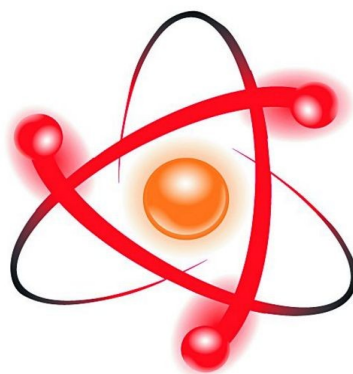


НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ



РТМТЛ-5

**РАБОТА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ С ПЭВМ.
СОГЛАСОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ.**

Тула, 2014 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

ИЗУЧЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ, ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАБОТЫ С ПК.

Цель работы: на примере микропроцессора AVR Atmega8535/16/32 изучить основные приёмы программирования, отладки и связи устройства с персональным компьютером.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Микроконтроллеры.

Микроконтроллер (англ. Micro Controller Unit, MCU) — микросхема, предназначенная для управления электронными устройствами. Типичный микроконтроллер сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств, содержит ОЗУ и (или) ПЗУ. По сути, это однокристалльный компьютер, способный выполнять простые задачи.

С появлением однокристалльных микро-ЭВМ связывают начало эры массового применения компьютерной автоматизации в области управления. По-видимому, это обстоятельство и определило термин «контроллер» (англ. controller— регулятор, управляющее устройство).

В связи со спадом отечественного производства и возросшим импортом техники, в том числе вычислительной, термин «микроконтроллер» (МК) вытеснил из употребления ранее использовавшийся термин «однокристалльная микро-ЭВМ».

Первый патент на однокристалльную микро-ЭВМ был выдан в 1971 году инженерам М. Кочрену и Г. Буну, сотрудникам американской Texas Instruments. Именно они предложили на одном кристалле разместить не только процессор, но и память с устройствами ввода-вывода.

В 1976 году американская фирма Intel выпускает микроконтроллер i8048. В 1978 году фирма Motorola выпустила свой первый микроконтроллер MC6801, совместимый по системе команд с выпущенным ранее микропроцессором MC6800. Через 4 года, в 1980 году, Intel выпускает следующий микроконтроллер: i8051. Удачный набор периферийных устройств, возможность гибкого выбора внешней или внутренней программной памяти и приемлемая цена обеспечили этому микроконтроллеру успех на рынке. С точки зрения технологии микроконтроллер i8051 являлся для своего времени очень сложным изделием— в кристалле было использовано 128 тыс. транзисторов, что в 4 раза превышало количество транзисторов в 16-разрядном микропроцессоре i8086.

На сегодняшний день существует более 200 модификаций микроконтроллеров, совместимых с i8051, выпускаемых двумя десятками компаний, и большое количество микроконтроллеров других типов.

Популярностью у разработчиков пользуются 8-битные микроконтроллеры PIC фирмы Microchip Technology и AVR фирмы Atmel, 16-битные MSP430 фирмы TI, а также 32-битные микроконтроллеры, архитектуры ARM, которую разрабатывает фирма ARM Limited и продаёт лицензии другим фирмам для их производства. Несмотря на популярность в России микроконтроллеров упомянутых выше, по данным Gartner Group от 2009 года мировой рейтинг по объёму продаж выглядит иначе: первое место с большим отрывом занимает Renesas Electronics на втором Freescale, на третьем Samsung, затем идут Microchip и TI, далее все остальные.

В СССР велись разработки оригинальных микроконтроллеров, также осваивался выпуск клонов наиболее удачных зарубежных образцов. В 1979 году в СССР НИИ ТТ разработали однокристалльную 16-разрядную ЭВМ K1801BE1, микроархитектура которой называлась «Электроника НЦ».

При проектировании микроконтроллеров приходится соблюдать баланс между размерами и стоимостью с одной стороны и гибкостью и производительностью с другой. Для разных приложений оптимальное соотношение этих и других параметров может различаться очень сильно. Поэтому существует огромное количество типов микроконтроллеров, отличающихся архитектурой процессорного модуля, размером и типом встроенной памяти, набором периферийных устройств, типом корпуса и т. д. В отличие от обычных компьютерных микропроцессоров, в микроконтроллерах часто используется гарвардская архитектура памяти, то есть раздельное хранение данных и команд в ОЗУ и ПЗУ соответственно.

Кроме ОЗУ, микроконтроллер может иметь встроенную энергонезависимую память для хранения программы и данных. Во многих контроллерах вообще нет шин для подключения внешней памяти. Наиболее дешёвые типы памяти допускают лишь однократную запись. Такие устройства подходят для массового производства в тех случаях, когда программа контроллера не будет обновляться. Другие модификации контроллеров обладают возможностью многократной перезаписи энергонезависимой памяти.

Неполный список периферии, которая может присутствовать в микроконтроллерах, включает в себя:

- универсальные цифровые порты, которые можно настраивать как на ввод, так и на вывод;
- различные интерфейсы ввода-вывода, такие как UART, I²C, SPI, CAN, USB, IEEE 1394, Ethernet;
- аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи;
- компараторы;
- широтно-импульсные модуляторы;
- таймеры;
- контроллеры бесколлекторных двигателей;
- контроллеры дисплеев и клавиатур;

- радиочастотные приемники и передатчики;
- массивы встроенной флеш-памяти;
- встроенный тактовый генератор и сторожевой таймер;

Ограничения по цене и энергопотреблению сдерживают также рост тактовой частоты контроллеров. Хотя производители стремятся обеспечить работу своих изделий на высоких частотах, они, в то же время, предоставляют заказчикам выбор, выпуская модификации, рассчитанные на разные частоты и напряжения питания. Во многих моделях микроконтроллеров используется статическая память для ОЗУ и внутренних регистров. Это даёт контроллеру возможность работать на меньших частотах и даже не терять данные при полной остановке тактового генератора. Часто предусмотрены различные режимы энергосбережения, в которых отключается часть периферийных устройств и вычислительный модуль.

Известные семейства

- MCS 51 (Intel)
- MSP430 (TI)
- ARM (ARM Limited)
 - ST Microelectronics STM32 ARM-based MCUs
 - Atmel Cortex, ARM7 и ARM9-based MCUs
 - Texas Instruments Stellaris MCUs
 - NXP ARM-based LPC MCUs
 - Toshiba ARM-based MCUs
 - Analog Devices ARM7-based MCUs
 - Cirrus Logic ARM7-based MCUs
 - Freescale Semiconductor ARM9-based MCUs
- AVR (Atmel)
 - ATmega
 - ATtiny
 - XMega
- PIC (Microchip)
- STM8 (STMicroelectronics)

Применение

Использование в современном микроконтроллере достаточного мощного вычислительного устройства с широкими возможностями, построенного на одной микросхеме вместо целого набора, значительно снижает размеры, энергопотребление и стоимость построенных на его базе устройств. Используются в управлении различными устройствами и их отдельными блоками:

- в вычислительной технике: материнские платы, контроллеры дисководов жестких и гибких дисков, CD и DVD, калькуляторах;
- электронике и разнообразных устройствах бытовой техники, в

которой используются электронные системы управления — стиральных машинах, микроволновых печах, посудомоечных машинах, телефонах и современных приборах;

В промышленности:

- устройств промышленной автоматики — от программируемого реле и встраиваемых систем до ПЛК,
- систем управления станками

В то время как 8-разрядные процессоры общего назначения полностью вытеснены более производительными моделями, 8-разрядные микроконтроллеры продолжают широко использоваться. Это объясняется тем, что существует большое количество применений, в которых не требуется высокая производительность, но важна низкая стоимость. В то же время, есть микроконтроллеры, обладающие большими вычислительными возможностями, например цифровые сигнальные процессоры.

Микроконтроллеры семейства AVR.

AVR — семейство восьмибитных микроконтроллеров фирмы Atmel. Год разработки — 1996. В AVR микроконтроллерах есть область (4 байта) которую называют Fuse Bits (фьюз биты), в которой хранится конфигурация микроконтроллера. У каждого AVR микроконтроллера есть свой набор Fuse Bits.

Микроконтроллеры (МК) выпускаются в нескольких корпусах рис. 1.1.



Рис. 1.1

Большинство МК имеют SPI интерфейс связи, по которому можно программировать (прошивать) микроконтроллер.

Для AVR микроконтроллеров существует множество компиляторов, например: BASCOM-AVR (Basic компилятор), Code Vision AVR (C (си) компилятор), WinAVR (компилятор C (си) и ассемблера) и т.д. В данной задаче по микроконтроллерам AVR будет использоваться компилятор Algorithm Builder.

