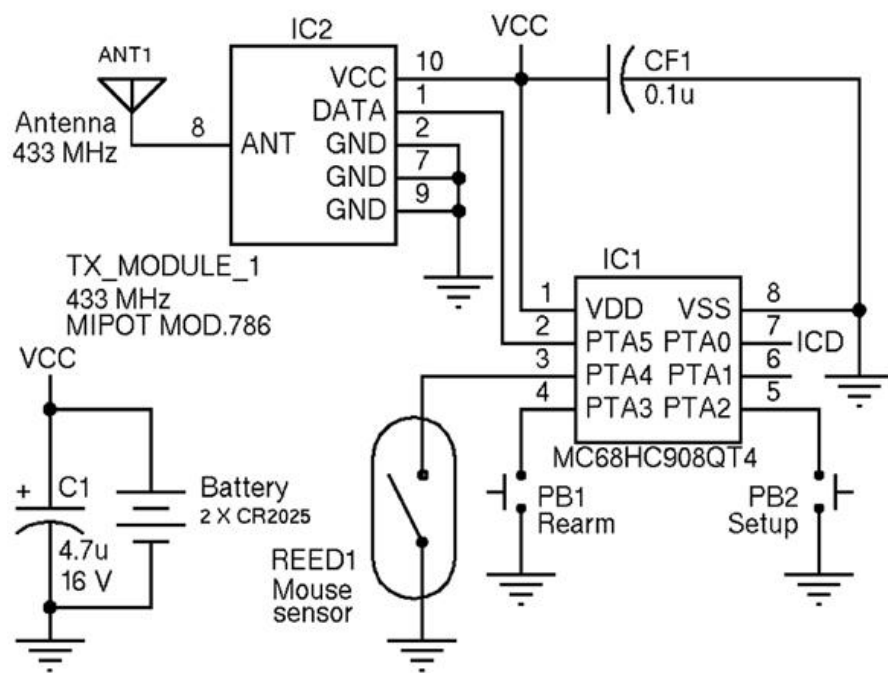


Рисунок 1.4 – Схема беспроводного датчика

## *1.2 Описание разрабатываемой системы охраны на канале сотовой связи*

Вся охранная система состоит из нескольких блоков (см. рисунок 1.5). Контактные датчики (1) охраняемого объекта подключаются к беспроводному передатчику (2). В общем случае к одному передатчику может подключаться шлейф контактных датчиков (см. рисунок 1.4), либо использоваться несколько беспроводных передатчиков (БП), работающих на одной частоте (число датчиков неограничено). БП передает сигнал «тревога» – кодированный сигнал на несущей частоте  $f_T=433,92$  МГц. Сигнал «тревога» принимается базовым блоком (ББ) – приёмником (3). ББ может находиться внутри охраняемого объекта, либо снаружи, но не далее 50 м от передатчиков. К базовому блоку подключен сотовый телефон (4). Задача ББ сформировать команду дозвона до абонента в случае приёма сигнала «тревога». Затем абонент получает дозвон на свой телефон (5), оснащённый определителем номера.

Задачей выпускной квалификационной работы является разработка блока беспроводных датчиков.

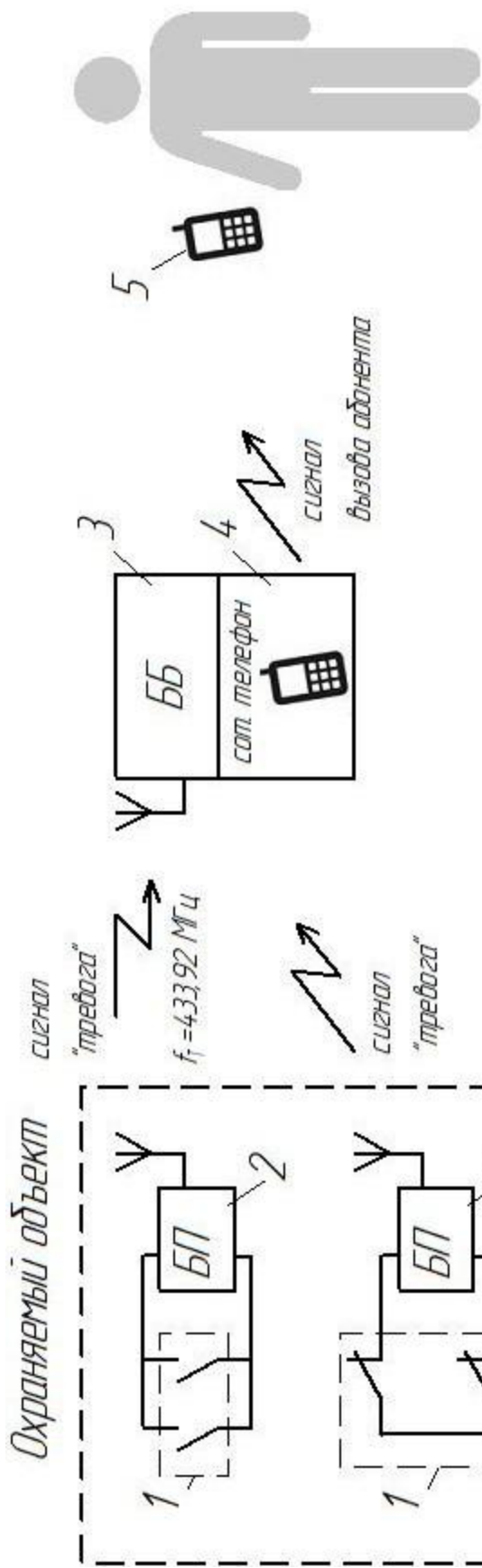


Рисунок 1.4 Разрабатываемая система охраны на канале сотовой связи

## 2 Составление структурной схемы блока беспроводных датчиков

Исходя из задач, которые должен реализовывать блок беспроводных датчиков, была составлена его электрическая структурная схема. Она изображена на рисунке 2.1.

Беспроводной датчик имеет автономное питание – батарею гальванических элементов (1). При подаче напряжения питания на блок БП запитываются контактные датчики (2) охраняемого объекта и происходит обнуление счетчика (4). Узел обнуления счетчика (3) производит сброс счетчика при включении питания и после отработки счетчиком рабочего цикла при срабатывании. Узел задержки (5) (блокировки) сигнала при включении питания обеспечивает блокировку сигнала с контактов (2), чтобы исключить возможные ложные срабатывания. Время задержки выбирается порядка 30 с. При срабатывании контакта (2) охраняемого объекта запускается счетчик (4) (одновибратор). На выходе одновибратора формируется импульс длительностью около 1–2 с. На это время подается питание на кодер (6), передатчик (7) и цепь индикации (9). Кодер формирует кодовую последовательность, установленную с помощью блока установки «секретного кода» (8), которая модулируется в передатчике (7). Передатчик работает на частоте 433,92 МГц. Цепь индикации служит в основном для помощи при настройке системы охраны.

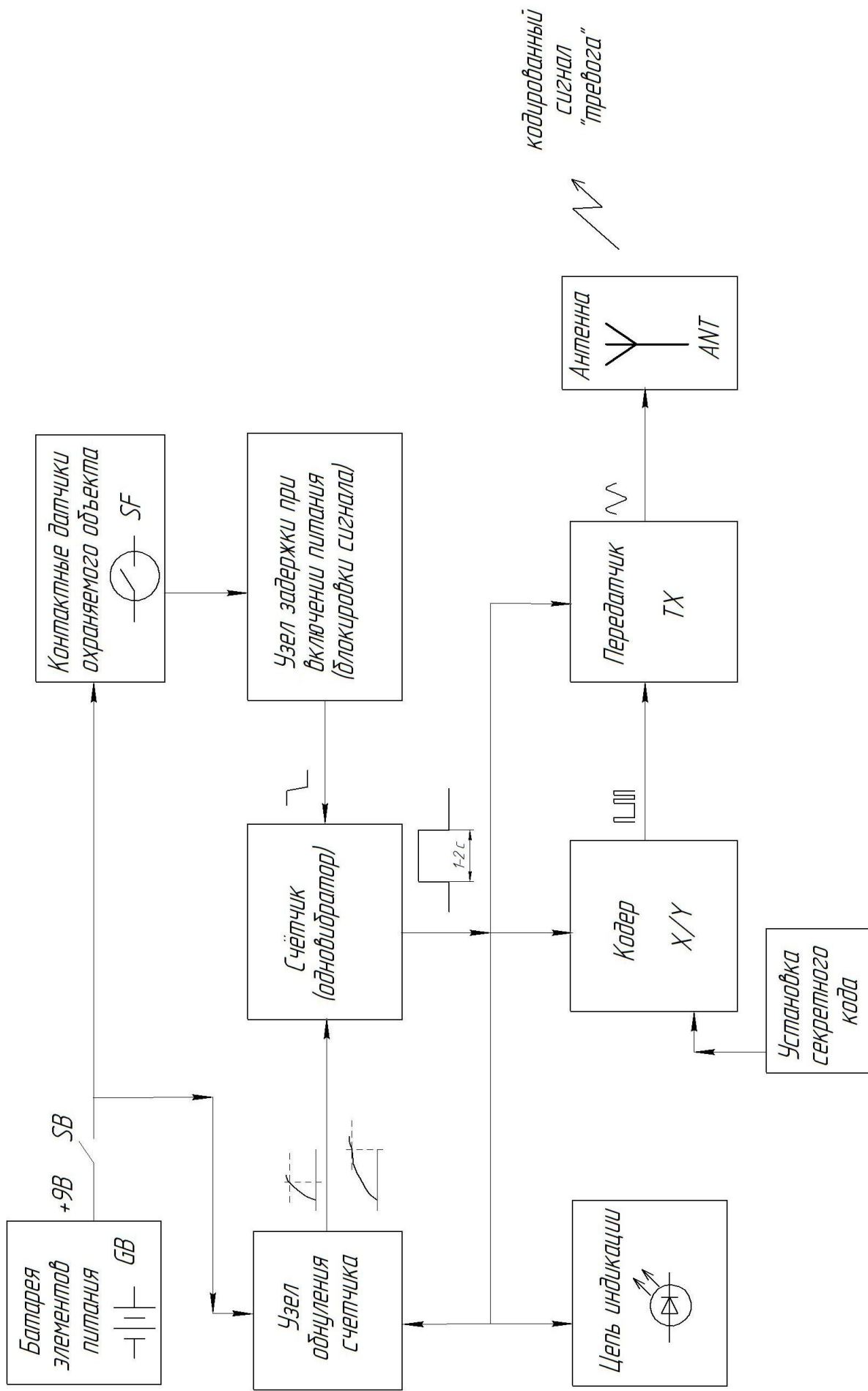


Рисунок 2.1 Структурная схема блока беспроводных датчиков

### **3 Составление электрической принципиальной схемы и выбор элементов блока беспроводных датчиков**

#### *3.1 Выбор передатчика радиосигнала*

Для выбора передатчика радиосигнала рассмотрим продукцию компании *Telecontrolli*, подходящую для решения задачи поставленной в этой работе. На рынке можно обнаружить интегральные схемы (модули) для передачи данных в радиодиапазоне АМ–передатчиков серии RTn-xxx. Это функционально законченные приборы (структурная схема – на рисунке 3.1), выполненные по гибридной толстоплёночной технологии, что обеспечивает высокую стабильность характеристик. Они работают на фиксированных частотах в диапазонах 315, 418 или 433,92 МГц. В качестве частото задающего элемента используется ПАВ-резонатор. Передатчики предназначены для построения недорогих беспроводных систем, где не требуется большой радиус действия и высокая скорость передачи данных. Типовое применение – устройство, передающее кодовую последовательность в ответ на нажатие кнопки или замыкание контактов датчика. Типовая схема включения проста и приведена на рисунке 3.2.

Некоторые технические параметры данной группы приборов приведены в таблице 3.1.

