

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра промышленной электроники**

**К. В. Бородин**

# **МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ**

**Методические указания  
по выполнению курсового проекта**

**2016**

Корректор: Сарина С. Д.

**Бородин К. В.**

Микропроцессорные устройства и системы : методические указания по выполнению курсового проектирования. — Томск : ФДО ТУСУР, 2016. — 26 с.

© Бородин К. В., 2016

© ФДО ТУСУР, 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Общие положения.....	5
2 Варианты заданий на курсовое проектирование .....	6
3 Структура пояснительной записки .....	11
3.1 Титульный лист.....	11
3.2 Аннотация .....	11
3.3 Задание на проектирование .....	11
3.4 Содержание .....	11
3.5 Введение .....	12
3.6 Конкретизация технического задания .....	12
3.7 Разработка функциональной схемы устройства, распределение функций между аппаратными и программными средствами.....	13
3.8 Разработка схемы алгоритма прикладной программы .....	13
3.9 Разработка принципиальной электрической схемы устройства с перечнем элементов .....	14
3.10 Разработка прикладной программы .....	15
3.11 Заключение.....	16
3.12 Оформление и защита проекта.....	16
Литература .....	17
Приложение А (справочное) Пример оформления титульного листа курсового проекта.....	18
Приложение Б (справочное) Пример задания на курсовой проект .....	19
Приложение В (справочное) Пример оформления содержания .....	20
Приложение Г (обязательное) Пример оформления алгоритма основной программы.....	21
Приложение Д (обязательное) Пример оформления алгоритмов прерываний .....	22

Приложение Е (обязательное) Пример оформления схемы электрической принципиальной .....	23
Приложение Ж (обязательное) Пример оформления перечня элементов для электрических принципиальных схем .....	24
Приложение З (обязательное) Пример оформления листинга управляющей программы.....	25

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект логически завершает цикл «Микропроцессорные устройства и системы» и предполагает разработку студентом законченного устройства с применением микропроцессорных средств.

Рассмотрим основные этапы разработки:

- введение;
- конкретизация технического задания, включающая, кроме технических параметров, четкую формулировку функций, выполняемых устройством;
- разбиение устройства на отдельные функциональные блоки;
- разработка блок-схемы алгоритмов блоков;
- разработка схемы электрической принципиальной и расчет элементов схемы. Составление перечня элементов;
- написание прикладной программы для микроконтроллера;
- отладка отдельных модулей прикладной программы на программном симуляторе микроконтроллера на ПК;
- составление пояснительной записки;
- сдача пояснительной записки на проверку преподавателю;
- защита курсового проекта. Пояснительная записка проверяется преподавателем. Он пишет рецензию, где отмечаются недостатки, требующие исправления. Рецензия высылается студенту. После исправления недостатков преподаватель высылает студенту 3—5 дополнительных вопросов по тематике курсового проекта. Ответ на эти вопросы является защитой курсового проекта.

Необходимо отметить, что данное разделение этапов разработки чисто условное, и при проектировании реального прибора несколько этапов могут быть объединены в один и, наоборот, один этап может быть разложен на более мелкие составляющие.

## 2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### *Выбор варианта курсового проекта*

Выбор варианта курсового проекта осуществляется по общим правилам с использованием следующей формулы:

$$V = (N \times K) \operatorname{div} 100,$$

где  $V$  — искомый номер варианта,  
 $N$  — общее количество вариантов,  
 $\operatorname{div}$  — целочисленное деление,  
при  $V = 0$  выбирается максимальный вариант,  
 $K$  — код варианта.

Задание выполняется с использованием языка Си для микроконтроллеров фирм AVR, PIC, Texas Ins, NXP в любой программной среде (для AVR рекомендуется Atmel Studio 6 и выше [8]). Разрешается использовать готовые свободно распространяемые сторонние библиотеки, например, для работы с дисплеем, шиной CAN и т. п., с указанием в пояснительной записке автора и адреса для загрузки.

### *Варианты заданий*

1. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает восемь датчиков температуры и нагревателей. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 градусов. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей — с помощью линейки светодиодов. На цифровое табло вывести температуру объекта, номер которого набран на программном переключателе.

