БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

ЗАДАНИЕ

по дипломному проекту (работе) студента

*Кирсанова Валерия Ивановича*

1. Тема проекта (работы) *Система охранной сигнализации микрорайона* утверждена приказом по университету от “ ” г. №

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) *30.05.1999 г.*

3. Исходные данные к проекту (работе)

*Емкость системы не менее 10000 объектов охраны*

*Максимальное время задержки сообщения о взломе или пожаре - не более 15 с*

*Архитектура системы должна базироваться на принципах многоуровневых локальных сетей*

*Скорость передачи сообщений выбрать из ряда стандартных скоростей*

*В разработке использовать преимущественно отечественную элементную базу*

4. Содержание расчетно – пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

*Обзор существующих технических решений*

*Выбор и обоснование требований к разрабатываемой системе*

*Разработка архитектуры системы*

*Разработка принципиальной электрической схемы блока ППК*

*Разработка программного обеспечения*

*Системные расчеты*

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

*Структурная схема системы*

*Схема функциональных связей ППК*

*Алгоритм управляющей программы*

*Электрическая принципиальная схема блока ППК*

*Результаты системных расчетов и граф состояний МК микросети*

*Конструктивный чертеж блока ППК*

1. Содержание задания по технико-экономическому обоснованию
2. Содержание задания по производственной и экологической безопасности

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование этапов дипломного проекта  (работы) | Срок выполнения  этапов проекта (работы) | Примечание |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Дата выдачи задания Руководитель

Задание принял к исполнению

Содержание

Введение

1. Обзор аналогов

2. Выбор и обоснование технических требований

3. Разработка архитектуры системы

3.1 Разработка структурной схемы системы

3.2 Разработка функциональной схемы абонентского устройства

3.3 Разработка протокола обмена

4. Разработка и расчет электрической принципиальной схемы абонентского устройства

5. Разработка управляющей программы

6. Расчет системных характеристик

7. Разработка конструкции печатной платы

8. Моделирование работы составных частей системы

9. Технико-экономическое обоснование проекта

10. Охрана труда и экологическая безопасность

Заключение

Список литературы

**Введение**

Вся производственная деятельность на промышленных предприятиях непрерывно связана с управлением. Для предупреждения потерь и успешного управления создают системы производственной связи.

Системы производственной связи способствуют ускорению производственных процессов, а своевременная доставка информации создает условия для нормального их протекания, предупреждая возникновение срывов и аварий, простои рабочих бригад, и.т.д. поэтому системы производственной связи в заметной мере влияют на повышение производительности труда. Системы производственной связи организуются применительно к особенностям производства каждого конкретного предприятия. В этом смысле можно говорить об определенной замкнутости производственной связи, особенно если учесть, что многие ее средства обслуживают локальные производственные участки и не имеют выхода в сети общего пользования: диспетчерская, производственная громкоговорящая и др.

Внутрипроизводственные сети связи, имеющие аналоги на сетях общего пользования, обладают большой спецификой по способам организации связи, типам применяемого оборудования, схемным решениям и.т.д. Средства производственной связи приспособлены для работы при наличии высоких уровней шумов, пыли, влаги и имеют другие дополнительные возможности, обеспечивающие оперативность управления производством.

Система производственной связи, как и другие элементы технической базы системы управления должна удовлетворять потребностям системы управления, которую они обслуживают. Это соответствие должно быть достигнуто по одному или нескольким следующим показателям: объем сообщений, передаваемых в единицу времени, время доставки заданного объема сообщений, верность доставляемой информации, экономичность доставки информации.

Объем сообщений, передаваемых в единицу времени, определяет качественный уровень системы связи. Если объем незначительный, могут быть использованы простейшие средства доставки информации. Иначе должны применяться современные средства, обладающие большой пропускной способностью.

Время доставки информации адресату складывается из времени составления адреса, подготовки информации, различного рода ожиданий в процессе установления соединений, времени передачи, а также получении информации адресатом. Для большинства различных систем управления производством этот показатель важнейший.

Верность доставляемой информации является важной ее характеристикой и характеризует степень соответствия принятого сообщения переданному.

Целью дипломного проектирования является проектирование локальной сети связи для обмена речевыми сообщениями. Необходимо проработать все вопросы, оговоренные заданием на проектирование. Разработку требуется проводить на современной элементной базе с использованием ПЭВМ. В ходе дипломного проектирования необходимо проанализировать существующие аналогичные системы и разработать систему, которая была бы более компактна, надежна, проста, экономична и имела бы невысокую стоимость по сравнению с существующими аналогами.

# 1. Обзор аналогов

# 1.1 Структуры переговорных устройств

В практике производственной связи различают следующие структуры связи:

* парная,
* параллельная,
* радиальная одноступенчатая,
* радиальная трехступенчатая,
* радиальная с несколькими главными,
* каждый с каждым,
* смешанная (комбинированная),

# 1Г

А

Рис.1.1.1 Парная связь

# 1Г

# А

# А

А

# А

# А

## Рис. 1.1.2 Параллельная связь

# 1Г

# А

А

А

Рис. 1.1.3 Радиальная одноступенчатая

# 1Г

# А

# 2Г

# А

# 3Г

# А

# А

Рис. 1.1.4 Радиальная трехступенчатая

1Г

1Г

1Г

А

А

А

А

А

Рис. 1.1.5 Радиальная с несколькими главными

1Г

1Г

1Г

1Г

Рис. 1.1.6 Каждый с каждым

Главным называется абонент, у которого устанавливается аппаратура, обеспечивающая ему преимущества при связи либо только с одним абонентом, называемым *парным;* либо с несколькими абонентами, называемыми *прямыми,* каждый из которых может соединяться только с данным главным абонентом; либо с несколькими абонентами, называемыми *индивидуальными,* которые могут соединяться по собственному выбору с данным или с другими главными, а также с другими неглавными абонентами.

В системах и устройствах громкоговорящей связи можно осуществить в общем случае передачу:

* *циркулярную,* когда речь главного абонента слышна всем прямым абонентам;
* *совещание,* когда в разговорепринимает участие группа абонентов, каждый из которых слышит речь всех других.

Громкоговорящая связь предоставляет абонентам ряд преимуществ, которые традиционные средства традиционные средства телефонной связи не обеспечивают:

- при разговоре нет необходимости держать в руке микротелефонную трубку; абонент может совмещать разговор с выполнением других функций;

- в разговоре могут принимать участие несколько лиц, так как оконечные абонентские устройства, в отличие от телефонных аппаратов, не являются средствами индивидуального пользования;

* разговор может происходить в условиях высокого уровня производственных шумов;
* вызов требуемого абонента осуществляется более эффективными средствами, чем звонок телефонного аппарата;
* время установления соединения минимально и равно продолжительности нажатия клавиши. Даже в системах прямой диспетчерской и директорской телефонной связи это время больше, так как к нему прибавляются время посылки сигнала вызова и время снятия вызываемым абонентом микротелефонной трубки;
* увеличивается дальность связи, так как в состав аппаратуры включаются усилительные элементы.

Кроме этого, устройства и системы громкоговорящей производственной связи сохраняют и преимущества телефонной связи:

* круг абонентов может быть расширен до любых пределов, необходимых для современных промышленных предприятий и учреждений;
* может быть установлен приоритет в пользовании связью, обеспечено подключение абонентов к другому лицу, подключение к диктофону, и.т.д.

в отдельных системах и устройствах обеспечивается удержание абонента на время наведения справок. Как правило, во всех системах предусматривается связь со станциями аналогичной системы или городскими телефонными станциями по соединительным линиям с возможностью включения отдельных абонентов этих станций в систему громкоговорящей связи.

**1.2 Принципы осуществления громкоговорящей связи**

В простейшем виде громкоговорящую связь можно осуществить последовательным подключением к телефонному аппарату дуплексного усилителя с микрофоном и громкоговорителем. В этом случае абонент при желании может пользоваться либо микротелефонной трубкой, либо микрофоном для передачи и громкоговорителем для приема речи. Если усилитель симплексный, то разговорные токи усиливаются только при передаче, и ведущуюся передачу абоненты на входящем конце могут слышать по громкоговорителям, подключенным параллельно телефонным аппаратам.

Громкоговорящая связь может быть осуществлена:

* по четырехпроводным линиям с использованием раздельных усилителей приема и передачи;
* по двухпроводным линиям либо с использованием дуплексных усилителей с дифсистемами, либо с применением симплексных усилителей и автоматическим переключением трактов приема и передачи;

По каждому из указанных принципов может быть организована односторонняя связь, когда усилитель имеется только на одном конце линии связи, и двусторонняя, при которой усилители имеются на обоих концах линии связи.

Система четырехпроводной односторонней связи обладает простотой схемы и конструкций усилителей, отсутствием самовозбуждения, высоким качеством речи, удобством проведения совещаний. Однако дорогостояща.

Применение дифференциальной системы позволяет осуществить громкоговорящую связь по двухпроводной линии, но из-за неизбежной разбалансировки дифсистемы возникает электрическая связь между усилителями приема и передачи. Для устойчивой работы усилителя с дифсистемой необходимо обеспечить равенство полного сопротивления подключаемой нагрузки и сопротивления балансного контура.

Микрофон

Усилитель

Телефон

Динамик

Усилитель

Микрофон

Рис. 1.2.1 Структурная электрическая схема четырехпроводной связи

Микрофон

Балансн.

контуры

Усилитель

Динамик

Усилитель

Дифф. тр.

Рис. 1.2.2 Структурная электрическая схема дифференциальной системы усиления: Дифф.тр. – дифференциальный трансформатор;

Недостаток дифференциальной системы заключается в пропадании начальных звуков и коротких слов, что делает речь неестественной.

**1.3 Конкретные системы производственной связи**

***1.3.1 Переговорное громкоговорящее устройство ПУ – 1***

Устройство предназначено для прямой симплексной громкоговорящей связи между двумя абонентами. Оно обеспечивает передачу сообщений даже при выключенном аппарате абонента, с которым устанавливается связь. Комплект состоит из двух одинаковых абонентских устройств. При переводе одного из пультов в режим «Передача» второй автоматически переходит в режим приема. По окончании разговора необходимо перевести пульт в режим «Прием» каждое абонентское устройство состоит из пульта управления и блока питания. Пульт управления размещен в настольном пластмассовом корпусе, блок питания смонтирован в металлическом основании и закрыт кожухом. В блоке питания размещены сетевой трансформатор, выпрямитель, электролитические конденсаторы фильтра, плата с предохранителем и переключателем напряжения сети, плата для подключения шнура от пульта управления и соединительных линий. Блок питания подключается к питающей сети с помощью двухпроводного шнура, оканчивающегося двухполюсной вилкой.