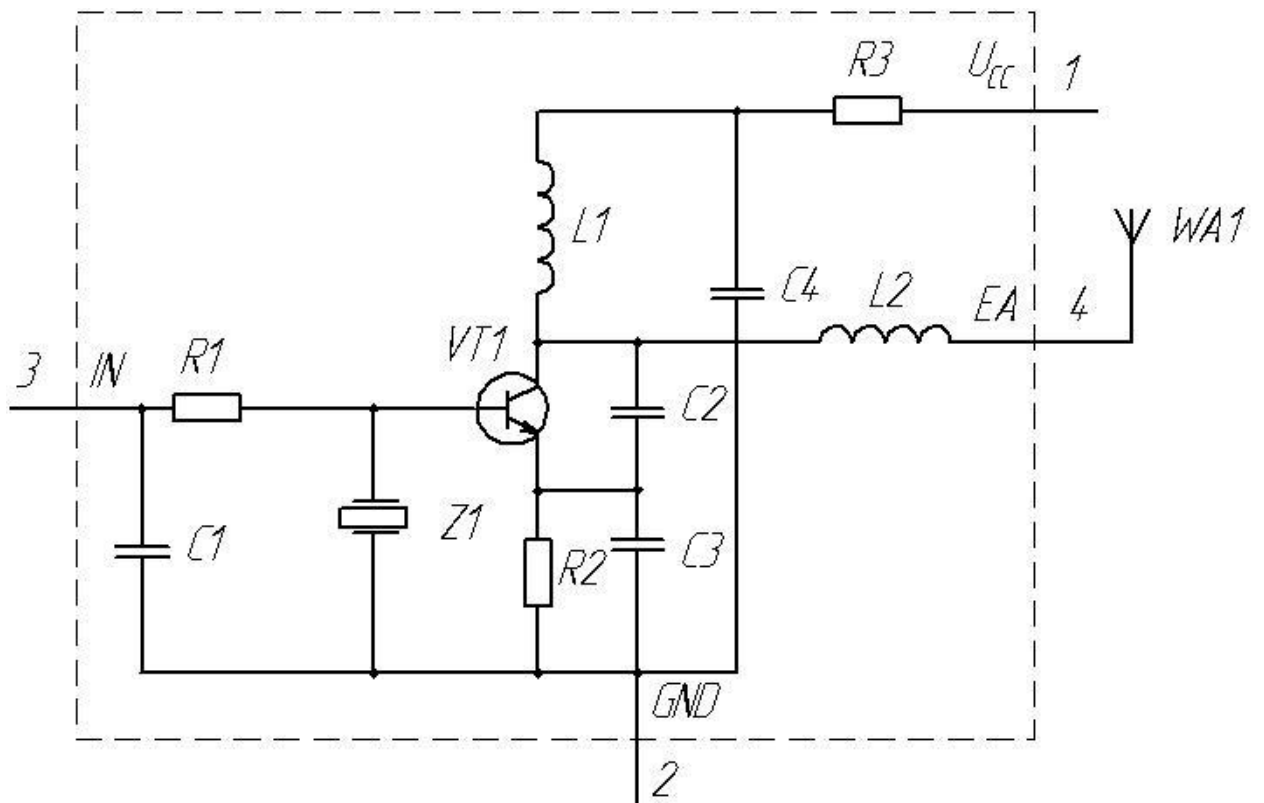


Рисунок 3.1 Структурная схема передатчика RT4-xxx

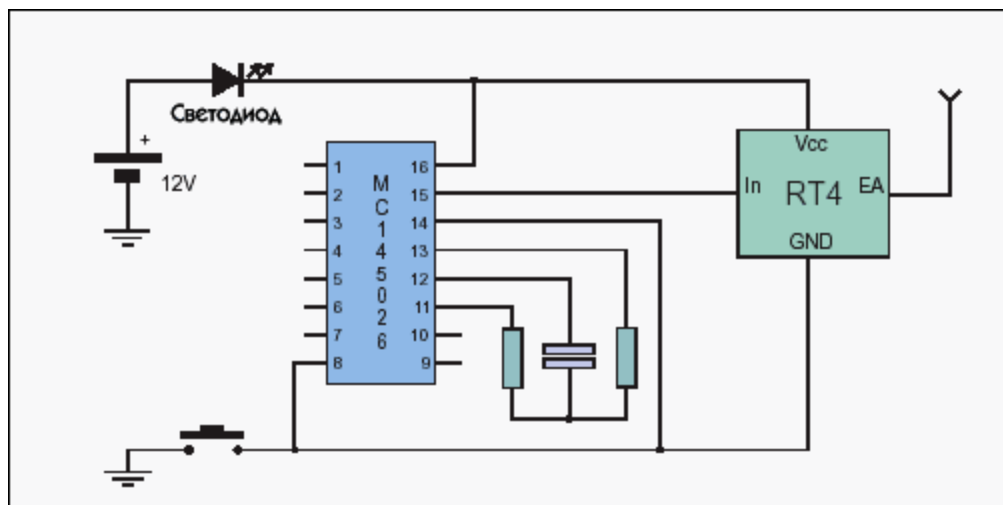


Рисунок 3.2 Типовая схема включения передатчика серии RTx-xxx



Таблица 3.1 Технические параметры передатчиков серии RTx, RTFx

Параметр	Тип передатчика				
	RT4	RT5	RT6	RTQ1	RTFQ1
Напряжение питания, В	2÷14	2÷14	2,7÷14	2,7÷14	2,1÷4
Ток потребления, мА	4	3	3÷9	15	7
Рабочая частота, МГц	303,8÷433,92	303,8÷433,92	303,8÷433,92	433,9/868,35	315/433,9/868,35
Выходная мощность (нагрузка 50 Ом), дБм	7	7	3÷15	5	5
Гармоническое паразитное радиоизлучение, дВс	-30	-35	-50	-40	-40
Скорость передачи данных, кГц	4	4	4	9,6 кбит/с	9,6 кбит/с
Диапазон рабочих температур, °С	-25...+80	-25...+80	-25...+80	-25...+80	-25...+80

Для блока передатчиков, проектируемого в данной работе выберем передатчик с амплитудной модуляцией типа RT4. Во-первых он может работать на заданной частоте 433,92 МГц, во-вторых потребляет малый ток, в-третьих может работать на заданном напряжении питания 9 В.

Общий вид модуля передатчика RT4 изображен на рисунке 3.3. Габаритные размеры модуля 17,8\*10,2 мм.

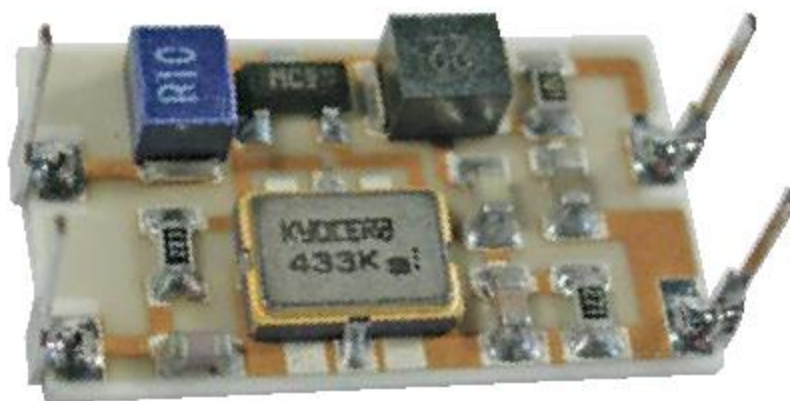


Рисунок 3.3 Общий вид модуля передатчика RT4

### *3.2 Выбор источника питания*

Разрабатываемое устройство, согласно техническому заданию должно иметь автономное питание. Заданное напряжение 9 В можно получить используя три литиевых элемента питания, напряжением 3 В каждый.

Литиевые элементы питания обладают более высоким напряжением, чем источники тока других электрохимических систем. Они имеют низкий уровень саморазряда (не более 2% в год) и длительный срок хранения (5 - 10 лет) и характеризуются стабильной работой в широком диапазоне температур (от -30 до +65°C). Применяются в наручных часах, фотографическом оборудовании, калькуляторах, компьютерном оборудовании.

Выбираем элементы питания GP CR1220 напряжением 3 В (3 шт).

### *3.3 Выбор кодера*

В качестве кодера DD3 выбрана микросхема серии MC145026D компании Motorola Semiconductor. Эта микросхема позволяет задавать до 19683 комбинаций «секретного кода». Микросхема кодирует информацию по девяти линиям и последовательно передает ее при разрешающем сигнале [6]. Информация может быть закодирована в двоичном виде (низкий и высокий уровни) или в троичном (низкий, высокий, открытый).

Расположение выводов микросхемы MC145026D показано на рисунке 3.4, блок-схема на рисунке 3.5.

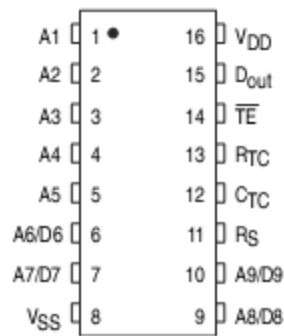


Рисунок 3.4 – Расположение выводов кодера MC145026D

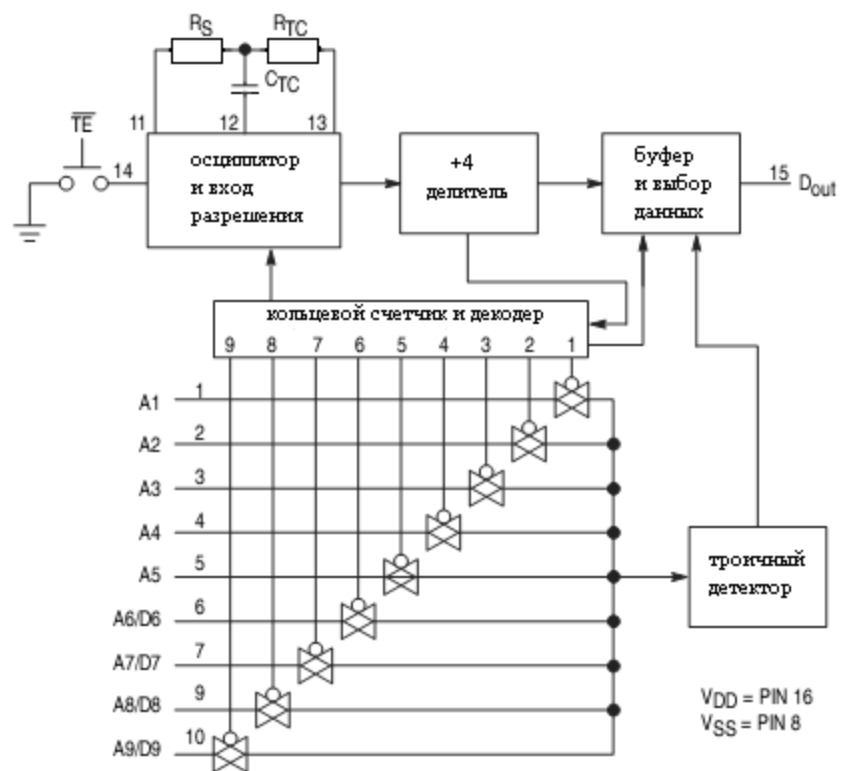


Рисунок 3.5 – Блок-схема кодера MC145026D

Назначение выводов:

A1 – A9 – адрес/входные данные для кодирования;

R<sub>S</sub>, C<sub>TC</sub>, R<sub>TC</sub> – выводы осциллятора кодера;

$\overline{TE}$  – вход разрешения передачи (с низким активным уровнем);

D<sub>OUT</sub> (Data Out) – выход кодера (данные передаются последовательно) ;

V<sub>SS</sub> – отрицательный потенциал питания, земля;

V<sub>DD</sub> – положительный потенциал питания.

Основные электрические характеристики микросхемы указаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Основные электрические характеристики микросхемы MC145026

Сим-вол	Характеристика	Напряжение питания, VDD В	Гарантированные показатели при 25°C		Един. измерения
			Мин	Макс	
V <sub>OL</sub>	Выходное напряжение низкого уровня	5.0 10 15	— — —	0.05 0.05 0.05	В
V <sub>OH</sub>	Выходное напряжение высокого уровня	5.0 10 15	4.95 9.95 14.95	— — —	В
V <sub>IL</sub>	Входное напряжение низкого уровня	5.0 10 15	— — —	1.5 3.0 4.0	В
V <sub>IH</sub>	Входное напряжение высокого уровня	5.0 10 15	3.5 7.0 11	— — —	В
I <sub>OH</sub>	Выходной ток соответствующий высокому уровню	5.0 10 15	- 0.44 - 1.1 - 3.0	— — —	мА
I <sub>OL</sub>	Выходной ток соответствующий низкому уровню	5.0 10 15	0.44 1.1 3.0	— — —	мА
I <sub>in</sub>	Входной ток - вход TE	5.0 10 15	3.0 16 35	11 60 120	мкА
I <sub>in</sub>	Входной ток - вход RS	15	—	± 0.3	мкА
I <sub>in</sub>	Входной ток - входы A1 — A9	5.0 10 15	— — —	± 110 ± 500 ± 1000	мкА
C <sub>in</sub>	Входная ёмкость	—	—	7.5	пФ
I <sub>DD</sub>	Ток покоя	5.0 10 15	— — —	0.1 0.2 0.3	мкА

Кодер последовательно передает троичное число, которое определяется состоянием входов А1 – А9. Эти входы могут находиться в трех состояниях – низком, высоком, открытом (не подключенным). Передача посылки начинается при подаче низкого уровня на вход  $\overline{TE}$ . При этом запускается осциллятор (вх. 12 – СТС) и формируются два идентичных слова для передачи.

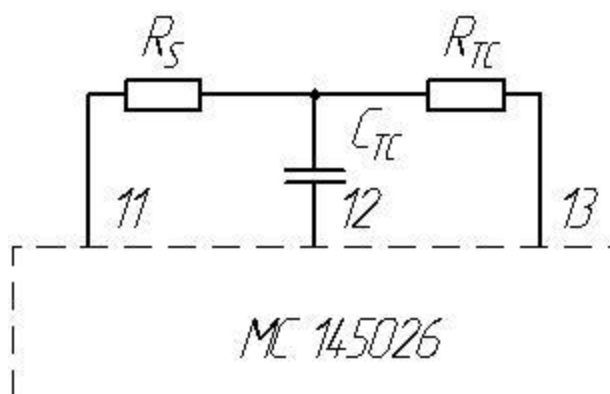


Рисунок 3.6 – Внешняя цепь осциллятора микросхемы MC145026

Фрагмент передающей части электрической схемы изображен на рисунке 3.7.

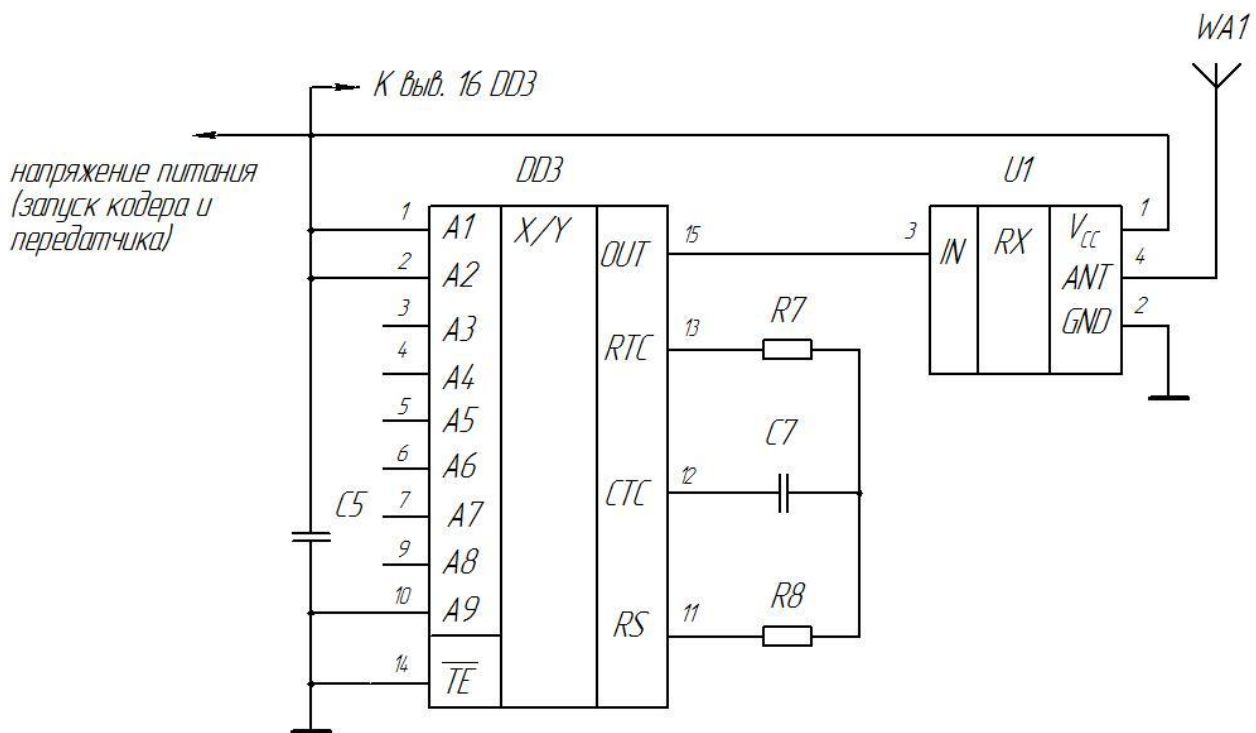


Рисунок 3.7 – Схема кодера и передатчика

Выбор элементов осциллятора кодера.