2. Спроектировать измеритель частоты сети с точностью до десятых долей герца при времени измерения не более одной секунды. Информация должна дублироваться на выносном табло, связь с которым осуществляется с помощью трехпроводной линии связи.

3. Разработать устройство охранной сигнализации. Число охраняемых объектов — до 64. Устройство должно сохранять свою работоспособность при выключении сети. При нажатии кнопки «Запрос» на цифровые индикаторы последовательно выводятся номера объектов, обслуживаемых по сигналу «Тревога».

4. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения через мост. По запросу внешнего устройства выводит на цифровые индикаторы час пик и количество автомобилей, прошедших через мост в этот час.

5. Спроектировать устройство управления звонком на занятия. Должно реализовать реальную сетку расписания школьных звонков, индикацию текущего времени.

6. Спроектировать устройство для измерения потребляемой электроэнергии в любой сети постоянного тока (до 10000 кВт·час).

7. Спроектировать электронные весы. Фиксируют сначала вес тары (банки под сметану или растительное масло), а затем чистый вес продукта и его стоимость.

8. Разработать цифровой автомобильный спидометр (три десятичных разряда).

9. Цифровой генератор. Частота импульсов на выходе генератора в герцах от 1 до 99 должна быть равна числу на программном переключателе и отображаться на цифровых индикаторах. Длительность импульсов — 100 мкс.

10. Спроектировать генератор пачек импульсов, следующих с частотой 1 Гц. Частота импульсов в пачке 1 кГц, число импульсов в пачке (от 1 до 100) набирается кнопками программного и отображается на цифровых индикаторах. Длительность импульса — 100 мкс.

11. Спроектировать измеритель частоты вращения ротора двигателя. Диапазон измерения (100—10000 об/мин). Импульсный датчик вырабаты-

вает 96 импульсов за каждый оборот. Время измерения — не более трех оборотов ротора.

12. Разработать электронное устройство управления инкубатором. Точность задания и стабилизации температуры — 0,1 градуса. Через каждый час обеспечить изменение положения яиц путем поворота на 45 град. Предусмотреть цифровую индикацию температуры. Для аналого-цифрового преобразования сигнала использовать метод двухтактного интегрирования.

13. Спроектировать цифровой спидометр для ГАИ. Контролируемая скорость автомобиля — до 200 км/час.

14. Разработать электронные шахматные часы с двумя индикаторами отсчета времени.

15. Спроектировать многоканальную систему регулирования температуры в теплице. Включает четыре датчика температуры и нагревателя. Значение стабилизируемой температуры задается в диапазоне от 10 до 40 градусов. Индикация выходных сигналов на включение нагревателей — с помощью линейки светодиодов. Для аналого-цифрового преобразования использовать метод двухтактного интегрирования

16. Разработать электронный таймер с индикацией в режиме обратного счета установленного времени в часах, минутах и секундах. В течение заданного временного отрезка должен быть включен исполнительный элемент (нагреватель).

17. Спроектировать измеритель частоты сети с точностью до десятых долей герца при времени измерения не более одной секунды. Прибор должен показывать число при включении его вилки в розетку сети переменного тока промышленной частоты.

18. Разработать устройство охранной сигнализации квартир одного подъезда многоэтажного дома. Число охраняемых объектов — до 16.



19. Спроектировать устройство контроля интенсивности движения автомобилей по автомагистрали без дополнительных съездов/въездов с дороги на контролируемом участке. На цифровые индикаторы выводится текущее время и количество автомобилей, прошедших через магистраль с начала суток.

20. Спроектировать устройство управления гудком на заводе. Должно реализовать реальную сетку расписания смен, обеденных перерывов, индикацию текущего времени.

21. Спроектировать электронные весы. Фиксируют вес и стоимость расфасованной порции продукта.

22. Частота импульсов на выходе генератора в герцах от 10 до 999 должна быть равна числу на программном переключателе и отображаться на цифровых индикаторах. Длительность импульсов — 10 мкс, уровень — ТТЛ.

