

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 наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Голосовой охранно – пожарный оповещатель

Студент(ка)

А.С Рассудин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Г.Н. Абрамов

(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

Объем 62с., 27 рис., 20 источников, таб.8, прил.1.

В бакалаврской работе разработан голосовой охранно - пожарный оповещатель с уменьшенной стоимостью. Снижение стоимости достигнуто за счет отказа от внешнего ПЗУ голосового сообщения. С помощью сильного сжатия звуковой сигнал помещается во внутреннее ПЗУ микроконтроллера.

Используется микроконтроллер ATmega8, мостовой усилитель класса D с ключами на MOSFET-транзисторах, интегральный драйвер MOSFET, интегральный линейный стабилизатор для питания микроконтроллера.

Разработаны принципиальная схема, печатная плата, программное обеспечение и вопросы программирования микроконтроллера.

## Содержание

Введение.....	5
1. Способы голосового оповещения об опасности .....	6
2. Структурная схема оповещателя .....	13
3. Принципиальная схема оповещателя.....	15
3.1. Микроконтроллер.....	15
3.2. Схема синхронизации .....	19
3.3. Защитная цепь .....	20
3.4. Усилительные ключи .....	21
3.5. Источник питания .....	26
4. Конструкция оповещателя .....	28
5. Программное обеспечение .....	37
5.1. Управление таймером-счетчиком ШИМ.....	37
5.2. Генерация звука формантным методом.....	39
5.3. Структура программного обеспечения .....	42
5.4. Настройка оповещателя.....	44
6. Экономический раздел.....	47
6.1. Маркетинг как основа стратегического и тактического планирований.....	47
7. Безопасность жизнедеятельности.....	54
7.1. Организация мест трудовой деятельности работников.....	54
Заключение.....	61
Список используемой литературы .....	62

## Введение

Голосовые устройства предназначены для многократного воспроизведения одного или нескольких заранее записанных речевых сообщений. Сфера их применения охватывает военную технику, транспортные средства, противопожарную и охранную сигнализацию, системы автоответа, сложную бытовую технику.

Добавление голосовых функций облегчает использование техники и придает возможность управлять с помощью диалога. Электронные устройства, которые автоматически произносят в необходимых случаях звуковые сообщения на понятном человеку естественном языке, называют голосовыми или речевыми устройствами. С развитием технологии полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС) такие возможности уже незначительно увеличивают стоимость электронной аппаратуры. В ряде случаев голосовые сообщения имеют серьезные преимущества перед зрительными индикаторами. Они позволяют не отвлекать зрение, что очень важно, например, на транспорте. Речь может быть приятной или эмоционально окрашенной. Иногда нужная эмоциональная окраска повышает действенность сообщения об опасности. Особенная сфера применения - устройства для слепых.

Современные системы охранной и пожарной сигнализации также могут комплектоваться так называемыми голосовыми оповещателями. Такие устройства в отличие от обычной сирены позволяют людям лучше ориентироваться а также предотвращают панику и помогают организованно эвакуироваться. Как правило, требуется минимальная стоимость голосовых устройств, которая определяется в основном объемом встроенной памяти. Объем памяти в современных 8-разрядных микроконтроллерах позволяют в ряде случаев хранить в ней в сжатом виде короткое голосовое сообщение. При этом внешняя память не нужна, что удешевляет устройство. В связи с этим задача максимального сжатия аудиоинформации остается актуальной.

## 1. Способы голосового оповещения об опасности.

Доступная стоимость голосовых устройств в настоящее время позволяет встраивать их в самые разнообразные системы. Уже несколько лет системы охранной и пожарной сигнализации могут комплектоваться голосовыми оповещателями. Такие устройства в отличие от обычных звуковых сигналов позволяют людям лучше ориентироваться в случае опасности, предотвращают панику и помогают организованно эвакуироваться. В них могут быть встроены, например, указания на маршрут эвакуации, успокаивающие и организующие сообщения, информация о месте возгорания для пожарных команд.

Типичная структурная схема системы пожарной сигнализации с применением голосовых оповещателей приведена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Обобщенная структурная схема голосовых оповещателей.

Существует много способов создания голосовых устройств. Рассмотрим некоторые из них, наиболее распространенные. Любое голосовое устройство нуждается в запоминании информации. Поэтому различия определяются типами применяемой памяти.

1. Устройства на основе лентопротяжных механизмов. Это самый ста-

рый принцип, который находил применение в военной технике и на транспорте, а также в традиционных диктофонах и автоответчиках. Для встраивания в промышленные и бытовые аппараты такие устройства сейчас неконкурентоспособны. Причины этого - их низкая надежность, большие габариты, энергопотребление и относительно высокая стоимость.

2. Дисковые устройства. Наиболее известно применение носителей компакт-диск и "мини-диск" SONY. Обладая несколько лучшими параметрами надежности, габаритов и потребления, такие устройства до сих пор проигрывают по стоимости. Они получили распространение в виде автономных плееров и диктофонов, но не в качестве встраиваемых блоков. Отметим, что качество звуковоспроизведения этих носителей избыточно для речи.

3. Устройства на основе микросхем цифровой полупроводниковой памяти. Реально их внедрение стало возможно только начиная с 90-х гг 20 века, когда удельная стоимость хранения полупроводниковой памяти и магнитной памяти стали сближаться. Полупроводниковые устройства по сравнению с механическими обладают намного большей надежностью. Первые образцы нуждались в сильном сжатии информации и поэтому требовали процессоров обработки сигналов или заказных логических схем. Все это удорожало голосовые блоки. В настоящее время удельная стоимость цифровой памяти заметно снизилась и теперь сильное сжатие не столь актуально. Более простые алгоритмы сжатия позволяют обойтись максимально дешевым процессором и сильно расширяют круг применения полупроводниковых голосовых блоков.

4. Возможно, наиболее простой в настоящее время принцип - использование аналоговой полупроводниковой памяти. Наиболее известны в настоящее время такие ИМС от компании Winbond Electronics [4]. Ей выпускается линейка приборов под общим названием Chip Corder. Это функционально завершенные устройства для записи/воспроизведения звука (речи, музыки и т.д.). Особенность этих устройств заключается в том, что аналоговый сигнал не оцифровывается, а записывается во внутреннюю память сразу после дискретизации. При этом не производится ни сжатия, ни кодирования записыва-

емого сигнала, что обеспечивает естественное воспроизведение звука. Длительность звукового фрагмента может варьироваться от 10 секунд (микросхемы серии ISD12xx) до 16 минут (микросхемы серии ISD4004).

В состав микросхем интегрированы как аналоговые, так и цифровые элементы. Как известно, сигнал при преобразовании из аналогового вида в цифровой проходит две основные стадии обработки - дискретизацию и квантование. Технология, запатентованная фирмой Information Storage Devices (ISD, сейчас входит в состав Winbond Electronics) позволяет производить запись сигнала во внутреннюю память микросхемы сразу после дискретизации, исключая процесс квантования. Следовательно, в записанном сигнале отсутствует шум квантования.

5. Устройства на основе памяти, встроенной в однокристалльные микроконтроллеры. Это новое направление, которое является развитием 3-го. Объем и стоимость памяти в современных 8-разрядных микроконтроллерах позволяют в ряде случаев хранить в ней в сжатом виде короткое голосовое сообщение. При этом внешняя память не нужна, что удешевляет устройство.

Цель данной работы - разработать устройства, работающее по этому принципу.

Рассмотрим аналоги проектируемого оповещателя.

1. Оповещатель "Набат", выпускаемый НПО "Сибирский арсенал" (г. Новосибирск [1]). Оповещатель (рисунок 1.2) позволяет воспроизводить два различных сообщения длительностью по 8 с каждое. При пропадании напряжения в сети происходит автоматический переход на питание от аккумулятора. При питании от сети аккумулятор подзаряжается автоматически. Дополнительно поставляются акустические системы АС-1 (8 Вт, 4 Ом).



Рисунок 1.2 - Пожарный речевой оповещатель "Набат".

Некоторые технические характеристики устройства "Набат":

- номинальная выходная мощность 10 Вт;
- напряжение питания от сети переменного тока 190...240 В;
- номинальная ёмкость встроенного аккумулятора 1,2 А·час;
- масса без аккумулятора не более 2 кг.

"Набат" выпускается как отдельный блок и может комплектовать системы различного назначения.

2. Оповещатель "Лигард-Сигнал-2" выпускается ООО "Лигард" (г. Новосибирск [2]). Предназначен для работы в составе систем пожарного оповещения и автоматического пожаротушения для речевого оповещения о пожарной тревоге. Оповещатель (рисунок 1.3) выпускается с двумя модификациями оповещений:

1-я модификация – "ВНИМАНИЕ! ПОЖАРНАЯ ТРЕВОГА! ВСЕМ СРОЧНО ПОКИНУТЬ ПОМЕЩЕНИЕ" И эта же фраза на английском языке.

2-я модификация – "ВНИМАНИЕ! ПОЖАРНАЯ ТРЕВОГА! ВСЕМ СРОЧНО ПОКИНУТЬ ПОМЕЩЕНИЕ" и "НЕ ВХОДИТЬ! РАБОТАЕТ СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ".

Оповещатель с любой модификацией записи позволяет воспроизводить все сообщение целиком или любую из двух частей по отдельности. Запуск оповещателя производится подачей на соответствующие клеммы питающего

напряжения. Оповещатель имеет линейный выход для выдачи воспроизводимого сообщения на внешний усилитель мощности звуковой частоты или на усилитель "ЛИГАРД-СИГНАЛ 2У"

Оповещатели сохраняют работоспособность в диапазоне температур от минус 10 до 55 С.



Рисунок 1.3 - Пожарный речевой оповещатель "Лигард-сигнал-2".

Технические характеристики:

- напряжение питания оповещателя постоянным током  $12 \pm 15\%$  В;
- средний ток потребляемый оповещателем 0,4 А;
- номинальная выходная мощность встроенного громкоговорителя, не менее 4 Вт;
- длительность полного сообщения, около 12 с;
- длительность одной части сообщения, около 6 с;
- количество повторений сообщений неограничено (до отключения питания);
- амплитуда сигнала на линейном выходе оповещателя, не более 6 В.
- выходное сопротивление линейного выхода оповещателя 2,7 кОм.
- габаритные размеры оповещателя, не более 185\*135\*65 мм.
- масса оповещателя, не более 1,2 кг.

Крупнооптовая цена "Лигард-Сигнал 2" 890 руб.

Усилитель "Лигард-Сигнал 2У" представляет собой усилитель мощности звуковой частоты и рассчитан для работы совместно с прибором голосового оповещения "Лигард - Сигнал 2".

Прибор рассчитан на круглосуточную работу в ждущем режиме при не

отключаемом напряжении питания.

При подаче напряжения звуковой частоты на линейный вход, прибор переходит в рабочий режим усиления сигнала. После прекращения сигнала прибор опять входит в ждущий режим.

- напряжение питания, В  $12 \pm 10\%$ ;
- потребляемый ток в рабочем режиме не более 0,45 А;
- потребляемый ток в дежурном режиме не более 0,05 А;
- номинальная выходная мощность встроенного громкоговорителя 4 Вт.

Крупнооптовая цена 630 руб.

3. Устройство оповещения "Голос" (производства НПО "Спектрон" г. Санкт-Петербург [3]), предназначено для воспроизведения записанных сообщений через громкоговоритель по команде от приёмно-контрольного прибора, либо при срабатывании пожарно-охранных датчиков.

Текст сообщения записывается, с использованием встроенного микрофона, и хранится в энергонезависимой памяти устройства. Имеется возможность перезаписи текста.

Активизация устройства происходит при подаче напряжения на устройство. В зависимости от положения специальной переключки воспроизведение сообщения может происходить однократно либо бесконечно до выключения устройства или до нажатия кнопки "запись".

- напряжение питания, В от +9 до +14 В;
- потребляемый ток в рабочем режиме не более 0,6 А;
- диапазон записываемых воспроизводимых частот 300 - 3000 Гц;
- сопротивление нагрузки 4 - 8 Ом;
- пиковая выходная мощность на нагрузке 8 Ом 6 Вт;
- длительность записанного сообщения 16 с;
- возможное количество циклов записи не менее 100000;
- время сохранения записи в памяти не менее 100 лет;

Цена: базовый блок + 1 громкоговоритель (1 Вт 8 Ом) 840 руб.

4. Встраиваемый голосовой оповещатель пожарной сигнализации. Выпускается заводом "Радиоприбор" (г. Кузнецк). Может быть установлен в корпус существующей системы трансляции и получать питание от ее источников. Принципиальная электрическая схема такого устройства приведена на рисунке 1.4.