***1.3.2 Оперативно-переговорные устройства ОПУ-1М и ОПУ-10М***

Устройство ОПУ-1М предназначено для переговоров руководителя с секретарем по симплексной системе «говорю-слушаю». Преимущество в разговоре отдается руководителю. ОПУ-1М состоит из пульта главного абонента, пульта абонента и блока управления.

Каждый пульт абонента имеет по одной клавише. В корпусе пульта встроен обратимый динамик. Блок управления состоит из усилителя, выполненного на четырех транзисторах, стабилизированного выпрямителя и схемы коммутации.

Устройство ОПУ-10М предназначено для громкоговорящей циркулярной связи главного абонента с одним из десяти абонентов по симплексной системе «говорю-слушаю». Преимущество предоставляется главному абоненту. Он может вести разговор с четырьмя абонентами одновременно.

Устройство ОПУ-10М состоит из пульта главного абонента, десяти пультов абонентов и блока управления. Пульт главного абонента соединен с блоком управления при помощи кабеля, абонентские точки подсоединяются к блоку управления четырехпроводными линиями для каждого абонента (радиальная схема).

Главный абонент вызывает абонента нажатием соответствующей абонентской кнопки. Сброс абонентской кнопки осуществляется нажатием любой ненажатой кнопки. Вызов абонентом главного абонента производится нажатием клавиши абонентского пульта, после чего на центральном пульте загорается соответствующая лампочка и звучит фонический вызов.

Блок управления состоит из усилителя, стабилизированного выпрямителя и блока коммутации. Громкоговорители используются в режиме передачи как микрофоны и в режиме приема как динамики. Усилитель выполнен на четырех транзисторах.

Таблица 1.3.1

Технические данные устройств типа «секретарь-директор»

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Единица измерения | Значение параметра для аппарата типа | | | | |
| ПУ-1 | ЭХО-1 | ОПУ-1 | ЭХО-10 | ОПУ-10 |
| Емкость устройства | № | 2 | 2 | 2 | 10 | 10 |
| Кол-во проводов на линию |  | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Сопротивление линии | Ом | 200 | 20 | 150 | 600 | 50 |
| Вых. Мощность на частоте 1кГц | ВА | 0,25 | 0,6 | 1,0 | 0,15 | 1,0 |
| Коэфф. нелин. Искажений | % | 5 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Полоса частот | Гц | 300-3400 | 300-4000 | 400-5000 | 300-3400 | 400-5000 |
| Напряжение питания | В | 127;  220 | 127;  220 | 127;  220 | 127;  220 | 127;  220 |
| Потребляемая мощность | ВА | 10,0 | 5,0 | 10,0 | 5,0 | 10,0 |

***1.3.3 Установка директорской громкоговорящей связи ДГУ – 1М***

Установка предназначена для прямой двусторонней громкоговорящей связи центрального абонента с десятью или 20 абонентами по системе «говорю-слушаю», а также двухпроводным линиям телефонной сети. Разговором управляет центральный абонент. Вызов абонента производится голосом с пульта, вызов пульта абонентом – посылкой оптических и акустических сигналов. Схема установки содержит усилительное устройство пульта и усилительное устройство абонента, каждое из которых состоит из усилителя приема и передачи. Схемы усилителей выполнены на транзисторах; предусмотрена термостабилизация рабочих режимов.

Система работает нормально при сопротивлении шлейфа линии до 500 Ом. С выхода усилителей приема на обратимые динамики поступает речевой сигнал номинальной мощностью 0,1 – 0,15 ВА. Частотные характеристики всех усилителей равномерны в диапазоне частот 400 – 2500 Гц.

В состав аппаратуры входят пульт с усилителями и обратимым динамиком; релейный шкаф с выпрямителем; абонентские телефонные аппараты с усилителями и обратимыми динамиками. Установка рассчитана на круглосуточную работу в стационарных условиях при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 градусов и относительной влажности 65%. Аппаратура изготовляется двух видов: на десять абонентов и на двадцать.

***1.3.4 Система громкоговорящей связи «Телта-Рапид»***

Предназначена для работы по двухпроводным линиям связи с сопротивлением каждой абонентской линии не более 50 Ом, при уровне шума в помещении приема и передачи не более 60 дБ. Система содержит блок питания и коммутации и 3,5 или 8 пультов абонентов в зависимости от комплектности.

Обеспечивает:

* ведение разговора между двумя абонентами в симплексном режиме;
* оптическая индикация занятия канала связи;
* возможность прерывания разговора любыми абонентами;

Электропитание от сети переменного тока напряжением 220В;50Гц.

Габариты, мм; масса, кг: блока питания и коммутации – 270 155 60; 2,3, пульта абонента – 235 110 65; 0,6.

***1.3.5 Станция прямой защищенной связи «Гранит»***

Предназначена для организации в учреждениях и на предприятиях связи руководителя по четырехпроводным линиям соответственно с 40 (20) прямыми абонентами (ПА) в собственной радиальной сети и для связи руководителя и секретаря по соединительным линиям (СЛ) с абонентами внешней телефонной сети.

Количество соединительных линий 7, из них 2 индивидуальные для руководителя и секретаря.

Технические характеристики:

* максимальное сопротивление шлейфа линии прямого абонента 2000 Ом;
* максимальное расстояние от пульта до шкафа коммутационного оборудования 200 м;
* электропитание: от сети переменного тока 220 В (основное), источника постоянного тока напряжением 60 В (резервное);
* габариты, мм: пульта секретаря 324х260х145, руководителя 434х260х 145, шкафа с ТЭЗами 844х1837х370;
* масса, кг: пульта секретаря 7, пульта руководителя 9;

Станция выполняет следующие виды услуг:

* индивидуальную связь руководителя с прямым абонентом телефонную или громкую;
* телефонную связь по соединительным линиям ддля руководителя и секретаря;
* набор номера с помощью кнопочного номеронабирателя с индикацией набранного номера и хранение в памяти последнего набранного номера;
* переключение индивидуальных соединительных линий на дополнительные телефонные аппараты и обратно;
* удержание для ПА и СЛ с возможностью повторного подключения;
* Совещание с группой до десяти прямых абонентов в режиме как громкой, так и телефонной связи.

Все операции максимально автоматизированы. Оптическая и акустическая сигнализация дают полную информацию об абонентах. Возможно подключение диктофона для записи переговоров. Установка построена на микросхемах, герконовых реле, полупроводниковых приборах.

На выносном табло предусмотрена сигнализация: о включении установки, включении пульта управления, неисправностях основных блоков, об отсутствии напряжения основного и дополнительного источников питания; переход с основного питания на резервное и обратно автоматически, без обрыва связи.

***1.3.6 Диспетчерская система RDZ 50***

Система служит для связи диспетчера с отдельным абонентом. Все аппараты абонентов и диспетчерская установка параллельно присоединены к одной паре линии дальней связи через разделительные трансформаторы. Система предназначена для магистральной линейной сети, например для железнодорожной сети.

Система состоит из одной диспетчерской установки и максимально из 52 абонентских аппаратов.

Система обеспечивает:

* вызов абонентов двухтональным частотным набором / на основании рекомендаций CCITT/;
* вызов одного абонента / максимальная длина вызова 1,2 секунды /;
* вызов группы абонентов;
* одновременный вызов всех абонентов;
* оптическая индикация связи с абонентами на диспетчерском пульте;
* оптическая индикация занятости линии на аппарате абонента;
* диагностика всей системы / диспетчерской установки и

аппарата абонента /;

* автоматическое регулирование уровня разговора;
* динамическое ограничение уровня шума и фона / DJ и UP /;
* запись разговоров на магнитофон;
* управление внешнего вызова / акустического или светового /;
* присоединение к телефонным коммутаторам;
* возможность присоединения радиостанции и ее автоматическое управление через UP и DJ;
* маленькие размеры и компактность установки;
* аппараты абонентов, с точки зрения конструкции, равны и взаимозаменяемы;

**Технические характеристики системы**

* входное и выходное сопротивление разговорного канала минимально 40 кОм;
* полоса занимаемых частот 300 – 3400 Гц
* характеристическое сопротивление магистральной линии 1200 Ом +/- 25%;
* затухание магистральной линии максимально 20 дб;
* питание от источника постоянного тока 5,5 В – 8 В, 24 В;
* потребляемая мощность максимальна 0,3А



***1.3.7 Система интегрированной беспроводной телефонии***

Появление в составе учрежденческих АТС многофункциональной беспроводной аппаратуры связи, обеспечило развитие новых направлений в бизнесе, повысило производительность труда и уровень обслуживания клиентов.

Одной из таких систем можно назвать систему ISDX компании GPT со стандартным интерфейсом системы подвижной радиосвязи СТ2, которая обеспечивает до 1000 пользователей на территорию площадью до 5 млн.кв.м.

Эта система использует принцип микро-сотовой связи. Территория офиса разделена на несколько радиозон, каждая из которых обслуживается отдельным ретранслятором.

Ретрансляторы подключены к ISDX по каналам системы сигнализации учрежденческой цифровой сети. Это позволяет размещать ретрансляторы на удалении до 1000 м от ISDX.

Все микротелефонные аппараты должны быть зарегистрированы в системе, чтобы исключить возможность несанкционированного использования. Каждая микротелефонная трубка имеет свой идентификационный номер, который регистрируется программным обеспечением станции.

Все радиотелефонные трубки управляются системой, которая регистрирует их местонахождение. Это позволяет быстро направлять поступающие звонки на соответствующую трубку. Если радиоабонент не найден то поступающие звонки будут переключаться на специальный телефонный номер, указанный абонентом.

Стандартный интерфейс гарантирует тайну переговоров и несанкционированного входа в систему за счет сложного кодирования.