23. Спроектировать генератор пачек импульсов, следующих с частотой 10 Гц. Частота импульсов в пачке 10 кГц, число импульсов в пачке (от 1 до 100) набирается на лимбах программного переключателя и отображается на цифровых индикаторах. Длительность импульса — 10 мкс.

24. Спроектировать измеритель частоты вращения ротора двигателя. Диапазон измерения (100—1000 об/мин). Импульсный датчик вырабатывает 16 импульсов за каждый оборот. Время измерения — не более трех оборотов ротора.

25. Разработать электронное устройство управления инкубатором. Точность задания и стабилизации температуры — 0,1 градуса. Через каждый час обеспечить изменение положения яиц путем поворота на 45 град. Предусмотреть цифровую индикацию температуры. Для аналого-цифрового преобразования использовать метод последовательных приближений.

26. Разработать часы-секундомер комментатора. Перед началом соревнований стайеров в память заносится время контрольного забега последовательно по кругам. Нажатие кнопки после очередного круга выводит информацию об отклонении от контрольного времени (до  $\pm 99,9$  с).

27. Разработать часы электронные со звуковым сигналом. Воспроизводят мелодию через каждый час.

28. Спроектировать устройство управления рабочим циклом литейной машины. Рабочий цикл включает смыкание форм, подвод механизма впрыска, впрыск (T1), формование (T2), отвод механизма впрыска, загрузку (T3), охлаждение (T4), размыкание форм и выталкивание изделия. Пауза между циклами — T5. Временные интервалы T1, T2, T3, T5 — до 99 с, T4 — до 9999 с.

29. Спроектировать счетчик потребляемой тепловой энергии. Контролируется объем потребляемой горячей воды и разность температур в трубах горячей и холодной воды.

## **3 СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Пояснительная записка является основным документом, в котором описываются все этапы разработки, приводятся все расчеты, схемы, диаграммы, листинги и на основании которой студенту выставляется оценка.

При составлении пояснительной записки желательно придерживаться следующей структуры.

### **3.1 Титульный лист**

Титульный лист выполняется в соответствии с положениями ЕСКД ГОСТ 2.001-93. Пример оформления титульного листа приведен в приложении А.

### **3.2 Аннотация**

Аннотация составляется на русском языке на отдельном листе в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.001-93 и содержит краткое описание проектируемого устройства.

### **3.3 Задание на проектирование**

Задание на проектирование выполняется в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.001-93. Пример оформления задания приведен в приложении Б.

### **3.4 Содержание**

Содержание выполняется на отдельном листе (листах) в соответствии с ЕСКД ГОСТ 2.001-93. Пример оформления содержания приведен в приложении В.

### **3.5 Введение**

Введение (и прочие текстовые блоки) выполняется в соответствии с общими правилами оформления текстовых документов ГОСТ и должно кратко описывать область, к которой относится данное устройство, текущее состояние развития данного класса устройств, обоснование необходимости разработки нового устройства.

### **3.6 Конкретизация технического задания**

Задание на курсовой проект формулируется в очень краткой форме. Оно может содержать лишь название и область применения проектируемого устройства. Необходимо конкретизировать условия работы устройства и перечень выполняемых им функций, обосновать разрядность обрабатываемых данных. Определяющим должно быть удобство практической эксплуатации и новый набор качественных характеристик (более высокое быстродействие, точность, новые функциональные возможности) по сравнению с вариантом реализации подобного устройства без использования микропроцессора.

Определяется диапазон рабочих температур, конструктивное исполнение (плата, блок или отдельное изделие). Во многих случаях проектируемое устройство наряду с цифровыми может содержать и аналоговые узлы (измерительные усилители, ЦАП, АЦП). И хотя детальной разработке подлежат чисто цифровые узлы, аналоговые блоки и выполняемые ими функции описываются при разработке функциональной схемы проектируемого устройства.