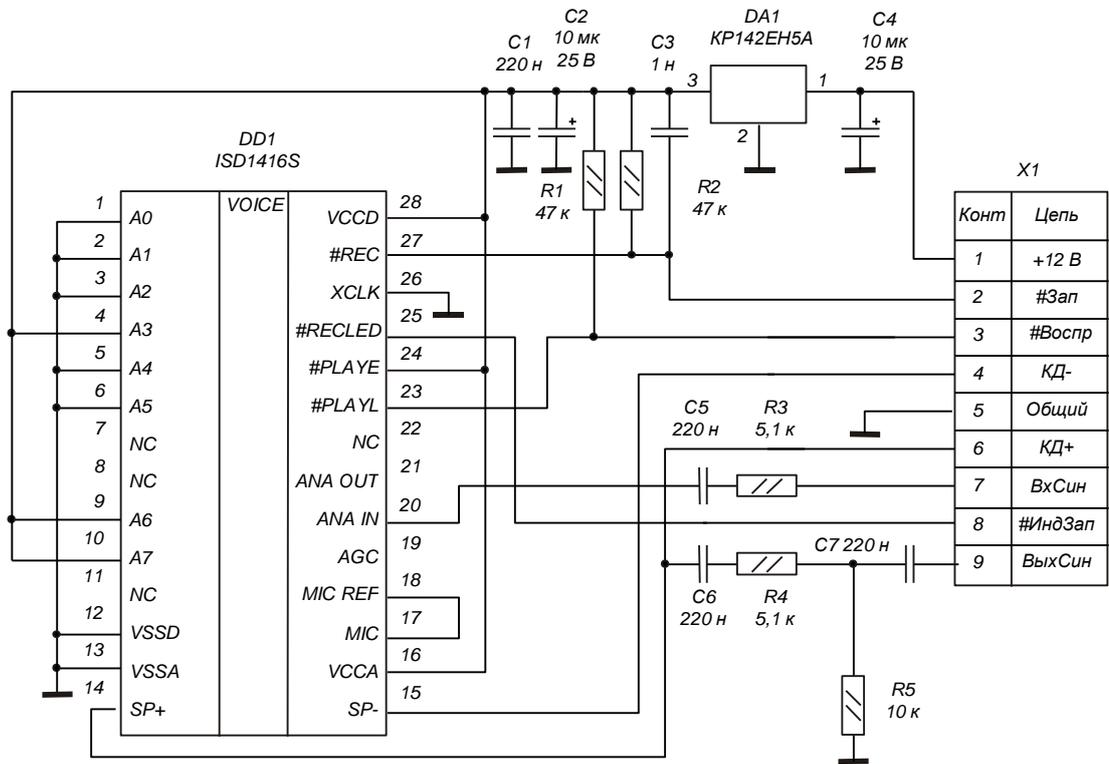


Рисунок 1.4 - Встраиваемый голосовой оповещатель

## 2. Структурная схема оповещателя

Анализ найденных аналогов позволяет сделать следующие выводы:

- судя по таким характеристикам, как длительность сообщений и полоса частот все аналоги основаны на интегральной схеме ISD1416;
- в некоторых случаях в оповещатель встраивается усилитель звуковой частоты, он должен быть линейным, так как ISD1416 формирует аналоговый сигнал;
- стоимость аналогов, имеющих свой корпус и источник питания составляет более 700 руб.

Таким образом, оповещатели сейчас делают по 4 варианту из приведенных в разделе 1.

Рассмотрим, какой выгоды можно добиться, если разработать оповещатель по варианту 5.

Цена ISD1416 составляет примерно 220 руб, цена недорогого усилителя TDA1519 - 60 руб. С другой стороны, цена микроконтроллера, например, ATmega8 с ПЗУ в 8 кбайт составляет всего 100 руб. Кроме, того, логические выходы контроллера позволяют формировать звуковой сигнал методом широтно - импульсной модуляции (ШИМ). Это значительно удешевляет дальнейшее усиление. Требуются дешевые ключевые усилители. Если такой усилитель собрать на 4 транзисторах ценой по 10 руб, то он будет стоить 40 руб.

Всего получаем  $100 + 40 = 140$  руб вместо  $220 + 60 = 280$  руб.

При масштабах производства в десятки тысяч изделий экономия будет значительная.

Главное требование для оповещателя по варианту 5 - наличие мощного алгоритма сжатия голосового сообщения.

Структурная электрическая схема оповещателя приведена на рисунке 2.1. Источник питания формирует нужные постоянные напряжения. Основной микросхемой является микроконтроллер. Он содержит в своем ПЗУ сжатое звуковое сообщение. При работе микроконтроллер постоянно прове-

ряет сигналы на входах от приемно-контрольного прибора.

Если поступает какой-либо из сигналов, означающий возгорание, микроконтроллер начинает воспроизведение сообщения. При этом он восстанавливает сообщение из сжатого вида. Далее микроконтроллер с высокой частотой дискретизации управляет ШИМ (широтно-импульсная модуляция) на своих выходах. Применение ШИМ позволяет обойтись без цифроаналогового преобразователя и заменить линейный усилитель звуковой частоты усилительными ключами.

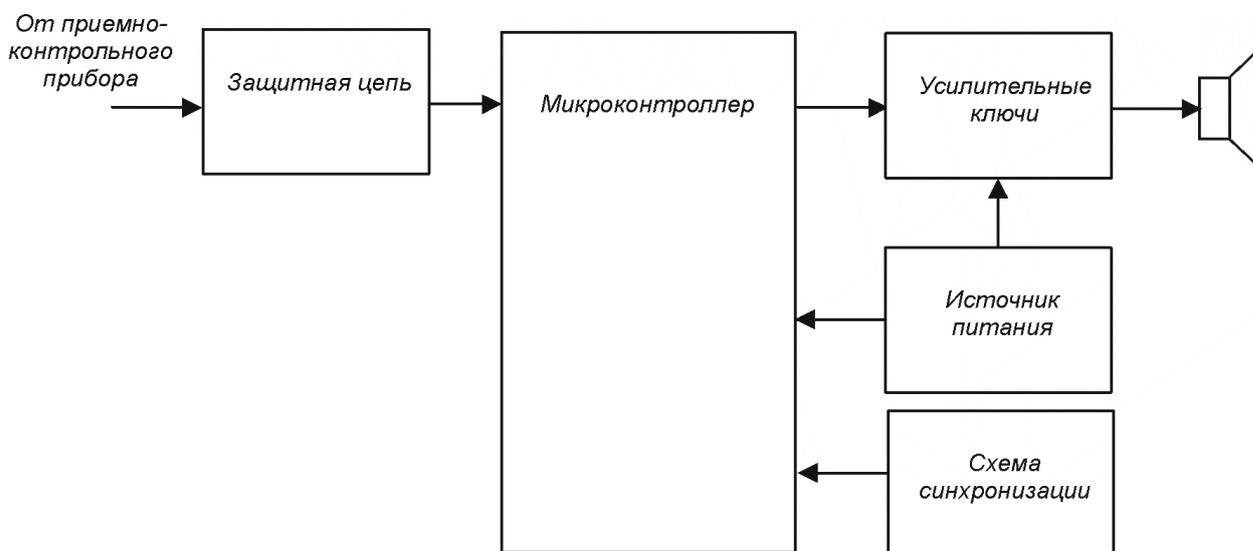


Рисунок 2.1 - Структурная электрическая схема оповещателя

Схемы сброса и синхронизации необходимы для правильного функционирования микроконтроллера. Защитная цепь защищает вход микроконтроллера от внешних недопустимых напряжений.

### 3. Принципиальная электрическая схема оповещателя

В данном разделе спроектирована принципиальная схема оповещателя в соответствии со структурной схемой рисунок 2.1.

#### 3.1. Микроконтроллер

Для выбора микроконтроллера в данном случае наиболее важны следующие требования:

- минимальная стоимость при большом объеме встроенного ПЗУ, это важно чтобы в ПЗУ поместилось голосовое сообщение;
- высокая производительность, потому что голосовое сообщение хранится в сжатом виде и требуется выполнять его декомпрессию;
- наличие встроенного устройства ШИМ, чтобы не делать этого программным путем.

Другие особенности:

- количество выводов требуется всего 3 (см. таблицу 3.1);
- температурный диапазон достаточно обеспечить как в условиях помещения;
- перепрограммирования в работе не требуется.

По этим признакам выбран дешевый, но в то же время высокопроизводительный RISC - микроконтроллер Atmel ATmega8-16PI.

Таблица 3.1

Назначение	Количество требуемых выводов контроллера
Управление усилительными ключами	2
Сигнал от приемно-контрольного прибора	1
Всего	3

Дополнительно этот микроконтроллер обеспечивает следующие возможности для данной работы:

- имеет встроенный АЦП, это позволяет измерять напряжение сигнала приемно-контрольного прибора и тем самым диагностировать обрыв линии или короткое замыкание;

- двухканальный ШИМ с возможностью инверсии позволяет строить мостовую схему усиления и этим повысить мощность звука;

- может программироваться без демонтажа из системы с помощью несложного устройства; это устройство подключается через 4 вывода контроллера;

- есть большой запас сигнальных линий для возможной модернизации оповещателя;

- обычный корпус DIP для упрощения изготовления печатной платы низкого класса точности.

Контроллер представляет собой ИМС с 28 выводами (рисунок 3.1), назначение которых поясняется в таблице 3.2. Некоторые выводы имеют двойное назначение.

Таблица 3.2

Вывод	Обозначение	Назначение
7	VCC	Напряжение питания.
8,22	GND	Общий провод.
10,9,19. .14	Port B (PB7..PB0)	8-битовый двунаправленный порт. Эти выводы также могут быть запрограммированы на специальные назначения.
1,28..23	Port C (PC6..PC0)	7-битовый двунаправленный порт. Эти выводы также могут быть использованы как выходы адреса внешней памяти.
13..11,6 ..2	Port D (PD7..PD0)	8-битовый двунаправленный порт. Эти выводы также могут быть запрограммированы на специальные назначения.
20	AVCC	Напряжение питания АЦП.
21	AREF	Опорное напряжение АЦП.

Вывод	Обозначение	Назначение
1	#RESET	Сброс.
9	XTAL1	Вход тактового генератора.
10	XTAL2	Выход тактового генератора.
19	SCK	Тактовый сигнал для последовательного интерфейса SPI (интерфейса программирования).
18	MISO	Вход данных ведущего SPI.
17	MOSI	Выход данных ведущего SPI.
16	SS	Вход выбора ведомого SPI.
15,16	OC1A, OC1B	Выходы таймера-счетчика 1.
14	ICP	Вход таймера-счетчика 1.
13	AIN1	Инвертирующий вход аналогового компаратора.
12	AIN0	Неинвертирующий вход аналогового компаратора.
11	T1	Вход таймера-счетчика 1.
5	INT1	Вход внешних прерываний 1.
4	INT0	Вход внешних прерываний 0.
3	TXD	Передаваемые данные UART.
2	RXD	Принимаемые данные UART.
23..28	ADC0..ADC5	Входы АЦП.

Желательно использовать такое специальное назначение некоторых выводов контроллера:

- XTAL1, XTAL2 для подключения кварцевого резонатора;
- OC1A, OC1B как выходы ШИМ;
- INT0 и ADC0 как вход от приемно-контрольного прибора;
- SCK, MISO, MOSI для подключения устройства программирования на

этапе изготовления.

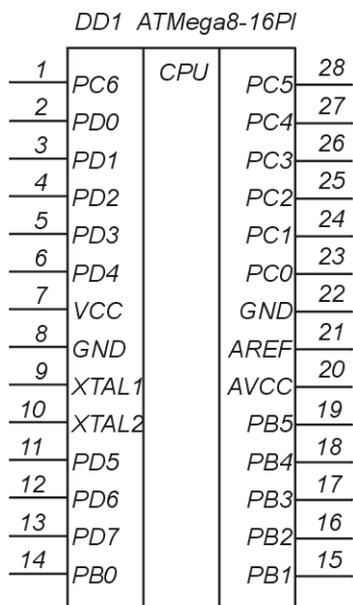


Рисунок 3.1 - Микроконтроллер ATmega8

Некоторые параметры микросхемы приведены в таблице 3.3

Таблица 3.3

Параметр	Обозн	Мин	Тип	Макс	Ед. изм	Условия
Напряжение питания	$V_{CC}$	4,5	5	5,5	В	$f_T = 16$ МГц
Тактовая частота	$f_T$			16	МГц	
Предельные напряжения на входе #RESET		-1		13	В	Входной ток ограничен $\pm 40$ мА
Предельные напряжения на остальных выводах		-1		$V_{CC} + 0,5$	В	Входной ток ограничен $\pm 40$ мА
Входной низкий логический уровень	$V_{IL}$			$V_{CC} * 0,2$	В	
Входной высокий логический уровень	$V_{IH}$	$V_{CC} * 0,6$			В	
Выходной низкий	$V_{OL}$			0,7	В	$I_{OL} = 20$ мА,

Параметр	Обоз н	Мин	Ти п	Макс	Ед. изм	Условия
логический уровень						$V_{CC} = 5В$
Выходной высокий логический уровень	$V_{OH}$	4			В	$I_{OH} = -20 \text{ мА},$ $V_{CC} = 5 \text{ В}$
Потребляемый ток	$I_{CC}$			30	мА	Без учета нагрузки выхо- дов, $V_{CC} = 5 \text{ В}, f_T$ $= 16 \text{ МГц}.$
Ток утечки входов	$I_I$			1	мк А	

### 3.2. Схема синхронизации

Микроконтроллер позволяет запрограммировать один из следующих источников тактового сигнала (диапазоны частот даны для напряжения питания от 4,5 до 5,5 В):

- внешний кварцевый или керамический резонатор с частотой от 0,4 МГц до 16 МГц;
- внешний низкочастотный резонатор с частотой 32768 Гц;
- внешняя RC-цепь (для применений, нечувствительных к стабильности), позволяющая задавать частоту до 12 МГц (нижний предел по крайней мере не хуже 87 кГц);
- внутренний калиброванный RC-генератор с возможными частотами 1, 2, 4 или 8 МГц при точности 1% при 5 В и 25°C, генератор допускает программную подстройку, но ее пределы не гарантированы;
- внешний тактовый генератор с частотой от 0 до 16 МГц.

При генерации звука нужна максимальная производительность, в то же время особо малое энергопотребление не очень важно. Пока нет сигнала от

приемно-контрольного прибора, микроконтроллер можно перевести в "спящий" режим с пониженной тактовой частотой.

Таким образом, выбираем максимальную тактовую частоту 16 МГц. На такой частоте внутренний RC-генератор не работает, поэтому необходим внешний кварцевый резонатор и два конденсатора небольшой емкости, рекомендованной в техническом описании микроконтроллера.

На рисунке 3.2 показана схема синхронизации.