По технической документации на микросхему MC145026 частота работы осциллятора задается из диапазона  $1 \text{ кГц} \leq f \leq 400 \text{ кГц}$ . Она определяется параметрами внешней цепи (рисунок 3.6) по формуле

$$f = \frac{1}{2,3R_{TC} \cdot C'_{TC}}, \quad (3.1)$$

где  $C'_{TC} = C_{TC} + 20 \text{ пФ}$ ,  $C_{TC}$  – емкость конденсатора, подключенного к выв. 12 DD3,  $R_{TC}$  – сопротивление резистора, подключенного к выв. 13 DD3.

$R_S$  – сопротивление резистора, подключенного к выв. 13 DD3.

Причем должны выполняться следующие условия:

$$400 \text{ пФ} \leq C_{TC} \leq 15 \text{ мкФ}, \quad R_{TC} \geq 10 \text{ кОм}, \quad R_S \geq 20 \text{ кОм} \text{ и } R_S \approx 2R_{TC}.$$

Зададим частоту работы осциллятора близкую к нижней границе допустимого диапазона (1-2 кГц). Для этого зададим  $C7 = C_{TC} = 1000 \text{ пФ}$ ,  $R7 = R_{TC} = 200 \text{ кОм}$ ,  $R8 = R_S = 390 \text{ кОм}$ .

Оценим мощность, рассеиваемую на резисторе R8. Входной ток  $I_{R8} \leq 0,3 \text{ мкА}$  (по справочным данным – таблица 3.2), поэтому

$$P_{R8} = I_{R8}^2 \cdot R8 = (0,3 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 390 \cdot 10^3 = 35 \cdot 10^{-9} \text{ Вт},$$

мощность очень маленькая, выбираем все резисторы на номинальную мощность 0,125 Вт.

Подставляя выбранные значения в (3.1) получим

$$f = \frac{1}{2,3R_{TC} \cdot C'_{TC}} = \frac{1}{2,3 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot (1000 + 20) \cdot 10^{-12}} = 2,1 \text{ кГц}$$

### 3.4 Установка «секретного кода»

Применение кодера MC145026 позволяет получить 19683 троичных комбинаций и 512 двоичных комбинаций. По техническому заданию количество возможных комбинаций «секретного кода» должно быть больше 10000, поэтому для «секретного кода» выбираем троичную комбинацию.

Как отмечалось в п.3.3 информационные входы могут находиться в трех состояниях – низком (логический ноль), высоком (логическая единица) и открытом (высокоомный, не подключен). При этом логический ноль кодируется

как два последовательных коротких импульса, логическая единица – два длинных импульса, открытое состояние – один длинный и один короткий импульсы (рисунок 3.8).

Для данной разработки зададим следующую кодовую комбинацию : +A1, +A2, –A9. При этом входы A1, A2 микросхемы DD1 подключаются к плюсу источника питания, а вход A9 к минусу (рисунок 3.7). Кодовая посылка, формируемая кодером показана на рисунке 3.9.

Общее время передачи кода составляет

$$t_{\text{период}} = \frac{1}{f} \cdot 185 = \frac{1}{2.1 \cdot 10^3} \cdot 185 \approx 0,1 \text{ с.}$$

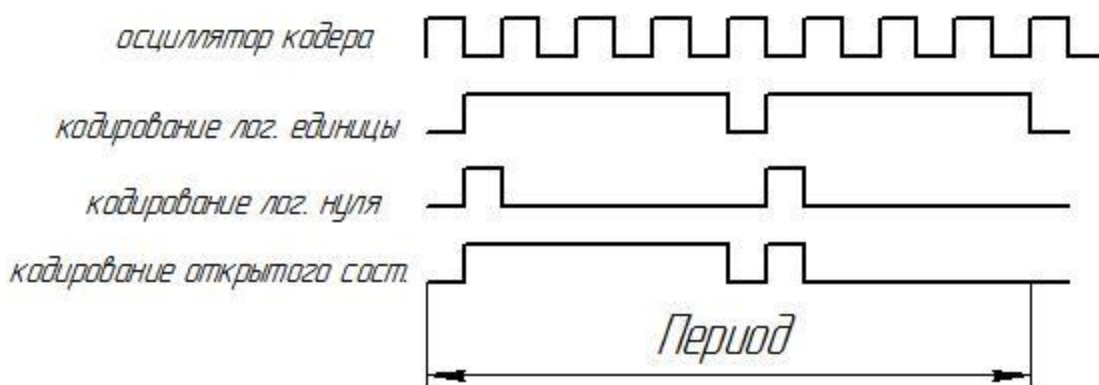


Рисунок 3.8 – Диаграммы кодирования



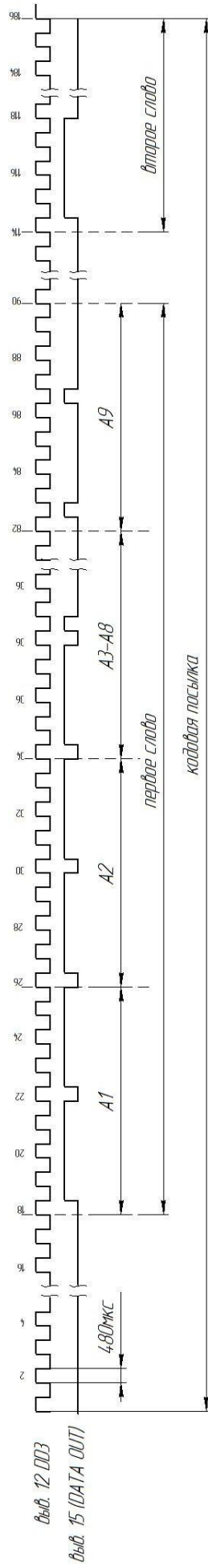


Рисунок 3.9 – Кодовая посылка

### 3.5 Схема одновибратора

Схема одновибратора, формирующего импульс на разрешение работы кодера DD3 и передатчика U1 приведена на рисунке 3.10.

После подачи питающего напряжения цепь C3R4 сформирует импульс напряжения, который через диод VD2 поступит на вход R счетчика DD2 и установит его в нулевое состояние. На этом счетчике собран одновибратор. Через резистор R5 подключенный к выходу 1 счетчика DD2, заряжается конденсатор C4. Его напряжение через диод VD3 поступает на вход R счетчика DD2, и когда оно достигнет порогового, DD2 будет установлен в нулевое состояние. Длительность импульса на выходе 1 счетчика DD2 зависит от продолжительности зарядки конденсатора C4. Только на это время и включатся кодер DD3, АМ передатчик U1. Такой режим работы значительно увеличивает ресурс автономного источника питания.

Элемент DD1.4 использован как буферный и обеспечивает больший выходной ток, чем выход счетчика DD2, уменьшая влияние остальных элементов на работу одновибратора. Этот ток является питающим для микросхемы DD3 и передатчика U1.

Одновибратор построен на десятичном счетчике типа HEF4017BT (таблица 3.3)

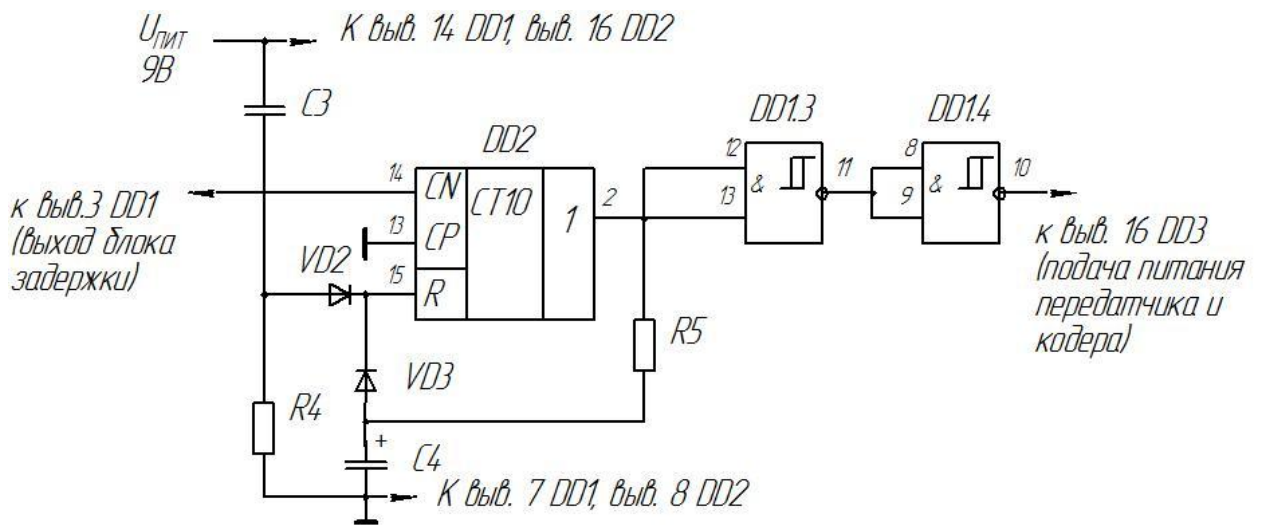








Рисунок 3.10 – Схема одновибратора

Таблица 3.3 – Таблица истинности счетчика HEF 4017 В

MR	CP <sub>0</sub>	$\overline{CP_1}$	Действие
H	x	x	$O_0 = \overline{O_{5-9}} = H$ $O_1 - O_9 = L$
L	H		Срабатывание счетчика
L		L	Срабатывание счетчика
L	L	x	Без изменения
L	x	H	Без изменения
L	H		Без изменения
L		L	Без изменения

Примечание:

1.  $O_1 - O_9$  – выходы
2.  $\overline{O_{5-9}}$  – перенос выхода (активный низкий сигнал)
3. CP<sub>0</sub> – тактовый вход (срабатывание по переднему фронту)
4.  $\overline{CP_1}$  – тактовый вход (срабатывание по спаду)
5. MR – вход сброса
6. H=HIGH (высокий уровень напряжения)
7. L=LOW (низкий уровень напряжения)
8. x – любое состояние
9.  – передний фронт импульса
10.  – спад импульса

Задачей одновибратора является формирование импульса соответствующего длительности работы кодера и передатчика. Время передачи кодовой посылки составляет  $t_{\text{перед}}=0,1$  с. Зададим время импульса одновибратора из условия  $t_{\text{имп}} = 5 \cdot t_{\text{перед}}=0,5$  с.

Зависимость мгновенного значения напряжения на конденсаторе от времени (рисунок 3.11) записывается следующим образом:

$$u_c(t) = U_{\text{пит}} \left( -e^{-t/\tau} \right), \quad (3.2)$$

где  $\tau$  – постоянная времени заряда.

Поскольку в момент времени  $t_{\text{имп}}=0,5$  с напряжение на конденсаторе C4 должно быть  $u_c(t)=0,7U_{\text{пит}}$ , то из уравнения (3.2) следует:

$$\begin{aligned} 0,7U_{\text{пит}} &= U_{\text{пит}} \left( -e^{-t_{\text{имп}}/\tau_1} \right), \\ e^{-t_{\text{имп}}/\tau_1} &= 0,3, \\ \tau_1 &= \frac{t_{\text{имп}}}{-\ln 0,3}, \end{aligned} \quad (3.3)$$

где  $\tau_1$  – постоянная времени цепи R5C4.

Значение  $\tau_1$ :

$$\tau_1 = \frac{t_{\text{имп}}}{-\ln 0,3} = \frac{0,5}{1,2} = 0,42 \text{ с}.$$

Зададим значение ёмкости конденсатора C4= 10 мкФ, тогда

$$R5 = \frac{\tau_1}{C4} = \frac{0,42}{10 \cdot 10^{-6}} = 42 \text{ кОм}.$$

Выберем значение R5=47 кОм.

Цепь первоначальной установки счетчика изображена на рисунке 3.12

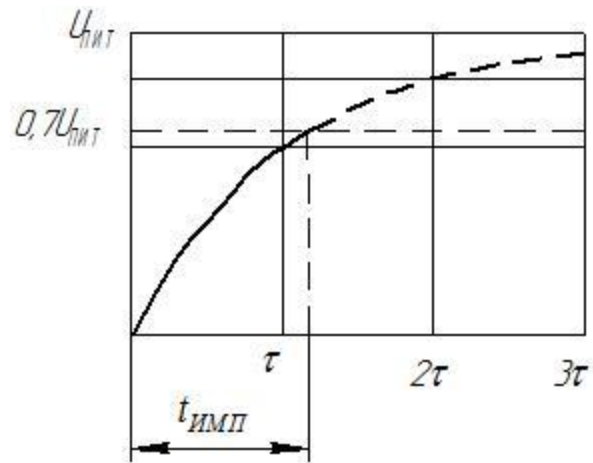


Рисунок 3.11 – Заряд конденсатора C4

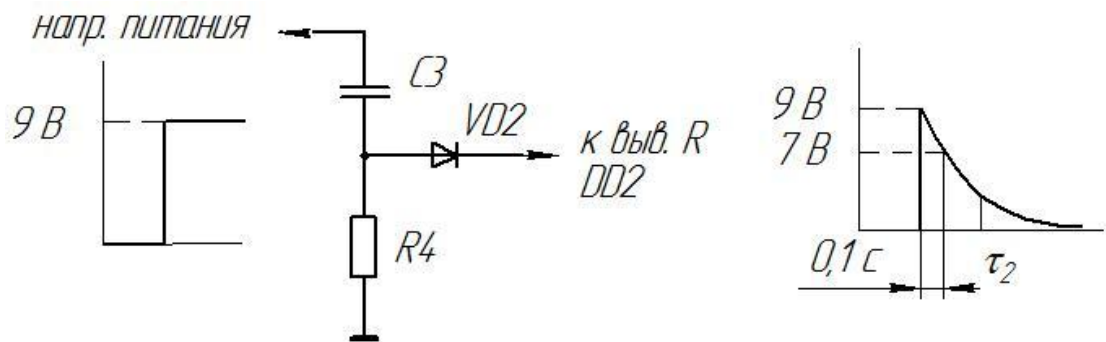


Рисунок 3.12 – Цепь первоначальной установки счетчика

Используя формулу (3.2) и диаграмму на рисунке 3.12 ( $t=0,1$  с) имеем следующее:

$$u_{C3}(0,1) = U_{пит} \left( - e^{-0,1/\tau_2} \right),$$

$$e^{-0,1/\tau_2} = 0,22,$$

$$\tau_2 = \frac{0,1}{-\ln 0,22} = 0,07 \text{ с},$$

где  $\tau_2$  – постоянная времени заряда конденсатора С3.

$$\tau_2 = R4C3 = 0,07 \text{ с}$$

Зададим значение ёмкости конденсатора С3= 1 мкФ, тогда

$$R4 = \frac{\tau_2}{C3} = \frac{0,07}{1 \cdot 10^{-6}} = 70 \text{ кОм}.$$

Выберем значение R4=100 кОм.