**Технические характеристики**

**Конфигурация ISDX-Micro ISDX-S ISDX-L**

Ретрансляторы до 40 до 80 до 400

(двухканальные)

Количество 1−120 1−500 1−1000

радиоабонентов

**Ретранслятор**

Крепление настенное/напольное

Размеры 440337320 мм

Цвет нейтральный серый

Напряжение питания 240 В 50 Гц пер. тока

Потребляемая мощность 40 Вт

Макс. удаление

от базового блока 1 км

Число радиоканалов 2,4 или 6

Соединительный кабель 2 витых пары на 32 радиоканала

**Радиосистема**

Стандарт DTI MPT 1375, DTI MPT 1334

Количество каналов 40

Мощность макс. 10 мВт

**2. Выбор и обоснование технических требований**

Требования к проектируемой системе предъявляются на основании ОСТ 4. 218.005 − 84 (устройства переговорные проводной связи общего назначения. Общие технические требования и методы испытаний).

Проектируемая система предназначена для оперативной связи на предприятиях и в учреждениях любого профиля и должна обеспечивать хорошее качество передачи речевых сообщений в условиях непреднамеренных помех (при использовании системы на промышленных предприятиях). Система должна удовлетворять всем требованиям соответствующего ОСТ и иметь приемлемую стоимость. Нужно обеспечить минимально возможное энергопотребление. Требуется обеспечить индикацию состояния канала, а также индикацию вызывающего абонента. Кроме этого необходимо уделить внимание надежности системы и простоте в эксплуатации. В системе требуется использовать адресное разделение.

Подобные требования можно выполнить, используя современную элементную базу.

Приведем требования к системе, предъявляемые ОСТ 4.218.005 – 84.

##### Обязательный перечень

1. АЧХ в режиме «передача», «прием».
2. Коэффициент гармоник электрического тракта.
3. Уровень громкости речевого сигнала в режиме «прием» или соответствующая ему величина электрической мощности.
4. Относительный уровень собственных шумов.
5. Абсолютный номинальный уровень сигнала по напряжению, передаваемого в линию.
6. Потребляемая мощность.

АЧХ в режиме «передача» должна находится в допускаемой области без фиксации по оси ординат. Погрешность должна находится в пределах 1 дБ.

дБ

30

20

15

5

Гц

300 3000 4000

Рис. 2.1. Область допусков для АЧХ

АЧХ в режиме «прием» должна находится в интервале от 10 до 30 дБ.

Коэффициент гармоник не должен превышать 10%±1,5%.

Уровень громкости речевого сигнала «Прием» не должен быть ниже уровня громкости звука поданного в передающий аппарат. Погрешность при этом не должна быть больше 2 дБ.

### Требования безопасности

Требования электробезопасности должны соответствовать ГОСТ 12.1.019 − 79, ГОСТ 12.2007. 0 − 75, ГОСТ 12.3.019 − 80.

Электрическое сопротивление изоляции устройств относительно корпуса должно быть не менее 100 МОм − в нормальных климатических условиях, 5 МОм − при повышенной температуре, 2 МОм − при повышенной влажности. Погрешность измерения должна быть не больше 20 дБ.

Изоляция электрических цепей по отношению к любым металлическим частям системы должна выдерживать в течение одной минуты без пробоя или поверхностного перекрытия 350 В для цепей питания с амплитудным значением рабочего напряжения частотой (50±2) Гц в нормальных климатических условиях.

**3. Разработка архитектуры системы**

**3.1 Структурная схема системы**

Линия связи

АУ 1

Блок питания

АУ 2

АУ i

АУ 15

220 В

+12 В

Рис. 3.1 Структурная электрическая схема проектируемой системы

На основании анализа существующих аналогов и технических требований, предъявленных к проектируемой системе разработана структурная электрическая схема, представленная на рис. 3.1.

Структурная схема состоит из следующих блоков.

АУ 1, АУ 2, АУ i, АУ 15 − 15 абонентских устройств, предназначенных для обмена речевыми сообщениями.

Блок питания − преобразователь первичного напряжения сети 220 В в напряжение 12 В постоянного тока. Обеспечивает питание абонентских устройств по одному общему проводу.

Линия связи является трехпроводной. Один провод общий, по другому подается питание +12 В, третий провод сигнальный (моноканал).

**3.2 Функциональная схема абонентского устройства**

Общий

+12 В

Моноканал

Фильтр

Входной усилитель

Стабилизатор напряжения

Выходной усилитель

Импульсный усилитель

Устройство управления

Клавиатура

Динамик

АРУ

Усилитель низкой частоты

+5 В

+12 В

Индикаторы

ШИМ

Рис 3.2 Функциональная схема абонентского устройства, подключенного к каналу связи

АРУ − автоматическая регулировка усиления;

ШИМ − широтно-импульсный модулятор.

На основании технических требований к системе и разработанной структурной электрической схемы составлена функциональная схема абонентского устройства, показанного на рис. 3.2.

В качестве моноканала используется обычный телефонный провод, который обладает невысокой ценой и идеально подходит для системы передачи речевых сообщений, обладающей невысокой скоростью передачи информации. Перейдем непосредственно к рассмотрению самого абонентского устройства.

Оно представляет собой устройство с клавиатурой, состоящей из 15 клавиш и индикаторов. Напротив каждой клавиши располагается светодиодный индикатор, сигнализирующий абоненту о текущем состоянии канала и информирующий его о том кто его вызывает. Рядом с клавиатурой располагается динамик который выполняет функцию микрофона и телефона. Каждое абонентское устройство состоит из аналоговой и цифровой части. Аналоговая часть выполняет функцию приема и передачи сообщения. Цифровая часть представляет собой устройство управления, организующая работу абонентского устройства.

Рассмотрим работу составных частей системы.

Каждое абонентское устройство может находится в трех состояниях;

− состояние ожидания;

− «передача»;

− «прием»;

− «воспроизведение».

Состояние ожидания − основное состояние абонентского устройства. В этом режиме аналоговая часть абонентского устройства отключена от линии, индикаторы погашены, абонентское устройство находится в режиме пониженного энергопотребления.

При необходимости передачи речевого сообщения абонент нажимает клавишу, напротив которой расположена табличка с фамилией и инициалами вызываемого абонента. При этом загорается соответствующий индикатор, информирующий о нажатии клавиши. Если канал свободен то индикатор гаснет и тем самым информирует абонента об установлении связи и возможности передачи сообщения в канал связи. Этот режим работы называется «передача». Если канал занят то выход на передачу заблокирован до освобождения канала связи. При разговоре необходимо удерживать клавишу в нажатом состоянии. В противном случае произойдет обрыв связи между двумя абонентами и переход в режим ожидания.

В режиме «прием» на вызываемом абонентском устройстве загорается светодиодный индикатор напротив той таблички чье абонентское устройство пытается выйти на связь. Затем к линии связи подключается вызываемый аппарат идет прием речевых сообщений (режим «воспроизведение»). При появлении паузы в линии вызываемое абонентское устройство переходит в режим ожидания.

Для связи между абонентами используется моноканал. Преимущество этой топологии заключается в относительной дешевизне, простоте наращивания сети, для организации обмена речевыми сообщениями не требуется отдельного устройства, обеспечивающего работу сети связи. Каждое абонентское устройство в своем составе имеет устройство управления, предназначенное для организации работы сети связи.

Абонентские пульты питаются постоянным напряжением 12 В от общего блока питания, используя для этого отдельную линию, которая прокладывается рядом с сигнальной. Для передачи речевого сигнала используется широтно-импульсная модуляция. Выбранный вид модуляции позволяет упростить контроль моноканала, упростить схему приемной части (поскольку информация в ШИМ-сигнале заложена в постоянной составляющей и его можно подавать прямо на динамик).

Теперь перейдем непосредственно к рассмотрению работы схемы абонентского устройства и начнем с аналоговой части.

В режиме «воспроизведение» сигнал с линии поступает на вход входного усилителя где он проходит предварительное усиление и далее поступает на вход импульсного усилителя, который состоит из преобразователя уровня и собственно самого импульсного усилителя. Здесь происходит усиление по току, после чего сигнал поступает на динамик. Эту часть схемы, включающей в себя входной и импульсный усилитель будем называть в дальнейшем приемной ветвью абонентского устройства. Управление приемной ветвью осуществляется путем влияния на преобразователь уровня. При отключении его блокируется прохождение сигнала по приемной ветви.

В режиме «передача» сигнал с динамика поступает на вход усилителя низкой частоты, где усиливается до уровня порядка 0,7 В. Этот каскад охвачен цепью АРУ которая стабилизирует уровень выходного сигнала, повышая тем самым качество речи (поскольку абонент может находится на различном расстоянии от переговорного устройства и сигнал с выхода динамика может изменяться от 3 мВ до 30 мВ). Далее усиленный сигнал поступает на вход ШИМ, где происходит модуляция меандра частоты 20 кГц. Эта величина является наиболее приемлемой поскольку при большем значении частоты несущей импульсные сигналы будут сильно искажены ввиду высокой величины паразитной емкости линии связи. При величине частоты несущей меньше 20 кГц в динамике на приемной стороне будет слышна несущая частота.

Далее промодулированный сигнал поступает на вход выходного усилителя, предназначенного для усиления по току и с выхода поступает в канал связи. Описанную часть схемы, состоящей из усилителя низкой частоты, ШИМ, выходного усилителя, будем называть передающей ветвью. В режиме «прием» эта часть схемы отключается путем отключения питания от усилителя низкой частоты.

Как уже было сказано при разработке структурной электрической схемы устройство может находится в четырех режимах, основным из них является режим ожидания с которого мы и начнем рассматривать работу нашей схемы.

Рассмотрим работу абонентского устройства во всех режимах его работы.

В режиме ожидания в абонентском устройстве работает только устройство управления и входной усилитель. Приемная и передающая ветви отключены от канала связи путем подачи управляющих сигналов с устройства управления на усилитель низкой частоты и импульсный усилитель. Производится сканирование клавиатуры. Индикаторы в этом режиме погашены.

При нажатии клавиши схема выходит из режима ожидания, производится подсветка светодиодного индикатора, соответствующего нажатой клавише. Затем устройство управления анализирует код нажатой клавиши и проверяет текущее состояние линии связи. При отсутствии сигналов в линии устройство управления выдает свой адрес в линию и включает передающую ветвь путем подачи питания на усилитель низкой частоты и меандра на вход ШИМ. Затем гасится светодиодный индикатор, сообщая тем самым абоненту о начале сеанса передачи и абонент начинает передачу сообщения ( режим «передача» включен).