Для того чтобы запрограммировать (прошить) микроконтроллер, необходим программатор. Программатор это устройство, которое связывает микроконтроллер и компьютер вместе. Компьютер с помощью специальной программы прошивает микроконтроллер указанной программой (прошивкой).

Отличительные особенности

К особенностям микроконтроллеров AVR семейства Mega можно отнести:

- FLASH-память программ объемом от 8 до 256 Кбайт (число циклов стирания/записи не менее 10 000);
- оперативная память (статическое ОЗУ) объемом от 512 байт до 8 Кбайт;
- память данных на основе ЭСППЗУ (EEPROM) объемом от 256 байт до 4 Кбайт (число циклов стирания/записи не менее 100 000);
- возможность защиты от чтения и модификации памяти программ и данных;
- возможность программирования непосредственно в системе через последовательные интерфейсы SPI и JTAG;
- возможность самопрограммирования;
- возможность внутрисхемной отладки в соответствии со стандартом IEEE 1149.1 (JTAG), а также наличие собственного однопроводного интерфейса внутрисхемной отладки debugWire);
- разнообразные способы синхронизации: встроенный RC-генератор с внутренней или внешней времязадающей RC-цепочкой, встроенный генератор с внешним кварцевым или пьезокерамическим резонатором, внешний сигнал синхронизации;
- наличие нескольких режимов пониженного энергопотребления;

Характеристики процессора

Основными характеристиками процессора микроконтроллеров AVR семейства Mega являются:

- полностью статическая архитектура, минимальная тактовая частота равна нулю;
- арифметико-логическое устройство (АЛУ) подключено непосредственно к регистрам общего назначения C2 регистра);
- большинство команд выполняются за один период тактового сигнала;
- векторная система прерываний, поддержка очереди прерываний;
- большое число источников прерываний (до 45 внутренних и до 32 внешних);
- наличие аппаратного умножителя.

Периферийные устройства

Микроконтроллеры семейства Mega имеют богатый набор периферийных устройств (ПУ):

- один или два 8-битных таймера/счетчика. Во всех моделях с двумя 8-битными таймерами/счетчиками один из них может работать в качестве часов реального времени (в асинхронном режиме);
- от одного до четырех 16-битных таймеров/счетчиков;
- сторожевой таймер;
- одно- и двухканальные генераторы 8-битного ШИМ-сигнала (один из режимов работы 8-битных таймеров/счетчиков);
- двух- и трехканальные генераторы ШИМ-сигнала регулируемой разрядности (один из режимов работы 16-битных таймеров/счетчиков). Разрешение формируемого сигнала может составлять от 1 до 16 бит;
- аналоговый компаратор;
- многоканальный 10-битный АЦП последовательного приближения, имеющий как несимметричные, так и дифференциальные входы;
- последовательный синхронный интерфейс SPI;
- последовательный двухпроводный интерфейс TWI (полный аналог интерфейса I²C);
- от одного до четырех полнодуплексных универсальных синхронных/асинхронных приемо-передатчиков (USART). В ряде моделей эти приемо-передатчики могут использоваться в качестве ведущего устройства шины SPI;
- универсальный последовательный интерфейс USI, который может использоваться в качестве интерфейса SPI или I²C. Кроме того, USI может использоваться в качестве полудуплексного UART или 4/12-битного счетчика.

Архитектура ядра

Ядро микроконтроллеров AVR семейства Mega выполнено по усовершенствованной RISC-архитектуре (enhanced RISC) (Рис. 1.2), в которой используется ряд решений, направленных на повышение быстродействия микроконтроллеров.

Арифметико-логическое устройство (АЛУ), выполняющее все вычисления, подключено непосредственно к 32 рабочим регистрам, объединенным в регистровый файл. Благодаря этому, АЛУ может выполнять одну операцию (чтение содержимого регистров, выполнение операции и запись результата обратно в регистровый файл) за такт. Кроме того, практически каждая из команд (за исключением команд, у которых одним из операндов является 16-битный адрес) занимает одну ячейку памяти программ.

В микроконтроллерах AVR реализована Гарвардская архитектура, характеризующаяся отдельной памятью программ и данных, каждая из которых имеет собственные шины доступа. Такая организация позволяет одновременно работать как с памятью программ, так и с памятью данных.

Разделение информационных шин позволяет использовать для каждого типа памяти шины различной разрядности, причем способы адресации и доступа к каждому типу памяти также различаются. В сочетании с двухуровневым конвейером команд такая архитектура позволяет достичь производительности в 1 MIPS на каждый МГц тактовой частоты.

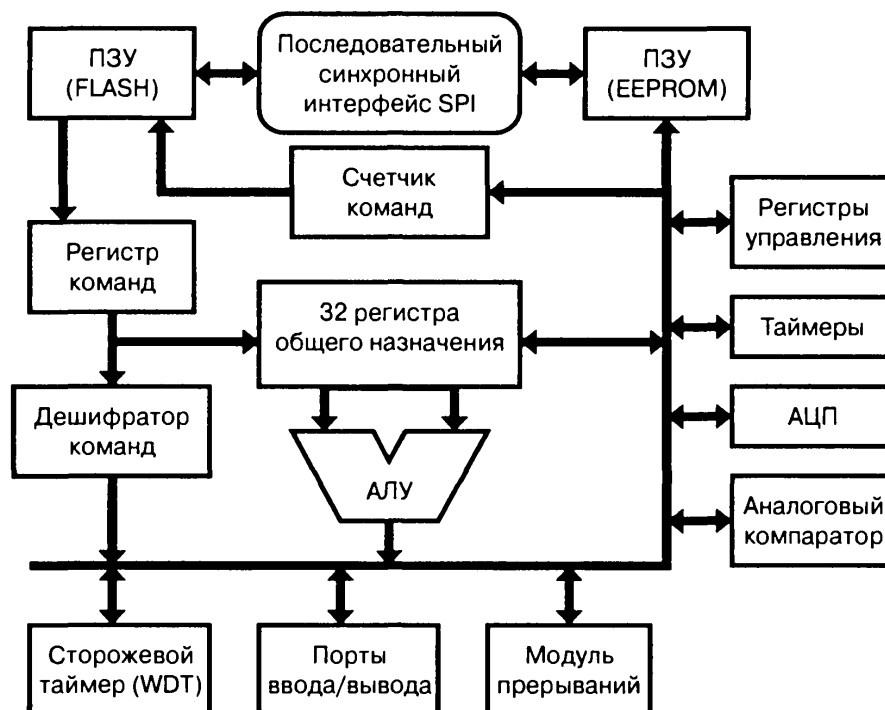


Рис. 1.2. Архитектура ядра микроконтроллеров AVR.

Микроконтроллеры ATmega8535, ATmega8535L (Рис. 1.3) — имеют FLASH-память программ объемом 8 Кбайт, ОЗУ объемом 512 байт и EEPROM-память данных объемом 512 байт. Выпускаются также в 44-выводном корпусе типа PLCC.

Описание выводов исследуемого микроконтроллера приведено в табл. 1.1.