### 3.6 Узел задержки

Узел задержки блокирует работу счетчика DD2 на время  $t_{зад}$ , исключая случайные срабатывания счетчика в момент включения схемы к источнику питания.

Схема узла задержки изображена на рисунке 3.13. Она состоит из двух триггеров DD1.1, DD1.2 и времязадающей цепи R3 С2.

Триггер DD1 был выбран типа HEF 4093BT

Связь между входами и соответствующими выходами триггеров можно увидеть на функциональной схеме (рисунок 3.14).

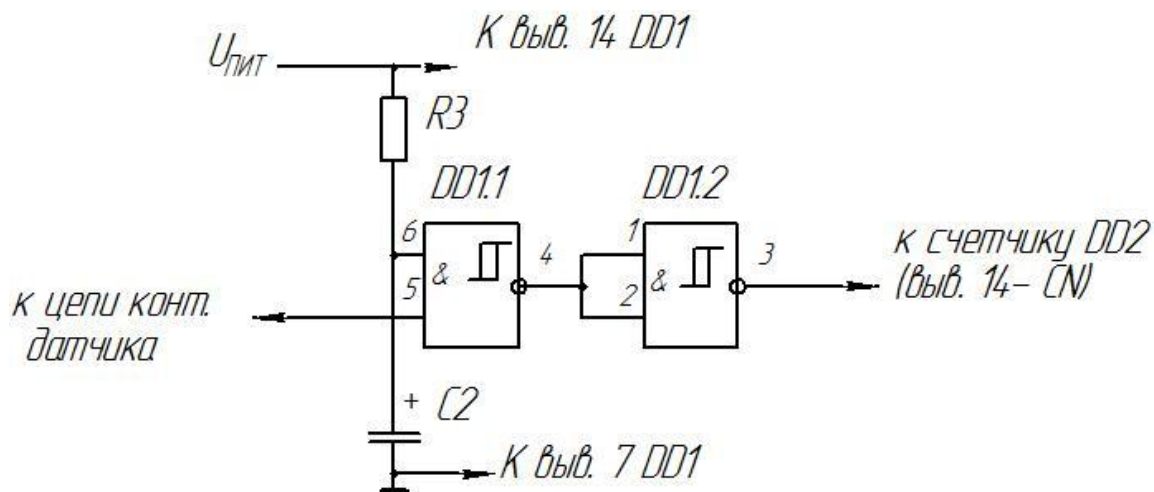
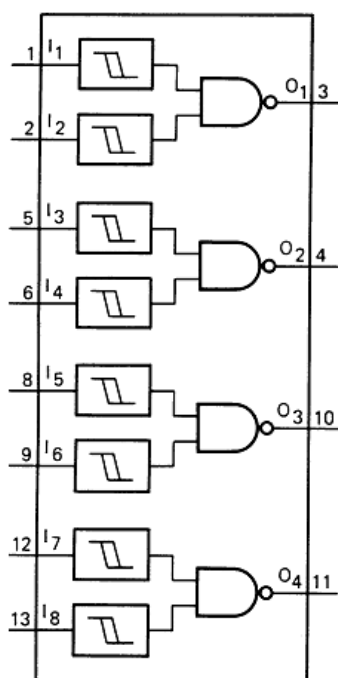


Рисунок 3.13 – Узел задержки



$I_1 - I_8$  – входы триггеров

$O_1 - O_4$  – выходы триггеров

$V_{DD}$  – питание (выв. 14)

$V_{SS}$  – общий (выв. 7)

Рисунок 3.14 – Функциональная схема микросхемы HEF 4093BT



Для проектирования устройства необходимо знать, при каких напряжениях происходит срабатывание (переключение) триггеров. Эти значения указаны в таблице 3.3, поясняющая диаграмма приведена на рисунке 3.15.

Таблица 3.4 – Уровни напряжений срабатывания триггеров

Величина	Обозначение	Напр. питания $V_{DD}$ , В	Значение напряжения, В		
			Мин	Тип	Макс.
Ширина петли гистерезиса	$V_H$	5	0,4	0,7	-
		10	0,6	1,0	-
		15	0,7	1,3	-
Напряжение переключения при изменении входного сигнала с низкого на высокий	$V_P$	5	1,9	2,9	3,5
		10	3,6	5,2	7
		15	4,7	7,3	11
Напряжение переключения при изменении входного сигнала с высокого на низкий	$V_N$	5	1,5	2,2	3,1
		10	3	4,2	6,4
		15	4	6,0	10,3

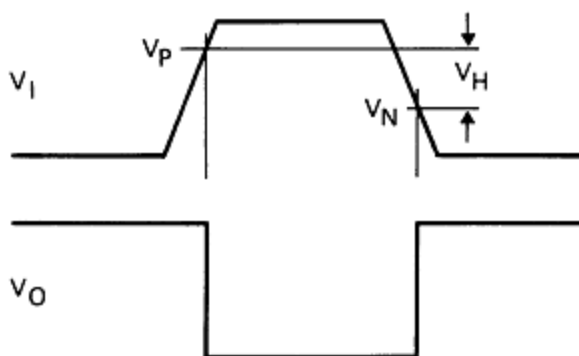


Рисунок 3.15 – Переключение триггера

Время задержки определяется временем заряда конденсатора C2 до напряжения переключения триггера ( $V_p \approx 5$  В). Зададим необходимое время задержки  $t_{зад} = 25$  с, тогда должно выполняться условие  $u_{C2}(t_{зад}) = V_p$ . Постоянную времени заряда конденсатора C2 –  $\tau_3$  найдем используя формулу (3.2):

$$5 = 9 \left( 1 - e^{-t_{зад} / \tau_3} \right),$$

$$e^{-t_{зад} / \tau_3} = 0,44,$$

$$\tau_3 = \frac{t_{зад}}{-\ln 0,44} = \frac{25}{0,82} = 30 \text{ с},$$

где  $\tau_3 = R3C2$ .

Зададим значение ёмкости конденсатора C2 = 10 мкФ, тогда

$$R3 = \frac{\tau_3}{C2} = \frac{30}{10 \cdot 10^{-6}} = 3 \text{ МОм}.$$

Выберем значение R3 = 3,3 МОм.

### 3.7 Цепь контакта датчика

В качестве датчика срабатывания выступает геркон SF1 (см. схему на рисунке 3.16). Резистор R1 ограничивает ток через контакты геркона SF1, а элементы VD1, R2, C1 выполняют функцию подавления их дребезга (быстрая зарядка конденсатора C1 через резистор R1 и медленная разрядка через R2).

Тип геркона выберем КЭМ-2 с параметрами:

Коммутируемая мощность, Вт	10
Диапазон коммут. токов, А	$10^{-6} \dots 0,5$
Диапазон коммут. напряжений, В	$5 \cdot 10^{-2} \dots 130$ перем. $5 \cdot 10^{-2} \dots 180$ пост.
Род нагрузки	Активная
Кол-во срабатываний	$5 \cdot 10^4 \dots 1 \cdot 10^7$
МДС сраб.(группа А), А	15-25
Кв	0.3...0.9
Время срабатывания, мс	1.0
Время отпускания, мс	0.5
Электрич. прочность изоляции, В	180/250
Сопротивление, Ом	0.25

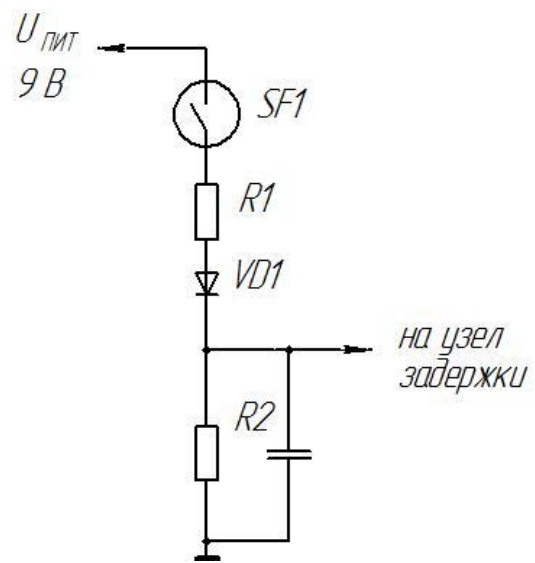


Рисунок 3.16 – Цепь контакта датчика

Зададим ток через контакты геркона в момент срабатывания  $I_{SF1c} < 10 \text{ мА}$ , тогда сопротивление R1 выберем из условия:

$$R1 > \frac{U_{пит}}{I_{SF1c}} = \frac{9}{10 \cdot 10^{-3}} = 900 \text{ Ом} ,$$

Значение выберем ближайшее к расчетному  $R1=1\text{кОм}$ .

Номинал резистора R2 необходимо выбрать большим для того, чтобы уменьшить ток, потребляемый датчиком, если контакты геркона SF1 длительное время будут находиться в замкнутом состоянии. Минимальное значение тока, коммутируемого герконом SF1  $I_{SF1min}=10^{-6} \text{ А}$ , поэтому сопротивление R2 определим из условия:

$$R2 \approx \frac{U_{пит}}{I_{SF1min}} = \frac{9}{1 \cdot 10^{-6}} = 9\text{МОм}$$

Выберем значение  $R2=10 \text{ МОм}$ .

Конденсатор C1 необходим для подавления дребезга контактов геркона. Он должен успеть зарядиться через резистор R1 за минимальное время ( $t_{сраб}=1\text{мс}$ ). Поэтому значение емкости конденсатора C1 определим из условия:

$$C1 \approx \frac{t_{сраб}}{R1} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^3} = 1\text{мкФ} .$$

Выберем значение  $C1=1\text{мкФ}$ .

Диод VD1 предотвращает разряд конденсатора через контакты геркона. Выберем диод типа LL4118 со следующими параметрами:

Материал	кремний
Максимальное постоянное обратное напряжение, В	75
Максимальное импульсное обратное напряжение, В	100
Максимальный прямой (выпрямленный за полупериод) ток, А	0.2
Максимально допустимый прямой импульсный ток, А	4
Максимальный обратный ток, мкА	50
Максимальное прямое напряжение, В при $I_{пр.}, \text{А} 0.1$	1
Максимальное время обратного восстановления, мкс	0.004
Общая емкость Cд, пФ	4
Рабочая температура, С	-65...200

Способ монтажа

SMD

Корпус

SOD80C

### 3.8 Цепь индикации

Цепь индикации (рисунок 3.17) подключается к выходу одновибратора. Светодиод HL1 только на время работы кодера и передатчика. Индикация необходима в основном на этапе отладки устройства. В качестве индикатора выберем светодиод KPTR-3216SRD с параметрами:

Материал	GaAlAs
Цвет свечения	красный
Длина волны, нм	660
Минимальная сила света $I_v$ мин., мКд	40
Максимальная сила света $I_v$ макс., мКд	100
при токе $I_{пр}$ , мА	20
Видимый телесный угол, град	50
Цвет линзы	матовый
Размер линзы, мм	SMD 3.2 X 1.6
Максимальный импульсный прямой ток, мА	30
Рабочая температура, С	-40...85
Типоразмер	1206

Резистор R6 токоограничивающий. Зададим ток через светодиод  $I_{пр}=10$

$$\text{мА, тогда } R6 = \frac{U_{\text{вых одновибр}}}{I_{пр}} = \frac{9}{10 \cdot 10^{-3}} = 900 \text{ Ом. } U_{\text{вых одновибр}} \approx U_{пит}$$

Выберем значение  $R6=1 \text{ кОм}$ .

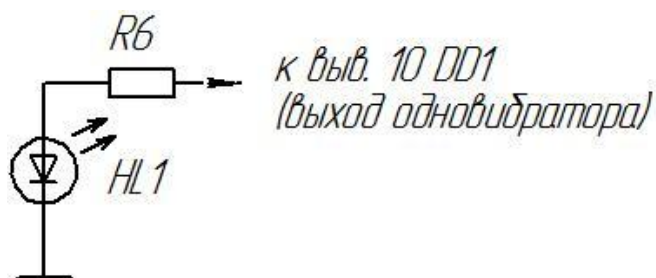


Рисунок 3.17 – Цепь индикации

Схема электрическая принципиальная блока беспроводных датчиков показана на рисунке 3.18.