### **3.7 Разработка функциональной схемы устройства, распределение функций между аппаратными и программными средствами**

Электрическая функциональная схема (код схемы Э2) разъясняет процессы, происходящие в отдельных функциональных частях устройства и в устройстве в целом. Она строится для оптимального варианта проектируемого устройства, который необходимо выбрать из нескольких возможных. На этом этапе однозначно определяется алгоритм работы устройства, функции отдельных цифровых и аналоговых блоков. Выбирается тип микроконтроллера. Определяется набор функций, которые удобно реализовать программным путем, и набор функций, требующих для реализации дополнительных цифровых элементов (контроллера клавиатуры/дисплея, регистров, счетчиков, мультиплексоров, дешифраторов и т. п.). Степень детализации должна быть достаточной для того, чтобы на последующих стадиях можно было производить независимую разработку программных средств микропроцессорной системы.

### **3.8 Разработка схемы алгоритма прикладной программы**

Разработке исходного текста прикладной программы на языке С микроконтроллера предшествует разработка схемы алгоритма этой программы. Используется метод декомпозиции, при котором вся задача последовательно разделяется на меньшие функциональные модули (подпрограммы), каждый из которых можно разрабатывать отдельно от других. Разделение задачи на модули и операторы выполняется последовательно до такого уровня, когда просматривается возможность реализации модуля с помощью нескольких или даже одной команды микропроцессора.

На этом этапе определяется формат внутреннего представления переменных и предварительно распределяются внутренние программно доступные

ресурсы микроконтроллера для их реализации (регистры общего назначения, ячейки резидентной памяти данных, флаги пользователя и т. п.).

### **3.9 Разработка принципиальной электрической схемы устройства с перечнем элементов**

Электрическая принципиальная схема (код схемы ЭЗ) определяет полный состав элементов (микросхем, резисторов, конденсаторов и т. д.) и связей между ними. Она служит исходным документом для разработки других конструкторских документов (чертежей печатных плат, сборочных чертежей). Проектируемое устройство, как правило, содержит печатную плату с микросхемами, источники вторичного электропитания и базовый блок, на лицевой панели которого располагаются кнопки, тумблеры, программные переключатели, светодиоды, цифровые индикаторы. Принципиальная схема разрабатывается отдельно для каждого блока (кроме источников питания) и для всего устройства в целом (связи между разъемами).

На принципиальных схемах цифровых интегральных микросхем обычно не изображаются выводы для подключения источников питания. Эти соединения приводятся в текстовой или табличной информации. Условные графические обозначения и линии связей выполняются линиями одной и той же толщины. Утолщенные линии используются для обозначения линий групповой связи.

Латинский алфавит определяет последовательность расположения обозначений в перечне элементов (его код — ПЭЗ): конденсаторы (С1, С2, С3...С5), аналоговые микросхемы (DA1, DA2...DA8), цифровые микросхемы (DD1, DD2...DD6), резисторы (R1, R2...R5, R6), полупроводниковые приборы (VD1, VT1...VT3), разъем (XP1).

### 3.10 Разработка прикладной программы

Широко распространен модульный принцип построения прикладной программы. Такая программа содержит основной модуль и ряд подпрограмм, к которым он обращается по мере необходимости. Подпрограмма должна выполнять законченную процедуру обработки информации, иметь один вход и один выход. Любая подпрограмма допускает автономную отладку.

Для трансляции исходных программ используют пакет программ (компилятор, например Atmel Studio). В процессе преобразования программы компилятор может выявить синтаксические ошибки, связанные с несоблюдением правил записи команд. После исправления ошибок вызывается редактор связей (линковщик) для создания файла формата .hex фирмы Intel, который непосредственно используется программатором для записи программы в память программ или для отладки программы с помощью эмулятора или дебага. Отладка позволяет обнаружить смысловые ошибки, не позволяющие программе выполнить функции, заложенные разработчиком. Не всегда на эмуляторе можно проверить всю программу. В этом случае проверяются отдельные подпрограммы или фрагменты программы. Необходимо помнить, что скорость реализации команд на эмуляторе в ПК значительно меньше, чем в реальном масштабе времени (иногда в 1000 раз). Поэтому подпрограммы временной задержки нужно модифицировать или вообще исключить из программы, тестируемой с помощью эмулятора.

Конечным продуктом разработки прикладной программы является ее листинг (файлы с расширением .c и .h), формируемый с помощью компилятора. Отладка прикладной программы производится с помощью эмуляторов, например Atmel Studio 6.

