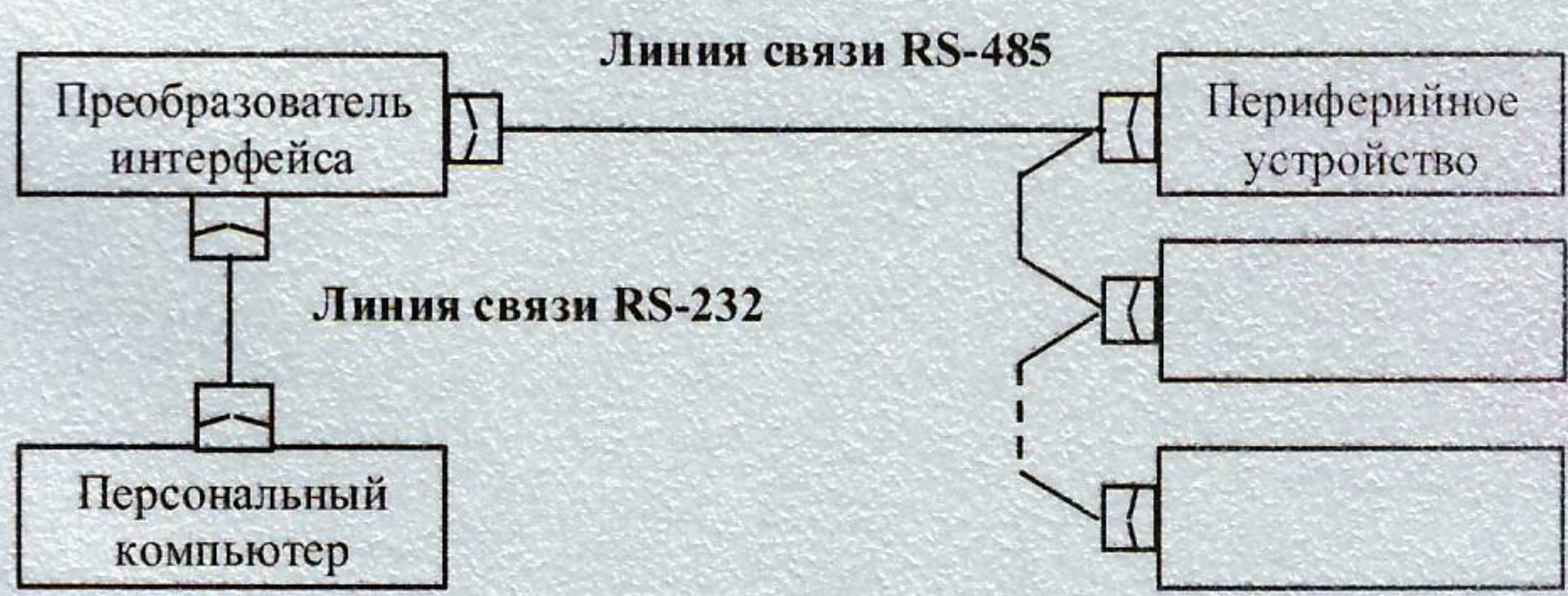


# КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИКЕ

Часть 5, раздел 1

В. И. Красов, В. Л. Паперный, С. Г. Федоров

## УПРАВЛЕНИЕ ВНЕШНИМИ УСТРОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ





УДК 53.072  
ББК 32.97:53  
К78

Печатается по решению учебно-методической комиссии  
физического факультета

Рецензенты:

доц. кафедры экспериментальной физики ИГУ,  
канд. физ.-мат. наук *Д. В. Иншаков*;  
зав. кафедрой радиоэлектроники и телекоммуникационных систем ИрГТУ,  
канд. физ.-мат. наук *А. Г. Ченский*

*Издание подготовлено при частичной поддержке  
Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного  
потенциала высшей школы (2009–2010 гг.)» (проект РНП.2.1.1./5955).*

**Красов В. И.**

К78 Управление внешними устройствами на основе  
микроконтроллеров : учеб. пособие / В. И. Красов, В. Л. Папер-  
ный, С. Г. Федоров. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009.  
– 97 с. – (Компьютерные технологии в физике. Ч. 5, разд. 1).

В компактной форме изложены принципы построения и функциони-  
рования систем «компьютер – внешнее устройство» на основе микрокон-  
троллера. Рассмотрен микроконтроллер одного из наиболее популярных се-  
мейств PIC. Пособие снабжено разработанными заданиями по созданию  
приложений для программирования внешнего устройства и управления  
внешним устройством через COM-порт компьютера. Предназначено для  
поддержки курса «Управление внешними устройствами на основе микрокон-  
троллеров», изучаемого на физическом факультете университета студентами  
специальностей 010701 «Физика» и 010801 «Радиофизика и электроника». Целью курса является знакомство с технологией создания систем управления  
современными экспериментальными комплексами, составной частью кото-  
рых являются различные устройства, выполненные на основе микроконтрол-  
леров. Полезно также для студентов, специализирующихся в области автома-  
тизации технологических процессов, управления средствами коммуникации,  
устройствами бытовой техники и т. п.