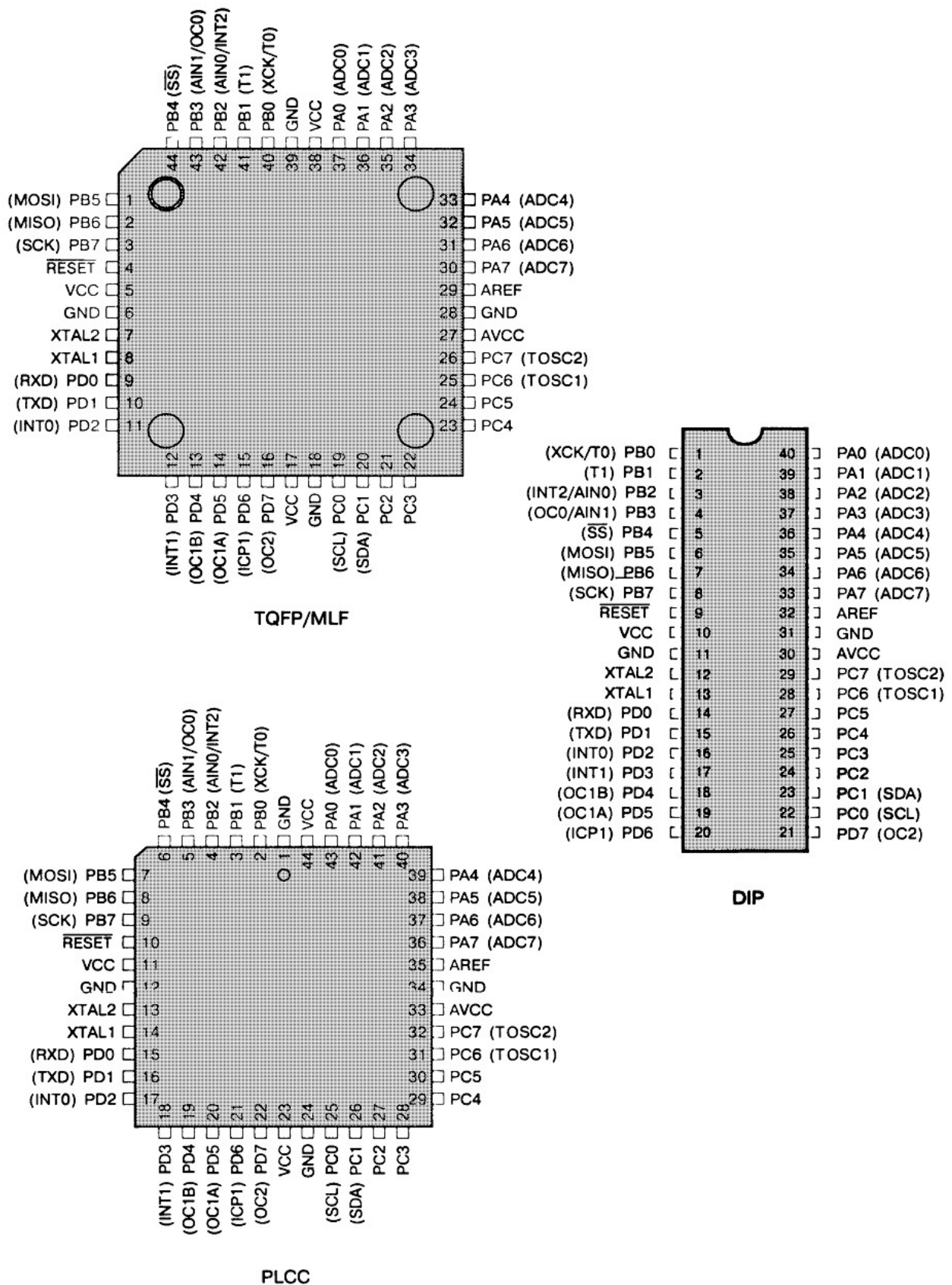


Рис. 1.3. Расположение выводов (вид сверху) моделей АТmega8535х

Таблица 1.1. Описание выводов моделей ATmega8535x

Обозначение	Номер вывода			Тип вывода	Описание
	DIP	TQFP MLF	PLCC		
XTAL1	13	8	14	I	Вход тактового генератора
XTAL2	12	7	13	O	Выход тактового генератора
RESET	9	4	10	I	Вход сброса
Порт А. 8-битный двунаправленный порт ввода/вывода с внутренними подтягивающими резисторами					
PA0 (ADC0)	40	37	43	I/O	0-й бит порта А Вход АЦП
PA1 (ADC1)	39	36	42	I/O	1-й бит порта А Вход АЦП
PA2 (ADC2)	38	35	41	I/O	2-й бит порта А Вход АЦП
PA3 (ADC3)	37	34	40	I/O	3-й бит порта А Вход АЦП
PA4 (ADC4)	36	33	39	I/O	4-й бит порта А Вход АЦП
PA5 (ADC5)	35	32	38	I/O	5-й бит порта А Вход АЦП
PA6 (ADC6)	34	31	37	I/O	6-й бит порта А Вход АЦП
PA7 (ADC7)	33	30	36	I/O	7-й бит порта А Вход АЦП
Порт В. 8-битный двунаправленный порт ввода/вывода с внутренними подтягивающими резисторами					
PB0 (T0/XCK)	1	40	2	I/O	0-й бит порта В Вход внешнего тактового сигнала таймера/счетчика T0 Вход/выход внешнего тактового сигнала USART
PB1 (T1)	2	41	3	I/O	1-й бит порта В Вход внешнего тактового сигнала таймера/счетчика T1
PB2 (AIN0/INT2)	3	42	4	I/O	2-й бит порта В Неинвертирующий вход компаратора Вход внешнего прерывания
PB3 (AIN1/OC0)	4	43	5	I/O	3-й бит порта В Инвертирующий вход компаратора Выход таймера/счетчика T0

Обозначение	Номер вывода			Тип вывода	Описание
	DIP	TQFP MLF	PLCC		
PB4 ($\overline{SS}$)	5	44	6	I/O	4-й бит порта B Выбор Slave-устройства на шине SPI
PB5 (MOSI)	6	1	7	I/O	5-й бит порта B Выход (Master) или вход (Slave) данных модуля SPI
PB6 (MISO)	7	2	8	I/O	6-й бит порта B Вход (Master) или выход (Slave) данных модуля SPI
PB7 (SCK)	8	3	9	I/O	7-й бит порта B Выход (Master) или вход (Slave) тактового сигнала модуля SPI
Порт C. 8-битный двунаправленный порт ввода/вывода с внутренними подтягивающими резисторами					
PC0 (SCL)	22	19	25	I/O	0-й бит порта C Вход/выход тактового сигнала модуля TWI
PC1 (SDA)	23	20	26	I/O	1-й бит порта C Вход/выход данных модуля TWI
PC2	24	21	27	I/O	2-й бит порта C
PC3	25	22	28	I/O	3-й бит порта C
PC4	26	23	29	I/O	4-й бит порта C
PC5	27	24	30	I/O	5-й бит порта C
PC6 (TOSC1)	28	25	31	I/O	6-й бит порта C Вывод для подключения резонатора к таймеру/счетчику T2
PC7 (TOSC2)	29	26	32	I/O	7-й бит порта C Вывод для подключения резонатора к таймеру/счетчику T2
Порт D. 8-битный двунаправленный порт ввода/вывода с внутренними подтягивающими резисторами					
PD0 (RXD)	14	9	15	I/O	0-й бит порта D Вход USART
PD1 (TXD)	15	10	16	I/O	1-й бит порта D Выход USART
PD2 (INT0)	16	11	17	I/O	2-й бит порта D Вход внешнего прерывания

Обозначение	Номер вывода			Тип вывода	Описание
	DIP	TQFP MLF	PLCC		
PD3 (INT1)	17	12	18	I/O	3-й бит порта D Вход внешнего прерывания
PD4 (OC1B)	18	13	19	I/O	4-й бит порта D Выход В таймера/счетчика T1
PD5 (OC1A)	19	14	20	I/O	5-й бит порта D Выход А таймера/счетчика T1
PD6 (ICP1)	20	15	21	I/O	6-й бит порта D Вход захвата таймера/счетчика T1
PD7 (OC2)	21	16	22	I/O	7-й бит порта D Выход таймера/счетчика T2
AREF	32	29	35	P	Вход опорного напряжения для АЦП
AVCC	30	27	33	P	Вывод источника питания АЦП
VCC	10	5, 17, 38	11, 23, 44	P	Вывод источника питания
GND	11, 31	6, 18, 28, 39	12, 24, 34, 1	P	Общий вывод

Программирование микроконтроллеров.

Учебная графическая среда для разработки программного обеспечения для микроконтроллеров с архитектурой AVR фирмы ATMEL.

Среда Algorithm Builder

Среда предназначена для производства полного цикла разработки начиная от ввода алгоритма, включая процесс отладки и заканчивая программированием кристалла рис. 2.1. Разработка программы может быть как на уровне ассемблера, так и на макроуровне с манипуляцией многобайтными величинами со знаком.