### **3.11 Заключение**

В этом разделе необходимо подвести итог своей работе, критически рассмотрев ее со всех точек зрения. Необходимо сделать выводы о том, насколько актуальна и как раскрыта тема задания, на каком уровне произведена разработка (высоком, среднем, низком), насколько конкретными получались результаты и насколько они соответствуют результатам, полученным при изучении аналогов.

### **3.12 Оформление и защита проекта**

Выполненный курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки объемом 15—25 страниц и чертежей принципиальных схем, которые при небольшом формате могут быть вшиты в пояснительную записку. При оформлении необходимо соблюдать требования и правила, оговоренные в стандарте вуза по оформлению курсовых и дипломных проектов. Подчеркнем, что введение и заключение являются необходимыми разделами пояснительной записки.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин К. В. Микропроцессорные устройства и системы : учеб. пособие / К. В. Бородин. — Томск : ФДО ТУСУР, 2016. — 137 с.
2. Шарапов А. В. Цифровые и микропроцессорные устройства : учеб. пособие / А. В. Шарапов. — Томск : ТМЦ ДО, 2003. — 166 с.
3. Кривченко И. В. Микроконтроллеры общего назначения для встраиваемых приложений производства Atmel Corp. // Электронные компоненты. — 2002. — № 5. — С. 69—73.
4. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel / В. В. Гребнев. — М. : ИП «Радиософт», 2002.
5. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А. В. Евстифеев. — М. : Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. — 560 с.
6. Официальный сайт фирмы Atmel [Электронный ресурс]. — URL : <http://www.atmel.com>
7. Микроконтроллеры AVR — самоучитель начинающим с нуля : Краткий курс [Электронный ресурс]. — URL : <http://www.123avr.com>
8. Документация на процессор atmega16 и программный пакет Atmel Studio: официальный сайт фирмы Atmel [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.atmel.com/ru/ru/tools/ATMELSTUDIO.aspx>

**ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(справочное)**

**Пример оформления титульного листа курсового проекта**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)

**МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ  
ЗВОНКОМ НА ЗАНЯТИЯ**

Пояснительная записка к курсовому проекту по дисциплине  
«Микропроцессорные устройства и системы»

ЗФ КП. ХХХХХХ.008 ПЗ

Студент группы 64-1з

\_\_\_\_\_ А. П. Иванов

15.05.07

Руководитель проекта

канд. техн. наук, ст. преп. каф ПрЭ

\_\_\_\_\_ К. В. Бородин

Томск 2016

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(справочное)**  
**Пример задания на курсовой проект**

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)

**ЗАДАНИЕ**

на курсовое проектирование по дисциплине  
«Микропроцессорные устройства и системы»

студенту **Иванову П.А.**

**группа 364-1, факультет электронной техники**

**Тема проекта: Микропроцессорное устройство управления звонком на занятия**

Исходные данные к проекту:

- 1) организация подача звонков на занятия в институте;
- 2) возможность коррекции программы под данную ситуацию.

Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): выбор микроконтроллера, обоснование функциональной схемы, разработка полной функциональной схемы устройства с перечнем элементов и листинга управляющей программы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и схем): схема электрическая принципиальная — 1 л.

Дата выдачи задания:

\_\_\_\_\_

Руководитель

\_\_\_\_\_

Профессор кафедры ПрЭ \_\_\_\_\_ (подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(дата) \_\_\_\_\_ (подпись студента)