Пока абонент говорит, устройство управления производит сканирование клавиатуры и проверяет отпущена ли клавиша. После окончания передачи абонент отпускает нажатую клавишу и устройство управления переводит абонентское устройство в режим ожидания.

Рассмотрим работу абонентского устройства при приеме речевых сообщений.

При поступлении сигнала из моноканала абонентское устройство выходит из режима ожидания. При этом производится прерывание процедуры сканирования клавиатуры и прием адресной части сообщения (режим «прием»). Устройство управления проверяет адрес места назначения и если сообщение адресовано не нам то микроконтроллер переводит абонентское устройство в режим ожидания.

Если сообщение адресовано нам то устройство управления производит подсветку индикатора, определяющего вызываемого абонента. Далее абонентское устройство переходит в режим «воспроизведения» (подключается приемная ветвь абонентского устройства). В процессе воспроизведения речевого сообщения устройство управления проверяет наличие паузы в моноканале. При ее появлении устройство управления производит гашение индикатора и отключение приемной ветви от канала связи (переход в режим ожидания).

Схема питается напряжением +5 В через стабилизатор напряжения за исключением импульсного усилителя, который запитан напряжением +12 В от линии через фильтр по питанию. Моноканал «подтянут» через резистор на линию питания +12 В и в режиме ожидания в линии сохраняется состояние логической единицы. Произведем расчет подтягивающего резистора и будем исходить из следующих соображений.

Как было сказано выше частота несущей ШИМ-сигнала составляет 20 кГц. Тогда период соответственно равен 50 мкс. Длительность одного полупериода составляет 25 мкс. Необходимо, чтобы затягивание фронтов было не более 10 - 15 % (обусловлено паразитной емкостью линии). Тогда время нарастания фронта импульса будет составлять 2,5 мкс. Исходя из этого определяем сопротивление подтягивающего резистора.

Rпод=τ/С, (3.1)

Где С − паразитная емкость линии, равна 25 нФ (погонная емкость линии равна 50 пФ/м, длина линии 500 м);

τ − время нарастания фронта импульса;

Rпод − сопротивление подтягивающего резистора.

Rпод=2,5×10-6 с/25×10-9 Ф=1000 Ом

**3.3 Разработка протокола обмена**

На основании анализа форматов аналогичных систем предлагается следующая структура передаваемого сообщения (см. рис. 3.3 ).

Старт-бит

Адрес получателя

Адрес отправителя

Речевое сообщение

Пауза

Рис. 3.3 Формат передаваемого сообщения

Передаваемое сообщение состоит из 5-и полей:

− старт-бит;

− адрес получателя;

− адрес отправителя;

− речевое сообщение;

− пауза.

Старт-бит переводит микроконтроллер в режим «прием». Адрес получателя несет в себе информацию о том кому адресовано сообщение. Адрес отправителя необходим для определения исходящего абонентского устройства, после приема и декодирования которого подсвечивается соответствующий индикатор и вызываемому абоненту становится известно о том кто его беспокоит. Далее следует само речевое сообщение. Пауза − это состояние моноканала при котором в нем поддерживается состояние логической единицы в течение 2 − 3 периодов ШИМ сигнала. При приеме речевого сигнала микроконтроллер постоянно следит за состоянием моноканала и при обнаружении паузы переводит абонентское устройство в режим ожидания.

Рассмотрим временную диаграмму, поясняющую алгоритм формирования адресной части передаваемого сообщения (см. рис. 3.4).

Старт-бит

t t1

Рис. 3.4 Диаграмма, поясняющая алгоритм формирования адресной части речевого сообщения

Рассмотрим временную диаграмму, поясняющую алгоритм формирования адресной части передаваемого сообщения.

Стартовый импульс имеет длительность t. Она выбирается исходя из того, чтобы затягивание фронтов составляло не более 5 − 10 % от длительности импульса. Так при затягивании, равном 2,5 мкс длительность импульса должна составлять не менее 25 мкс.

Временной интервал t1 должен должен иметь величину, которой бы хватило для подготовки микроконтроллера к приему адресной части и эта величина должна быть не менее 2,5 мкс.

В предложенном формате сообщения адрес отправителя и получателя кодируется по 4-е бита каждый, причем первым передается адрес отправителя. Высокий уровень линии определяется как логическая единица, низкий − логический ноль.

При приеме адресной части сообщения в определенные моменты производится «склевывание» информации с линии (на временной диаграмме моменты «склевывания» показаны штрихами, проведенными поперек временной оси).

Временной интервал между моментами считывания состояния линии должен быть равен величине 25 мкс.

Длительность паузы должна быть не менее 10 периодов ШИМ-сигнала для повышения помехоустойчивости.

**4. Разработка и расчет электрической принципиальной схемы абонентского устройства**

**4.1 Выбор микроконтроллера**

Для повышения технико-экономических показателей (стоимости, надёжности, потребляемой мощности, габаритных размеров) при разработке используются микроконтроллеры в качестве устройства управления.

В настоящее время существует множество фирм, выпускающих широкий ассортимент микроконтроллеров, такие как Motorola, Microchip, SGS–Thompson, National, ALCATEC. Они различаются электрическими характеристиками и насыщенностью периферийными устройствами. Хорошо зарекомендовала себя в плане быстродействия, экономичности, простоты схемы разрабатываемого устройства продукция фирмы Microchip.

В таблице 4.1 приведены параметры PIC-контроллеров фирмы Microchip. В управляющем микроконтроллере должны присутствовать как минимум один внешний вход прерываний (для моноканала), две линии для управления режимами работы абонентского устройства, одна линия подачи несущей на соответствующий вход ШИМ, шесть линий для обслуживания клавиатуры и индикаторов. Особые требования предъявляются к потребляемой мощности и стабильности работы. Данными свойствами обладает PIC- контроллер PIC16F84.

Этот микроконтроллер построен по RISC архитектуре. Набор его команд содержит всего 35 простых команд, которые выполняются за один машинный цикл, кроме команд пересылки. Он выгодно отличается низкой ценой и высокой производительностью. Важным достоинством является малое энергопотребление (2 мА на частоте 4 МГц и 5 В питании и менее 1 мкА в режиме SLEEP) и широкие диапазоны напряжения питания (2,5-6В) и тактовой частоты (до 20 МГц).

**4.2 Принципиальная электрическая схема**

Рассмотрим детально работу абонентского устройства (см. чертеж «электрическая принципиальная схема абонентского устройства»).

В режиме «передача» сигнал с динамика поступает на вход предварительного усилителя, собранного на транзисторе VT1, через разделительный конденсатор C2. Этот каскад построен на транзисторе типа n-p-n, охваченный параллельной обратной связью по входу и по выходу (резистор R1), которая предназначена для температурной стабилизации рабочей точки транзистора. Для защиты транзистора VT1 от большого сигнала при работе приемной ветви в цепь базы включается диод VD3. Далее сигнал поступает на следующий усилительный каскад через разделительную емкость C4 и на вход цепи АРУ звука, состоящей из пикового детектора на диоде VD5, транзисторе VT4 и нелинейного сопротивления на транзисторе VT1. Величина этого сопротивления зависит от напряжения, снимаемого с пикового детектора и влияет на коэффициент усиления каскада на транзисторе VT3. Диод VD6 нужен для быстрого перезаряда емкости C7.

Следующий усилительный каскад представляет собой инвертор (DD3.1), охваченный отрицательной обратной связью R7, C6. Сопротивление R7 выводит рабочую точку инвертора на середину проходной характеристики элемента. Конденсатор C6 предназначен для ограничения полосы звукового сигнала на частоте 3400Гц. Диод VD4 предназначен для уменьшения потребления тока при работе абонентского устройства в режиме «воспроизведение». Затем сигнал через резистор R10 поступает на вход компаратора напряжения, который построен на трех инверторах DD3.3 − DD3.5, порог срабатывания которого равен 0,5 напряжения питания. К сигналу звука подмешиваются импульсы треугольной формы, полученные из прямоугольных, путем пропускания их через цепочку C11, R11, C12, которая является фильтром низких частот. Сигнал звука меняет положение постоянной составляющей последовательности треугольных импульсов и на выходе образуется ШИМ-сигнал, длительность импульсов которого зависит от уровня сигнала звука на входе компаратора. Далее сигнал через транзисторный ключ (выполняет функцию выходного усилителя) построенный на транзисторе VT6 поступает в канал связи. Передающая ветвь может быть отключена подачей уровня логического нуля с линии микроконтроллера RB1 на резистор R3 (см. чертеж «электрическая принципиальная схема абонентского устройства»).

Рассмотрим теперь работу приемной ветви.

В режиме «воспроизведение», как было сказано выше, передающая ветвь отключается подачей сигнала низкого уровня на резистор R3.

Сигнал из канала через цепь R12, C8 поступает на вход инвертора, который выполняет функцию усилителя-ограничителя (резистор R8 выводит рабочую точку на середину проходной характеристики, R12 является токоограничивающим). Затем уже усиленный сигнал поступает на преобразователь уровня, построенный на транзисторе VT3. Это необходимо для нормальной работы следующего каскада поскольку он запитывается напряжением +12 В. Далее сигнал усиливается в импульсном усилителе, представляющим собой цепочку параллельно включенных инверторов DD1.1 − DD1.6 и поступает на динамик через цепочку параллельно включенных диодов (в режиме «передача» эта цепочка предотвращает шунтирование входного сопротивления усилительного каскада, построенного на транзисторе VT3).

В режиме «передача» приемная ветвь отключается подачей уровня +5В на эмиттер транзистора VT2 с линии микроконтроллера RB1.

Цифровая часть схемы включает в себя микроконтроллер DD2, дешифратор DD4, клавиатуру S1 − S15, блок индикаторов HL1 − HL15.

Схема питается напряжением +12 В (импульсный усилитель) и +5 В.

Каскад, построенный на транзисторе VT5, выполняет функцию стабилизатора напряжения. Резистор R13 задает ток, протекающий через стабилитрон VD7.

### 4.3 Расчет усилителя низкой частоты

Выбираем транзистор КТ3102В так как он имеет высокий коэффициент передачи по току.