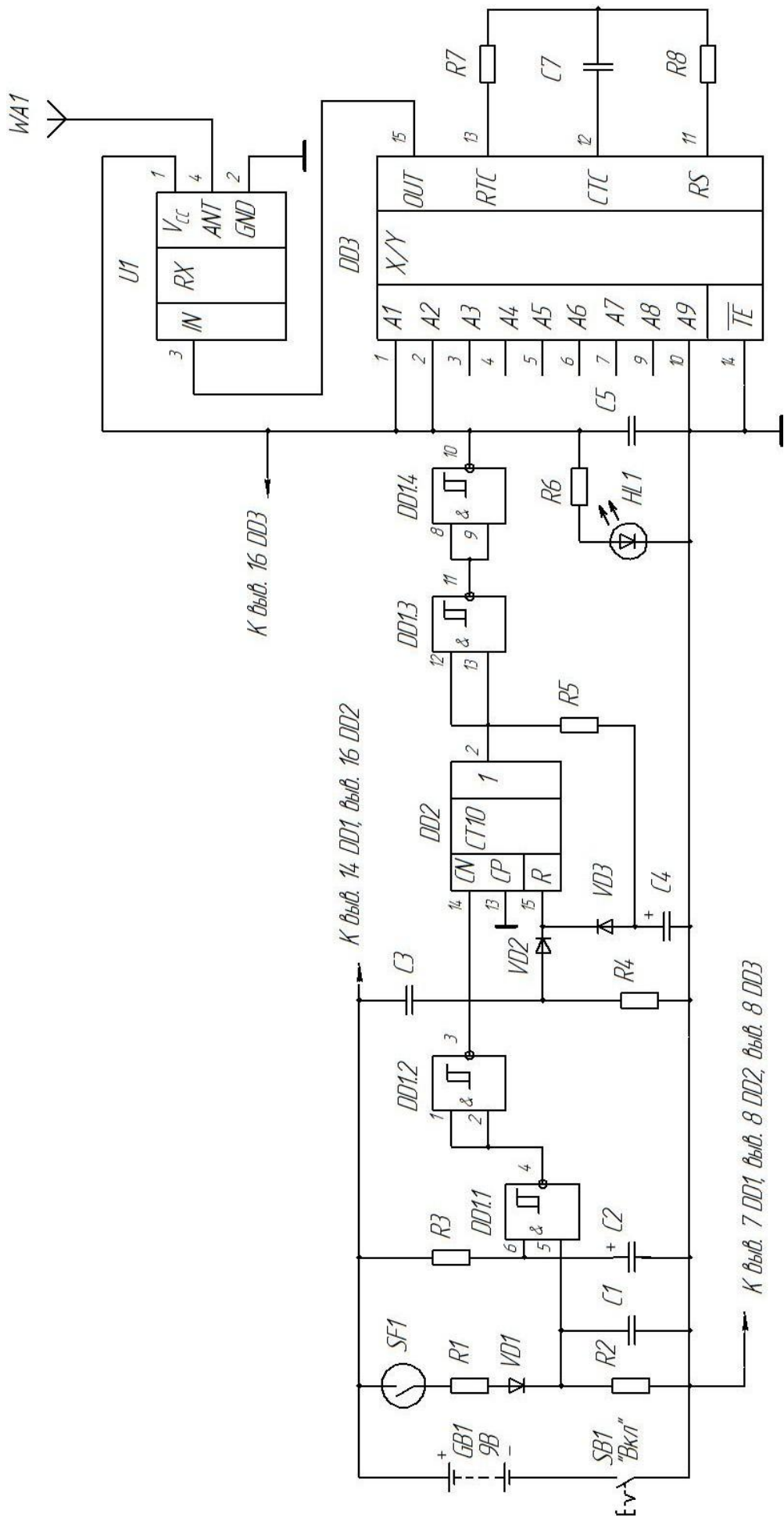


Рисунок 3.18 – Блок беспроводных датчиков

## 4 Проектирование передающей антенны

Проектирование высокочастотной антенны – сложная задача для проектирования. Работа антенны зависит от многих факторов, которые трудно учесть на этапе проектирования (диэлектрическая проницаемость среды, расположение элементов). После изготовления антенны необходимо протестировать работоспособность, что требует дорогостоящих приборов. Для выбора антенны рассмотрим основные типы, которые можно использовать для передачи данных на короткие расстояния в диапазоне ОВЧ и УВЧ.

### *Четвертьволновой излучатель (Whip antenna)*

Четвертьволновой излучатель – отрезок проводника или проводящей дорожки на плате длиной в  $\frac{1}{4}$  длины волны несущего колебания (рисунок 4.1). Является самым простым типом антенны.

Длина проводника (проволоки) рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{7500}{f}, \quad (4.1)$$

где  $L$  – длина в см,  $f$  – частота в МГц.

Антенна подключается непосредственно к выводом RX/TX приемника/передатчика. Если антенна удалена от передатчика, то для соединения нужно использовать коаксиальный кабель (50 Ом) (рисунок 4.2). Оплетка коаксиального кабеля должна быть припаяна к заземленному контакту вблизи антенного вывода.

На рисунке 4.3 показана антенна, выполненная в виде печатного проводника на печатной плате. В этом случае, длина может быть меньше на 10-20%. Дополнительное требование: минимальное расстояние от антенны до других элементов и проводящих дорожек – 5 мм.



Рисунок 4.1 – Четвертьволновой излучатель

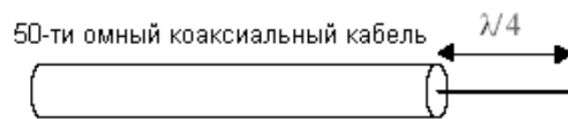


Рисунок 4.2 – Подключение антенны

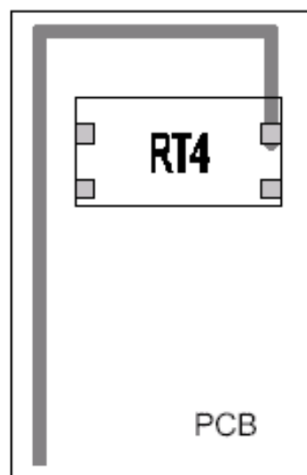


Рисунок 4.3 – Антенна в виде печатного проводника



### *Спиральная антенна (Helical)*

Спиральная антенна — это стальной или медный проводник, свернутый в спираль (рисунок 4.4).

Основной размер антенны – диаметр, рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{1}{10} \cdot \lambda, \quad (4.2)$$

Параметры антенны меняются количеством витков и степенью сжатия антенны (изменение общей длины). Близко расположенные предметы также влияют на работу антенны.

### *Петлевая антенна (Loop)*

Петлевая антенна выполняется в виде печатного проводника, подключенного к выходу/входу передатчика/приемника через конденсатор. Второй конец антенны заземлен.

От площади петли антенны зависит полоса пропускания антенны, и коэффициент усиления. Настройка антенны производится изменением емкости конденсатора.

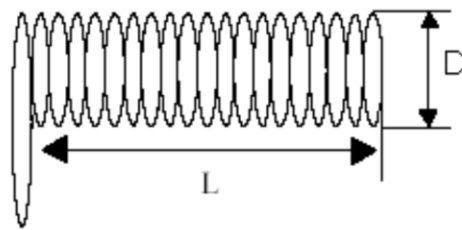


Рисунок 4.4 – Спиральная антенна

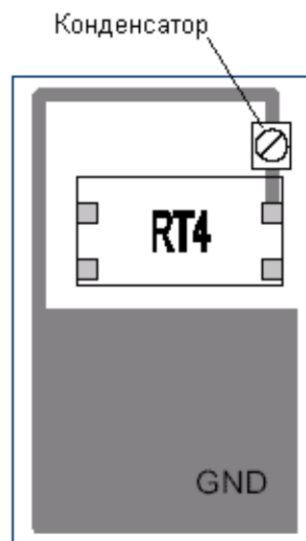


Рисунок 4.5 – Петлевая антенна.

В таблице 4.1 сравниваются параметры петлевой, спиральной и четвертьволновой антенн по трехбалльной шкале.

Таблица 4.1 – Сравнение типов антенн.

Параметры	Lopp	Helical	Whip
Простота изготовления	1	2	3
Частотный диапазон	1	2	3
Размеры	2	3	1
Влияние окружающих предметов	3	1	2
Общая характеристика	1	2	3

Примечание: 1 — худший параметр, 3 — лучший параметр

По общей характеристике лидирует четвертьволновая антенна.

Для проектируемого устройства выберем тип принимающей антенны — четвертьволновая (whip).

Вычислим необходимую длину антенны для частоты  $f=433,92$  МГц, используя формулу (4.1).

$$L = \frac{7500}{f} = \frac{7500}{433,92} = 17,28 \text{ см.}$$

В качестве передающей антенны для блока беспроводного датчика применен медный провод WIK05N диаметром 0,5 мм и длиной 17,3 см. Провод укладывается внутри корпуса датчика по периметру.

## 5 Разработка печатной платы

Печатная плата – это плоская изоляционная пластина (чаще всего текстолитовая), с токопроводящими (медными) дорожками. На плате помещаются элементы, соединяемые медными дорожками в соответствии с электрической схемой. Фольгированный стеклотекстолит обладает хорошими электроизоляционными свойствами, механической прочностью и низким водопоглощением. Токопроводящий слой печатной платы создается химическим методом, а проводники получают травлением медной фольги.

Использование печатных плат позволяет уменьшить габаритные размеры изделия, автоматизировать производство, облегчить настройку аппаратуры.

Разработка печатной платы складывается из нескольких этапов.

Компоновка – размещение навесных компонентов на печатной плате. Для этого нужно знать габаритные размеры всех элементов, массы, изоляционные расстояния. При размещении элементов стараются добиться минимальной длины печатных проводников.

Трассировка – оптимальное размещение печатных проводников, соединяющих контактные площадки. Печатные проводники (дорожки) не должны пересекаться, и должны иметь минимальную длину.

Завершающий этап - оформление конструкторской документации на печатную плату.

Габаритные размеры, конфигурация и место крепления печатной платы выбираются в зависимости от установочных размеров, элементной базы, пайки, контроля и технико-экономических показателей. Исходя из жесткости платы, габаритные размеры её выбираются с учетом:

- а) соотношения сторон, например: 1:1; 1:2; 2:3; 2:5;
- б) класса точности.

При этом следует учитывать, что с увеличением габаритных размеров, увеличиваются отклонения, допускаемые при выполнении элементов конструкции платы. Толщина материала основания печатной платы  $H_m$  определяется в зависимости от нагрузки и ее конструктивных особенностей, а также ис-

ходя из номинального ряда толщин. Номинальными толщинами односторонних печатных плат являются: 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 мм.

В связи с этим будем использовать толщину печатной платы равную 1,5 мм.

Токопроводящий слой печатной платы создается комбинированным методом – комбинация технологических приемов травления фольгированного диэлектрика с последующей металлизацией монтажных отверстий. Комбинированный метод используется при одно- и двустороннем печатном монтаже.

Для изготовления печатной платы комбинированным методом необходимо иметь фольгированный стеклотекстолит СФ-1 – прессованный многослойный лист, состоящий из полотнищ стеклоткани, пропитанных эпоксидно-фенольным лаком и облицованные с двух сторон электролитической фольгой.

Диаметр отверстий в печатной плате должен быть больше диаметра, вставляемого в него вывода, что обеспечивает возможность свободной установки радиоэлемента. Если диаметр вывода  $d_B \leq 0,8 \text{ мм}$ , то диаметр отверстия  $d_{\text{отв}}$  (мм):

$$d_{\text{отв}} = d_B + 0,2 \quad (5.1)$$

Если  $d_B > 0,8 \text{ мм}$ , то:

$$d_{\text{отв}} = d_B + 0,3 \quad (5.2)$$

Отверстия, соединенные печатными проводниками, и отверстия под пайку выводов навесных элементов должны иметь контактную (монтажную) площадку, равную:

$$d_M = d_{\text{отв}} + 2b, \quad (5.3)$$

где  $d_M$  – диаметр монтажного отверстия;  $b \geq 0,7 \text{ мм}$ .

Так как выводы элементов схемы имеют различный диаметр, то и отверстия, и диаметры контактных площадок на печатной плате также будут иметь различные диаметры.

Все отверстия в печатной плате, служащих в качестве монтажных или переходных, металлизирруем – покрываем оловом марки ПОС-40.

Значение минимально допустимой ширины проводника принимается равным 0,8 мм.

Печатные проводники выполняются одинаковой ширины на всем протяжении и располагаются равномерно по полезной площади печатной платы.

Шероховатость неметаллизированной поверхности платы  $R_z \leq 80$ , а металлизированной -  $R_z \leq 40$ .

Большинство деталей блока беспроводных датчиков (кроме передатчика и геркона) предназначены для поверхностного монтажа. Они установлены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, ее чертежи показаны на рисунках 5.1 – 5.3. Передатчик и геркон установлены со стороны, свободной от печатных проводников.

Координатную сетку наносим на чертеж с шагом 1,25 мм. Центры монтажных отверстий располагаются в узлах координатной сетки. Если устанавливаемый на печатную плату элемент имеет два вывода или более, расстояние между которыми кратно шагу координатной сетки, то отверстия под все такие выводы располагаются в узлах сетки.

Печатная плата разработана с помощью автоматизированного проектирования (САПР) – программного пакета P-CAD.