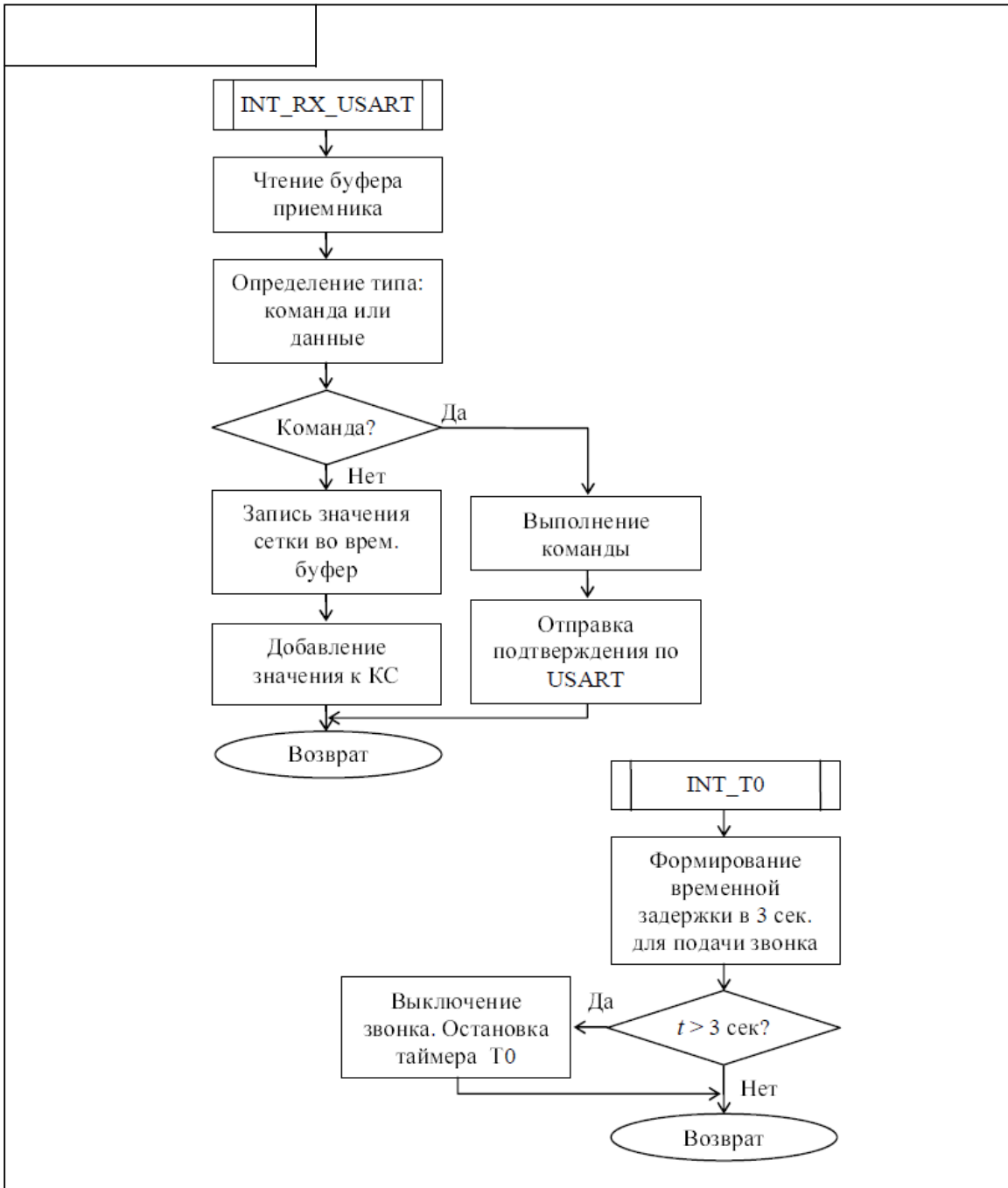
**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**(справочное)**  
**Пример оформления содержания**

1 Введение .....	4
2 Конкретизация технического задания.....	5
3 Разработка функциональной схемы .....	7
4 Разработка схемы алгоритма прикладной программы.....	10
5 Разработка принципиальной схемы .....	14
6 Разработка управляющей программы.....	19
7 Заключение.....	22
Список используемой литературы.....	23
Приложение А Листинг управляющей программы.....	24
ФЭТ КП ХХХХХХХ.006 ЭЗ Схема электрическая принципиальная.....	28
ФЭТ КП ХХХХХХХ.006 ПЭЗ Перечень элементов.....	29