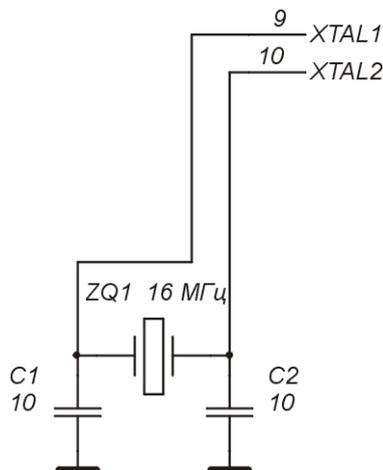


Рисунок 3.2. Подключение кварцевого резонатора к микроконтроллеру

### 3.3. Защитная цепь

Приемно-контрольный прибор может находиться на значительном удалении от оповещателя - до нескольких десятков метров. Поэтому на проводах могут быть электромагнитные импульсные перенапряжения, которые могут повредить микроконтроллер. Защитная цепь предназначена для подавления этих перенапряжений.

В настоящее время для защиты сигнальных цепей в кабельной разводке внутри зданий как правило применяют специальные полупроводниковые защитные диоды (супрессоры). Они имеют высокое быстродействие и стоят недорого.

Схема защитной цепи показана на рисунке 3.3. Супрессор VD2 откры-

вается, если напряжение на входе Вх.Опов. от приемно-контрольного прибора превысит 5 В или станет отрицательным. Кратковременные перенапряжения таким способом будут зашунтированы супрессором. Если перенапряжение будет длительным, например, при ошибке в монтаже, то маломощный резистор R3 сгорит, но микроконтроллер не пострадает.

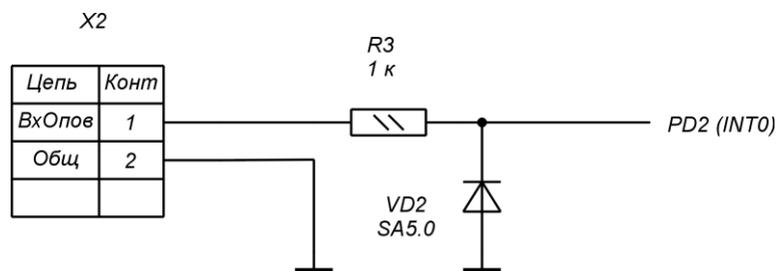


Рисунок 3.3 - Защитная цепь

Выбран тип диодов, которые при малой стоимости в 5 руб имеют большой максимальный импульсный ток 24 А.

### 3.4. Усилительные ключи

Микроконтроллер не способен создать достаточную звуковую мощность, поэтому между его выходами и нагрузкой надо поставить усилительные устройства. Так как принят способ формирования звука на основе ШИМ, то достаточно использовать усилитель, работающий в ключевом режиме.

Чтобы не делать дополнительный источник питания, желательно обойтись нестабилизированным напряжением 12 В. При таком небольшом напряжении мощность в нагрузке может быть повышена, если применить мостовую схему ключей. При использовании мостовой схемы можно получить амплитуду импульсов на нагрузке почти 12 В, а при обычной двухтактной схеме не более 6 В.

Если сопротивление динамика равно 4 Ом, то амплитуда тока равна

$$12 \text{ В} / 4 \text{ Ом} = 3 \text{ А}.$$

Получим синусоидальную мощность в нагрузке

$$(12 \text{ В} * 3 \text{ А})/2 = 18 \text{ Вт.}$$

Транзисторы для ключей в данном случае лучше взять типа MOSFET (полевые) так как они имеют следующие преимущества:

- низковольтные MOSFET-транзисторы имеют низкое напряжение в открытом состоянии, поэтому рассеивание мощности будет снижено;
- высокое сопротивление в закрытом состоянии позволяет не применять развязывающую емкость в мостовой схеме, а просто отключать ток в мостовой схеме, когда усилитель должен быть выключен;
- простая схема управления, так как нет входного тока;
- современные MOSFET-транзисторы на ток 5-10 А имеют стоимость порядка 10 руб, что сравнимо со стоимостью биполярных транзисторов на такой ток.

Выберем комплементарные транзисторы фирмы ST Microelectronic типов STP12PF06 (с каналом P-типа) и STP16NF06 (с каналом N-типа). Фирма ST Microelectronic является одной из лидирующих в разработке таких транзисторов и кроме того цены на ее изделия не высоки. Выбор транзистора STP12PF06 обусловлен тем, что номенклатура транзисторов с каналом P-типа невелика. STP12PF06 имеет достаточно большой максимальный ток 12 А. Транзистор STP16NF06 по параметрам является близкой комплементарной парой к STP12PF06.

В таблице 3.4 приведены основные параметры выбранных транзисторов.

Таблица 3.4

Параметр	Обозначение	STP12PF06	STP16NF06
Максимально допустимое напряжение сток-исток, В	$V_{DS}$	60	60
Максимально допустимый ток стока при $T_c = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , А	$I_D$	12	16
Максимально допустимый ток	$I_D$	8,4	11

Параметр	Обозначение	STP12PF06	STP16NF06
тока при $T_c = 100\text{ }^\circ\text{C}$ , А			
Максимально допустимое напряжение затвор-исток, В	$V_{GS}$	$\pm 20$	$\pm 20$
Максимальная рассеиваемая мощность при $T_c = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , Вт	$P_{tot}$	60	45
Тепловое сопротивление кристалл-корпус, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{thj-case}$	2,5	3,3
Тепловое сопротивление кристалл-среда, $^\circ\text{C}/\text{Вт}$	$R_{thj-amb}$	62	62
Максимальная температура кристалла, $^\circ\text{C}$	$T_j$	175	175
Напряжение пробоя закрытого канала, В	$V_{(BR)DSS}$	60	60
Сопротивление открытого канала при $T_c = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , Ом	$R_{DS(on)}$	0,2	0,1
Сопротивление открытого канала при $T_c = 150\text{ }^\circ\text{C}$ , Ом	$R_{DS(on)}$	0,35	0,2
Пороговое напряжение на затворе, В	$V_{GS(th)}$	4	4
Полный заряд затвора, нКл	$Q_g$	21	13
Общая задержка включения, нс		60	25
Общая задержка выключения, нс		50	23

Для проверки пригодности транзисторов рассмотрим рассеиваемую мощность. Рассеиваемая мощность тем больше, чем больше частота ШИМ, ток и напряжение. Примем напряжение источника питания 12 В, ток 3 А, частоту ШИМ 100 кГц.

Мощность будет складываться из потерь на открытом транзисторе и потерь на переключение.

Падение напряжения на открытом транзисторе:

$$3 \text{ А} * R_{DS(on)} = 3 \text{ А} * 0,35 \text{ Ом} = 1 \text{ В.}$$

Потери на открытом транзисторе найдем с учетом того, что транзистор будет открыт только 0,5 периода:

$$3 \text{ А} * 1 \text{ В} * 0,5 = 1,5 \text{ Вт.}$$

Доля задержек на переключение по отношению к периоду 1/100000 Гц = 10 мкс составляет для более медленного транзистора STP12PF06:

$$(60 + 50) \text{ нс} / 10 \text{ мкс} = 0,011.$$

Приблизительно считая, что при переключении средний ток равен половине тока открытого транзистора  $3/2 = 1,5 \text{ А}$ , найдем потери на переключение:

$$0,011 * 12 \text{ В} * 1,5 \text{ А} = 0,2 \text{ Вт.}$$

Общая рассеиваемая мощность

$$1,5 \text{ Вт} + 0,2 \text{ Вт} = 1,7 \text{ Вт.}$$

При такой мощности транзистор без радиатора будет иметь температуру кристалла больше окружающей среды на

$$1,7 \text{ Вт} * 62 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт} = 105 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Если температура окружающей среды равна 45 °C, то и тогда температура кристалла

$$45 \text{ }^\circ\text{C} + 105 \text{ }^\circ\text{C} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$$

не превысит максимально допустимую.

Транзистор STP16NF06 имеет лучшие параметры и тем более не будет перегреваться. Учитывая этот расчет и то, что голосовые сообщения произносятся кратковременно, радиатор транзисторам не нужен.

Рассмотрим требования по току для быстрого переключения транзисторов. Общий заряд на затворах равен

$$21 \text{ нКл} + 13 \text{ нКл} = 34 \text{ нКл.}$$

Этот заряд должен передаваться за время переключения 50 нс, чтобы не увеличивались потери на переключение. Поэтому импульсный ток через затворы составит

$$34 \text{ нКл} / 50 \text{ нс} = 0,7 \text{ А} = 700 \text{ мА.}$$

Микроконтроллер не может самостоятельно отдавать такой ток. Кроме того, высокий логический уровень напряжения контроллера 5 В отличается от напряжения 12 В, необходимого для закрывания транзистора с Р-каналом. Поэтому выходы контроллера необходимо усилить дополнительно. Удобной для этого является микросхема TC4426 (Dallas - Maxim). Она содержит два канала для управления MOSFET-ключами и подходит по всем параметрам:

- максимальный выходной ток до 1,5 А;
- время переключения 25 нс при емкости нагрузки до 1000 пФ;
- напряжение питания от 4,5 до 18 В;
- входные уровни ТТЛ.

Принципиальная схема усилительных ключей приведена на рисунке 3.4.

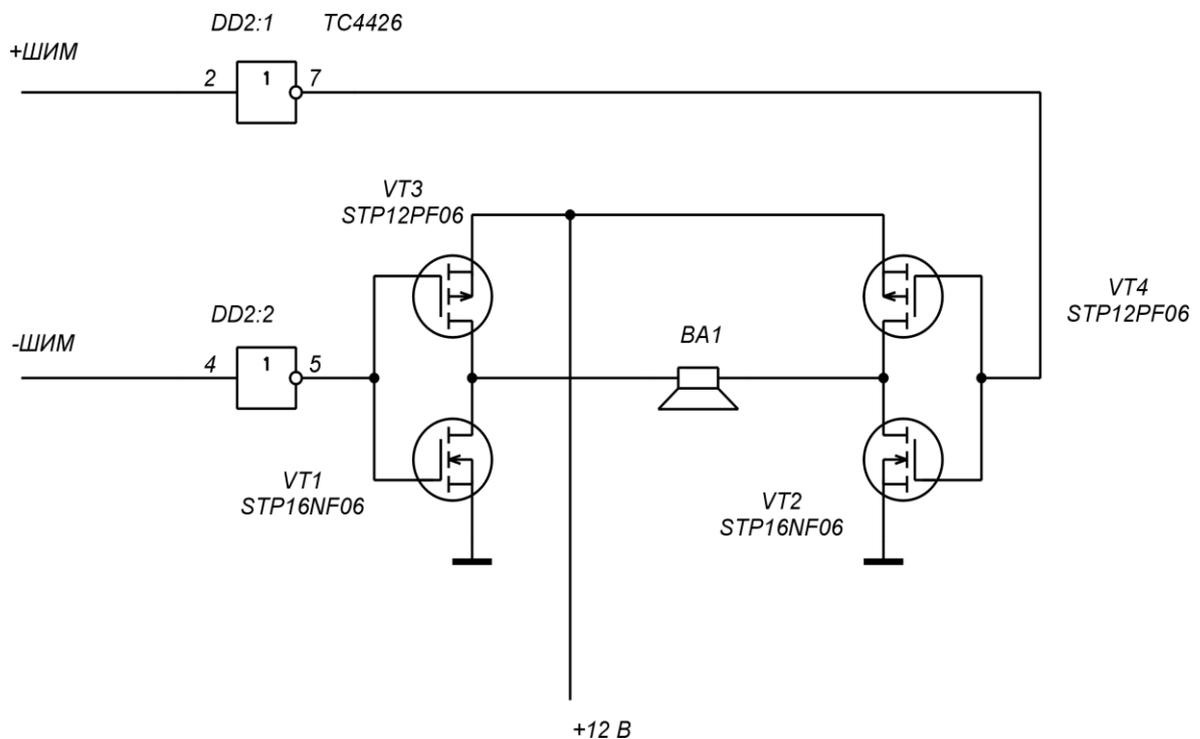


Рисунок 3.4 - Усилительные ключи

### 3.5. Источник питания

Источник питания состоит из трансформатора, выпрямителя и стабилизатора напряжения.

Принципиальная схема стабилизатора напряжения показана на рисунке 3.5. Для расчета стабилизатора сначала определим ток, потребляемый по цепи +5 В.

В таблице 3.5 приведены потребители и потребляемые токи при наихудших условиях.

Таблица 3.5

Элементы	Обозначение	Ток, мА	Количество	Общий ток, мА
Микро-контроллер		30	1	30
Стабилизатор напряжения		5	1	5
Всего				35 мА

Усилительные ключи потребляют ток по цепи +12 В от нестабилизированного выпрямителя, поэтому они в эту таблицу не входят

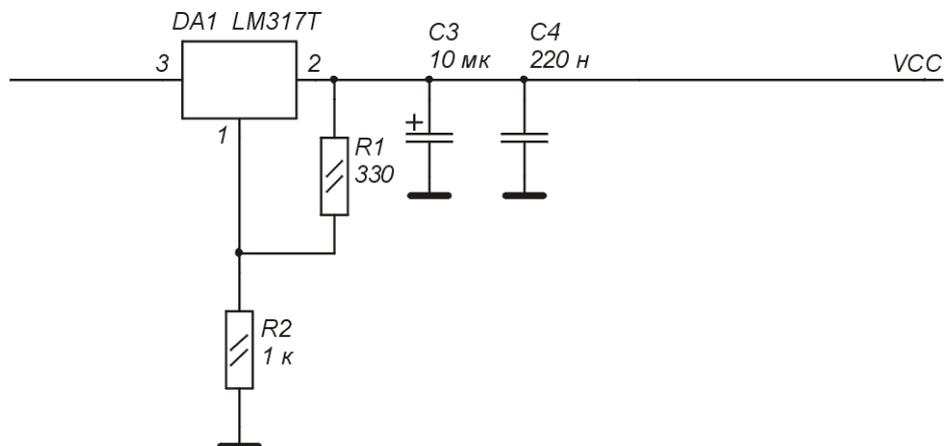


Рисунок 3.5 - Стабилизатор напряжения

Максимальная мощность, рассеиваемая на стабилизаторе DA1, равна

$$35 \text{ мА} * (12 \text{ В} - 5 \text{ В}) = 245 \text{ мВт.}$$

При такой мощности радиатор этой микросхеме еще не требуется.