 ==160, (4.1)

где h21min , h21max − параметры транзистора (выбираются из справочника).

Задаемся током коллектора I0k, равным 1 мА. Определяем ток базы транзистора.

I0б=I0k/ h21=1 мА/160= 6 мкА (4.2)

Задаемся напряжением Uk VT1 равным 0,5 Eп.

Uk=0,5×Eп=0,5×5 В=2,5 В, (4.3)

Где Eп − напряжение питания транзистора VT1.

Определяем сопротивление R3.

R3=( Eп − 0,5×Eп)/ I0k=2,5 В/0,001 А=2,5 кОм

(принимаем равным 2,4 к) (4.4)

Задаемся сопротивлением R2 (оно влияет на глубину регулировки АРУ звука) величиной порядка 10 кОм. Тогда сопротивление R1 можно определить следующим образом.

R1=( Uk − Uбэ − I0б×R2)/I0б=(2,5 В − 0,7 В − 6×10-6×10000)/ 3×10-6=

=300 кОм (4.5)

Определяем входное сопротивление каскада.

Rвх=(Rвх.т+R2)×R1/( Rвх.т+R2+R1), (4.6)

Где Rвх.т − входное сопротивление транзистора (h11э) и определяется по данным справочника (Rвх.т=200 Ом)[ ].

Rвх=(200 Ом+10000 Ом)×300000 Ом/( 200 Ом+10000 Ом+300000 Ом)=10 к

Теперь, зная входное сопротивление каскада, можно определить величину разделительной емкости C2.

C2=1/(2×π×fн×0,5×(Rдин+Rвх)), (4.7)

Где fн − нижняя частота спектра передаваемого сигнала (fн=300 Гц),

Rдин − сопротивление динамика (Rдин=50 Ом)

C2=1/(2×3,14×300 Гц×0,5×(50 Ом+10000 Ом))=0,1 мкФ

Определяем выходное сопротивление каскада на транзисторе VT2.

Rвых=(R1×Ri)/(R1+Ri), (4.8)

где Ri − выходное сопротивление транзистора VT2 (Ri=1/h22э=800 Ом).

h22э − справочная величина (h22э=1,25 мСм) [ ].

Rвых=(300000 Ом×800 Ом)/(300000 Ом+800 Ом)=800 Ом,

Определяем коэффициент передачи каскада K [ ].

K=R3×Iок/ϕt, (4.9)

K=2500 Ом×0,001 мА/26 мВ=30

Определим разделительную емкость С4.

C4=1/(2×π×fн×0,5×Rвых)= 1/(2×3,14×300 Гц×0,5×800 Ом)=1,3×10-6 Ф

(4.10)

Теперь необходимо определить величину коэффициента усиления следущего каскада, который должен усилить сигнал до уровня 1,5 В (порог срабатывания компаратора).

K1=Uкомп/(Uвхvt3×K), (4.11)

Где Uкомп − напряжение на входе компаратора;

Uвхvt3 − напряжение на входе каскада, построенного на транзисторе VT2.

K1=1,5 В/(0,003 В×30)=10

Исходя из этого определяем величину сопротивления R7.

R7=K1×R3=10×2500 Ом=25000 Ом (принимаем 24 кОм) (4.12)

Определяем емкость С6 (ограничивает полосу пропускания до уровня 3400 Гц)

С6=1/(2×π×fв×R7)=1/(6,28×3400 Гц×24000 Ом)=1,9 нФ (4.13)

(принимаем 2нФ)

**4.2 Расчет ШИМ и цепи АРУ**

Определяем величину конденсатора С12 исходя из условия τ =R11×C12=1/fпн. Где

fпн − частота следования прямоугольных импульсов, поступающих с вывода микроконтроллера на вход компаратора через цепь C11, R11 (выбирается равной 20 кГц, величиной сопротивления R11задаемся равной 20 кОм ).

С12=1/(2×π×fпн×R11)=1/(6,28×20000 Гц×20000 Ом)=0,39 мкФ (4.14)

Емкость С11 определяется как разделительная по следующей формуле.

С11=10/(2×π×fпн×R11)=10/(6,28×20000 Гц×20000 Ом)=3,9 мкФ (4.15)

Теперь можно перейти к расчету схемы АРУ звука. Поскольку в этой цепи используется нестандартный режим работы транзистора VT3, который используется как нелинейное сопротивление и расчет его затруднен, то определение параметров цепи АРУ проводится путем моделирования в среде Electronics Worcbench 5.0. Необходимо обеспечить минимально возможную постоянную времени цепи АРУ при ее моделировании.

**4.3 Расчет импульсного усилителя, входного усилителя, стабилизатора напряжения**

Определяем ток в нагрузке, неоходимый для раскачивания мощности 0,5 Вт в нагрузке при напряжении на нагрузке 11 В (полагаем потери порядка 1 В).



Iн=Pн/Uн=0,5 Вт/11 В=45 мА (4.16)

В качестве выходного импульсного усилителя будем использовать цепочку параллельно соединенных инверторов микросхемы КР564ЛН1.

Определяем разделительную емкость С1. При ее расчете не учитывается выходное сопротивление импульсного усилителя, выполненного на микросхеме КР564ЛН1.

С1=1/(2×π×fн×Rдин)=1/(6,28×300 Гц×50 Ом)=10 мкФ (4.17)

Рассчитываем сопротивление R4. Для открытого транзистора справедлива следующая формула (Iк=1 мА − этой величиной задаемся).

R6=Uп/Iк=11 В/1 мА=11 кОм (4.18)

Определяем сопротивление R 8. Его величина влияет на коэффициент усиления DD2.5 (коэффициент усиления такой схемы не может быть больше 10 и при расчете мы будем полагать его равным 10). Сопротивление R12 нужно выбирать в 5 − 10 раз больше, чем выходное сопротивление транзисторного ключа на транзисторе VT6. Его можно принять равным 10 кОм.

R12=Kdd2.5×R14=10×10 кОм=100 кОм (4.19)

Теперь перейдем к расчету стабилизатора напряжения.

Сопротивление R13 задает величину тока, протекающего через стабилитрон (будем использовать КС156Г). Для стабилизации напряжения необходимо протекание тока порядка 1 мА.

Rст=(Uп − Uст)/Iст=(11 В − 5,6 В)/1 мА=6,4 кОм (принимаем 6,2 кОм),

(4.20)

где Uст − напряжение стабилизации.(справочная величина)[ ],

Iст − ток стабилизации. (справочная величина) [ ].

Емкость С13 предназначена для фильтрации высокочастотных составляющих. Ее можно выбрать равной 1 мкФ.

**5. Разработка управляющей программы**

**5.1 Алгоритм управляющей программы**

Схема алгоритма показана на рис. 5.1.

Абонентское устройство может находится в одном из четырех состояний:

− «ожидание»;

− «передача»;

− «прием»;

− «воспроизведение».

Режим «ожидание» является основным. В этом режиме на вход управления приемной и передающей ветвей подаются запрещающие сигналы. Индикаторы погашены.

В режиме «передача» разрешается работа передающей ветви подачей управляющего сигнала на соответствующий вход управления передающей ветвью. На вход подачи несущей ШИМ подается меандр частотой 20 кГц.

В режиме «прием» происходит прием адресной части сообщения при этом состояния управляющих выходов микроконтроллера не изменяются.

В режиме «воспроизведение» разрешается работа приемной ветви и подсвечивается соответствующий индикатор.

Определение кода нажатой клавиши

1

с.

Канал свободен?

нет

да

Выдача адреса получателя

Выдача адреса отправителя

Включить режим «передача»

2

с.

Начало

Чтение собственного адреса, разрешение прерывания

Сканирование клавиатуры

Клавиша нажата?

1

с.

нет

да

11 с.

Рис. 5.1 Схема алгоритма основной программы

Клавиша отпущена?

2

с.

Отключить режим «передача»

Инверсия входа несущей ШИМ

Задержка

25 мкс

нет

да

3

с.

Рассмотрим работу вышеприведенного алгоритма.

На начальном этапе работы производится настройка соответствующих портов микроконтроллера и разрешается прерывание от линии. Далее осуществляется переход на процедуру сканирования нажатой клавиши. Выход из этой процедуры возможен только по нажатию клавиши или по прерыванию от линии. Процедуру обработки прерывания от линии мы рассмотрим несколько позже а сейчас остановимся на пояснении работы алгоритма, реализующего режим «передача».

При нажатии клавиши происходит выход из процедуры сканирования клавиатуры (включает в себя сканирование клавиатуры и проверку нажатия клавиши). При этом подсвечивается соответствующий индикатор. Далее определяется код нажатой клавиши. Затем проверяется канал на наличие сигналов и при их отсутствии в линию выдается адрес вызываемого абонента. Затем следует выдача адреса вызывающего абонента после чего происходит включение режима «передача» и гашение индикатора после чего абонент производит передачу сообщения по каналу связи. В процессе передачи сообщения контроллер проверяет отпущена ли клавиша и при отпущенной клавише происходит отключение режима «передача» и переход на процедуру сканирования клавиатуры (установка режима ожидания).

Рассмотрим теперь алгоритм работы подпрограммы, показанный на рис. 5.2.

Рис. 5.2 Структурная схема алгоритма прерывающей подпрограммы

INT

Запрет прерываний

Прием адреса сообщения

Установить состояние «прием»

Сообщение нам?

Ожидание окончания сообщений

Установить состояние ожидания

1

с.

Ожидание окончания сообщения

2

с.

нет

да

1

с.

Разрешить прерывание

Возврат

2

с.

При поступлении прерывания от линии контроллер выводит абонентское устройство из режима ожидания (процедуры сканирования клавиатуры) и запрещает прерывание от линии. Далее производится прием адресной части передаваемого сообщения (режим «прием»). Затем проверяется принятый адрес и если сообщение адресовано не нам то контроллер ожидает окончания передачи сообщения, после чего разрешает прерывания от линии.

Если сообщение адресовано нам то контроллером включается режим «воспроизведение», под которым понимается подключение приемной части абонентского устройства и подсветка соответствующего индикатора.

При наличии в канале паузы, равной величине 10 периодам ШИМ устанавливается состояние ожидания.