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
(обязательное)**

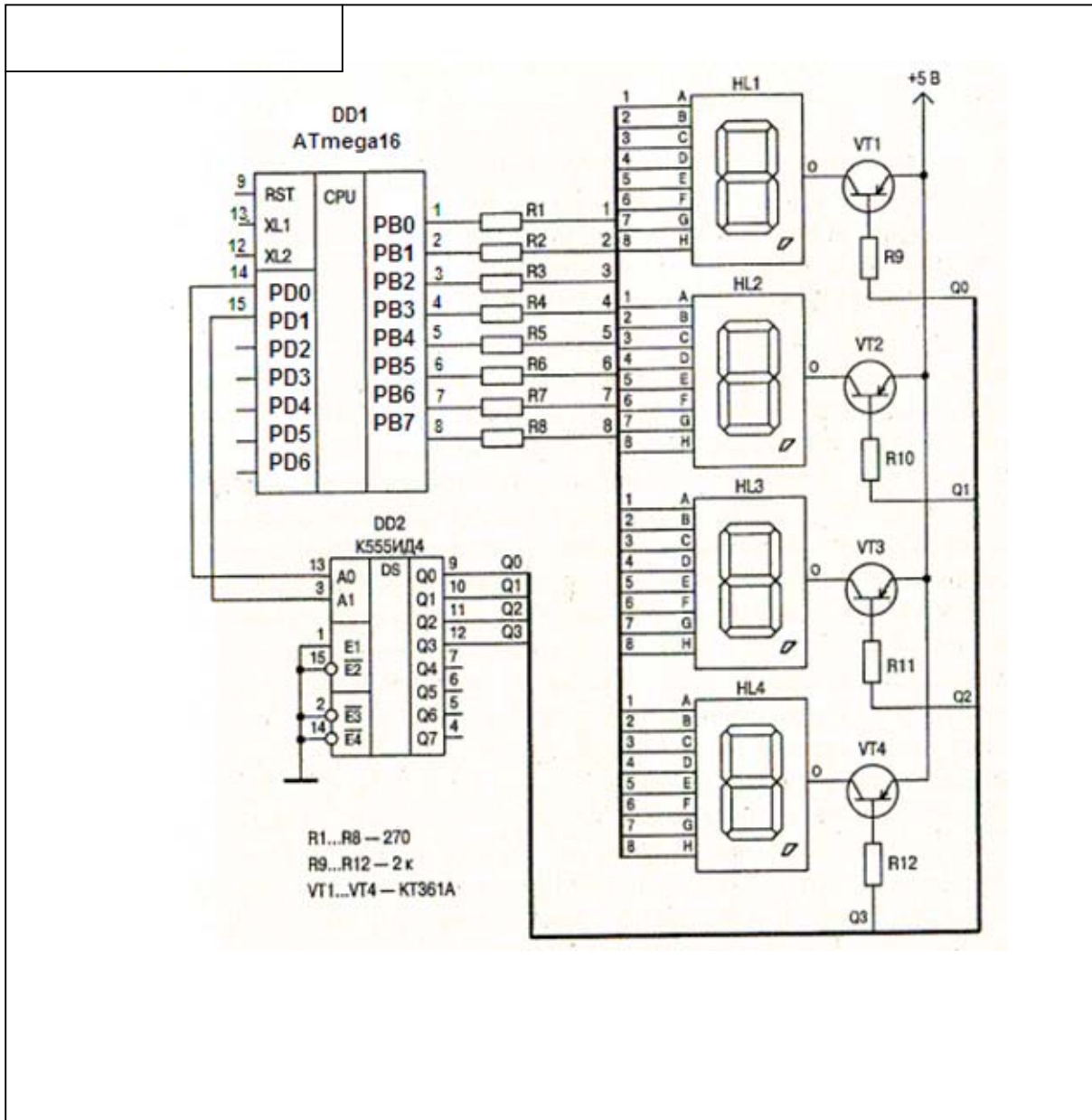
**Пример оформления алгоритмов прерываний**



					3Ф КП.XXXXXXXX. ЭЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЗМЕРИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ СЕТИ Алгоритмы процедур прерываний	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов П.А.					Э		
Провер.	Бородин К.В.							
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Н. контр.					ТУСУР, гр. 64-1з			
Утв.								