Выпрямитель построен по мостовой схеме с использованием малогабаритного выпрямительного моста MIC2W08 (напряжение до 800 В). Схема выпрямителя и трансформатор показана на рисунке 3.6.

Выпрямленное напряжение надо сгладить емкостным фильтром. Рассчитаем требования к входному напряжению и фильтру.

Минимальное падение напряжения на стабилизаторе составляет 2 В. Получаем, что напряжение на его входе не должно опускаться ниже  $5 + 2 = 7$  В. Следовательно, минимум пульсирующего напряжения на выходе выпрямителя должен быть равен 7 В. Пусть минимальное действующее напряжение внешнего источника равно 9 В. Тогда максимум пульсирующего напряжения

$$9 * \sqrt{2} - 2 * 0,7 = 11,3 \text{ В}$$

и допустимая двойная амплитуда пульсаций

$$11,3 \text{ В} - 7 \text{ В} = 4,3 \text{ В.}$$

Общий ток потребления голосового устройства при воспроизведении может быть до 3 А. При длительности полупериода 0,01 с рассчитаем требуемую емкость фильтра выпрямителя:

$$(3 \text{ А} * 0,01 \text{ с}) / 4,3 \text{ В} = 0,007 \text{ Ф,}$$

принимая емкость из стандартного ряда равной 6800 мкФ. Этот конденсатор должен выдерживать 16 В. Минимальное действующее напряжение 9 В принято исходя из допуска 10 % на напряжение электросети. При этом номинальное напряжение внешнего источника составляет 10 В, а максимальное - 11 В. Найдем напряжения на схеме при максимальном действующем напряжении электросети: максимум пульсирующего напряжения  $11 * \sqrt{2} - 2 * 0,7 = 14,2 \text{ В}$ , что не выходит за максимально допустимые значения для выбранных элементов. Таким образом при отклонении напряжения питающей сети 10% напряжения питания лежат в нужных пределах.

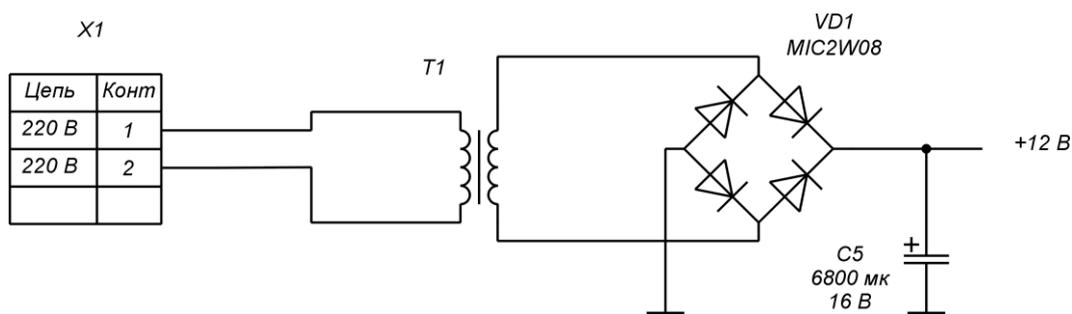


Рисунок 3.6. Выпрямитель и трансформатор

## 4. Конструкция оповещателя

Конструкция оповещателя должна быть в виде монтируемого на стену закрытого корпуса. На стенки корпуса винтами крепятся следующие крупногабаритные элементы:

- трансформатор Т1;
- динамик ВА1;
- печатная плата.

Трансформатор и динамик соединены с печатной платой гибким монтажным проводом МГШВ. Печатная плата выполнена из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита марки СФ-1. Для фиксации платы предусмотрены монтажные отверстия под винты диаметром 4 мм.

Рассмотрим конструктивные параметры элементов в соответствии с разработанной принципиальной схемой. При мелкосерийном производстве рационально применить ИМС в корпусах типа DIP, удобных для монтажа устаревшими технологиями и возможного ремонта. Так как количество элементов невелико, монтаж в отверстия не сильно удорожает производство.

На рисунке 4.1 приведено расположение выводов ИМС DD1 микроконтроллера АТМega8-16PI в корпусе типа DIP-28. Основные обозначения следующие:

- длина корпуса  $D = 35$  мм;
- ширина корпуса  $E1 = 7,5$  мм;
- высота над платой  $A1 = 4,6$  мм;
- шаг выводов  $e = 2,54$  мм.

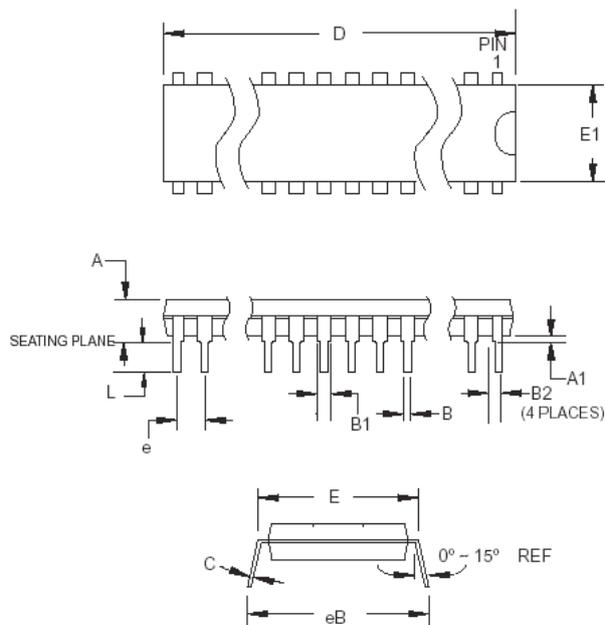


Рисунок 4.1. ИМС DD1 в корпусе типа DIP-28

Микросхема DD2 имеет корпус DIP-8 со следующими основными размерами (рисунок 4.2):

- длина  $D = 10$  мм;
- ширина  $E1 = 7,5$  мм;
- шаг выводов  $e = 2,54$  мм;
- диаметр отверстий под выводы не менее  $0,7$  мм.

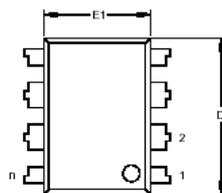


Рисунок 4.2. ИМС DD2 в корпусе типа DIP-8

Микросхема DA1 имеет корпус ТО-220 с 3 выводами (рисунок 4.3). Такой же корпус имеют транзисторы VT1-VT4. Шаг выводов 2,54 мм, но в отличие от корпусов DIP здесь необходимы отверстия под выводы диаметром не менее 0,9 мм.

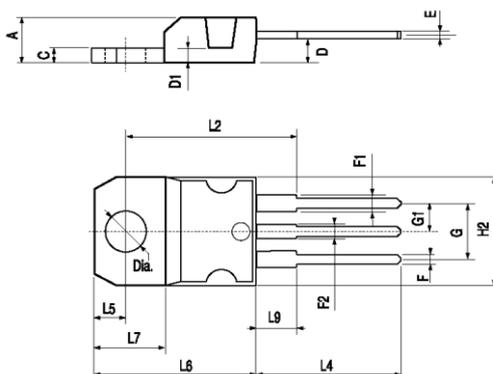


Рисунок 4.3. Корпус DA1, VT1-VT4 типа ТО-220

Наиболее толстые выводы из примененных элементов имеют клемники X1, X2 (рисунок 4.4). Для них необходимы отверстия диаметром не менее 1,3 мм с шагом 5 мм.



Рисунок 4.4. Клемник X1, X2

Определим необходимые параметры печатной платы. В таблице 4.1 приведена площадь, занимаемая элементами.

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование	Количество	Длина, мм	Ширина, мм	Площадь, мм <sup>2</sup>
1	Динамик 10 Вт	1	10	5	50

№ п/п	Наименование	Количе- ство	Длина, мм	Шири- на, мм	Площадь, мм <sup>2</sup>
2	Кварцевый резонатор HC-49U 16 МГц	1	15	10	150
3	Клемник 300-021-12	2	10	7	140
4	Конденсатор К10-17Б 10 пФ	2	8	3	48
5	Конденсатор К10-17Б 220 нФ	1	8	3	24
6	Конденсатор Jamicon 10 мкФ 16 В	1	15	5	75
7	Конденсатор Jamicon 6800 мкФ 16 В	1	25	12	300
8	Микросхема Atmel ATmega8-16PI	1	35	8	280
9	Микросхема Dallas-Maxim TC4426	1	10	8	80
10	Микросхема ST Microelectronics LM7805	1	12	5	60
11	Мост MIC2W08	1	15	15	225
12	Резистор С2-23 1 кОм 0,125 Вт	2	10	3	60
13	Резистор С2-23 330 Ом 0,125 Вт	1	10	3	30
14	Супрессор P4KE15CA	1	10	5	50
15	Транзистор ST Microelectronics STP16NF06	2	12	5	120
16	Транзистор ST Microelectronics STP12PF06	2	12	5	120
17	Трансформатор ТП-112	1	15	15	225
	Всего:				2037

Рабочая площадь печатной платы, или зона расположения посадочных мест на ПП, равна 2037 мм<sup>2</sup>.

Примем коэффициент ее увеличения, учитывающий наличие расстояния между элементами и площадь краевого поля равный 2. Тогда полная площадь платы:

$$S = 2 * 2037 \text{ мм}^2 = 4074 \text{ мм}^2$$

Выбираем плату с размерами: 65\*65 мм (площадь ПП равна 4225 мм<sup>2</sup>). ПП двуслойная второго класса плотности. Материалом для ПП служит фольгированный стеклотекстолит. Толщина печатной платы равна 2 мм.

Минимальная ширина печатного проводника по постоянному току:

$$B_{\text{MIN}} = I_{\text{MAX}} / (j_{\text{ДОП}} * h),$$

где  $I_{\text{MAX}}$  - максимальный постоянный ток, протекающий в проводниках;

$j_{\text{ДОП}}$  - допустимая плотность тока;

$h = 0,15$  мм - толщина проводника;

$I_{\text{MAX}} = 3$  А. Допустимую плотность тока примем  $j_{\text{ДОП}} = 18$  А/мм<sup>2</sup>.

$$B_{\text{MIN}} = 3 / (18 * 0,15) = 1 \text{ мм.}$$

Такую ширину достаточно сделать только для мощных дорожек от источника питания к ключам и дальше к динамику. Остальные дорожки могут быть уже.

Допустимые рабочие напряжения в данной схеме не превышают 12 В, поэтому минимальное расстояние между проводниками можно принять равным 0,2 мм.

Номинальное значение диаметра монтажного отверстия:

$$d = d_B + d_{\text{НО}} + r,$$

где  $d_B$  - максимальный диаметр вывода устанавливаемого элемента, мм;

$d_{\text{НО}}$  - нижнее предельное отклонение от номинального диаметра монтажного отверстия:

$$d_{\text{НО}} = + 0,1 \text{ мм};$$

$r$  - разница между минимальным диаметром отверстия и максимальным диаметром вывода элемента 0,1 мм.

Тогда для корпусов типа DIP, резисторов и конденсаторов

$$d = 0,6 + 0,1 + 0,1 = 0,8 \text{ мм,}$$

для корпусов типа ТО-220 и диодов

$$d = 0,8 + 0,1 + 0,1 = 1,0 \text{ мм,}$$

для клемников

$$d = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм.}$$

Минимальный диаметр контактных площадок:

$$D_{\min} = 2(b_M - d/2 + \delta),$$

где  $b_M = 0,2$  мм - расстояние от края просверленного отверстия до края контактной площадки;

$\delta$  - допуск на расположение отверстий и контактных площадок, для второго класса плотности не хуже  $\delta = 0,1$  мм.

Получаем соответственно для корпусов типа DIP, резисторов и конденсаторов

$$D_{\min} = 2(0,2 + 0,8 / 2 + 0,1) \text{ мм} = 1,4 \text{ мм}$$

для корпусов типа ТО-220 и диодов

$$D_{\min} = 2(0,2 + 1,0 / 2 + 0,1) \text{ мм} = 1,6 \text{ мм}$$

для клемников

$$D_{\min} = 2(0,6 + 1,3 / 2 + 0,1) \text{ мм} = 2,7 \text{ мм.}$$

Зададим шероховатость торцов платы  $R_z \leq 40$ .

Все элементы расположены на одной верхней стороне. По углам платы просверлены отверстия для крепления к корпусу. При размещении элементов учтены следующие принципы:

- подключение к кабельной разводке будет происходить с помощью клемников X1, X2, поэтому они должны быть с краю платы так, чтобы быть близко к отверстиям в корпусе;

- трансформатор и динамик монтируются отрезками гибкого провода, поэтому отверстия для их монтажа также желательно расположить по краям платы;

- элементы размещены так, чтобы были наиболее прямые и незапутан-

ные проводники печатной платы, пассивные элементы приближены к выводам микросхем, к которым они присоединяются.

Расположение элементов и габаритные размеры платы показаны на рисунке 4.5.