#### Разработка управляющей программы

При разработке программы использовался программный продукт MPLAB v.3.22 производства фирмы Microchip. Он представляет собой интегрированную среду, включающую в себя программный эмулятор, внутрисхемный эмулятор и встроенный текстовый редактор и распространяется свободно этой фирмой. Этот пакет поддерживает серии микроконтроллеров, начиная с PIC 16C5X и заканчивая PIC 17CXX. При разработке и отладке использовался програмный эмулятор этого пакета.

Рассмотрим структуру управляющей программы, которая включает в себя несколько модулей.

transmit.asm − модуль, содержащий подпрограмму генерации адресной части;

reciver.asm − модуль, в состав которого входит подпрограмма приема адресной части, поступившей на абонентское устройство;

int.asm − подпрограмма обработки прерывания;

delay.asm − подпрограмма, реализующая задержку;

canal.asm −- процедура проверки состояния канала;

System.asm − головная программа.

Scan.asm − модуль, включающий в себя подпрограммы сканирования клавиатуры и чтения собственного адреса.

Все подпрограммы, которые используются в головной программе, оформлены в виде модулей и подключаются к ней командой #include <filename>, где filename − полное имя подключаемого модуля, который должен находится в каталоге MPLAB. Для вызова процедуры генерации адреса необходимо включить в теле головной программы команду transmitcod. Предварительно необходимо занести в ячейку памяти по адресу 12 код, подлежащий передаче в канал связи (код клавиши заносится в старшую тетраду ячейки 12, собственный адрес заносится в младшую тетраду этой ячейки).

Прием и декодирование адресной части осуществляется командой recivecod. Принятый адрес заносится в ячейку 0D.

Для вызова процедуры задержки нужно включить команду

delay [timedelay], где timedelay − целое число, определяющее длительность задержки (значение timedelay, равное 1 соответствует задержке одного командного цикла, 2 − задержка на 4−е командных цикла, 3−на 6 командных циклов и т. д.).

Процедура scankeyb модуля scan.asm производит сканирование клавиатуры и при нажатии клавиши определяет ее код и помещает в ячейку памяти 0d. Процедура этого же модуля scanadres определяет собственный адрес и заносит его в ячейку памяти 0E.

Для работы программы резервируются следующие ячейки памяти.

0С − код клавиатуры;

0D − декодированный адрес;

0E − уникальный код абонентского устройства (собственный адрес абонентского устройства);

0F − счетчик циклов;

10 − длительность задержки;

12 − адресная часть, передаваемое по каналу;

Программой используются линии порта В для связи с клавиатурой и каналом связи (линии RB4 − RB7 подключаются к клавиатуре, линия RB0 − к линии связи через ключевой каскад на транзисторе) ввиду того, что обработка данных осуществляется по прерыванию (вызов прерывающей программы осуществляется по изменению состояния линии RB0).

Линии RB1 − RB2 являются управляющими и служат для переключения режимов работы абонентского устройства (RB1 − «прием», RB2 − «передача»).

Линии RA4, RA0 используются для управления клавиатурой и индикаторами.

Для совместимости с последующими моделями PIC 16F8X в программе не использовались команды TRIS и OPTION, поскольку они могут не поддерживаться в более новых моделях PIC контроллеров.

Далее приведен исходный текст головной программы и подключаемых модулей.

;System.asm

list p=16f84,f=inhx8m;основная программа

#INCLUDE P16f84.INC

#INCLUDE scan.asm

#INCLUDE canal.asm

#INCLUDE int.asm

#INCLUDE transmit.asm

org 0

goto begin

org 4

int;процедура обработки прерывания

begin bsf status,rp0 ;настройка портов

bsf trisb,rb0;RB0 на ввод

bcf trisb,rb3;RB3 на вывод

bsf trisa,ra4;настройка на ввод RA4

bcf trisa,ra0;настройка на вывод RA0

bcf status,rp0

bcf portb,1;отключение аналоговой части от линии

bcf portb,2

bcf porta,0;отключение подсветки

scanadres;чтение собственого адреса

bsf intcon,gie;разрешение прерываний по RB0

bsf intcon,inte

scankeyb;сканирование клавиатуры и определение кода нажатой клавиши

;проверка канала на наличие сигналов

movlw 5;загрузка счетчика цикла

movw 0f;

decfsz 0f,1

canal;процедура проверки канала

bcf portb,rb0;генерация старт-бита

delay 12;задержка на 25 мкс

bsf portb,rb0

movf 0c,0;формирование адресной части

movfw 12;пересылка кода клавиши

transmitcod;выдача адреса получателя в канал

swapf 0e,0

movf 0e,0;пересылка кода абонентского устройства

movfw 12

transmitcod;выдача адреса отправителя в канал

bsf portb,rb2;включить режим "передача"

bcf porta,ra0;отключение подсветки

bcf status,rp0;настройка RB0 на вывод

bsf trisb,rb0;

bcf status,rp0

inver1 btfss porta,ra4;проверка отпуска клавиши

goto inver;переход на процедуру инверсии линии rb3 c задержкой

bcf portb,rb2;выключение режима "передача"

goto begin

;инверсия входа несущей ШИМ c задержкой

inver comf portb,1;

delay 12;задержка 25 мкс

goto inver1

end

;reciver.asm

list p=16f84,f=inhx8m;подпрограмма приема адреса

#INCLUDE P16f84.INC;

#INCLUDE delay.asm

recivcod macro

movlw 8;загрузка счетчика циклов

movf 0f

clrf 0d;сброс ячейки памяти 0d

loop delay 12;задержка на 25 мкс

btfsc portb,rb0;проверка содержимого линии RB0

bsf 0d,0;установка 0-го бита 0d

rlf 0d,1;сдвиг влево на один бит

decfsz 0f,1

goto loop

endm

end

;transmit.asm

; подпрограмма генерации кода адреса в линию

list p=16f84,f=inhx8m;код выдается старшими битами вперед

#INCLUDE P16f84.INC

#INCLUDE delay.asm

COD equ 12

transmitcod macro

movlw d'4';загрузка счетчика циклов

movf 0f

bsf status,rp0;настройка линии порта rb0 на вывод

bcf trisb,0

bcf status,rp0

m1 delay 12;задержка на 25 мкс

btfss cod,7;инверсия RB0 если бит "0"

comf portb,rb0

rlf cod,1;сдвиг переменной cod на один бит влево

decfzc 0f

goto m1

endm

end

;int.asm

list p=16f84,f=inhx8m;подпрограмма обработки прерывания

#INCLUDE P16f84.INC

#INCLUDE reciver.asm

int macro

bcf intcon,inte;запрет прерываний по линии RB0

recivcod;прием адресной части сообщения

bcf status,z;сброс бита нулевого результата

movf 0d,0;

andwf 0e,1;логическое "и" принятого и собственного адреса

btfss status,z;

goto wait

movf 0d,0;подсветка индикатора

movwf portb

bsf porta,ra0

bcf portb,rb1;включение режима "прием"

canal;ожидание окончания сообщения

bcf porta,ra0;отключить подсветку

bsf portb,rb1;отключение режима "прием"

bsf intcon,inte;разрешение прерываний

goto ret

wait canal;ожидание окончания сообщений

ret retfie;возврат из прерывания

endm

end

;canal.asm

list p=16f84,f=inhx8m;подпрограмма проверки канала

#INCLUDE P16f84.INC

canal macro

bsf status,rp0;настройка RB0 на ввод

bsf trisb,0

bcf status,rp0

m2 molw 10;загрузка счетчика циклов

movwf 0f

movwf 11

m1 btfss portb,rb0;проверка линии RB0

decf 11;если в канале "0", то декремент 11

decfsz 0f,1

goto m1

movf 0f,0

subwf 11,0;если 10 периодов ШИМ "пустые" то канал свободен

btfss status,z

goto m2

bsf status,rp0;настройка RB0 на вывод

bсf trisb,0

bcf status,rp0

endm

end

list p=16f84,f=inhx8m;модуль сканирования

#INCLUDE P16f84.INC

scankeyb macro;подпрограмма сканирования клавиатуры

bcf status,rp0

movlw 0

movwf portb

m incf portb,1;сканирование клавиатуры

btfss porta,4;проверка нажатия клавиши

goto m1

goto m

m1 movf portb,0

bsf porta,ra0;включить подсветку

movwf 0с;сохранение кода нажатой клавиши в 0С

endm

scanadres macro;подпрограмма чтения собственого адреса

bcf status,rp0

movlw 0

movwf portb

m incf portb,1;сканирование клавиатуры

btfss porta,4;

goto m1

goto m

m1 movf portb,0;чтение собственного адреса

movwf 0e;сохранение кода адреса в 0e

endm

end

;delay.asm

list p=16f84,f=inhx8m;подпрогармма задержки

#INCLUDE P16f84.INC

timedelay equ 10

delay macro timedelay

n decfsz 10,1

goto n

endm

end

**6. Расчет системных параметров**

Выбранная структура системы связи позволяет перейти к выбору соответствующей математической модели, описывающей механизм ее функционирования.

Будем полагать, что в нашей системе поток вызовов является случайной величиной. В этом случае количественные характеристики потока и качественные характеристики всей системы связи за рассматриваемый отрезок времени не могут быть определены точно и указываются с соответствующими вероятностями. Поэтому для них наилучшим приближением с точки зрения математического описания является модель массового обслуживания.

Мы будем считать, что входящий поток является пуассоновским (поток, обладающий стационарностью, ординарностью и отсутствием последействия, называется пуассоновским), так как такая модель довольно часто отражает реальную картину.

Стационарность означает, что для любой группы из конечного числа непересекающихся промежутков времени вероятность поступления определенного числа событий на протяжении каждого из них зависит от числа этих событий и от длительности промежутков времени, но не изменяется от сдвига всех временных отрезков на одну и ту же величину.

Отсутствие последействия означает, что вероятность поступления k событий в течение промежутка времени от T до T+t не зависит от того, сколько раз и как появлялись события ранее. Если за сколь угодно малый промежуток вероятность одновременного появления двух или нескольких событий бесконечно мала, то процесс, обладающий таким свойством, называется ординарным.

Для такого потока вероятность появления n вызовов за время t определяется по формуле (6.1);

 , (6.1)

где N − число абонентов в системе (в нашем случае 15).