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е**  
**(обязательное)**

**Пример оформления схемы электрической принципиальной**



				3Ф КП.ХХХХХХХ. Э3				
				<b>ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗВОНОК</b> Схема электрическая принципиальная	Лит.	Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.		Дата	Э		
Разраб.	Иванов П.А.							
Провер.	Бородин К.В.							
Т. контр.						Лист	Листов 1	
Н. контр.				ТУСУР, гр. 64-1з				
Утв.								

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж**  
**(обязательное)**

**Пример оформления перечня элементов  
для электрических принципиальных схем**

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание					
	Резонатор кварцевый							
BQ1	РК-169МА-14БП-12000 кГц-В ОД 0.338.003ТУ	1						
	Конденсаторы							
C1, C2	К10-7В-П33-30 пФ±10%	2						
C3	К53-14-6,3 В-10 мкФ±20% ОЖ 0.464.139ТУ	1						
C4	К50-16-16В-500 мкФ ОЖО.464.111ТУ	1						
C5	КМ-6А-Н90-1 мкФ ОЖО.460.061ТУ							
	Микросхемы							
DD1	АТМega16	1						
DD2, DD3	К514ИД1 бК 0.348.006ТУ18	2						
HG1, HG2	Индикатор АЛС324А аА 0.336367ТУ	2						
	Резисторы							
R1	МЛТ-0,125-8,2кОм±5% ОЖО.467.404ТУ	1						
R2	С5-16-МВ-2Вт-0,1 Ом±5% ОЖО.467.513	1						
R3	СПЗ-226-470 Ом ОЖО.468.136ТУ	1						
	Приборы полупроводниковые							
VD1	Стабилитрон КС156А СМЗ.362.812ТУ	1						
VT1	Транзистор КТ315А ЖК 3.365.200ТУ	1						
VT2	Транзистор КТ361Б ЖК 3.350.208ТУ	1						
X1	Вилка СНП58-64/94х9В-23-2В КЕ 0.364.043ТУ	1						
			ЗФ. КП.ХХХХХХ. ПЭЗ					
Изм	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Иванов П.А.			ЗВОНОК	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Бородин К.В				Э		1
Т.контр.						ТУСУР, гр. 64-1з		
Н.контр.								
Утв.								
					Перечень элементов			



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (обязательное)

### Пример оформления листинга управляющей программы

```

/*
 * GccApplication3.c
 *
 * Created: 12.11.2015 9:01:39
 * Author: user
 */
#include <avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>

void init_timer1(void) //Инициализация таймера/счетчика21
{
    DDRB = ( 1 << PB0 ); // настраиваем PB0 на выход
    TCCR1B = (1<<CS12)|(1<<CS11)|(1<<CS10); // настраиваем делитель
    TIMSK |= (1<<TOIE1); // разрешаем прерывание по переполнению таймера
    TCNT1 = 64456; // выставляем начальное значение TCNT1
}

void init_timer2(void) //Инициализация таймера/счетчика2
{
    OCR2 = 255;
    TCCR2 = (1 << WGM21) | (0 << CS22) | (0 << CS21) | (1 << CS20);
    TIMSK |= (1 << OCIE2); //Устанавливаем для него прерывание совпадения
}

void init_timer0(void) //Инициализация таймера/счетчика0
{
    OCR0 = 127;//255; //Содержимое регистра сравнения
    DDRB = 1;
    //Задаем режим работы таймера
    TCCR0 = (1 << WGM01) | (1 << COM00) | (1 << CS02) | (1 << CS01) | (1 << CS00);
    TIMSK |= (1 << TOIE0); //Устанавливаем для него прерывание по переполнению
// TIMSK |= (1 << OCIE0); //Устанавливаем для него прерывание по сравнению
}

ISR(TIMER0_OVF_vect)
{
    //ваша программа для таймера0
}

ISR(TIMER0_COMP_vect)
{
    //ваша программа для таймера0
}

ISR(TIMER2_OVF_vect)
{
    //ваша программа для таймера2
}

ISR( TIMER1_OVF_vect )
{
    //ваша программа для таймера1
}

```

```
int main()
{
    init_timer0();
    init_timer1();
    init_timer2();
    sei();           // выставляем бит общего разрешения прерываний
    while(1)
    {
        //ваша программа
    };           // вечный цикл
return 0;
}
```