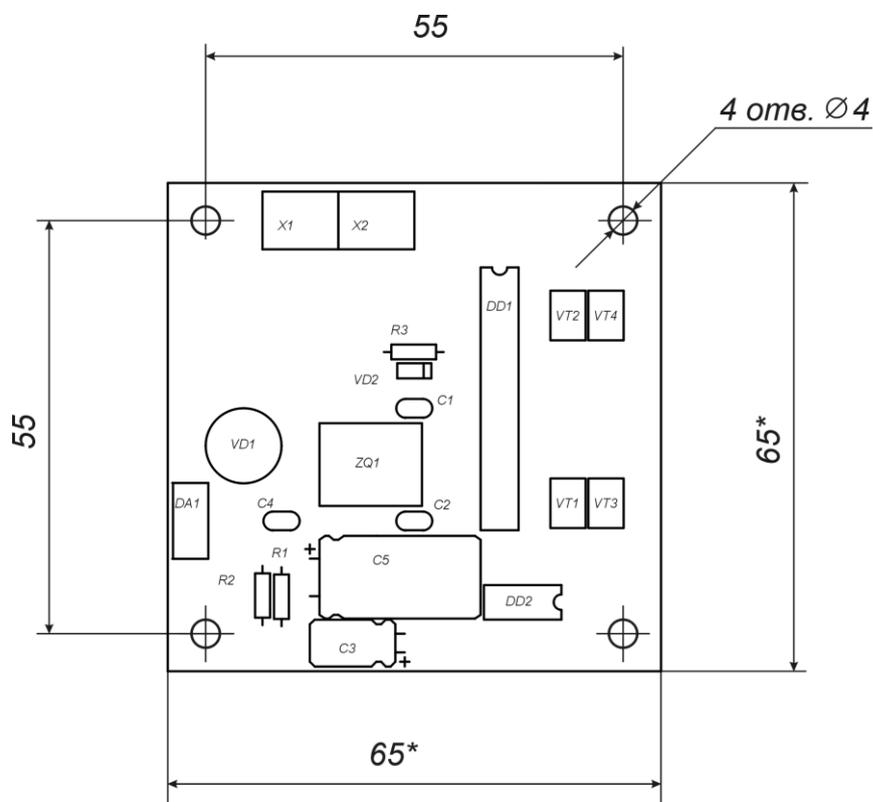


Рисунок 4.5. Расположение элементов на печатной плате.

Рациональное расположение позволило спроектировать трассировку проводников печатной платы на двух слоях без переходных отверстий, что важно для малосерийного изготовления. Учитывая требуемую высокую надежность необходима металлизация отверстий.

Трассировка соединений выполнена в САПР ACCEL EDA V15. Результаты представлены на рисунке 4.6, 4.7 и на чертеже печатной платы в Приложении. На рисунке 4.6 приведен рисунок верхнего слоя, куда установлены компоненты, а на рисунке 4.7 - нижнего слоя.

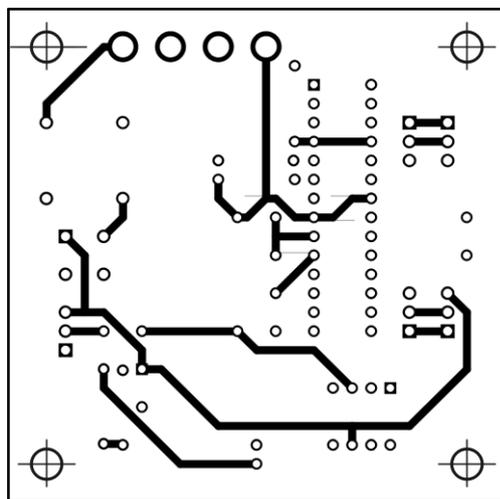


Рисунок 4.6 - Печатная плата вид сверху

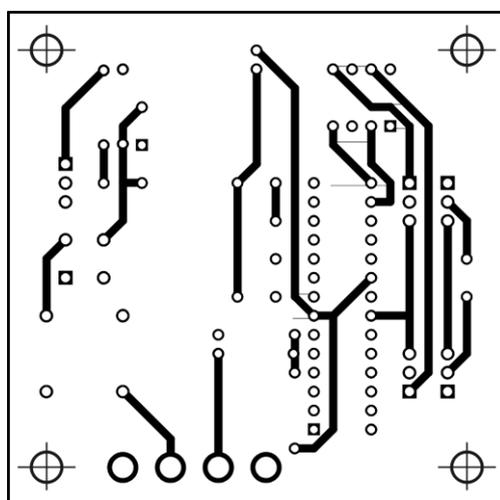


Рисунок 4.7 - Печатная плата вид снизу

Сборочный чертеж также приведен в Приложении.

Так как сильное экранирование от электромагнитных помех не требуется, корпус оповещателя может быть пластмассовым. Рационально применить корпус, изготовленный прессованием из термопластов или готовый типовой корпус.

На рисунке 4.9 показан типовой корпус G1024, поставляемый фирмой Gainta. Корпус выбран из ряда типоразмеров с таким расчетом, чтобы внутрь поместился трансформатор ТП-112 (рисунок 4.8). Этот трансформатор имеет высоту  $C = 43$  мм, а высота пространства внутри корпуса 47 мм.

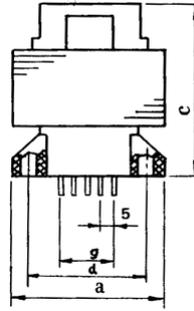


Рисунок 4.8 - Трансформатор

Другие габаритные размеры трансформатора:  $a = 43$  мм;  $d = 35$  мм;  $g = 20$  мм.

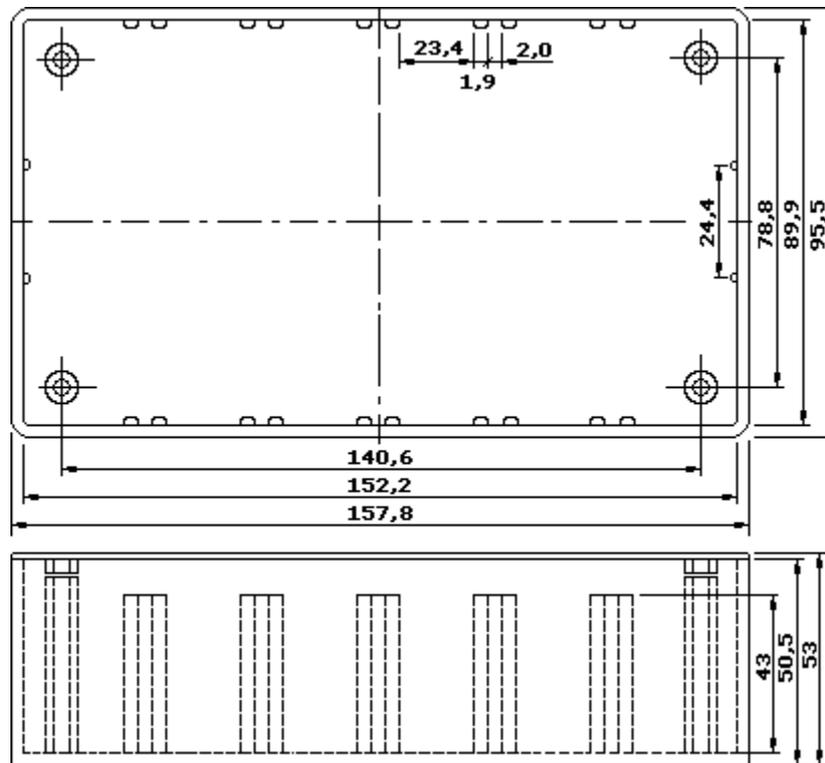


Рисунок 4.9 - Корпус G1024

## 5. Программное обеспечение.

### 5.1. Управление таймером - счетчиком ШИМ.

Микроконтроллер ATmega8-16PI содержит следующие интегрированные устройства, которые возможно использовать для формирования широтно-импульсной модуляции:

- два 8-битовых таймера-счетчика с отдельными предварительными делителями частоты (прескалерами);
- один 16-битовый таймер - счетчик со своим отдельным прескалером;
- счетчик реального времени с отдельным задающим генератором.

Кроме того, возможно программное формирование импульсов при тактировании от основной синхронизации контроллера, но это самый медленный метод, поэтому он явно не подойдет. Также нет смысла использовать счетчик реального времени. Необходимо выбрать между 8 и 16-битовыми таймерами.

При различных настройках прескалера 8-битовый таймер-счетчик может тактироваться от частот  $f_T$ ,  $f_T/8$ ,  $f_T/64$ ,  $f_T/256$ ,  $f_T/1024$  где  $f_T$  - тактовая частота микроконтроллера, или от внешнего сигнала. После настройки прескалера можно программировать счетчик на счет периодов  $f_T$  в количестве от 1 до 256, таким образом, задавая целый коэффициент деления частоты от 1 до 256.

Внешний сигнал в данном проекте не используется, поэтому  $f_T$  равна частоте кварцевого резонатора 16 МГц. В таблице 5.1 даны возможные диапазоны перестройки выходной частоты этого счетчика, достигаемые без программного счета. Показаны только значения коэффициентов деления, при которых частота ШИМ превышает максимально слышимую частоту звука 20 кГц.

Таблица 5.1

прескалер	коэфф. деления	частота, кГц
$f_T$	$\leq 256$	$\geq 62,5$
$f_T/8$	$\leq 100$	$\geq 20,0$
$f_T/64$	$\leq 12$	$\geq 20,8$
$f_T/256$	$\leq 3$	$\geq 20,8$
$f_T/1024$	ни при каком	

Очевидно, что варианты  $f_T/64$  и  $f_T/256$  дадут слишком низкую точность градаций ШИМ, а  $f_T/1024$  вообще не подходит по частоте. Поэтому возможны только варианты  $f_T$  или  $f_T/8$  в зависимости от возможностей производительности контроллера.

Надо отметить, что реальный голосовой сигнал имеет полосу частот максимум примерно 8 кГц. Поэтому достаточно генерировать отсчеты с частотой дискретизации не более 16 кГц, а промежуточные отсчеты для частоты дискретизации 62,5 кГц просто повторять или интерполировать. Повторение или простая линейная интерполяция больших затрат команд процессора не потребует. Поэтому можно выбрать вариант  $f_T$ .

При различных настройках прескалера 16-битовый таймер-счетчик может тактироваться от частот  $f_T$ ,  $f_T/8$ ,  $f_T/64$ ,  $f_T/256$ ,  $f_T/1024$  или от внешнего сигнала. После настройки прескалера можно программировать счетчик на счет периодов  $f_T$  в количестве от 1 до 65536, таким образом, задавая целый коэффициент деления частоты от 1 до 65536.

Частота выходного сигнала может быть понижена еще вдвое применением специального режима ШИМ с симметричным импульсом (режим правильной фазы). Однако в данном проекте этот режим большого значения не имеет.

Таблица 5.2

прескалер	коэфф. деления	частота, кГц
$f_T$	$\leq 800$	$\geq 20,0$
$f_T/8$	$\leq 100$	$\geq 20,0$

Видно, что применение этого таймера позволило бы получить более высокую точность ШИМ. Но это не единственное преимущество: этот счетчик имеет два независимых выходных компаратора, предназначенных для управления двумя выходами ШИМ. Причем любой из выходов может быть настроен на работу с инверсией сигнала ШИМ. Это в данном проекте решающее преимущество, так как мостовая схема усилителя требует двух взаимно инверсных сигналов.

Управление 16-битовым таймером в ATmega8 требует программирования нескольких регистров таймера:

- в регистры ICR1H, ICR1L (пара 8-битовых регистров) помещается период счета, что задает частоту дискретизации, например для 20 кГц потребуется записать туда код 800;

- в регистры OCR1AH, OCR1AL, OCR1BH, OCR1BL (2 пары 8-битовых регистров) помещаются пороги срабатывания ШИМ для выводов микропроцессора OC1A и OC1B соответственно;

- в регистры TCCR1A, TCCR1B помещаются биты управления режимом работы таймера (назначение битов подробно описано в техническом описании микроконтроллера).

В этих программах предусмотрен 8-битовый период счета `data1`, а срабатывание ШИМ происходит по 8-битовому значению `datah`. Таким образом при тактовой частоте 16 МГц достигается частота дискретизации 62,5 кГц и 8-битовое кодирование звукового сигнала.

## **5.2. Генерация звука формантным методом.**

Для хранения звука в микроконтроллере ATmega8 может быть использовано не более 8 кбайт ПЗУ. На самом деле часть этого ПЗУ будет занята программой, поэтому реально останется 4-6 кбайт. Длительность голосовых сообщений пожарных оповещателей составляет 12-20 с. Для того, чтобы эти

сообщения поместились в ПЗУ, необходимо обеспечить битрейт (скорость передачи сжатого сообщения) в пределах от

$$4000 * 8 \text{ бит} / 20 \text{ с} = 1600 \text{ бит/с}$$

до

$$6000 * 8 \text{ бит} / 12 \text{ с} = 4000 \text{ бит/с}.$$

Так как битрейт несжатого аудиосигнала телефонного качества равен 64000 бит/с, получаем, что требуется сжатие звука от 16 до 40 раз. Для таких коэффициентов сжатия известно несколько методов:

1. Универсальные алгоритмы типа MPEG для аудио сжатия (недостаток - большие вычислительные сложности для 8-битового микроконтроллера).

2. Алгоритмы сжатия речи на основе линейного предсказания. Они используют фильтровую модель вокального тракта с линейным предсказанием. Сжатый возбуждающий сигнал оптимизируется так, чтобы уменьшить ошибку между синтезированным и исходным. Оптимизация сжатого сигнала тоже требует больших вычислительных затрат.

3. Формантные методы. Фактически они являются самыми старыми, но плюс в том, что они могут быть реализованы 8-битовым микроконтроллером.

Методы основаны на том, что голос содержит несколько как бы резонансных частот (формант). Амплитуда и частота формант при произнесении речи меняются, но сравнительно медленно. Кроме того, необязательно хранить зависимости этих параметров точно. Можно, например, использовать кусочно - линейную аппроксимацию. Тогда достигается нужный битрейт порядка 1000 бит/с. Как подтверждение ниже на рисунках 5.1 - 5.3 показаны результаты моделирования формантного метода.

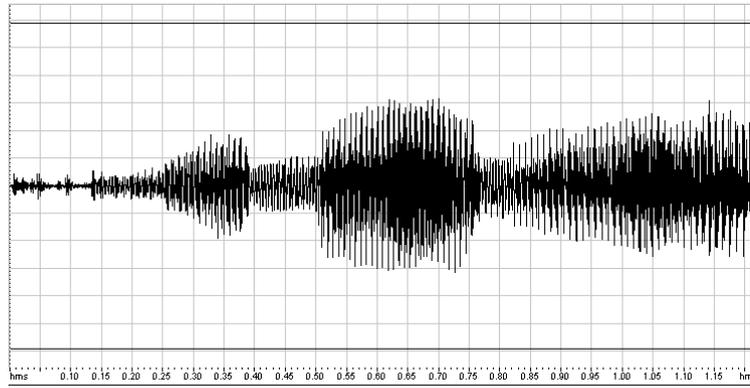


Рисунок 5.1 - Исходный сигнал, слово "внимание".