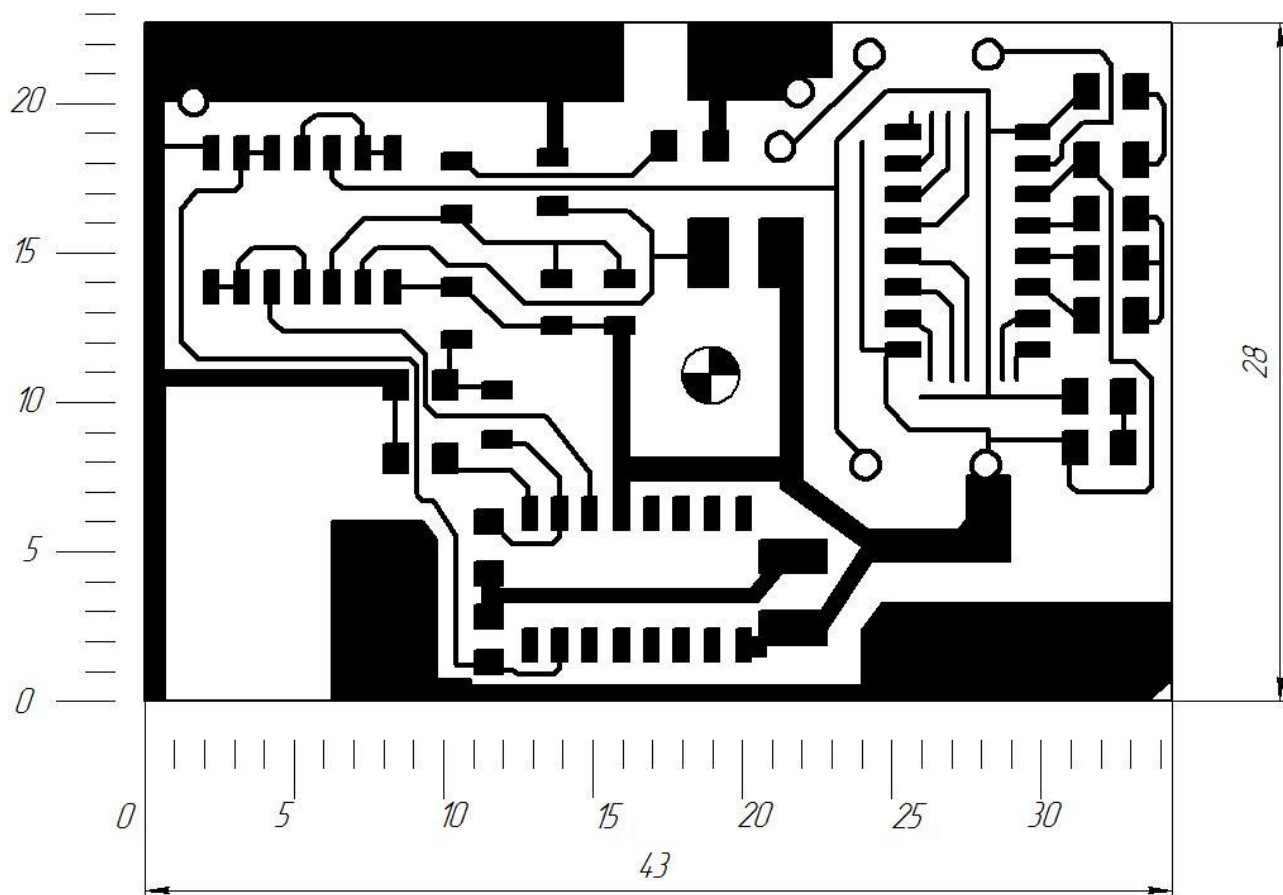


Рисунок 5.1 – Эскиз печатной платы

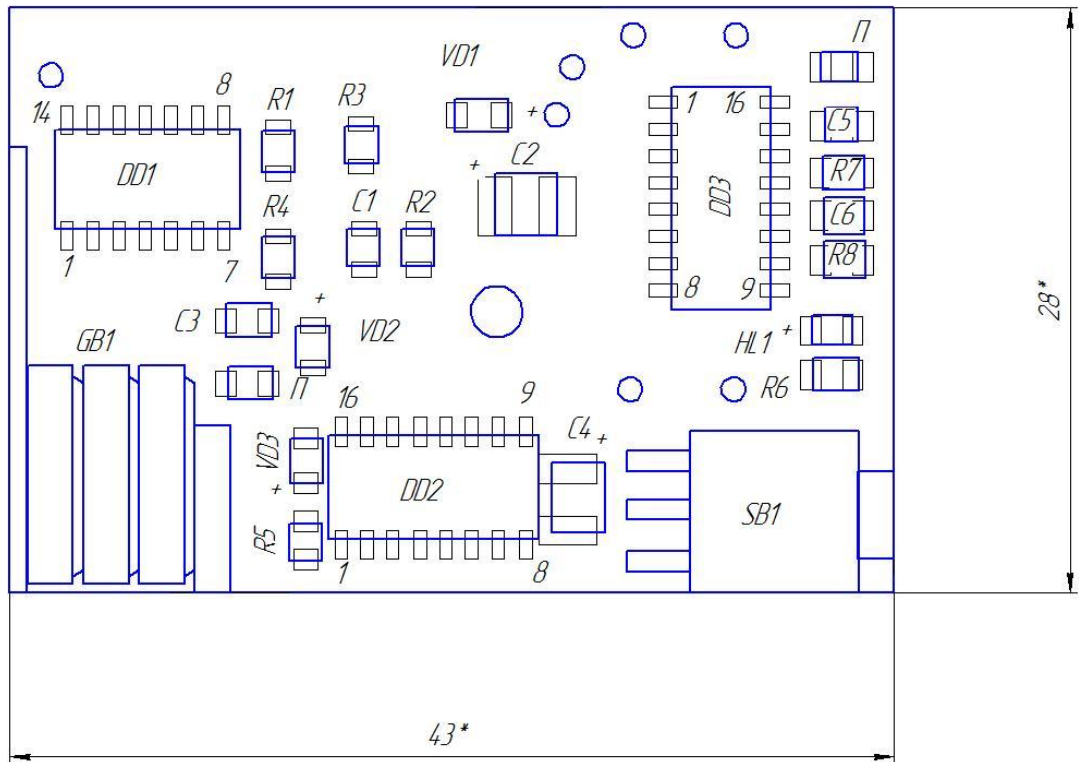


Рисунок 5.2 – Расположение элементов  
(вид со стороны печатных проводников)

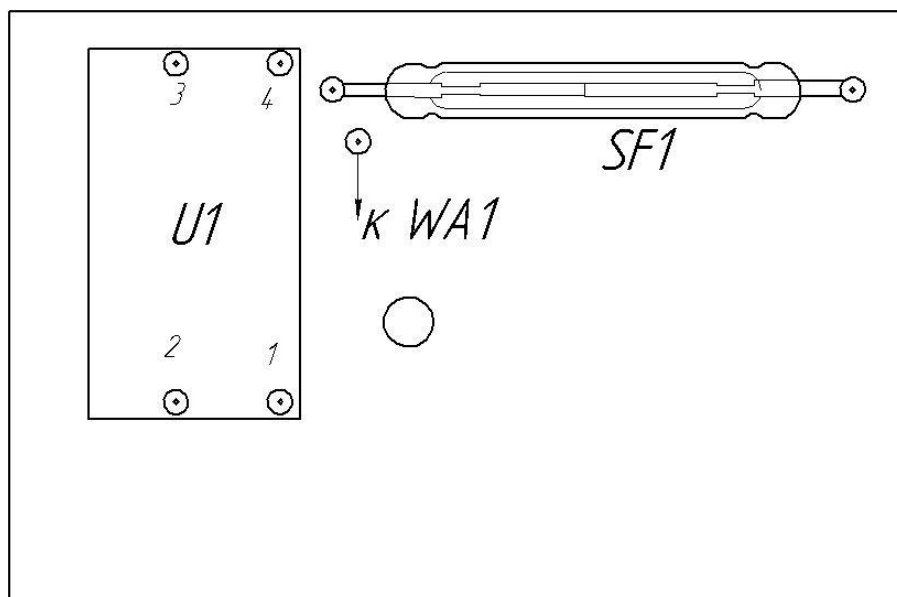


Рисунок 5.3 – Расположение элементов  
(вид с обратной стороны)



## 6 Организационно-экономическое обоснование

### 6.1 Стадии и этапы выполнения НИОКР

Перечень стадий и этапов выполнения научно-исследовательской разработки (НИР) по созданию БП представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Перечень стадий и этапов выполнения НИОКР.

Наименование работ	Трудоемкость, чел/дни		Должность исполнителя	Количество исполнителей		F <sub>обор.</sub> Дни
	i	Σ		i	Σ	
1	2	3	4	5	6	7
Маркетинговые исследования	1	1	Маркетолог	1	1	
<i>1.Конструкторская подготовка</i>						
Составление технического задания	2	2	Ведущий инженер	1	2	
Обзор и анализ существующих типов систем управления преобразователями	2	4	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
Разработка структурной схемы	3	6	Инженер-электроник, ведущий инженер	1	2	
Обоснование варианта построения системы	3	6	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
Разработка варианта принципиальной схемы	12	24	Ведущий инженер, инженер-электроник.	1	2	
Расчет элементов электрической схемы системы	7	14	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
Макетирование электрической схемы (паяльник)	9	9	Инженер-электроник	1	1	2

Продолжение таблицы 6.1

1	2	3	4	5	6	7
Проведение испытаний макета оборудования (осциллограф, мультиметр)	4	8	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	2
Анализ предварительных испытаний	2	2	Ведущий инженер	1	1	
<i>2. Технологическая подготовка</i>						
Разработка окончательного варианта электрической схемы	2	4	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
Разработка конструкции устройства	3	6	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
Разработка технологии сборки преобразователя	3	3	Инженер-электроник	1	1	
Сборка макета (паяльник)	6	6	Инженер-электроник	1	1	3
Проведение испытаний (осциллограф, мультиметр)	2	4	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	3
Анализ испытаний, выводы, рекомендации	1	1	Ведущий инженер	1	1	
Технико-экономическая оценка произведенной НИР	2	4	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
Оформление и согласование отчета	2	4	Ведущий инженер, инженер-электроник	1	2	
ИТОГО		108				
В том числе:						
Ведущий инженер		45				
Инженер-электроник		60				
Маркетолог		1				
Дни работы оборудования:						
Осциллограф		1				
Мультиметр		5				
Паяльник		4				
Компьютер		15				
Сверлильный станок		1				

## 6.2 Экономическое обоснование

Экономическое обоснование заключается в определении затрат на НИР.

Таблица 6.2 - Исходные данные для расчета затрат на проведение НИОКР

Наименование затрат	Единицы измерения	Абсолютная величина
1	2	3
1. Директивное время на проведение НИОКР	дни	70
2. Среднемесячные оклады:		
- ведущий инженер	руб.	11678.00
- маркетолог	руб.	9050.00
- инженер II категории	руб.	10200.00
3. Часовые тарифные ставки:		
Слесарь III категории	руб.	34,97
4. Коэффициент накладных расходов Кнакл	%	60
5. Коэффициент отчислений на социальные нужды, Ксн:	%	34
6. Стоимость 1 кВт электроэнергии	руб.	2.6
7. Установочная мощность оборудования:		
осциллограф С1-77	кВт	0,05
паяльник ЭПСН-40	кВт	0,04
Сверлильный станок	кВт	0,2
Компьютер	кВт	0,6

Продолжение таблицы 6.2.

1	2	3
8. Коэффициент использования оборудования по мощности $K_{исп}$		0,86
9. Коэффициент загрузки оборудования $K_{загр}$		
осциллограф С1-77		0,65
паяльник ЭПСН-40		0,9
Сверлильный станок СН106Н		0,3
Компьютер		0,85
10. Средняя норма амортизационных отчислений $N_a$		0,13
11. Первоначальная стоимость оборудования $C_a$		
осциллограф С1-77	руб.	9000
мультиметр	руб.	520
паяльник ЭПСН-40	руб.	500
Сверлильный станок СН106Н	руб.	9000
Компьютер	руб.	25000
12. Режим работы предприятия:		
Продолжительность рабочего дня	час.	8
Количество смен в сутки		1
Количество дней в году	дни	365
Выходных дней	дни	104
Праздничных дней	дни	12
13. Премия за работу на производстве	%	25

### 6.3 Расчет затрат на НИОКР

6.3.1 Эффективный годовой фонд рабочего времени рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{эфф.год}} = (365 - D_{вс} - D_{пр}) \cdot T_{см} - D_{пред} \cdot T_{см.пред} = (365 - 104 - 10) \cdot 8 - 7 \cdot 1 = 2001 \text{ час} \quad (6.1)$$

где  $D_{вс}$  – количество выходных дней (табл. 6.2);

$D_{ПР}$  – количество праздничных дней (табл. 6.2);

$T_{СМ}$  – количество часов в смену, 8 часов. Режим работы – односменный.

$D_{ПРЕД}$  - количество предпраздничных дней (табл. 6.2);

$T_{СМ.ПРЕД}=1$  – количество сокращенных часов в смену в предпраздничный день.

6.3.2 Среднее количество рабочих дней в месяце рассчитывается по формуле:

$$D_{СР} = \frac{F_{ЭФФ}}{12 \cdot T_{СМ}} = \frac{2001}{12 \cdot 8} \approx 21 \text{день}, \quad (6.2)$$

где  $F_{ЭФФ}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени;

6.3.3 Зарботная плата исполнителей в день рассчитывается по формуле:

$$O_{ср.день} = \frac{Oсрi}{Dсрi}, \quad (6.3)$$

где  $Oсрi$  – должностной оклад работника (табл. 6.2) .

$$Зитр = Oср.день \times Tr; \quad (6.4)$$

где  $Tr$  – трудоемкость, чел/дн.

Расчет заработной платы исполнителей за проработанное время представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 - Длительность работы и заработная плата исполнителей

Должность исполнителя	Кол-во исполн., чел.	Трудоем., чел/дней.	ЗП в мес., руб	ЗП в день, руб.	ЗП, руб.
Маркетолог	1	1	9050,00	430,95	430,95
Ведущий инженер	1	45	11678,00	556,10	25024,50
Инженер II категории	1	60	10200,00	485,71	29142,60
ИТОГО:					54598,05

Расчет зарплаты исполнителей с учетом премии

$$З_{исп.} = З_{\Sigma итр} \left( 1 + \frac{k_{пр}}{100} \right) = 54598,05 \cdot \left( 1 + \frac{25}{100} \right) = 68247,50 \text{руб}, \quad (6.4)$$

где  $З_{\Sigma итр}$  - суммарная зарплата ИТР в рублях;

$k_{пр} = 0,25$ - коэффициент премий на производстве.