Библиогр. 5 назв. Табл. 17. Ил. 16.

УДК 53.072  
ББК 32.97:53

© Красов В. И., Паперный В. Л., Федоров С. Г., 2009  
© ГОУ ВПО «Иркутский государственный университет», 2009

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Связь компьютера с внешними устройствами .....</b>	<b>6</b>
1.1. Подключение внешних устройств .....	6
Контроллер устройства .....	7
1.2. Работа внешних устройств через прерывания .....	9
Контроллер прерываний .....	10
1.3. Типы связей с внешними устройствами .....	14
Параллельная связь. PCI-слоты расширения .....	14
Последовательная связь. Коммуникационные порты .....	15
Принципы организации последовательной связи .....	16
<b>Глава 2. COM-порт компьютера .....</b>	<b>18</b>
2.1. Протокол физического уровня RS-232 .....	18
Физическая среда передачи данных .....	18
Линии связи .....	19
Обмен данными .....	22
2.2. Контроллер COM-порта. Устройство и принцип работы .....	23
Входные регистры UART .....	25
2.3. Протокол RS-485. Создание локальной сети .....	28
2.4. Протоколы передачи данных по сети .....	32
Язык команд MODBUS .....	34
<b>Глава 3. Программирование COM-порта .....</b>	<b>38</b>
3.1. Прямое программирование контроллера UART .....	38
Инициализация COM-порта .....	39
Чтение из порта и запись в порт .....	42
Задания .....	43
3.2. Программирование в Windows .....	43
Функции WinAPI и типы данных для работы с COM-портом .....	43
Инициализация порта .....	46
Чтение из порта и запись в порт .....	46
Работа с портом в отдельном программном потоке .....	47
Специальные функции для работы с управляющими линиями .....	49
Задания .....	51
<b>Глава 4. Микроконтроллер – основной элемент управления внешним устройством .....</b>	<b>52</b>
4.1. Семейство микроконтроллеров PIC .....	53
Организация памяти .....	55
4.2. Регистры общего и специального назначения .....	58



<b>Глава 5. Программирование микроконтроллера.....</b>	<b>60</b>
5.1. Команды микроконтроллера.....	60
5.2. Основы программирования на Ассемблере .....	62
Среда программирования MPLAB .....	62
Программа на Ассемблере .....	62
5.3. Примеры программирования.....	64
Использование портов ввода-вывода.....	64
Организация задержек .....	66
Работа с АЦП.....	69
Работа с таймером .....	72
Прерывания.....	73
Задания .....	77
<b>Глава 6. Встроенный COM-порт микроконтроллера .....</b>	<b>79</b>
<b>6.1. Настройка USART .....</b>	<b>84</b>
6.2. Прием и передача данных .....	86
Задания .....	87
<b>Заключение.....</b>	<b>87</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>87</b>
<b>Приложение. Специальные регистры PIC16F887.....</b>	<b>88</b>
Регистр STATUS .....	88
Регистр ADCON0 .....	89
Регистр ADCON1 .....	90
Регистр ANSEL .....	90
Регистр ANSELH.....	90
Регистр INTCON .....	91
Регистр OPTION_REG.....	92
Регистр PIE1 .....	93
Регистр PIR1 .....	93
Регистр BAUDCTL .....	94
Регистр TXSTA .....	95
Регистр RCSTA .....	96

## Введение

В последнее время микроконтроллеры находят широкое применение в системах управления физическим экспериментом, устройств связи, транспортными средствами, бытовой техникой и т. д. Данное пособие предназначено для знакомства с основами программирования таких систем. Несмотря на большое число учебной литературы разного уровня, посвященной микроконтроллерам, пособие может быть полезным, в первую очередь, для студентов, не знакомых с основами работы цифровой техники, владеющих лишь основами программирования на языках Pascal или C. В настоящее время выпускается большое число микроконтроллеров разных типов, как общего применения, так и специализированных для решения конкретных задач. Здесь авторы ограничились рассмотрением лишь одного из наиболее популярных типов, на примере которого продемонстрированы основы технологии создания внешних устройств на основе микроконтроллеров, управляемых с помощью компьютера.

В первых трех главах пособия рассмотрена работа компьютерной части системы «компьютер – внешнее устройство», в частности, принципы построения таких систем и процедуры обмена данными с внешним устройством через COM-порт. Последние три главы посвящены непосредственно работе с микроконтроллером, описанию его устройства, функций, методике программирования, которое ведется на языке Ассемблера, как более простом и, вместе с тем, позволяющем осуществлять достаточно широкий набор функций.

В результате изучения данного курса студент получает представление о функционировании микроконтроллерных систем и приобретает навыки и умения по созданию программного обеспечения для управления такими системами. Кроме того, данное пособие содержит большой объем справочного материала по программированию микроконтроллеров и может быть полезным для проектировщиков внешних устройств.