λ1 − интенсивность потока вызовов, поступающих в моноканал с одного абонентского устройства за один час;

τ − временной интервал в течение которого возможна конфликтная ситуация (определяется длительностью стартового бита, затягиванием фронта и временем обработки стартового бита), выраженный в часах;

Будем рассматривать нашу систему на временном интервале в один час и полагаем, что с каждого абонентского устройства поступает в среднем 10 вызовов за час. Тогда вероятность того, что в канале связи за время τ возникнет конфликтная ситуация можно определить по следующему выражению.

, (6.2)

При отсутствии контроля сигналов вероятность сбоя можно вычислить по следующему выражению.

 (6.3)

В вышеприведенной формуле τ − время передачи сообщения, выраженное в часах. Вероятностные характеристики приведены на рис. 6.1, 6.2.

Рис. 6.1 Вероятность сбоя при контроле несущей

Рис. 6.2 Вероятность сбоя при отсутствии контроля несущей

Таким образом на основании проведенных расчетов вероятность сбоя при отсутствии контроля сигналов в линии выше чем при случае проверки сигналов в линии микроконтроллером. Поэтому в проектируемой системе будет осуществляться контроль сигналов в линии и эту функцию будет выполнять микроконтроллер.

**7. Разработка конструкции печатной платы**

Под конструктивным расчетом печатной платы понимается расчет геометрических размеров платы, компоновка радиодеталей на плате, выбор материала платы и др.

В данном дипломном проекте необходимо произвести расчет платы абонентского устройства. В начале произведем расчет предполагаемой площади и геометрических размеров, затем выберем материал печатной платы, и произведем разводку. Для расчета площади платы необходимо подсчитать количество компонентов каждого класса, определить геометрические размеры этой платы.

По размещению проводящего рисунка печатные платы делятся на односторонние, двусторонние и многослойные.

Односторонняя печатная плата проста по конструкции и несложна в изготовлении, и идеально подходит для абонентского устройства.

В качестве основного материала для печатных плат используется фольгированные и нефольгированные листовые диэлектрики. Исходными для изготовления фольгированных диэлектриков могут быть бумага или стеклоткань, пропитанные синтетическими смолами или полимерные пленки из лавсана, фторопласта. На поверхность этих материалов приклеивается металлическая фольга.

В качестве материала для печатной платы выберем стеклотекстолит фольгированный СТФ - 2 со следующими параметрами: толщина фольги 35 мкм, толщина материала с фольгой 2 мм, прочность сцепления 450 гс/3 мм.

Размещение элементов конструкции печатной платы регламентируется условной координатной сеткой из двух взаимно перпендикулярных систем параллельных линий, расположенных на одинаковом ( 2.5 мм или 1.25 мм) расстоянии друг от друга. Центры монтажных отверстий и контактных площадок под выводы навесных радиоэлементов располагают в узлах координатной сетки.

Расчет размеров печатной платы произведем по формуле:

Sэ = k\*(S1 + S2) (7.1)

где Sэ-суммарная площадь элементов;

S1-площадь малых элементов;

S2-площадь больших элементов; k - коэффициент плотности.

Для определения суммарной площади определим количество элементов.

Таблица 7.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Кол-во элементов, шт | Площадь элемента, см2 |
| РЕЗИСТОРЫ | 18 | 0.4 |
| КОНДЕНСАТОРЫ | 18 | 0.3 |
| ДИОДЫ | 8 | 0.4 |
| КВАРЦ | 1 | 5.5 |
| ТРАНЗИСТОРЫ | 8 | 0.6 |
| МИКРОСХЕМЫ | 3 | 1.5 |

S1=18×0,4+18×0,3+8×0,4+8×0,6=28,6 см2

S2=5,5+8×0,6+3×1,5=14,8 см2

К=12 , (Монтаж односторонний при средней плотности)

Sэ=4×(28,6+14,8)=173,6 см2

Печатная плата разведена вручную, элементы размещались на площади 85:120 мм. Перед разводкой произведена компоновка отдельных узлов с целью обеспечения электромагнитной совместимости. Слабосигнальные цепи располагаются удаленно от цепей питания и каскадов, которые могут влиять на них. При разводке минимизировалась длина проводников.

В результате конструктивного расчета получили, что абонентское устройство будет располагаться на односторонней стеклотекстолитовой фольгированной плате размерами 85х120 мм.

Вид печатной платы со стороны деталей изображен на чертеже “Конструкция печатной платы”.

**8.** **Моделирование работы составных частей системы**

Целью данного раздела является проверка правильности электрического расчета узлов проектируемой системы, оценка работы системы в целом.

В проектируемой системе моделируется усилитель, охваченный цепью АРУ звука и работа системы в целом. Для моделирования применяется программный пакет «Electronics Worcbench 5.0». Рассмотрим допущения, которые проводились при составлении модели.

При моделировании усилителя с АРУ используются зарубежные аналоги элементов, выбранных при электрическом расчете аналоговой части проектируемой системы. Усилительный каскад на инверторе DD2.1 заменяется идеальным усилителем с коэффициентом усиления К, равным 10. Нагрузкой усилителя служит сопротивление величиной 20 кОм, которое имитирует входное сопротивление следующего каскада. Источник питания 5 В, подключенный к усилителю, эквивалентен высокому уровню сигнала, выставленного на линию RB0 микроконтроллера. Таким образом осуществляется моделирование усилителя, охваченного цепью АРУ, при работе абонентского устройства, работающего в режиме передачи речевых сигналов. Электрическая принципиальная схема модели каскада показана на рис. 8.1.

Теперь рассмотрим модель работы системы при наличии связи между двумя абонентами (см. рис. 8.2).

Электрическая схема абонентского устройства, передающего речевые сообщения, представлена выходным каскадом на транзисторе VT2 и подключенным к нему генератору ШИМ − сигналов (имеется в библиотеке источников Electronics Workbench 5.0).

Линия связи имитируется Т − образным четырехполюсником (R73,R75,C42),которая является эквивалентом физической линии длиной 500 м. Динамическая головка имитируется однозвенным фильтром низких частот (R81,C45).

Произведем анализ полученных результатов.

На рис. 8.3 показан сигнал снятый с выхода передающего абонентского устройства (на рис. 8.2 см. точку 1). На осциллограмме отчетливо видны небольшие отрицательные выбросы, обусловленные неидеальностью характеристик транзистора выходного усилителя. В идеале этих выбросов быть не должно.

По осциллограмме сигнала, которая показана на рис. 8.4 можно судить о затягивании фронтов ШИМ-сигнала, которые определяются величиной паразитной емкости линии. Затягивание фронтов составляет порядка 5 −10%, что вполне допустимо и не вносит искажений в речевой сигнал.

Осциллограммы сигналов, которые приведены на рис. 8.5, 8.6 показывают формирование фронтов ШИМ-сигнала при прохождении его через каскады приемной ветви.

Осциллограммы сигналов, которые показаны на рис. 8.7 − 8.9 характеризуют фазовые искажения ШИМ-сигнала при прохождении через моноканал. С ростом частоты речевого сигнала происходит уменьшение времени запаздывания речевого сигнала. Так на частоте 300 Гц время запаздывания составляет 500 мкс, на частоте 1000 Гц − 200 мкс, на частоте 3400 Гц − 80 мкс. Кроме того с увеличением частоты речевого сигнала наблюдается «просачивание» несущей. Однако при моделировании, для выделения речевого сигнала, использовался фильтр низких частот первого порядка, т. е. не учитывалась восприимчивость человеческого уха к высоким частотам.

На рис. 8.10, 8.11 показаны эпюры напряжений, которые характеризуют работу АРУ. При изменении входного сигнала в 10 раз, выходной изменяется в 1,3 раза. Глубина регулировки составляет 17 дБ.

**9. Технико-экономическое обоснование проекта**

**9.1 Характеристика проекта**

Проектируемая система представляет собой локальную сеть, предназначенную для передачи речевых сообщений по проводной линии связи. Она включает в себя 15 абонентских пультов, блок питания и линию связи. Проектируемая система построена по топологии «моноканал». Питание подается по отдельному проводу, который прокладывается рядом с сигнальным. Блок питания обеспечивает работу всех переговорных устройств и питается напряжением 220 В от однофазной сети. В процессе работы пара абонентских пультов потребляет не более 15 мА. Абонент, подключенный к системе, может связаться с любым другим, т. е. используется схема «каждый с каждым».

Проектируемая система предназначена для организации оперативной связи между руководящими работниками на предприятиях и в учреждениях самого разнообразного профиля.

В системе применяется современная элементная база. Переговорные устройства являются цифро-аналоговыми. При передаче сигнала используется широтно-импульсная модуляция, повышая тем самым помехоустойчивость и соответственно качество связи.

Изюминкой данной системы является применение PIC-контроллеров фирмы MicroChip. Они оптимально подходят для применения в системах подобного класса ввиду низкого энергопотребления, дешевизны этих приборов, простоты программирования. Применение этих микроконтроллеров позволяет снизить потребляемый ток до уровня порядка 20 мА.

По сравнению с существующими аналогами проектируемая система превосходит их по энергопотреблению, качеству передаваемой речи, возможности работы в условиях шумов и т. д.

Например система диспетчерской связи типа КТП-12 АМ питается напряжением 42 В и потребляет при этом ток порядка 500 мА. Стоимость такого типа систем составляет 630 млн. руб. за центральный аппарат и 10 млн. руб. за абонентский аппарат, умноженную на количество таких устройств. Стоимость проектируемой системы ожидается значительно меньше, чем у существующих аналогов.

**9.2 Расчет сметной стоимости НИОКР**

Смета затрат на проведение научно-исследовательской работы рассчитывается по следующим статьям:

1. материалы и комплектующие;
2. спецоборудование;
3. расходы на оплату труда;
4. налоги и отчисления, приравненные к материальным затратам;
5. командировочные расходы;
6. амортизация на полное восстановление основных фондов;
7. прочие расходы;
8. накладные расходы.

Расчет удобно проводить в табличной форме. При расчете затрат на проектирование будем полагать, что затраты на материалы и комплектующие будут составлять 20% от суммы основой зарплаты. Расчет зарплаты будем проводить в табличной форме (см. табл. 9.1).