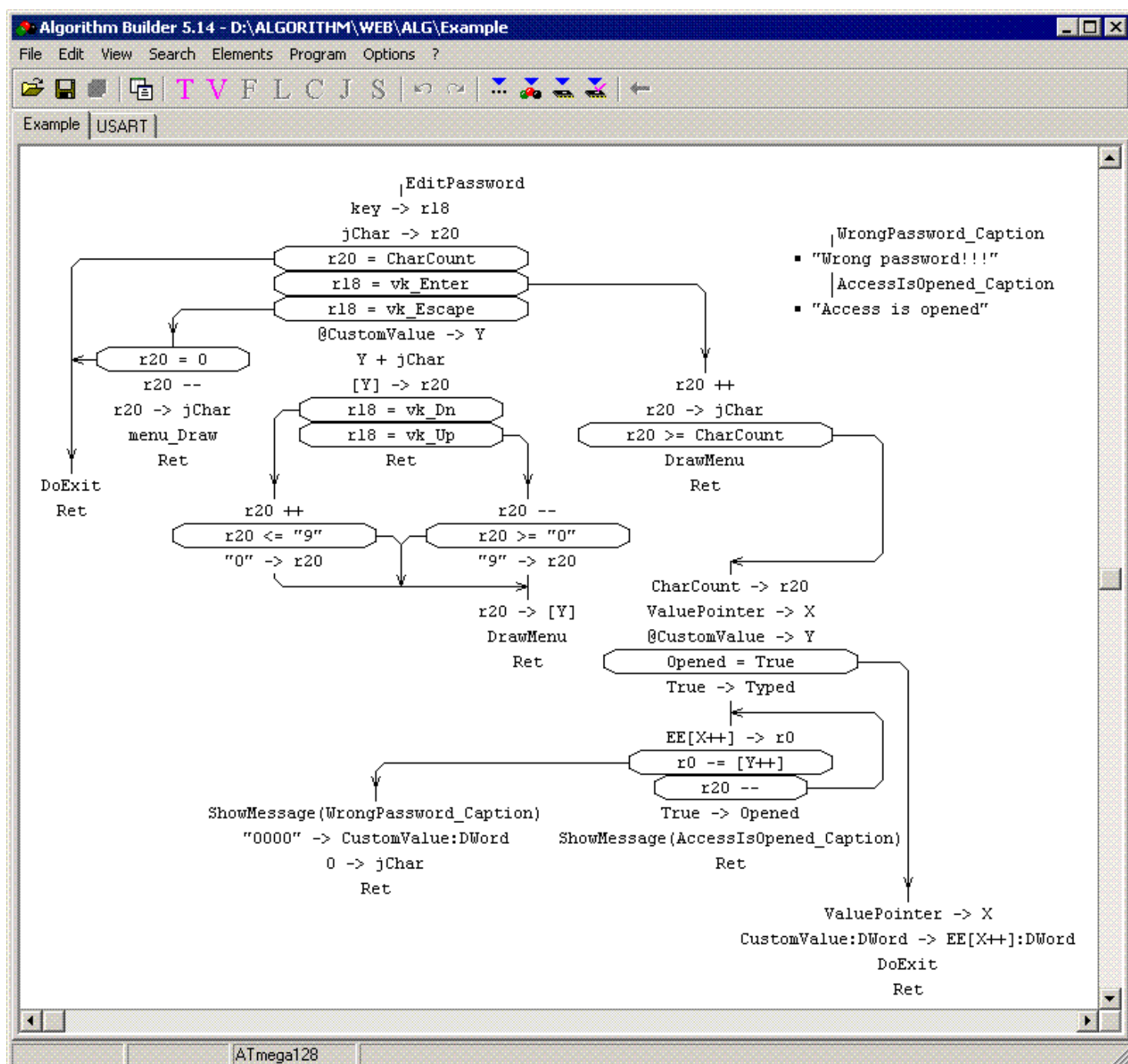


Рис. 2.1. Учебная среда программирования микроконтроллеров.

В отличие от классического ассемблера программа вводится в виде алгоритма с древовидными ветвлениями и отображается на плоскости, в двух измерениях. Сеть условных и безусловных переходов отображается графически, в удобной векторной форме. Это к тому же освобождает программу от бесчисленных имен меток, которые в классическом ассемблере являются неизбежным балластом. Вся логическая структура программы становится наглядной.

Графические технологии раскрывают новые возможности для программистов. Визуальность логической структуры уменьшает вероятность ошибок и сокращает сроки разработки.

Для настройки периферийных устройств (таймеры, UART, ADC, SPI и т.д.) предусмотрен специальный элемент алгоритма - "настройщик" с раскрывающимся оконным интерфейсом. В нем достаточно выбрать необходимые параметры работы устройства, а набор инструкций, обеспечивающих эти параметры, сформирует компилятор (в правой части окна) рис. 2.2

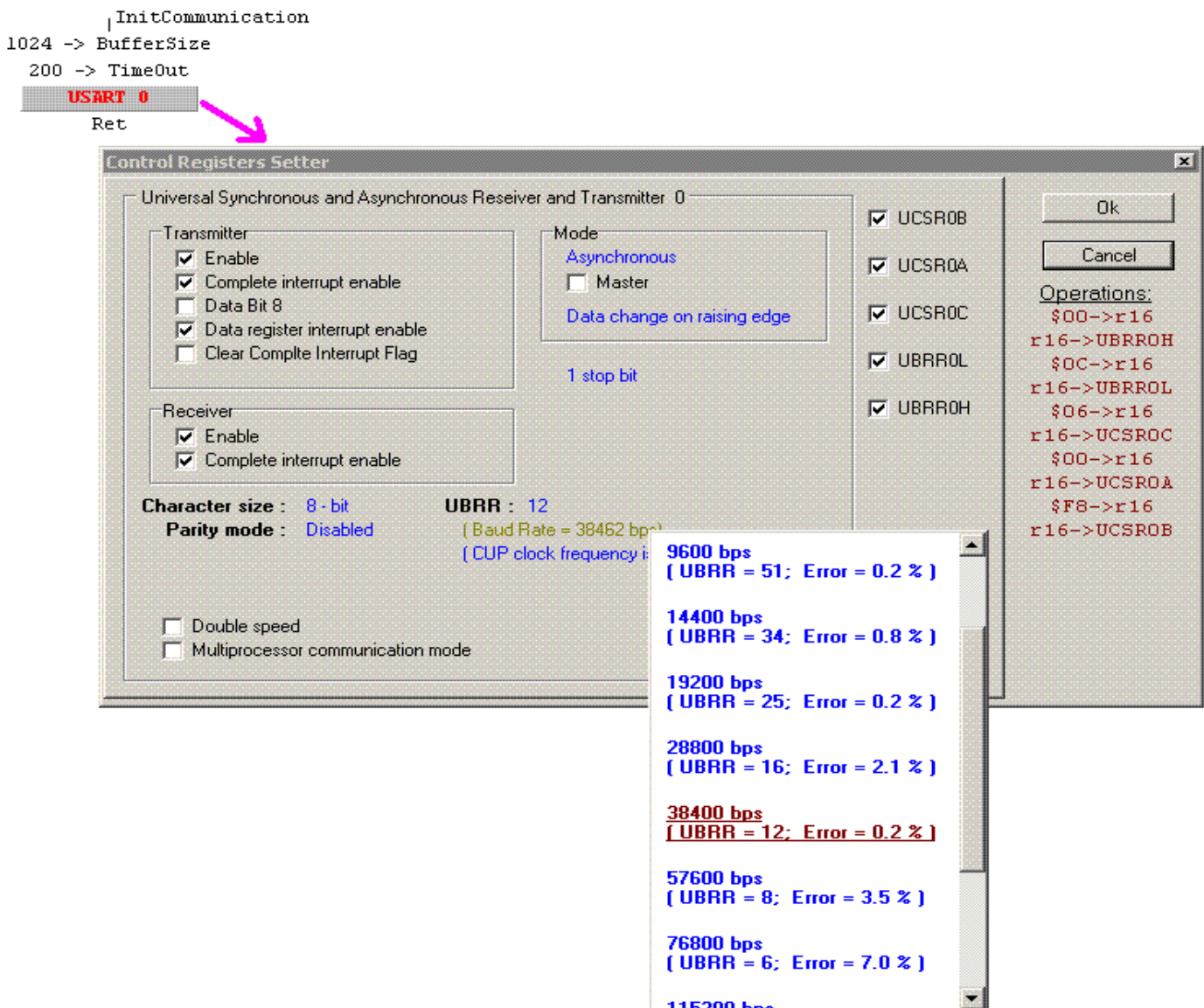


Рис. 2.2. Настройка периферийных устройств.

Поддерживается автоматическая перекодировка строк ANSI-кодов Windows в коды русифицированного буквенно-цифрового ЖКИ.

Среда объединяет в себе графический редактор, компилятор алгоритма, симулятор микроконтроллера, внутрисхемный программатор.

При использовании внутрисхемного программатора микроконтроллер подключается к СОМ порту компьютера через несложный адаптер (три диода и несколько резисторов). Программатор ведет подсчет числа перепрограммирований кристалла, сохраняя счетчик непосредственно в кристалле.