Отчисления на социальные нужды

$$C_{стр} = З_{исп.} \cdot k_{соц.н.} = 68247,50 \cdot 0,34 = 23204,10 \text{руб}. \quad (6.5)$$

6.3.4 Затраты на основные материалы, полуфабрикаты и покупные изделия с учетом транспортно-заготовительных расходов. Затраты на основные материалы представлены в таблице 6.4

Вес для заготовки печатной платы из стеклотекстолита определяем по формуле  $\Sigma P_3 = \rho \cdot S \cdot \delta = 4,4 \cdot 400 \cdot 0,15 = 264g$

Таблица 6.4 – Расшифровка затрат на основные материалы

№ п / п	Наименование материала	Марка, размер	ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Норма расхода на 1 000 штук	Цена за единицу (руб.)	Затраты (руб.)
1	Стеклотекстолит двухсторонний	ДПП 2мм		см <sup>2</sup>	36,1	1 р	36,1
2	Электрокартон	ЭВ	ГОСТ 2824-86	кг	0,01	100	1
3	Фольга медная	Клейкая фольга-лента 749/В		м <sup>2</sup>	0,003	2610	7,8
4	Провод монтажный	МГТФ, 0.12 мм <sup>2</sup> ,	ТВУ 680-97	м	3	25	75
5	Припой	ПОС61	19743 - 87	г	30	5	150
6	Флюс	ФКТ-флакон (100мл)		мл	15	0,1	1,5
7	Клей	БФ-2-100мл	ГОСТ 12172-74		5	110р/100 мл	5,5
8	Лак электроизоляционный	КО-916-30мл			10	110 р/30мл	37
9	Изолента ПВХ	15 мм*25м		м	1	43р/25м	1,7
10	Трубка ПВХ	2мм*1м		м	1	6,8	6,8
11	ИТОГО						<b>320,0</b>

Затраты на основные материалы с учетом транспортно-заготовительных расходов определяются по формуле

$$C_{осн} = \sum_{i=1}^n S_M \cdot (1 + K_{ТЗ}) = 320 \cdot (1 + 0,06) = 340,0 \text{ руб.}, \quad (6.10)$$

где  $K_{ТЗ} = 0,06$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$S_M$  – стоимость основных материалов, руб. (определяется из табл. 6.4).

Полную стоимость покупных комплектующих изделий определяем по таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Стоимость покупных комплектующих изделий

Наименование изделия	Марка, размер	ГОСТ, ТУ	Количество, шт.	Цена за единицу (руб.)	Затраты (руб.)
1	2	3	4	5	6
Микросхемы	МС145026D		1	53,0	53,0
	HEF4093BT		1	30,0	30,0
	HEF4017BT		1	27,0	27,0
Радиомодули	RT4		1	150,0	150,0
Светодиод	АОД101		1	15	15
Диоды	LL4148		3	10,00	30,00
Переключатель	MS-22C01		1	19,0	19,0
Кнопка	PSW2		1	18,0	18,0
Конденсаторы	K10-17-6,3-1000пФ	ОЖО.460.107	1	11,00	33,00
	K10-17-6,3-0,01мкФ		1	12,00	12,00
	K10-17-6,3-1мкФ		2	12,00	24,00
	T491A106KAS		2	18,00	36,00
Резисторы	P1-12-0,125-1кОм	ОЖО.467.169	2	2,5	5,00
	P1-12-0,125-47кОм		1	2,50	2,50
	P1-12-0,125-390кОм		2	2,50	1
	P1-12-0,125-10кОм		2	2,50	5,0
	P1-12-0,125-200кОм		3	2,50	7,50
Геркон	КЭМ-2		1	30	30
Элементы питания	CR1220		3	30	90
Корпус	G453015B		1	5,50	5,50
Итого					593,5

Стоимость покупных комплектующих изделий с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{покуп}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{покуп}} \cdot (1 + K_{\text{мз}}) = 593,5 \cdot (1 + 0,04) = 617,2 \text{ руб.}, \quad (6.11)$$

где  $K_{\text{ТЗ}} = 0,04$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$S_{\text{покуп}}$  – стоимость покупных комплектующих изделий, руб. (определяется на одно изделие).

### 6.3.9 Затраты на силовую электроэнергию

Затраты на силовую электроэнергию определяются по формуле:

$$C_{\text{эл}} = Q_{\text{эл}} \cdot C_{\text{эл}}, \quad (6.12)$$

где  $C_{\text{эл}}$  – стоимость электроэнергии за 1 кВт·ч, руб.;

$Q_{\text{эл}}$  – количество электроэнергии определяется по формуле 6.12

$$Q_{\text{эл}} = N_{\text{уст}} \cdot t_{\text{м}}, \quad (6.13)$$

где  $N_{\text{уст}}$  – установленная типовая мощность прибора, кВт (таблица 6.2);

$t_{\text{м}}$  – машинное время работы оборудования, час;

$$t_{\text{м}} = T_{\text{обор}} \cdot q \cdot Д \cdot K_{\text{заг}}, \quad (6.14)$$

где  $T_{\text{обор}}$  – количество дней работы оборудования за проработанное время (таблица 1);

$Д$  – количество смен в сутки (таблица 6.2);

$K_{\text{заг}}$  – коэффициент загрузки оборудования (таблица 6.2);

$q$  – продолжительность рабочего дня (таблица 6.2);

Расчет затрат на силовую электроэнергию сводим в таблицу 6.6



Таблица 6.6 - Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Ny, кВт	Кзагр	тм, час	Цэл	Qэл, кВт*ч	Сэл, руб
Паяльник ЭПСН-40	0,04	0,9	28,8	2,6	1,15	3,0
Компьютер	0,1	0,85	102		10,2	26,52
Осциллограф	0,05	0,65	5,2		0,26	0,67
Сверлильный станок	0,2	0,3	14,4		2,88	7,50
<b>Итого</b>					<b>14,49</b>	<b>37,7</b>

### 6.3.10 Расчет амортизационных отчислений:

Амортизационные отчисления рассчитываются только для основных фондов стоимостью более 100 МРОТ и сроком эксплуатации более 1 года.

$$A_M = \frac{C_{OB} \cdot H_{AM} \cdot t_M}{100 \cdot F_{\text{ЭФ.ОБОР}}} = \frac{2500 \cdot 13 \cdot 102}{100 \cdot 1687,25} = 200 \text{ руб} \quad , \quad (6.15)$$

где  $H_{AM}$  – годовая норма амортизационных отчислений;

$C_{OB}$  – первоначальная стоимость основных фондов;

$t_M$  – машинное время работы основных фондов, (формула 6.14)

$F_{\text{ЭФ.ОБОР}}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени оборудования, час рассчитывается по формуле (6.16):

$$F_{\text{ЭФ.ОБОР}} = F_{\text{ЭФФ}} \cdot K_{\text{ЗАГ}} = 2001 \cdot 0,85 = 1700,85 \text{ руб} ; \quad (6.16)$$

где  $F_{\text{ЭФФ}}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени;

$K_{\text{ЗАГ}}$  – коэффициент загрузки оборудования;

### 6.3.11 Расчет накладных расходов.

$$C_{НР} = Z_{ИСП} \cdot K_{НР} = 68247,5 \cdot 0,6 = 40948,5 \text{ руб} , \quad (6.17)$$

где  $Z_{ИСП}$  – заработная плата исполнителей, руб.,

$K_{НР} = 0,6$  – коэффициент накладных расходов.

Результаты расчёта затрат на НИОКР по созданию блока передатчиков для охранной системы на канале сотовой связи сводим в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 - Результаты расчета затрат на НИОКР по созданию блока передатчиков для охранной системы на канале сотовой связи

Наименование статей затрат	Абсолютная величина затрат, руб.	Удельный вес, %
Затраты на основные материалы	320	0,24
Затраты на комплектующие изделия	617,2	0,46
Затраты на электроэнергию	37,7	0,03
Зарплата исполнителей	68247,5	51,09
Отчисления на соц. нужды	23204,1	17,37
Амортизационные отчисления	200,0	0,15
Накладные расходы	40948,5	30,66
Итого:	133575,0	100

## 7 Безопасность и экологичность проекта

### 7.1. Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций.

Эскиз лабораторного помещения, предназначенного для изготовления печатных плат, представлен на рисунке 7.1. Применяемое при этом технологическое оборудование сведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1.- Спецификация оборудования для рабочего места

№	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1	Ванна для травления плат	Химическое травление и обезжиривание плат
2	Раковина.	Соблюдение личной гигиены работников
3	Шкаф для хранения инструментов и реактивов	Хранение инструментов и реактивов
4	Зона пайки и травления плат	Монтаж и пайка радиоэлементов, сборка конструкций
5	Сушильная камера	Сушка печатной платы
6	Установка для механической обработки изделий	Механическая обработка изделий, вырезка контура платы из текстолита
7	Сверлильный станок	Изготовление технологических отверстий

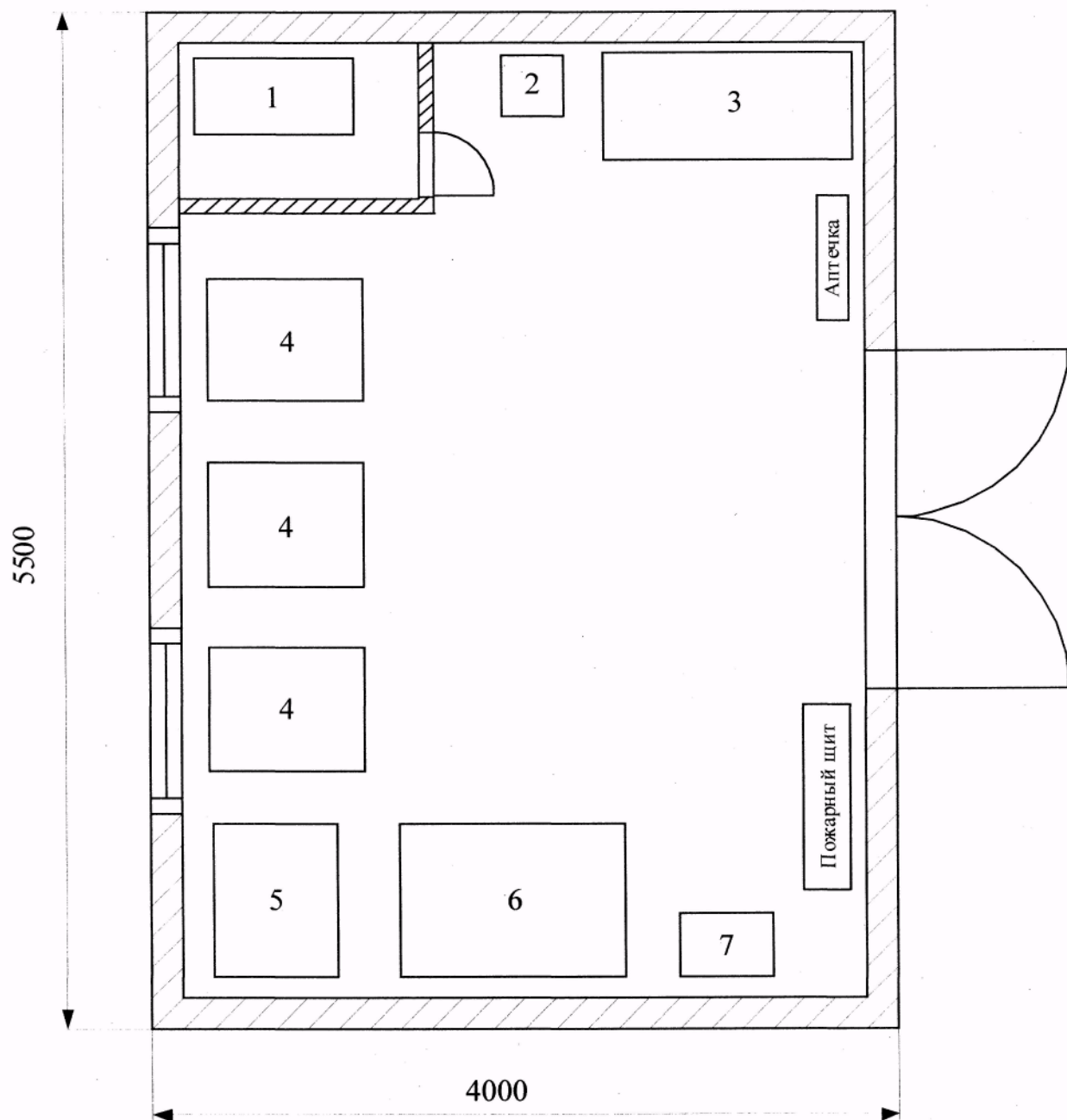


Рисунок 7.1– Эскиз рабочего помещения

## 7.2. Идентификация опасных и вредных производственных факторов разрабатываемого производственного объекта.

Рабочее место человека характеризуется рабочей средой, которая представляет собой комплекс факторов, таких как биологические, химические, физические, социальные, информационные и другие свойства среды, воздействующие на человека

По спецификации оборудования, представленной в таблице 7.1 проанализировали опасные и вредные производственные факторы, которые возникают при выполнении работ на данном рабочем месте. В результате анализа составили перечень вредных производственных факторов, который приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2.- Вредные и опасные производственные факторы

№	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Виды работ, оборудование, технические операции при которых встречается данный производственный фактор
1	Воздействие отравляющих радиоэлементов и веществ	Пайка, ванна для травления плат
2	Поражение электрическим током	Пайка, работа с оборудованием
3	Термическое воздействие	Пайка, сушильная камера
4	Движущиеся части установок	Сверлильный станок, установки для механической обработки изделий
5	Влияние шума и вибраций	Работа оборудования
6	Влияние освещения	Рабочие места обработки заготовок
7	Психофизические нагрузки	Монтаж, пайка радиоэлементов

### *7.3 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда*

Снижение уровня воздействия вредных веществ или его полное устранение достигается путем проведения технологических, санитарно-технических, лечебно-профилактических мероприятий и применением средств индивидуальной защиты. В рабочем помещении поддерживается микроклимат соответственно ГОСТ 12.1.005 «Воздух рабочей зоны. Общие требования» и СанПиН 2.2.4.548-96 «гигиенические требования к микроклимату в производственных помещениях». Полы являются токонепроводящими, в воздухе отсутствует токопроводящая пыль, отсутствуют сырость, и возможность одновременного прикосновения к корпусам и заземленным металлическим конструкциям.

Основными показателями, характеризующими микроклимат в данном помещении, являются температура воздуха  $T = 22-25^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность воздуха 40-60%; скорость движения воздуха в лаборатории и = 0,1-0,3 м/с. Допустимые сочетания температуры, влажности и скорости воздуха в рабочей зоне цехов промышленных предприятий регламентируются ГОСТ 12.1.005.

#### *7.3.1. Воздействие отравляющих веществ.*

Чтобы снизить к минимуму влияние на организм человека вредных веществ, применяются установки местной вытяжной вентиляции с улавливанием и удалением вредных веществ непосредственно от источника их образования с ГОСТ 12.1.007. К данным установкам относятся вытяжные зонты, шкафы.