Таблица 9.1

Расчет основной заработной платы научно производственного персонала

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Исполнители | Количество | Время работы в году, мес. | Средняя заработная плата в мес., млн. руб. | Сумма основной зарплаты, млн. руб. |
| Научный сотрудник | 1 | 6 | 10 | 60 |
| Инженер | 2 | 6 | 6,6 | 80 |
| Лаборант | 1 | 6 | 4 | 24 |
| Всего |  | | | 164 |

Таблица 9.2 Смета затрат на НИОКР

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статьи затрат | Обозначение | Методика расчета | Сумма, млн.руб. |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1.Материалы и комплектующие изделия | Рм | 20% от Зо | 32 |
| 2. Основная заработная плата научно-производственного персонала | Зо | См. таблицу 1. | 164 |
| 3. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала | Зд | Зд=0,1×Зо | 16,4 |
|  | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4.Заработная плата прочих категорий работающих | Зпк | Зпк=(Зо+Зд)×100%/  /100 | 180,4 |
| 5. Налоги и отчисления, приравненные к материальным затратам | Рн | Рн=(Нчер+Нзанят+  Ндошк+Нсз)×(Зо+Зд+ Зпк)  Нчер=4%; Нзанят=1%  Ндошк=5%; Нсз=35% | 162,36 |
| 6.Командировочные расходы | Рком | Рком=0,04×Зо | 6,56 |
| 7. Амортизация | Ао | Ао=0,15×Зо | 24,6 |
| 8.Прочие расходы, где Рзс=0,35×(Зо+Зс+Зпк) | Рпр | Рпр=(Рм+Зо+Зд+Зпк +Рзс+Рком)×0,08 | 42,05 |
| 9. Себестоимость НИОКР | Сп | Сумма выше перечисленных статей | 627,97 |
| 10. Плановые накопления | Пп | Пп=Сп×0,15 | 94,19 |
| 11.Налог на добавленную стоимость | НДС | (Зо+Зд+Зпк+Рсз+Ао+Пп)× Ндс;  Ндс=20% | 121,094 |
| 12. Отчисления в специальные фонды | Осф | (Сп+Пп+НДС) хНсф/100;  Нсф=2,75 | 8,4 |
| 13. Затраты на НИОКР | Цотп | Цотп=Сп+Пп+НДС+Осф | 851,38 |

**9.3 Расчет себестоимости и цены готового изделия**

Расчет себестоимости и цены готового изделия будем проводить укрупненно. Сначала определим затраты на материалы и комплектующие при производстве.

Таблица 9.3

Расчет комплектующих при производстве проектируемого изделия

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | | Един. Изм. | Кол-во | Цена, руб. | Сумма |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PIC-контроллер | | шт. | 1 | 1690500 | 1690500 |
| Транзисторы | | шт. | 5 | 35000 | 175000 |
| Микросхемы  564 ЛН 1 | | шт. | 2 | 52500 | 105000 |
| Резисторы  С2-93Н-0,125 | | шт. | 15 | 3500 | 105000 |
| Конденсаторы  К-73-17 | | шт. | 11 | 35000 | 385000 |
| Конденсаторы  К53-21 | | шт. | 3 | 35000 | 105000 |
| Диоды  КД522Г | | шт. | 7 | 17500 | 122500 |
| Стабилитроны  КС 521Г | шт. | | 2 | 17500 | 35000 |
| Печатная плата  односторонняя | шт. | | 1 | 1400000 | 1400000 |
|  | | | | | |
| Продолжение таблицы 9.3 | | | | | |
| 1 | 2 | | 3 | 4 | 5 |
| Динамик  0,5 ГДШ | шт. | | 1 | 600000 | 600000 |
| Телефонный провод | м. | | 200 | 12000 | 2400000 |
| корпус | шт. | | 1 | 50000 | 50000 |
| Итого стоимость материалов для одного абонентского пульта |  | | | | 4670000 |
| Стоимость материалов для всей системы |  | | | | 77170000 |
| Транспортно-заготовительные расходы (5 %) |  | | | | 3856000 |
| Всего |  | | | | 81026000 |

Определяем себестоимость готового изделия Си по следующему выражению.

Си=Рм+Рк+Рз(1+α)×(1+β)+Нс, (9.1)

Где Рм − затраты на материалы;

Рк − затраты на комплектующие (см. таблицу 9.3);

Рз − расходы на заработную плату;

Нс − налоги, включаемые в себестоимость (45% от Рз).

Рм=Рк×20/55=29,464 млн. руб.

Рз=Рк×25/55=36,83 млн. руб.

Отсюда получаем

Си=29,64+81,026+36,83(1+2,1)×(1+0,021)+0,45×36,83=280,6 млн. руб.

Теперь определяем отпускную цену готовой продукции.

Ци=Си+П+Нц, (9.2)

где П − плановая прибыль (15% от себестоимости изделия);

Нц − налоги, включаемые в цену готового изделия (23% от цены).

П=0,45×280,6=126,27 млн. руб.

Нц=(Си+П)×23/(100-23)=121,53 млн. руб.

Ци=280,6+126,27+121,53= 528,4 млн. руб.

**9.4 Расчет затрат у потребителя**

Текущие затраты представляют собой совокупность затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией проектируемого изделия. При расчете не учитываются заработная плата обслуживающего персонала и затраты на потребляемую электроэнергию поскольку система автономна и в ней применяется микропотребляющая технология. Основные статьи затрат приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4. Расчет текущих затрат

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование составляющих издержек | Методика расчета | Сумма, млн. руб. |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Амортизационные отчисления | А=(На×ПСнт)/100 | 58,840 |
| 2. Затраты на текущие ремонты | Ртр=(Нтр×Цнт)/100 | 2,6 |
| Всего текущих затрат |  | 61,44 |
| Затраты на транспортировку и монтаж | Ктм=Ци×0,01 | 5,28 |

Примечания:

На − норма амортизации на полное восстановление (15%).

Нтр − норматив затрат на текущий ремонт (для системы он составляет 0,5% поскольку система высоконадежная).

Цнт − цена проектируемой системы.

Ктм − затраты на транспортировку и монтаж (1% от цены проектируемой системы).

**9.5 Расчет экономического эффекта**

На основании расчетов, проведенных ранее, определяется целесообразность внедрения инженерного проекта. Определение экономического эффекта будем проводить в табличной форме аналогично предыдущим расчетам.

Таблица 9.5 Расчет экономического эффекта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели | Единица измер. | Расчетный период |
| 1999 |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Прогнозный объем производства | шт. | 1000 |
| 2.Прибыль от единицы продукции | млн. руб. | 126,27 |
| 3.Чистая прибыль от внедрения  п.2×п.1×0,75 | млн. руб. | 95025 |
| 4. Затраты на НИОКР | млн. руб. | 851,38 |
| 5. Затраты у потребителя:  текущие затраты  затраты на транспортировку и монтаж | млн. руб. | 61440  5280 |
| 6. Всего затрат | млн. руб. | 67571,38 |
| 6.Экономический эффект:  Превышение результата над затратами  (п.3-п.6) | млн. руб. | 27453,62 |

Таким образом проектируемая система является экономически выгодной и прибыль от ее внедрения можно будет получить уже в первом году, которая составляет 95025 млн. руб.

**Заключение**

В ходе дипломного проектирования была разработана система оперативной связи, рассчитанная на шестнадцать абонентов. Число пользователей системы может изменяться и должно быть не больше 16. Количество абонентов может быть и больше, но при этом требуется использовать микроконтроллер другой серии, более совершенной и дорогостоящей. При разработке применялась современная элементная база, которая позволяет понизить энергопоребление при работе системы. Для проверки работы частей системы проводилось моделирование в среде Electronics Workbench 5.0. Моделирование позволило более точно подобрать параметры радиоэлементов, в особенности при моделировании усилителя с АРУ звука, так как в цепи АРУ применяется нестандартный режим работы транзистора. Эта среда обладает такими достоинствами, как простота работы и наглядность представления результатов, имеется большая библиотека радиоэлементов.

Для организации связи использовался несложный алгоритм, который программируется без особого труда. Для отладки управляющей программы использовался программный пакет фирмы Microchip v 3.22. Он позволяет разрабатывать программное обеспечение для широкого спектра микроконтроллеров этой фирмы. При разработке программы учитывалась возможность применения вместо PIC 16F84 микроконтроллеры аналогичной структуры, но не имеющие на кристалле энергонезависимой памяти (эти изделия более дешевые). Кроме того в ходе дипломного проектирования освещены вопросы охраны труда и сделано технико-экономическое обоснование дипломного проекта.

В дальнейшей перспективе в разработанной системе можно радиоканал вместо физической линии связи, предусмотреть возможность выхода в телефонную сеть, увеличить число абонентов, перейти на более совершенную элементную базу.

#### Список литературы

1. А.С. Островский Двухсторонняя громкоговорящая связь на предприятиях и в учреждениях Издательство «Связь», Москва, 1970.

2. Г.М. Матлин Проектирование оптимальных систем производственной связи. Издательсво «Связь», Москва, 1973.

3.Станции, аппараты телефонные. Аппаратура диспетчерской связи. Каталог, Москва, 1995.

4. Б.М. Каган Электронные вычислительные машины и системы Энергоатомиздат, Москва, 1991.

5. В.И. Галкин и др. Полупроводниковые приборы. Транзисторы. Справочник. Минск «Беларусь», 1995.

6. В.И. Галкин и др. Полупроводниковые приборы. Диоды. Тиристоры. Справочник. Минск «Беларусь», 1994.

7. М. И. Богданович и др. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник. Минск «Беларусь», 1996.

8. В.Н. Ногин Аналоговые электронные устройства. Москва «Радио и связь», 1992.

9. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов. /Сост. Т.В. Елецких, Э.А. Афитов и др. Минск, БГУИР, 1995.

10. Электробезопасность при эксплуатации лабораторных установок. Методические указания. /Сост. Р.С. Шакиров, В.И. Жалковский, Т.Ф. Михнюк. Минск, МРТИ, 1982.

11. Шакиров Р. С., Жалковский В.И. Безопасность работ с радиоэлектронным оборудованием. Учебное пособие по курсу «Охрана труда». Минск, МРТИ, 1984.

12. ГОСТ 12.0.003 − 74.

13. ГОСТ 12.1.030. − 81Т58 ССБТ.

14. ОСТ 4. 218.005 − 84. Устройства переговорные проводной связи общего назначения. Общие технические требования и методы испытаний.