Algorithm Builder обеспечивает мониторную отладку на кристалле (On Chip debug) которая позволяет наблюдать содержимое реального кристалла в заданной точке останова. При этом, для связи микроконтроллера с компьютером используется только один вывод, причем по выбору пользователя. Мониторная отладка может быть применена к любому типу кристалла, имеющего SRAM.

Среда предназначена для работы в ОС Windows 95-Windows 8.1 (32/64 bit).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Прибора и оборудование.

Комплекс лабораторных работ по исследованию связи микроконтроллеров AVR с персональным компьютером выполняется на учебном макетном лабораторном комплексе РТМТЛ-5.

На передней крышке прибора закреплена отладочная плата, содержащая исследуемый микропроцессор (Atmega8535); резистивно-диодный последовательный (работающий по интерфейсу RS232 через COM-порт ПК) программатор; обвязку микроконтроллера согласно паспортным данным; набор из 4 кнопок без фиксации нормально разомкнутых (кнопка нажата — замкнуто; отжата — разомкнуто), подключенных к выводам 16 — 19 (рис. 3.3); набор из 3 кнопок с фиксацией нормально разомкнутых (кнопка нажата — замкнуто; отжата — разомкнуто), подключенных к выводам 33 — 35; 2 потенциометра (переменных резистора), подключенных средними точками к выводу 40 микроконтроллера и выводу 39 соответственно; а также кнопку с фиксацией «RESET», при нажатии которой вывод RESET кристалла соединяется с корпусом схемы. Для регулировки контрастности дисплея к выводу VEE ЖК индикатора подключен средней точкой переменный резистор R_k . Для связи учебного стенда с ПК (передача данных) используется микросхема типа MAX232 (рис. 3.1) и разъем «ДАННЫЕ», расположенный на задней крышке

Схема связи микроконтроллера AVR с платой mini-ITX через COM порт (RS-232)

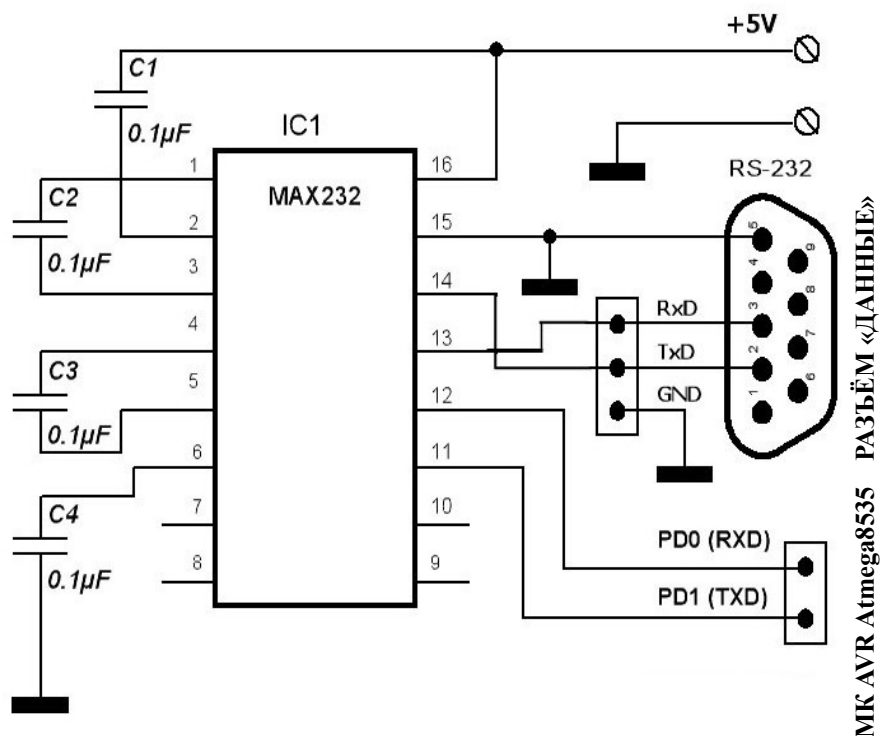


Рис. 3.1. Связь микроконтроллера с COM портом ПК через микросхему MAX232.

прибора. Для программирования прибора используется разъем «ПРОГРАММАТОР». При этом «ПРОГРАММАТОР» следует подключать к COM – порту ПЭВМ **ТОЛЬКО** проводом типа COM 9m/9f («мама» - «папа»), разъем «ДАННЫЕ» может быть подключен непосредственно как к COM порту ПК проводом COM 9m/9f («мама» - «папа»), так и к USB порту ПК через переходник USB-COM (RS232), собранный на микросхеме Prologic PL2303 (либо аналог.) рис. 3.2.

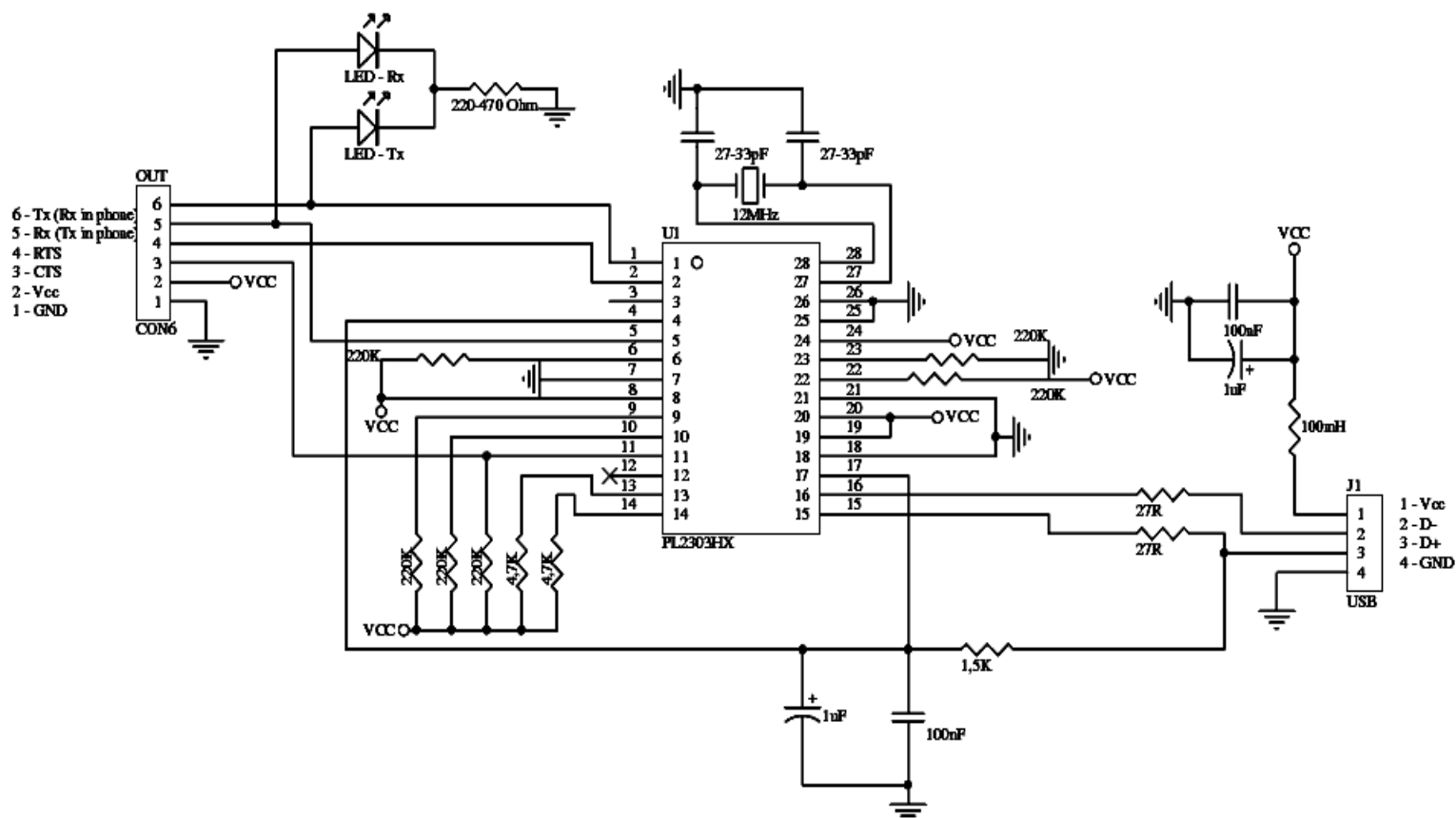


Рис. 3.2. Переходник USB-COM (RS232), собранный на микросхеме Prologic PL2303 (микросхема внутри кабеля USB – COM).