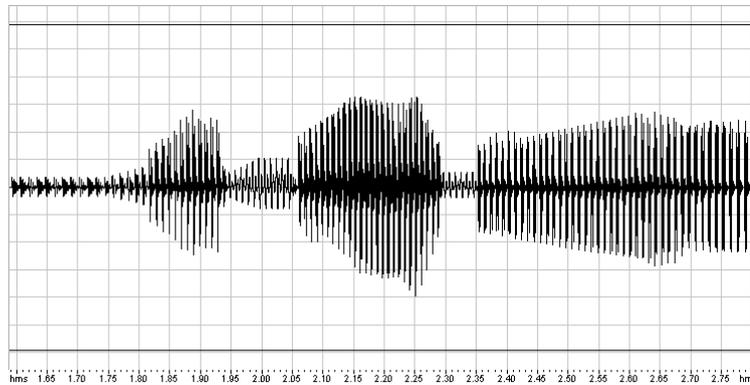


Рисунок 5.2 - Синтезированное слово "внимание".

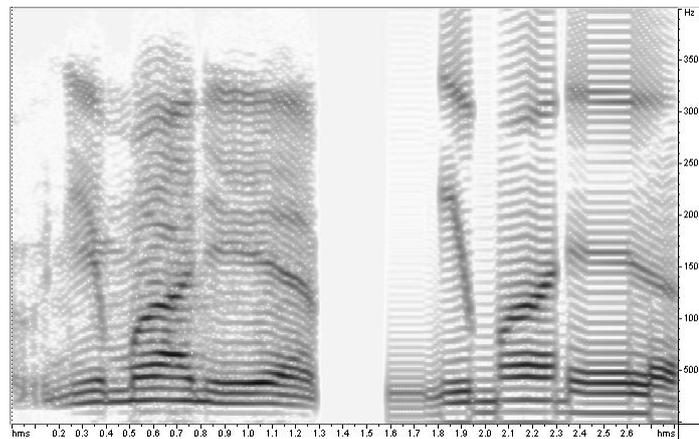


Рисунок 5.3 - Спектрограммы естественного и синтезированного (справа) слова "внимание".

Файлы управления для синтеза слова "внимание" содержали количество значащих битов в объеме не более 128 байт. Так как длительность звучания составила 1,2 с, получаем битрейт

$$128 * 8 \text{ бит} / 1,2 \text{ с} = 850 \text{ бит/с.}$$

### 5.3. Структура программного обеспечения.

В целом программу рационально построить из нескольких подпрограмм. В зависимости от примененной системы программирования эти подпрограммы могут быть объединены в отдельные транслируемые файлы, модули или библиотеки. Предлагаемая структура модулей программного обеспечения показана на рисунке 5.4.

Стрелки обозначают вызовы подпрограмм. Вышележащие подпрограммы вызывают нижележащие (более низкого уровня). Рассмотрим кратко назначение основных модулей.

Основная программа. Запускается при включении питания. После включения питания один раз происходит настройка портов микроконтроллера и вызов подпрограмм установки в начальные состояния счетчика-таймера. Далее бесконечно повторяется основной циклический алгоритм ожидания сигнала от приемно-контрольного прибора.

Если поступил сигнал о пожарной опасности, то запускается подпрограмма генерации голосового сообщения. Она будет повторяться до тех пор, пока сигнал от приемно-контрольного прибора не будет снят.

Генерация голосового сообщения. Это сообщение записано в сильно сжатом виде в ПЗУ микроконтроллера. Естественно оно не может быть прямо воспроизведено в динамик. Для воспроизведения необходимо циклически читать коды сжатого формата из ПЗУ, восстанавливать текущий отсчет звукового сигнала и управлять таймером ШИМ.

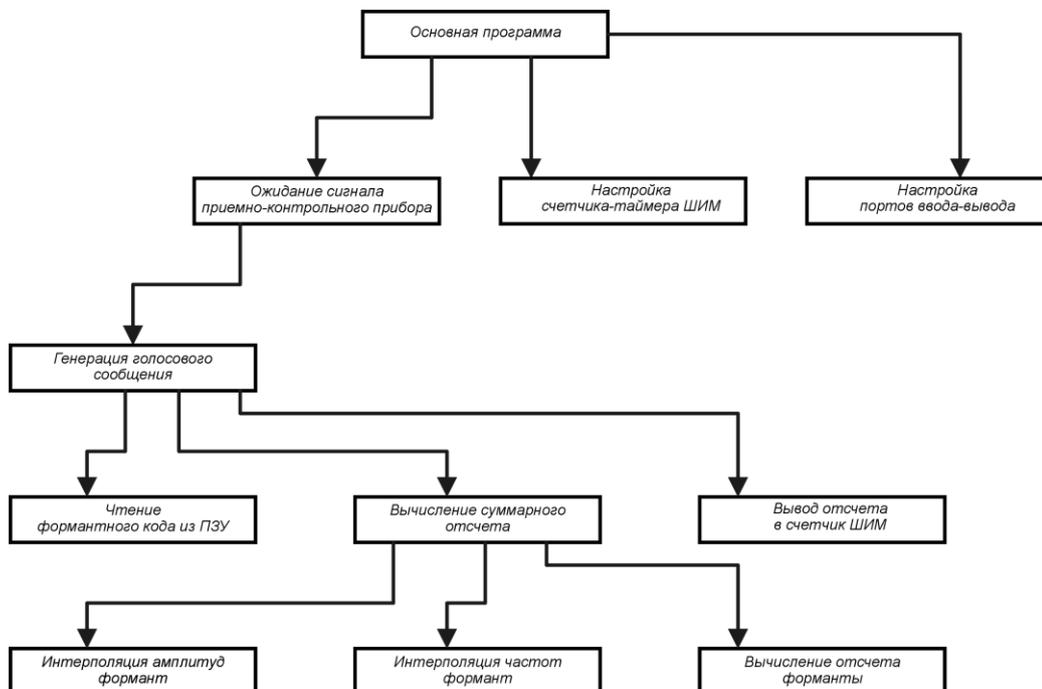


Рисунок 5.4 - Структура встроенного программного обеспечения

Вычисление суммарного отсчета. Отсчет звука складывается из отсчетов нескольких формант (до 5). Перед этим производятся следующие действия:

- интерполируется амплитуда каждой форманты;
- интерполируется частота форманты;
- по интерполированным значениям вычисляется отсчет колебания форманты.

## 5.4. Настройка оповещателя.

Оповещатель представляет собой микропроцессорное устройство без сложных аналоговых регулировок. Поэтому, если детали исправны, то настройка сводится в основном к правильному программированию и проверке микроконтроллера. Для программирования требуется компьютер и специальные устройства программирования микроконтроллера, присоединяемые к компьютеру с одной стороны и к оповещателю - с другой. На рисунке 5.5 показана схема рабочего места для программирования и проверки оповещателя. Компьютер программирует оповещатель через универсальный адаптер, который присоединяется к оповещателю через переходник - специализированное устройство ISP. Для проверки применяется приемно-контрольный прибор от той пожарно-охранной системы для которой изготавливается оповещатель. Блок питания нужен в основном для питания адаптера через устройство ISP, так как оповещатель имеет свой блок питания.

Микроконтроллер ATmega8 имеет возможность программирования без удаления из системы (In System Programming - ISP). Для этого некоторые из выводов микроконтроллера (SCK, MISO, MOSI и RESET) подключаются на время программирования к игольчатым контактам устройства ISP.

На рисунке 5.6 показана принципиальная схема устройства программирования, которое обеспечивает ISP. Устройство подключается к адаптеру через 10 - контактный разъем X2.

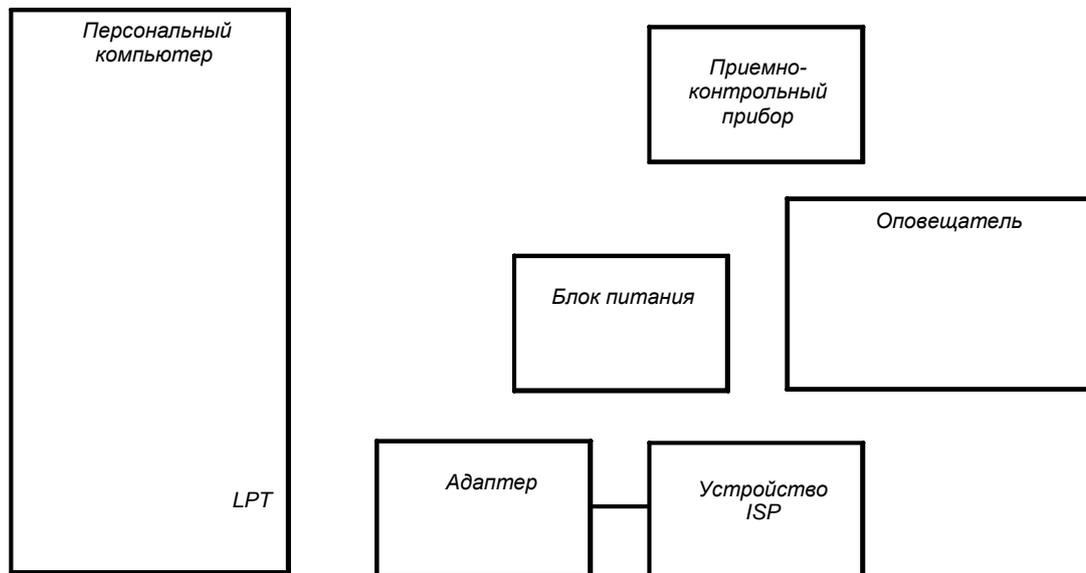


Рисунок 5.5 - Схема рабочего места программирования.

Он подает на программируемый контроллер сигналы сброса RESET, синхронизации SCK, данных MOSI и получает ответный сигнал данных MISO. Маломощные импульсные диоды типа КД522 защищают выводы микроконтроллера от адаптера в те моменты, когда программирование не производится. В связи с наличием этих диодов также необходимы резисторы R1, R2, чтобы оповещатель мог передать в компьютер не только низкий, но и высокий логический уровень. Номиналы резисторов выбраны в соответствии с рекомендациями технического описания микроконтроллера.

Адаптер для подключения к разъему устройства ISP зависит от поставленной системы программирования микроконтроллера. В России преобладает бесплатно распространяемая вместе с микроконтроллерами система AVR Studio.

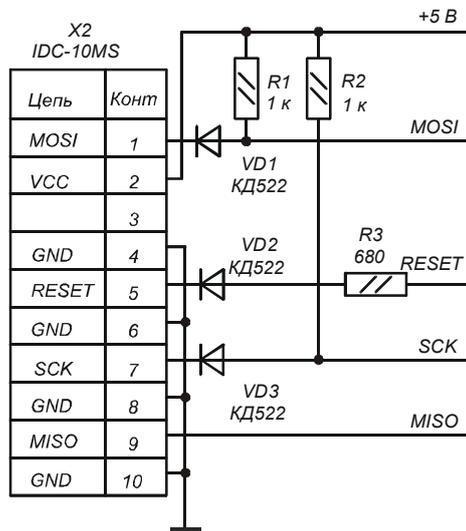


Рисунок 5.6 - Устройство ISP.

Созданные в ней программные коды можно записывать в микроконтроллер ATmega8 с помощью другой бесплатной программы AVRReal Shell, которая работает через простейший адаптер, показанный на рисунок 5.7.

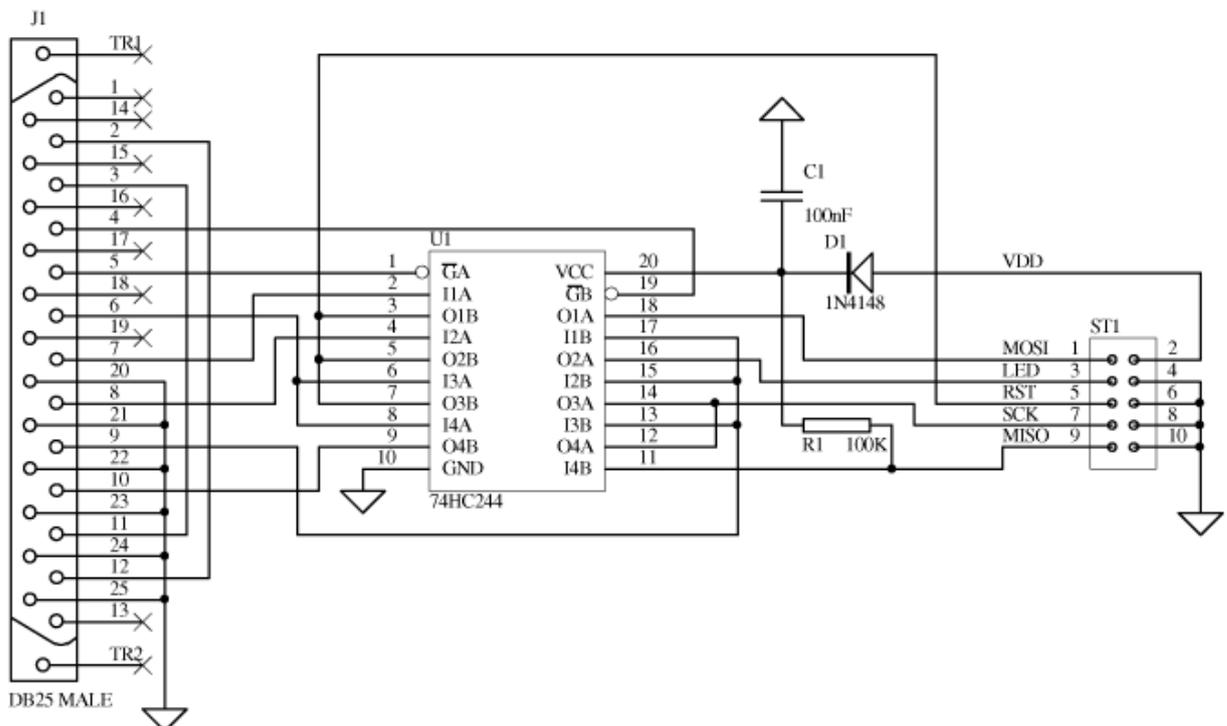


Рисунок 5.7 – Адаптер.