Защита от запыления при механической обработке заготовок печатных плат осуществляется совместно общеобменной и местной вытяжной вентиляцией. Вытяжку воздуха необходимо компенсировать притоком наружного воздуха, прогретого до температуры не ниже  $18^{\circ}\text{C}$ . Объем приточного воздуха, осуществляемый приточной механической вентиляцией должен быть на 10-15% меньше вытяжки для того, чтобы воспрепятствовать проникновению воздуха в другие помещения. В случае необходимости приточный воз-

дух следует очищать от пыли согласно ГОСТ 12.1.005 и ГН 2.2.5.686 (Гигиеническая регламентация содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны).

В случаях превышения ПДК ограничивается время работы, используются средства индивидуальной защиты (ПГЗ-1, ГОСТ 12.4.011 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация»).

При пайке следует внимательно выбирать припой и флюсы, учитывая их класс опасности; руководствоваться при паяльных работах требованиями санитарных норм ГН 2.2.5.686. Применение припоев, в составе которых содержится свинец и кадмий (содержание кадмия в припое не должно превышать 20%), следует резко ограничивать

#### 7.3.2. Поражение электрическим током

Для ограничения действия данного фактора необходимо ограничить возможность соприкосновения с персоналом с токоведущими частями. Для этого должна использоваться специальная изоляция оборудования (ГОСТ 12.2.003 - 2004), а также необходимо использование специальной одежды для персонала (ГОСТ 17521). Оборудование, используемое в процессе работы должно иметь заземление согласно ГОСТ 12.1.030.

#### 7.3.3. Термическое воздействие на организм человека.

Для ограничения воздействия данных факторов необходимо создание в лабораторном помещении микроклимата, соответствующего ГОСТу 12.1.005, который регламентирует допустимые сочетания температуры, влажности и скорости воздуха в рабочей зоне.

#### 7.3.4. Влияние шума и вибрации

Уровень шума на рабочем месте не должен превышать значений, установленных ГОСТ 12.1.003 (80 дБ). Уровень звукового давления в диапазоне частот 11-20 кГц не должен превышать соответственно 75-110 дБ, а общий уровень звукового давления в диапазоне частот 20-100 кГц не должен быть выше 110 дБ.

Защита людей, работающих непосредственно в шумной зоне, осуществляется применением средств индивидуальной защиты (антифоны, беруши и др.), согласно ГОСТ 12.4.002.

#### 7.3.5. Влияние освещенности

Для избежания вредного воздействия этого фактора на организм человека необходимо обеспечить достаточное освещение рабочего места. Освещенность регламентируется ГОСТ 24940.

В соответствии со СНиП 23.05-95 «Естественное и искусственное освещение» данная работа имеет V разряд зрительной работы, поэтому необходимо применение комбинированного освещения. Также необходимо использование местного освещения только рабочей поверхности. Также необходимо обеспечение аварийное освещение, которое необходимо для безопасного продолжения работы или для эвакуации людей при выключении основного рабочего освещения.

Одним из мероприятий по предупреждению травматизма и появлению профессиональных заболеваний является проведение периодических медицинских осмотров, а также проведение вводного и повторных инструктажей по технике безопасности по ГОСТ 12.0.004. «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

#### *7.4 Обеспечение электробезопасности на рабочем месте.*

В соответствии с ПУЭ данное помещение относится к помещениям повышенной опасности.

В процессе изготовления печатных плат возникает опасность поражения электрическим током, которая усугубляется тем, что человек не в состоянии без специальных приборов обнаружить напряжение дистанционно. Проходя через живые ткани, электрический ток оказывает на организм человека тепловое (ожог), механическое (разрыв тканей), химическое (электролиз) и биологическое (сокращение мышц, паралич дыхания и сердца) воздействия.



Одним из опасных факторов является прикосновение к токоведущим частям электроустановок. Электроустановки в данном помещении работают при напряжениях до 1000 В, и основными техническими средствами обеспечения безопасности работ являются: заземление, зануление и отключение. При эксплуатации различных электрических устройств, согласно действующим на данный момент ПУЭ, можно использовать следующие меры защиты от поражения током: обеспечение недоступности токоведущих частей и защитные заземления. Надежная изоляция проводов от земли и корпусов электроустановок создает безопасные условия для обслуживающего персонала. Для защиты от прикосновения к частям, находящимся под напряжением, применяется двойная электроизоляция, состоящая из рабочей и дополнительной изоляции (согласно ГОСТ 12.1.038). Рабочая изоляция — это изоляция токоведущих частей, обеспечивающая нормальную работу и защиту от поражения током. Дополнительная изоляция предусматривается для защиты от поражения током в случае повреждения рабочей изоляции.

Также в качестве меры, предохраняющей рабочих от поражения электрическим током, используется защитное заземление. Это преднамеренное соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей установки, то есть корпуса, который может оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. При малых значениях сопротивления заземляющего устройства напряжение корпуса относительно земли будет небольшим и прикосновение к корпусу будет безопасным.

Уменьшение интенсивности генерации электрических зарядов достигается использованием слабо электризующихся и не электризующихся материалов, Устранение зарядов статического электричества осуществляется использованием материалов со слабой электропроводностью для отекания образовавшихся зарядов, например, слабоэлектропроводного линолеума в помещении и покрытие рабочих столов слабоэлектропроводным пластиком.

### *7.5 Обеспечение пожаробезопасности на рабочем месте.*

Данное производственное помещение по классификации НПБ 105-95 соответствует категории взрыво- и пожаробезопасное.

В соответствии с СНиП 21-01-97 пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системой предотвращения пожара, системой противопожарной защиты, организационно-техническими мероприятиями. В рабочем помещении установлено 8 дымовых пожарных извещателей автоматического действия.

Противопожарная защита помещения обеспечивается применением автоматической установки пожарной сигнализации и использованием основных строительных конструкций здания с регламентированными в соответствии со СНиП 21-01-97 пределами огнестойкости.

В соответствии с нормами первичных средств пожаротушения при площади помещения, не превышающей 100 м<sup>2</sup>, в распоряжении персонала имеется углекислотный огнетушитель ОУ-5, предназначенный, для тушения возгорания различных, веществ и электроустановок с напряжением до 10 кВ при температуре окружающего воздуха от -40 до +50°С. Для тушения электроустановок применяются углекислотные или порошковые огнетушители. Двери открываются наружу, чтобы в случае массового движения рабочих из помещения они не являлись препятствием для выхода.

Профилактические методы борьбы с пожарами предусматривают следующие мероприятия:

- организационные: правильное содержание помещений, противопожарный инструктаж служащих, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности и т.д.
- технические: соблюдение противопожарных правил ППБ-01-93, норм при проектировании помещений, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения.
- режимные: запрещение курения в неустановленных местах, проведения пожароопасных работ в помещении и т.д.

- эксплуатационные: своевременные профилактические осмотры, ремонты оборудования.

### 7.6. Расчет местной вентиляции на участке сверления плат

Рассмотрим местную вентиляцию на участке сверления платы. Конструкция пылестружкоприемника для вертикально-сверлильного станка представлена на рисунке 7.2.

Рассчитаем местную вентиляцию на участке сверления платы сверлом диаметром  $d=5$  мм. Расстояния  $d_1$  и  $d_2$  будут равны:

$$d_1 = d_2 = 1,1 \cdot d = 1,1 \cdot 5 = 5,5 \text{ мм}$$

Расстояние  $h$  обычно принимают равным 1,5-2 мм.

Диаметр воздуховода  $H$  будет равен:

$$H = 1,2 \cdot d = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ мм.}$$

Расстояние от воздухозаборника до места сверления обычно равно:

$$l = 4 \cdot d = 4 \cdot 5 = 20 \text{ мм.}$$

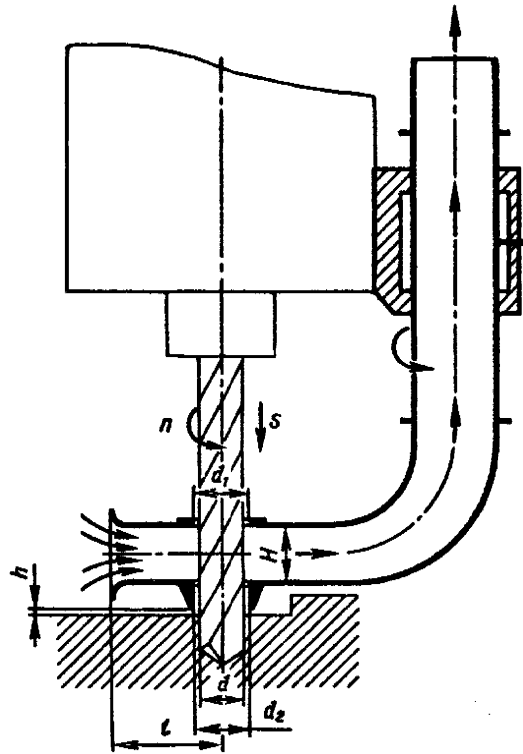
Расход воздуха, перемещающего смесь:

$$L = F \cdot v_{\text{тр}} = 3,14 \cdot 9 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5 \cdot 4 = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения трубопровода,  $\text{м}^2$ ;

$v_{\text{тр}}$  - транспортная скорость,  $\text{м}/\text{с}$ .

Для смеси воздуха, стружки и пыли  $v_{\text{тр}} \geq 2,5 \cdot v_{\text{ви}}$ , где  $v_{\text{ви}}$  - скорость вращения стружки,  $\text{м}/\text{с}$ .



$n$  – направление вращения шпинделя;  
 $s$  – направление подачи;  
 $d$  – диаметр сверла.

Рисунок 7.2 – Пылестружкоприемник для вертикально-сверлильных станков

### *7.7 Экологическая экспертиза проекта.*

При изготовлении печатных плат окружающей среде может быть нанесён ущерб следующими факторами:

- а) выброс в атмосферу вредных веществ,
- б) загрязнение водной среды жидкими отходами,
- в) загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами.

Выброс в атмосферу вредных веществ происходит при химической обработке печатных плат, а также при лужении и пайке. При этом происходит загрязнение атмосферы. Для предотвращения выброса вредных веществ в атмосферу вентиляционная система должна быть обеспечена фильтрами, а для последующего применения использованного ацетона должны быть очистные установки.

Загрязнение водной среды жидкими отходами может быть вызвано промышленными стоками, содержащими отработанные травильные растворы, растворы реактивов, используемых в технологическом цикле. Для очистки промышленных стоков от вредных примесей должны применяться очистные сооружения. Промышленные стоки перед их поступлением на очистные сооружения надо подвергнуть локальной очистке от ионов тяжёлых металлов.

Твёрдые отходы – обрезки слоистых пластиков, текстолита и пр., используемых в производстве печатных плат должны подвергаться утилизации.

Вывод: применение данной вентиляции целесообразно.

## Заключение

Разработан блок беспроводных датчиков для охранной системы на канале сотовой связи. Данный блок позволяет посылать кодированный сигнал на базовый блок на частоте 433,92 МГц.

Блок легко устанавливается и демонтируется, имеет автономное питание от трех элементов питания (напряжение питания 9 В), легко настраивается.

Блок датчиков потребляет небольшой ток благодаря алгоритму работы: элементы, которые потребляют наибольший ток (передатчик, кодер) подключаются только при срабатывании устройства для формирования кодовой посылки на время порядка 1-2 с.

За счет использования SMD элементов устройство имеет малые габариты.

Разработана электрическая принципиальная схема, чертеж печатной платы устройства, сопроводительная документация. Рассчитаны параметры передающей антенны.

Расчет экономической эффективности показал, что на основе проведенного анализа результатов расчета затрат на НИР было выявлено, что наибольший удельный вес в структуре себестоимости приходится на заработную плату исполнителей.

## Список используемой литературы

1. Аксенов А.И., Нефедов А.В. Резисторы. Конденсаторы. Справочное пособие. - М.: СОЛОН-Р, 2000. - 240 с.
2. A. Ricci Bitti Wireless Monitoring System /Circuit Cellar июнь, 2004.
3. Илюнин К.К. Справочник по электроизмерительным приборам. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр.отд-ие, 1983. - 783 с.
4. Кокшаров В.С. Преобразовательная техника. Проектирование малогабаритных источников вторичного электропитания: Учеб. пособие. - Уфа: Уфимск. авиац. ин-т, 1991. - 84 с.
5. Ракович Н.Н. Как всех посчитать или передача данных по радиоканалу // Радио №12 2002 г.
6. MC145026, MC145027, MC145028, SC41342, SC41343, SC41344. Motorola Semiconductor. Technical data// <http://www.motorola.com>.
7. HEF4017B MSI 5-stage Johnson counter. Product specification–Philips Semiconductors// <http://www.Philips.com>
8. Кокшаров В.С., Шуляк А.А. Преобразовательная техника. Выбор и расчет элементов сглаживающих фильтров: Учеб. пособие. - Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2002. - 129 с.
9. Перебаскин А.В. Интегральные микросхемы. Микросхемы для линейных источников питания и их применение. - М.: ДОДЕКА, 2000. - 608 с.
10. Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник/ И. В. Новаченко, В. М. Петухов, И. П. Блудов, А. В. Юровский. - М.: КУБК-а, 1996.
11. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник/М. И. Богданович, И. Н. Грель, С. А. Дубина и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - Мн.: Беларусь, Полымя. 1996.
12. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроительных специальностей вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991.
13. Аналоговые интегральные схемы: Справочник/А. Л. Булычев, В. И. Галкин, В. А. Прохоренко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Мн.: Беларусь, 1994.

14. Резисторы, конденсаторы, коммутационные устройства РЭА: Справочник/Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков, В. А. Прохоренко, Ю. П. Ходоренок - Мн.: Беларусь, 1994.
15. Родионова В.Н., Туровец О.Г. Организация производства и управление предприятием: Учебное пособие. – М.: Издательство РИОР, 2005 – 128 с.
16. Экономика предприятия./ Под ред. В.Я. Горфинкеля, В.А. Швандара. – М.:ЮНИТИ, 1997.
17. Девясилов В.А. Охрана труда. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 448 с.
18. Гигиенические требования к ПЭВМ и организации работы. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ: САНПИН 2.2.2/2.4.1340-03.
19. Горина Л.Н. обеспечение безопасных условий труда на производстве. – Учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 2000. – 68 с.
20. Ушаков К.З. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. – М.:МГТУ, 2004. – 533 с.