Принципиальная электрическая схема прибора приведена на рис. 3.3.

Демонстрационные примеры готовых программ, на основе которых могут быть построены задания по программированию микроконтроллера, приведены в папке Examples_RTMTL-5.

1) **Пример 1.** В примере используется потенциометр, подключенный средней точкой к выводу RA0 (вывод 40). При нажатой кнопке с фиксацией S7, подключенной к выводу RA5 микроконтроллера, АЦП микроконтроллера измеряет напряжение на средней точке потенциометра. В верхней строке ЖК индикатора выводится измеренный код АЦП от 0 до 1023 (10 — бит АЦП). При отжатой кнопке S7, данные по RS232 подаются на COM-порт установки (ВЫХОД ДАННЫЕ). Уровень выходного сигнала предварительно изменяется микросхемой MAX232 с +5 В (USART МК) до двухполярного ± 15 В,

соответствующего интерфейсу RS232.

2) **Пример 2.** Режим передачи соответствует предыдущему примеру. Для демонстрации приема данных с ПК добавлена возможность приема последовательности байт данных с компьютера по интерфейсу RS232 с одновременным отображением принятых байт в левом верхнем углу ЖК индикатора.

3) **Пример 3.** В данном примере в верхней строчке ЖК индикатора выводятся измеренные значения напряжения с потенциометров, подключенных к выводам PA0 (R1) и PA1 (R2) микроконтроллера в кодах АЦП. В нижней строчке выводятся логические состояния кнопок с фиксацией и без фиксации (кнопка нажата — 1, кнопка отжата — 0). По интерфейсу RS232 передачи нет.

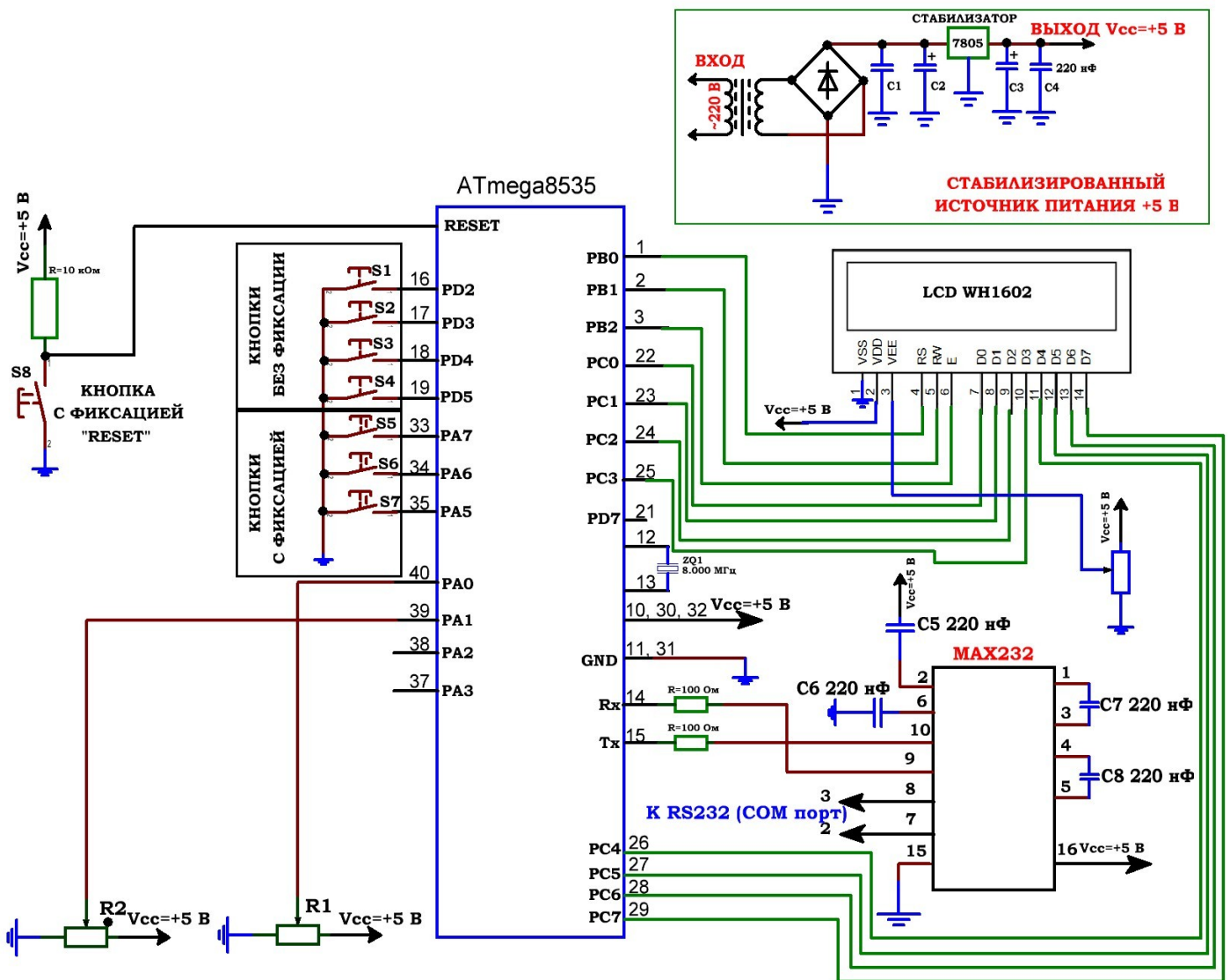


Рис. 3.3. Принципиальная электрическая схема учебного стенда для изучения микроконтроллеров серии Atmega8535.

4) **Пример 4.** Исходный код тестовой программы для ПК для контроля приема и передачи данных по интерфейсу RS232 (используется среда Lazarus).

Среда программирования LAZARUS IDE.

Free Pascal Compiler (часто применяется сокращение FPC) это свободно распространяемый компилятор языка Паскаль с открытыми исходными кодами, распространяется на условиях GNU General Public License (GNU GPL). Он совместим с Borland Pascal 7 и Object Pascal – Delphi, но при этом обладает рядом дополнительных возможностей, например, поддерживает перегрузку операторов. FPC — кроссплатформенный инструмент, поддерживающий огромное количество платформ. Среди них — AmigaOS, DOS, Linux, *BSD, OS/2, MacOS(X) и Win32.

Free Pascal Compiler имеет свою собственную интегрированную среду разработки. Применяется также аббревиатура IDE (Integrated Development Environment). Среда имеет текстовый интерфейс очень похожий на интерфейс Turbo Pascal 7.0.

В 1999 г. три человека - Cliff Baeseman, Shane Miller и Michael A. Hess. предприняли попытку написать бесплатную графическую среду для бесплатного компилятора FPC. Проект получает название Lazarus (рис. 3.4). На сегодняшний день следует признать, что идея оказалась весьма плодотворной потому, что среда существует и развивается и поныне.

Lazarus это бесплатный инструмент разработки с открытым кодом. IDE Lazarus представляет собой среду с графическим интерфейсом для быстрой разработки программ, аналогичную Delphi, и базируется на оригинальной кроссплатформенной библиотеке визуальных компонентов LCL (Lazarus Component Library), совместимых с VCL Delphi. В состав IDE входят и не визуальные компоненты. В принципе такого набора достаточно для создания программ с графическим интерфейсом и приложений, работающих с базами данных и Интернетом.

Для работы с интерфейсом RS232 в среде Lazarus используется дополнительный компонент Com Port Library (CportLibrary), который должен быть установлен и интегрирован в среду.