## **6. Экономический раздел.**

### **6.1. Маркетинг как основа стратегического и тактического планирования.**

*Основы маркетинга как учения об организации производства и сбыте произведенной им же продукции.*

Цель маркетинга направлена на удовлетворение потребностей потребителей и получении прибыли. Маркетинг включает в себя:- исследование и прогнозирования рынка; - исследование окружающей среды предприятия;- разработку стратегии и тактики продвижения товара на рынке посредством маркетинговых программ.

В маркетинговых программах разрабатываются различные мероприятия по: 1) улучшению качества товара, его формы и разнообразия;2) изучению различных слоев покупателей, поведения конкурентов и самого характера конкуренции;3) по ценообразованию, созданию спроса, обеспечению сбыта и рекламной компании; 4) оптимизации товарного движения и организации сбыта;5) создание технического сервиса и расширение сопутствующих сервисных услуг. Маркетинг, возникший благодаря рыночной экономики, представляет собой философию производства, которая полностью сопровождает его от научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ и заканчивая сбытом и сервиса произведенного продукта и направлена на удовлетворение требований рынка. Предприятия, производящие товары, а также и их экспортеры применяют маркетинг как инструмент в достижении целей, выбранными ими на определенный период времени, с наибольшей экономической эффективностью. Достижение выбранных целей воплощается в реальность при непрерывной коррекции производителем своих научно-технических, производственных и планов сбыта готового товара, согласно влияниям рынка на произведенную продукцию, материальные и интеллектуальные ресурсы. При выполнении выше приведенных условий маркетинг становится основой для стратегического и тактического планирования как производственной, так и коммерческой деятельности предприятия. Только на

основе разработки программ производства, организации научно-технической, технологической, инвестиционной и сбытовой работы производителю гарантирован успех [9].

Основные принципы маркетинга. Производители, работа которых основывается на принципах маркетинга, должны руководствоваться лозунгом «производить только то, что требуют рынок и покупатель». Побуждающими факторами, на котором основан маркетинг, являются нужды человека, его потребности и запросы. Таким образом коротко сформулировать суть маркетинга можно следующим образом «необходимо производить только то, что гарантированно найдет сбыт и даже не пытаться навязать покупателю товар, предварительно несогласованный с ним». Из сущности маркетинга следуют следующие его главные принципы: 1). Целеустремленность в достижение результатов производственной и сбытовой деятельности. 2). Эффективный сбыт продукции на товарном рынке. 3). Объединение поисково-исследовательских, производственно-технологических и сбытовых усилий. 4). Ориентирование предприятия на долгосрочный результат работы. Это настоятельно требует особого отношения к прогнозным научным исследованиям и к разработке на основе полученных результатов рыночного уровня новизны продукции и сопутствующих услуг, обеспечивающих в целом высококорентабельную экономическую деятельность производителя. Использование стратегии и тактики активной мимикрии к потребностям будущих покупателей и в то же время сосредотачивая на них свое влияние [10].

Маркетинговые цели. Маркетинг касается напрямую большого количества людей и это приводит к разносторонним противоречиям. Многие руководители бизнеса считают, что целью маркетинга является побуждение к максимальному потреблению, чтобы сформировать условия для интенсивного производства, занятости и наконец, богатства. За этим скрывается убеждение «чем больше люди покупают и потребляют, тем более счастливыми они становятся». Тем не менее, некоторые сомневаются, что увеличение массы богатства приносит счастье и многое другое. Их постулат можно сформулировать как «чем меньше – тем больше» или «немного – это здорово». Другая

точка зрения считает, что цель маркетинга - достижение максимальной удовлетворенности клиентов, а не максимально возможной степени потребления. Например, большой спрос на жевательную резинку что-то значит только в том случае, если он в конечном итоге приводит к более полному удовлетворению клиента. Однако уровень потребительской удовлетворенности практически невозможно оценить количественно. Поэтому, чтобы оценить маркетинговую систему, основанную на показателях удовлетворения крайне сложно. Некоторые участники рынка полагают, что главная цель маркетинга состоит в обеспечении потребителей наиболее широким разнообразием своей продукции и позволении потребителям находить ту продукцию, которая наилучшим образом отвечает их потребностям. Потребители должны обладать возможностями максимально улучшать свой образ жизни. К сожалению, обеспечение наличия максимального потребительского выбора является дорогостоящим занятием, в виду того, что товары и услуги становятся дороже, так как их многообразие увеличивает затраты на производство и поддержания их запасов, что в свою очередь повлечет повышение цены продукции. Более высокие цены повлекут за собой во первых уменьшение доходов потребителей, а также и объемов потребления. Во вторых, высокое разнообразие продукции требует от потребителя больших временных и физических усилий, чтобы познакомиться с ассортиментом товаров и их сравнительной оценки. В-третьих, возрастание ассортимента товаров какой-либо направленности не говорит о расширении прав потребителя и возможностей его выбора, так как на рынке всегда существует «марочное изобилие» – это когда есть много фирменных товаров, которые имеют несущественные отличия друг от друга. Наконец, не всегда приветствуется потребителями большое разнообразие товаров. Например, потребители, сталкиваясь в необходимых им товарных категориях с избытком продукции, ощущают дискомфорт, необходимость концентрации умственных способностей, что усиливает их нервозность. Часто полагают, что главная цель маркетинга просто обязана состоять в повышении качества жизни социального общества. Данная концепция включает: 1) количество и качество, а также доступность, цену и разнообра-

зие товаров и услуг; 2) качество физической и культурной сред. Сторонники этой точки зрения оценивают маркетинг не только по степени обеспечения им немедленного удовлетворение клиентов, но и влияния, которые оказывает маркетинг на качество физической и культурной сред. Основная часть исследователей маркетинга согласны с тем, что маркетинг направленный на повышение уровня (качества) жизни, это благородная цель, но признает, что качество не легко количественно оценить, а его интерпретирование очень часто противоречиво [11]. *Современный маркетинг*. Финишная цель любой организации или бизнеса является прибыль. Независимо от миссии компании, ни одна фирма не может выходить на рынок без надежды на долгий и стабильный доход и маркетинг ему в этом способствует. Таким образом, маркетинг может быть определен как меркантильное воззрение, то есть бизнес-философия направленная на удовлетворение людского эго, его эгоистических потребностей. Переход от одного понимания маркетинга к другому то, есть – от с фокусирования на непосредственном производстве, к фокусированию на продукте и его сбыте и в конце на потребителе указывает на то, что эгоизм в настоящее время приобретает скрытые формы своего проявления. Становится очевидным, что для удовлетворения этого эгоизма, то есть получения прибыли, необходимо пожертвовать ее часть. Однако какой частью и в какой содержательной форме ею жертвовать, находится в зависимости от рыночных условий: либо это дополнительные инвестиции в улучшение продвижения продукции или продаж в самом широком смысле, либо диалог с потребителем, или создание социально значимых программ. То есть цивилизованный рынок ведет к более разумному эгоизму. Таким образом развитие рынка, это функция обратно пропорциональна к проявлению эгоизма. Вместе с тем главным принципом современного маркетинга является взаимное удовлетворение, то есть удовлетворение своих потребностей путем удовлетворения потребностей других людей. Здесь интересно посмотреть, каким образом устанавливается баланс при решении этих потребностей. Руководство фирмы удовлетворяет свои потребности в широком диапазоне от низких до высоких, в то время как потребитель – одну или две (зависит от представленного на

его выбор товара). Таким образом у компании и потребителя имеется у каждого свой маркетинг и порождает взаимно-эффективный контакт.

Вместе с тем эффективность контакта зависит и от посредников между производителем и потребителем. Посредниками могут быть сотрудники самой компании, поставщики и многие другие, задействованные в процесс доведения товара до потребителя. Потребности посредники составляют третью группу маркетинга. Контакты производителя и потребителя зависят от интереса посредников, от того какие свои потребности они удовлетворяют, например свое положение в обществе. Чем больше личных потребностей удовлетворяет посредник посредством взаимодействия между производителем и потребителем, тем надежнее их взаимопонимание. Следовательно, маркетинг способствует достижению своих потребностей и производителю с потребителями и посреднику [12,13]. Создание формализованных моделей в маркетинге является сложной задачей в виду большого количества исходных данных, которыми он оперирует. Но модели имеют место быть, например модель жизненного цикла, прогнозов и другие, которые не относятся к категории всеобъемлющей (концептуальных). Прогнозы касаются предполагаемых объемов продаж, эффективности рекламных мероприятий, изменений состояния дел на рынках. Методики, применяемые для целей прогнозирования, самые разнообразные от простых, например метод расширения или метод статистических показателей, до сложных к примеру, мультифакторный метод индексов. Однако эти методы не поддаются количественной оценки и довольно часто нелогичны. Некоторые из этих методов близки к жизненным ситуациям, но в тоже время избыточно математизированы и отдалены от осмысленного прогнозирования. Отсутствие в наличии достоверных прогностических методик приводит к сложностям применения маркетинга в реальной экономике. В связи с этим на многих предприятиях возникают потребности в ясновидящих, обладающих паранормальными знаниями. Что свидетельствует о неспособности маркетинга в настоящее время оправдать возлагаемых на него надежд. Однако примеры успешности применения маркетинга имеются в сравнительно большом количестве, благодаря чему к специали-

стам маркетологам все больше начинают прислушиваться и использовать их знания. Удачные примеры обычно передаются по методу сарафанного радио, переписываются из одних монографий в другие, часто изучаются на всевозможных семинарах, а также конференциях. *Будущее маркетинга*. Взаимодействие человек — природа и человек — человек представляют собой два взаимодействия (обмена), тесным образом связанные друг с другом и находясь в эволюционном процессе. Их взаимодействие (обмен) не жизнеспособны друг без друга. И это соответствует действительности. Обмены базируются на непрерывном применении природных ресурсов и основаны на окружающей природной среде, которая служит базой обмена. На этапе возникновения взаимодействия оба обмена представлялись простейшими формами. В дальнейшем под воздействием диалектически развивающегося человеческого эгоизма следует ожидать их дальнейшего сближения и даже пересечения. Это связано с тем, что обе ветви обмена, и человек — человек и человек — природа, представляют два вида одного целого, заключенного в стремлении человека к удовлетворению личных потребностей, связанные в своем развитии и дополняющие и усиливающие друг друга. Понимание учета необходимой потребности природной составляющей производства, привело к формированию социально-ответственного маркетинга, позволяющий установить компромисс между человеком и окружающей его природой. Природная среда в настоящее время не ощущается человеком в качестве значащего субъекта обмена. Но все же устремление к ограничению последствий, наносимого хозяйственной деятельностью общества, является новой вехой в развитии человечества. Социально - ответственный маркетинг — это не вершина диалектического развития маркетинга. Вершиной маркетинга является точка, в которой пересекаются три компоненты обмена: человек — человек; человек — природа и непосредственно сама природа, которая и ответственна за обеспечение интересов всех участников обмена. Маркетинговый инструментарий, способствующий и обеспечивающий разностороннее соблюдение интересов участников этого глобального обмена, в ряде научных исследований принято назвать Высшим или Глобальным комплексом маркетинга

(ГКМ). При этом традиционный маркетинг, о котором говорится в настоящее время является частным случаем ГКМ, в виду того, что каждая из компонентов формируется в интересах производителя и потребителя и не учитывает окружающей среды (природы). Осознание тенденции развития говорит о том, что эффективность существующего на сегодня маркетинга так же, как и маркетинга будущего, зависит от состояния взаимосвязанных исходных составляющих, а также осознания их диалектической связи.

## **7. Безопасность жизнедеятельности.**

### **7.1. Организация мест трудовой деятельности работников.**

Производительность труда всех категорий работников зависит от того, как организованы, обустроены и оборудованы рабочие места. При этом под организацией рабочего места трудящегося имеется в виду размещение его на постоянную работу и обеспечение безопасности труда, а также рационального расположения оборудования и самого помещения. Рабочее место, представляет собой место постоянного или периодического расположения работника с целью осуществления трудовой деятельности и связано с понятием рабочая зона, то есть пространства, ограниченного высотой не менее двух метров от уровня напольного покрытия. Постоянное рабочее место, представляет место, в котором работник вынужден находится более 50% рабочего времени или постоянно в течении более 2 часов, а непостоянное -- соответственно, место, где работник находится менее 50% рабочего времени или непрерывно в течении менее двух часов[16]. Рабочее место в обязательном порядке должно обеспечивать оператору удобную рабочую позу, ее нескованность и точность необходимых действий, а также соответствовать санитарно-гигиеническим потребностям. Кроме того организация мест трудовой деятельности например, работника - оператора вычислительной машины или персонального компьютера обязана обеспечивать следующие главные требования: - *доступность*, то есть такое размещение технических средств и материалов, которое бы обеспечивало рациональную работу без утомляемости и лишних временных затрат. Для этого существуют нормативные данные, которые устанавливают геометрические размеры зон доступности (простой и максимальной), ограниченные длиной вытянутых рук или руки. Причем зоны доступности фиксируются как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях и устанавливаются с учетом индивидуальных особенностей работника, например роста или телосложения. Зная эти нормативные данные, размещают необходимое работнику-оператору оборудование, приспособления, материалы, ориентируясь на их назначение и частотой применения [17].