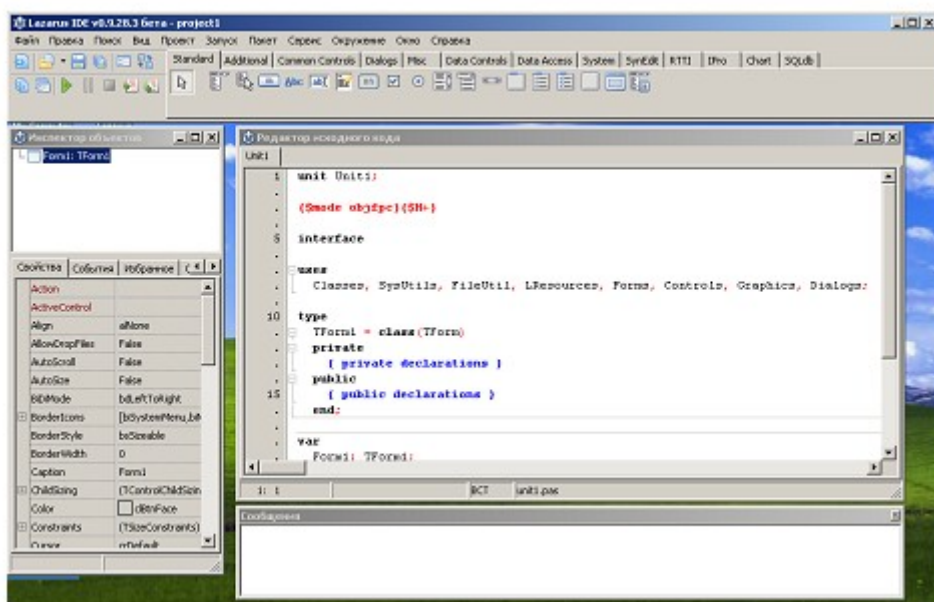


Рис. 3.4. Вид IDE Lazarus в Windows.

Порядок выполнения.

1. Перед включением установки в сеть проверить целостность всех соединительных сигнальных и сетевых проводов. Все работы по подключению комплекса к компьютеру следует выполнять только при отключенных от сети приборах. Разобраться с принципиальными блок-схемами опытов, в назначении кнопок, переключателей и ручек прибора.
2. **Перед выполнением работы следует изучить инструкцию по работе с учебной средой программирования Algorithm Builder, Lazarus IDE, а также ознакомиться с полным методическим руководством по микроконтроллерам семейства AVR и паспортами на используемые ЖК LCD индикаторы.**
3. Соединить монитор с системным блоком ПЭВМ, подключить клавиатуру и мышь к системному блоку используя стандартные провода для подключения. Подключить системный блок ПЭВМ и монитор к сети ~220 В.
4. Загрузить операционную систему согласно стандартным процедурам загрузки.
5. При необходимости, настроить компьютер для работы с учебной установкой и программной средой Algorithm Builder.
6. Запустить программу Algorithm Builder для работы с учебной установкой для данного эксперимента пользуясь ярлыком на рабочем столе либо другим способом, указанным лаборантом. **Для работы можно воспользоваться комплексной программной оболочкой LabVisual для PTMTЛ-1-5.**
6. Подключить разъем «ПРОГРАММАТОР» учебного прибора к COM – пор-

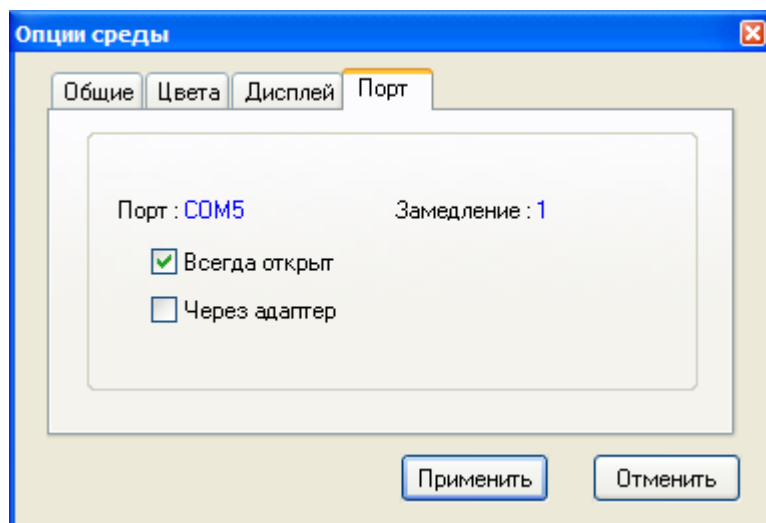


Рис. 4.1

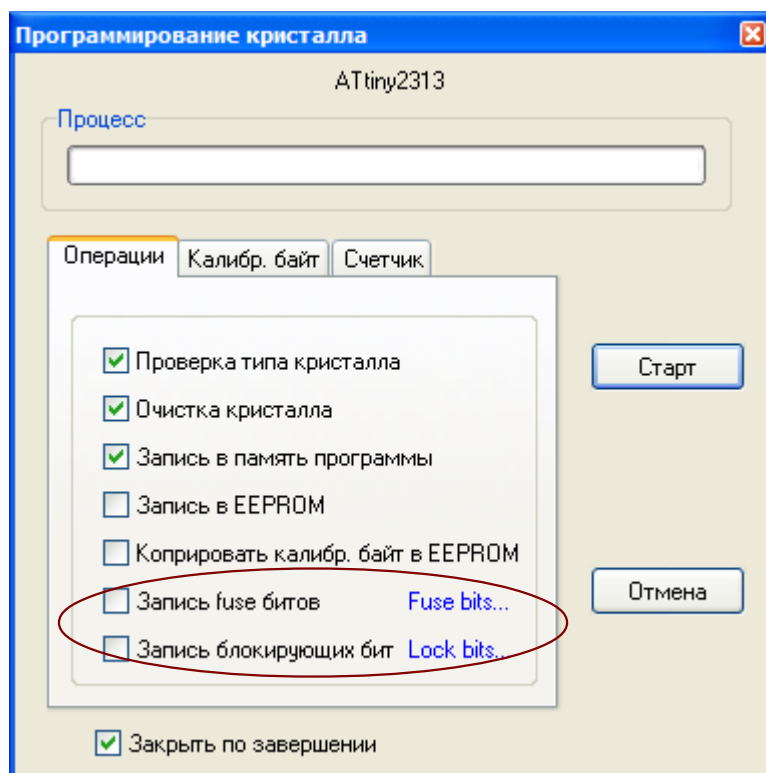


Рис. 4.2

- ту ПЭВМ проводом типа COM 9m/9f («мама» - «папа»)
7. Настроить программу Algorithm Builder для работы с данным COM портом ОПЦИИ-ОПЦИИ СРЕДЫ-ПОРТ рис. 4.1.
 8. Для подробных инструкций следует обращаться к методическому руководству по среде Algorithm Builder.
 9. Загрузить Пример 1 (папка 1) в среду Algorithm Builder (ФАЙЛ-ОТКРЫТЬ-ВЫБРАТЬ ФАЙЛ *.alp).
 10. «Прошить» тестовую программу в кристалл. Для этого нажать кнопку «ЗАПУСК С КРИСТАЛЛОМ», при этом откроется диалог программирования кристалла рис. 4.2. **Перед прошивкой следует нажать кнопку с фиксацией «RESET» на учебном приборе.**
 11. Перед нажатием кнопки «СТАРТ» следует внимательно проверить положения флажков установки программатора рис. 4.2. **Особенно внимательно следует отнестись к опциям «ЗАПИСЬ Fuse bit» и «ЗАПИСЬ блокирующих бит». ФЛАЖКИ ЭТИХ ОПЦИЙ ОБЯЗАТЕЛЬНО ДОЛЖНЫ БЫТЬ СНЯТЫ, Т. К. НЕ ПРАВИЛЬНО ПРОШИТЫЕ FUSE БИТЫ МОГУТ ПРИВЕСТИ К ДАЛЬНЕЙШЕЙ НЕВОЗМОЖНОСТИ РАБОТЫ С ДАННЫМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ!**
 12. **Отжать кнопку RESET и проверить работу тестовой программы.**
 13. Загрузить примеры 2 — 3 из соответствующих папок и прошить в кристалл каждую из тестовых программ.
 14. При работе примеров 1 — 2 следует соединить разъём «ДАННЫЕ» с ПК. Подключение может быть произведено непосредственно как к COM порту ПК проводом COM 9m/9f («мама» - «папа», тем же, что вы использовали для программирования), так и к USB порту ПК через переходник USB-COM (RS232).
 15. При подключении разъёма «ДАННЫЕ» через переходник USB-COM (RS232) в системе в диспетчере устройств появляется виртуальный COM-порт рис. 4.3.
 16. Перед дальнейшей работы следует выяснить и запомнить номер виртуального COM-порта, присвоенного системой (в примере рис. 4.3 COM33)

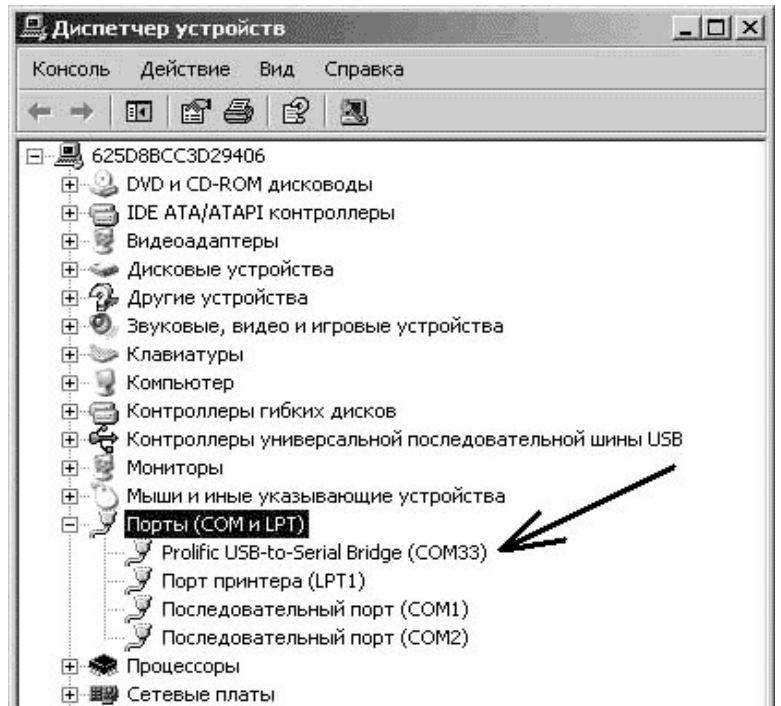


Рис. 4.3

17. Для анализа данных приходящих на СОМ порт ПК, а также для отправки байт управления на учебный стенд удобно использовать программу «ТЕРМИНАЛ» или аналогичную для работы с СОМ – портом рис. 4.4.

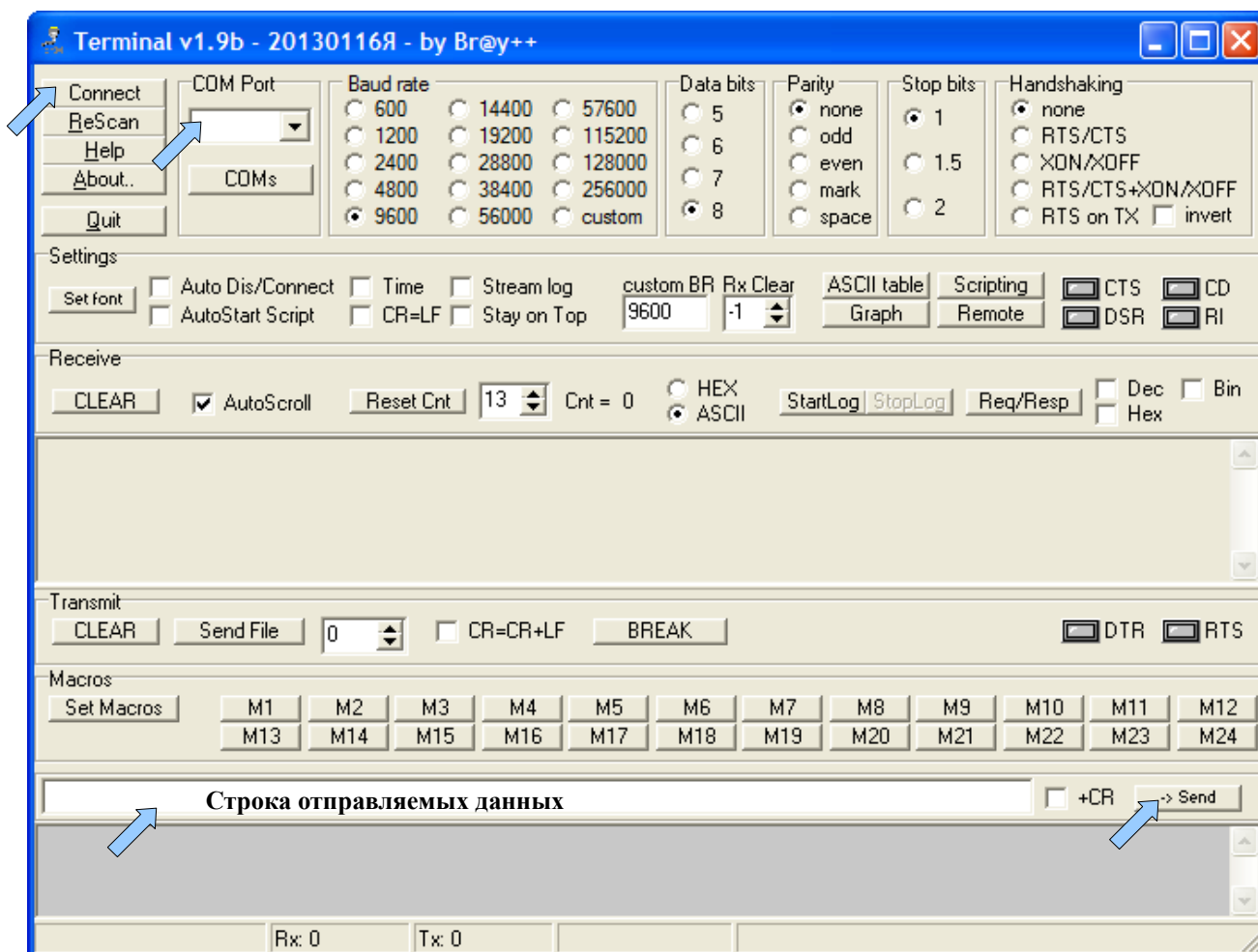


Рис. 4.4

18. В программе следует выбрать СОМ порт (либо виртуальный СОМ порт), к которому подключен разъём «ДАННЫЕ» и нажать кнопку «Connect».
19. Принятые байты данных можно наблюдать в окне терминала, для отправки байтов следует записать отправляемые данные в строку для отправки и нажать кнопку ->Send.
20. Исходя из готовых примеров составить собственные программы в среде Algorithm Builder.
21. На основании Примеров 1 — 3 можно составить программы, изменив, например, действия, осуществляемые кнопками S1-S7. Можно изменить отображение информации на ЖК индикаторе, использовать потенциометр, подключенный к другому выводу микроконтроллера, проводить различные операции с микроконтроллером и тестировать прием и передачу данных по интерфейсу RS232 с ПК.
22. При выполнении примеров 1 — 2 по взаимодействию микроконтроллера с ПК рекомендуется также самостоятельно составить прикладную про-

грамму для ПК на любом доступном языке программирования для контроля принятых данных с микроконтроллера. В **примере 4** приводится тестовая программа, написанная на языке Паскаль в свободно распространяемой среде программирования Lazarus IDE (аналог Delphi IDE). Для работы среды Lazarus IDE с интерфейсом RS232 используется компонент SportLibrary, который должен быть предварительно установлен и интегрирован с среду.

23. По окончании работы выключить компьютер, нажав на кнопку, находящуюся в крайнем нижнем левом углу экрана. Из доступных действий выбрать «ВЫХОД»--> «ВЫКЛЮЧИТЬ КОМПЬЮТЕР».
24. Отключить установку от сети, поставив переключатели «СЕТЬ» на панели установки в положение «ВЫКЛ» и вынуть сетевые вилки из розеток.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. Клингман Э. Проектирование микропроцессорных систем. М.: Мир. 1988. - 575с.
2. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах.
3. Трамперт В. AVR-RISK микроконтроллеры.: Пер. с нем. – К.: «МК-ПРЕСС», 2006.-464с., ил.
4. Ю.А.Шпак. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров. – К.: «МК-ПРЕСС», 2006.-400с., ил.
5. Якубовский С.В. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. М.: Радио и связь. 1990.
6. Токхейм Р. Основы цифровой электроники. Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. – 390 с.
7. Шилов В.Л. Популярные цифровые микросхемы. – М.: Радио и связь, 1990. –350 с.
8. Бирюков С.А. Цифровые устройства на МОП-интегральных микросхемах - М.: Радио и связь. 1992 (1996).
9. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. Полный курс: учебник для вузов. - М.: Горячая линия, 1999 (2000, 2005). – 768 с.
- 10.Алексенко А.В., Шагуров И.И. Микросхемотехника.– М.: Радио и связь, 1990 (1982).
- 11.Большие интегральные схемы ЗУ./ Под ред. А.Ю. Гордонова, Ю.Н. Дьякова. Справочное пособие. – М: Радио и связь, 1990. – 286 с.
- 12.Федорков Б.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: Функционирование, параметры, применение. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
- 13.Гилмор Ч. Введение в микропроцессорную технику. Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.

**ДЛЯ СВОБОДНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»**