*Обозримость*, то есть размещение всех без исключения материалы и оборудования так, чтобы они были в любой момент видны. Нормальная обозримость в совокупности с постоянством мест складирования материалов и оборудования обеспечивают минимальные временные потери на их поиск при необходимости. Нормальной считается организация труда работника, при которой поиск чего либо, необходимого в какой - то конкретный момент времени полностью исключается. *Изолированность*, показывают прямо пропорциональную зависимость изолированности рабочего места труда и продуктивностью его работы. Изолированность устраняет нервные напряжения, которые могут возникать при необходимости работы на виду, например при выполнении работы, требующей интеллектуального сосредоточения.

*Достаточное рабочее пространство* для работника - оператора, обеспечивающее необходимые движения и перемещения при эксплуатации ЭВМ, оборудовании и так далее. Необходимые и достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работником - оператором и эксплуатируемым им оборудованием.

*Оптимальное расположение оборудования*, в основном это средств визуализации текущей информации и органов управления. Строгое, не требующее дополнительных пояснений, обозначения органов управления, отображения информации, а также и других элементов, которыми работник-оператор манипулирует.

*Необходимое естественное и искусственное освещение*, потребное для осуществления рабочих заданий и технического обслуживания оборудования. *Обеспечение комфортных условий в помещениях*, путем создания температурного режим и необходимой влажности, допустимый уровень шумов, производимых оборудованием самого рабочего места.

*Присутствие необходимых инструкций и предупредительных знаков*, предохраняющие от опасности и демонстрирующие необходимые меры предосторожности. Помещения для занятий и работы с применением персональных компьютеров (ПК) оборудуются в обязательном порядке односторонними рабочими столами. Причем конструкция одностороннего стола для рабо-

ты с ПК предусматривает одну горизонтальную поверхность для размещения ПК с плавной ее регулировкой по высоте на расстояние (520÷760) мм и вторую, тоже горизонтальную, но для клавиатуры с плавной регулировкой как по высоте, так и по углу наклона в пределах от 0° до 15°. Причем, выбранное для работника - оператора рабочее положение клавиатуры, обязательно надежно фиксируется, что обеспечивает правильную рабочую позу оператора без резких наклонов головы. Ширина поверхностей для размещения ПК и клавиатуры должна быть около 750 мм и глубину не менее 550 мм и опираться на стояк, в котором располагаются провода электропитания, кабели локальной сети и тому подобное. Обычно основание стояка совмещают с подставкой для размещения ног. В случае наличия на рабочем месте принтера или сканера ширину поверхности стола увеличивают до (1000 ÷ 1200) мм.

Рабочие кресло или стул оператора ПК включает сиденье, спинку и подлокотники, причем в качестве дополнения обычно используются подголовник и подставка для ног. Перемещение кресла или стула по отношению к поверхности, на которой оно установлено крайне нецелесообразно сужать. Конфигурация кресла обязана обеспечивать рациональную рабочую позу и позволять менять ее для уменьшения статической напряженности мышц шеи, плеч и спины для предупреждения общей утомляемости. Кресло должно быть оснащено подъемными и поворотными устройствами, осуществляющими регулировку по высоте и углу наклона его сиденья и спинки. Регулировка каждого из этих устройств выполняется независимой от другой, достаточно несложно выполняться и иметь надежные фиксирующие запоры. Конфигурация кресла обязана обеспечивать следующие регулировки и возможности: регулировку высоты поверхности сиденья на расстоянии в (400÷550) мм и углов наклона вперед до 15° и назад - 5°; возможность кругового перемещения на (180°÷360°) вокруг вертикальной оси и фиксацию в необходимом положении; ширину и глубину плоскости сиденья не менее 400 мм, причем поверхность сиденья должна быть закругленной по передним краем с радиусом закругления не менее (8 ÷ 10) мм; высоту опорной поверхности спинки 300 ±20 мм, а ширину не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плос-

кости - 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости с регулируемыми пределами в ( $95^{\circ} \div 110^{\circ}$ ); стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной  $60 \div 70$  мм и их регулируемый по углу наклона  $0^{\circ} \div 20^{\circ}$  и по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннем расстоянием между подлокотниками в пределах ( $350 \div 500$ ) мм. Кроме того рабочее место снабжается подставкой для размещения ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до  $20^{\circ}$ . При этом поверхность подставки для ног выполняется рифленой и имеет по переднему краю бортик высотой 10мм [18, 19]. Обычно человек чувствует изменение высоты положения сиденья на ( $8 \div 10$ ) мм или наклон спинки на ( $1 \div 2$ ) $^{\circ}$ , поэтому в этих же пределах должен находиться и диапазон изменения параметров кресла. Основное требование при расположении индикаторных, регистрирующих элементов и органов управления состоит в удобстве сбора информации и ее переработки работником - оператором. Аварийные и ответственные органы управления как правило помещаются в зоне досягаемости рук или руки, а второстепенные органы управления второстепенного значения - в зоне максимальной досягаемости рук. Клавиши и кнопки в обязательном порядке располагаются в местах, совпадающих с последовательностью осуществления рабочих действий. Цвет клавишей и кнопок должны быть более выделяющимся по отношению к цвету самой панели управления. Тумблеры размещают с соблюдением между ними свободного места, при этом преобладает расположение горизонтальными рядами. Направление движений тумблеров и рукояток согласуется со значениями регулируемых ими параметров [20]. Обычно индикаторные элементы, передающие информацию об одном объекте группируются в одну линейку или выполняется разделением приборов на отдельные сегменты, путем выделения различной окраской, заключением групп в рамки. Подобранный цветовая гамма в оформлении рабочих мест и инструментов повышает настроение и работоспособность человека - оператора. Цвет оказывает влияние на остроту зрения, которая обладает максимальным значением в желтой зоне спектра, а самые низкие показатели

характерны для синего цвета. Воздействие цвета на человека проявляется в его различных ощущениях, например голубой цвет сказывается в виде чувства прохлады; светл - жёлтые –ощущения тепла; синий, голубой, зеленый - успокаивающе и снижают утомляемость глаз; красный, оранжевый возбуждают нервную систему. В целом тёмные цвета поглощают свет и приводят к гнетущему состоянию. Имеются цветовые таблицы, по которым определяется цветовое представление интерьеров и оборудования. Например для однообразной работы с постоянным напряжением обычно рекомендуются зеленые, сине - зеленые и светло - зелёные цвета. При напряженной интеллектуальной деятельности предпочтение отдается тёплым цветам, таким как желтые и бежевые. Цвет широко используется как предупреждение человека о возникающей опасности, например в красный цвет окрашивают аварийные кнопки "Стоп", а в оранжевый цвет движущиеся части машин [20]. Имеется совокупность санитарно - гигиенических норм и требований, назначение которых обеспечить комфортные условия труда и высокую работоспособность человека - оператора вычислительных машин или ПК. Объем и площадь производственного помещения, которые должны приходиться на каждого такого работающего, должны быть, соответственно, не менее 15 кубических метров и 4.5 квадратных метров при высоте производственного помещения не менее 3,2 метра. Стены и потолки выполняются из малотеплопроводных материалов и не собирающих пыль. Полы при этом должны быть ровными, теплыми и противоскользящие. Влияние температуры на работоспособность человека весьма существенно, так при температуре в плюс 25 градусов Цельсия наступает физическое утомление, а при температуре плюс 30 градусов Цельсия и выше, замедляется реакция, что приводит к ошибкам в трудовой деятельности. При этом значение температуры в 11градусов Цельсия является минимальной, ниже которой начинается процесс замерзания. Наиболее благоприятным для трудовой деятельности является температурный интервал в диапазоне 17°С ÷ 22°С, который и рекомендуется к обеспечению в производственных помещениях [19]. Однако для тех, кто работает с вычислительными системами, особое значение отдается влажности воздуха, так как в сухом воз-

духе значения уровня электростатического поля возрастают. Под действием электростатического поля происходит поляризация взвешенные частицы, которые впитывают в себя пыль, микробы и т.п. Что приводит к аллергии, конъюнктивит и высыпаниям на кожных покровах у работающих. Нормальная, влажность воздух находится согласно санитарно - гигиеническим нормам в интервале (60÷70)%. При этом необходимо учитывать, что воздушные сквозняки в помещении обеспечивают испарение влаги с поверхности тела человека, нормализует его температурный режим и повышает его же работоспособность. По существующим нормам для производственных помещений скорость движения воздуха в нем не должна быть более 0,3 метра в секунду. Для регулирования и поддержания необходимых значений температуры и влажности воздуха в производственном помещении устанавливаются кондиционеры.

Гигиенические исследования установили, что *шум и вибрации также ухудшают условия труда* и оказывают негативное влияние на организм работника - оператора. Например, при длительном воздействии шума на организм человека ведет к снижению его остроты зрения и слуха, повышению внутреннего кровяного давления работника. Сильный и продолжительный шум является причиной в функциональных изменениях сердечнососудистой и высшей нервной систем человека. *Вибрации также вызывают расстройства* выше перечисленных систем человека, но при этом еще и влияют на состояние опорно-двигательного аппарата. Наиболее опасна и вредна вибрация со значением частоты около 5 Гц, так как она близка к собственной частоте внутренних органов тела работающего. Согласно нормативной базы значение уровня шума в помещении операторов вычислительных машин не должен превышать уровень в 50 дБ. Для снижения уровня шума принимаются следующие меры [17,20]:-облицовываются потолки и стены рабочих помещений звукопоглощающим покрытиями; - создают звукопоглощающие преграды между источником шума и человеком; - обеспечивают рабочий персонал средствами индивидуальной защиты от шума.

*Освещенность рабочего места* является также основным факторов,

оказывающих влияние на работоспособность. К негативным последствиям приводит как недостаточное, так и слишком сильное освещение. Для обеспечения комфортных условий работы, значение минимальной освещенности на рабочем месте нормируют. Причем нормы освещенности определяются исходя из назначения помещения и характера производимых в нем работ. Учитывая специфику работы оператора ПК, ее можно отнести ко 2÷3 разряду работ, что должно обеспечивать освещенность рабочего места значением в не меньше (5÷7) люкс при верхнем и комбинированном естественном освещении; не меньше (1,5÷ 2) люкс при боковом естественном освещении; не меньше (750÷2000) люкс при смешанном искусственном освещении; не меньше (300÷500) люкс при системе общего искусственного освещения. Здесь следует дополнить к сказанному выше, что естественное освещение положительно влияет на остроту зрения и тонизирует весь организм человека, то есть оказывает положительное психофизическое действие. Поэтому все производственные и бытовые помещения в соответствии с санитарными нормами должны обладать естественным освещением.

## Заключение

В бакалаврской работе разработан голосовой пожарный оповещатель с уменьшенной стоимостью. Снижение стоимости достигнуто за счет отказа от внешнего ПЗУ голосового сообщения. С помощью сильного сжатия звуковой сигнал помещается во внутреннее ПЗУ микроконтроллера.

Разработана структурная схема оповещателя на основе RISC микроконтроллера ATmega8. Разработана принципиальная схема с использованием:

- мостового усилителя класса D с ключами на MOSFET-транзисторах;
- предварительного усилителя на базе интегрального драйвера MOSFET;
- интегрального линейного стабилизатора для питания микроконтроллера.

Проведены расчеты всех элементов, разработана конструкция в виде настенного блока в типовом корпусе.

Разработана топология двусторонней печатной платы с шириной дорожек 1 мм, что позволяет изготовить оповещатель даже по устаревшей технологии.

Встроенное программное обеспечение микроконтроллера спроектировано до уровня структуры из нескольких отдельно транслируемых модулей, рассмотрены особенности программирования таймеров - счетчиков ШИМ. Проведено технико-экономическое обоснование, а также разработан раздел безопасности жизнедеятельности.

Внедрение оповещателя будет способствовать расширению производства систем противопожарной сигнализации с речевыми функциями, что будет снижать психологические поражающие факторы пожаров.

## Список используемой литературы

1. <http://www.arsenal-sib.ru>
2. <http://www.ligard.ru>
3. <http://www.spectron-ops.ru>
4. <http://www.winbond.com>
5. 8-bit AVR Microcontroller with 8K bytes In-System Programmable Flash ATmega8, ATmega8L. Atmel Datasheet. 2012.
6. TC4426/TC4427/TC4428 1.5A Dual High-Speed Power MOSFET Drivers. Microchip Technology Inc. Datasheet. 2014.
7. STP12PF06. P - CHANNEL 60V - 0.18  $\Omega$  - 12A TO-220 STripFET™ POWER MOSFET. ST Microelectronics Datasheet. 2009.
8. STP16NF06 STP16NF06FP. N-CHANNEL 60V - 0.08  $\Omega$  - 16A TO-220/TO-220FP STripFET™ II POWER MOSFET. ST Microelectronics Datasheet. 2004.
9. Дихтль Е., Хершген Х. Практический маркетинг: Учебное пособие/ Пер. с нем. А.М.Макарова; под ред. И.С.Минько. - М.: Высшая школа, 2011.
10. Котлер Ф. Основы маркетинга - С-Пб: АО "КОРУНА", АОЗТ "Литера плюс", 2009.
11. Сакс Д ж. Рыночная экономика и Россия: Пер. с англ. - М.: Экономика, 2001.
12. Смолянкина М.В. Маркетинг вчера, сегодня, завтра (взгляд на эволюционное развитие) – М.: Экономика, 2012.
13. Горина Л.Н. Система управления охраной труда в организации: Методическое пособие Тольятти, 2004 г.
14. Сборник нормативных документов по охране труда,- Самара, 2005 г.

15. Система управления охраной труда (СУОТ).Сборник основных материалов по охране труда - Тольятти, 1999 г.
16. Справочник специалиста по охране труд, № 8 август 2005 г.
17. А.П.Овчинников, П.Г. Яговкин. Охрана труда: пособие для членов совместных комитетов (комиссий) и уполномоченного (доверенного) лица трудового коллектива по охране труда: Самар.гос.техн. ун-т.Самара, 2004 г.
18. Д. Фомин Руководство по охране труда- М.:Апрохим-Пресс, 2004 г.
19. Охрана труда и социальное страхование № 11 ноябрь 2002 г.