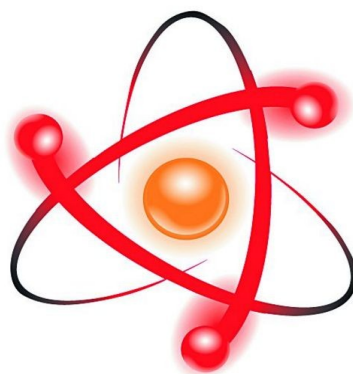


НПО УЧЕБНОЙ ТЕХНИКИ «ТУЛАНАУЧПРИБОР»

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ



РТМТЛ-2

**ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ. ИЗУЧЕНИЕ
АРХИТЕКТУРЫ, ПРОГРАММИРОВАНИЯ И
ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ
СИСТЕМ**

Тула, 2013 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 изучить основные приёмы программирования, отладки и связи устройства с персональным компьютером.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ.

Микроконтроллеры.

Микроконтрoллер (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.

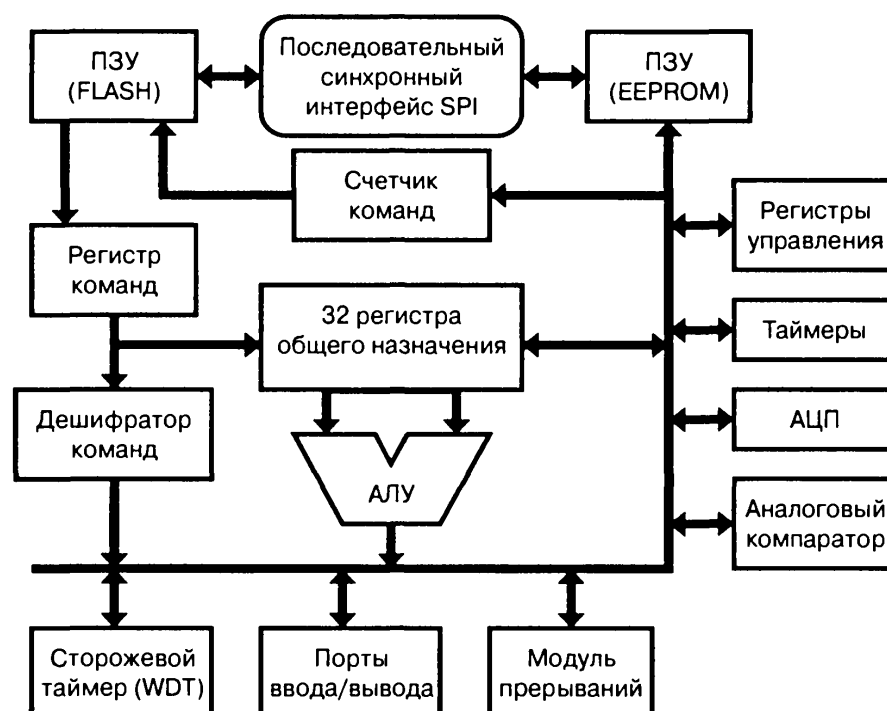


Рис. 1.2. Архитектура ядра микроконтроллеров AVR.

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.

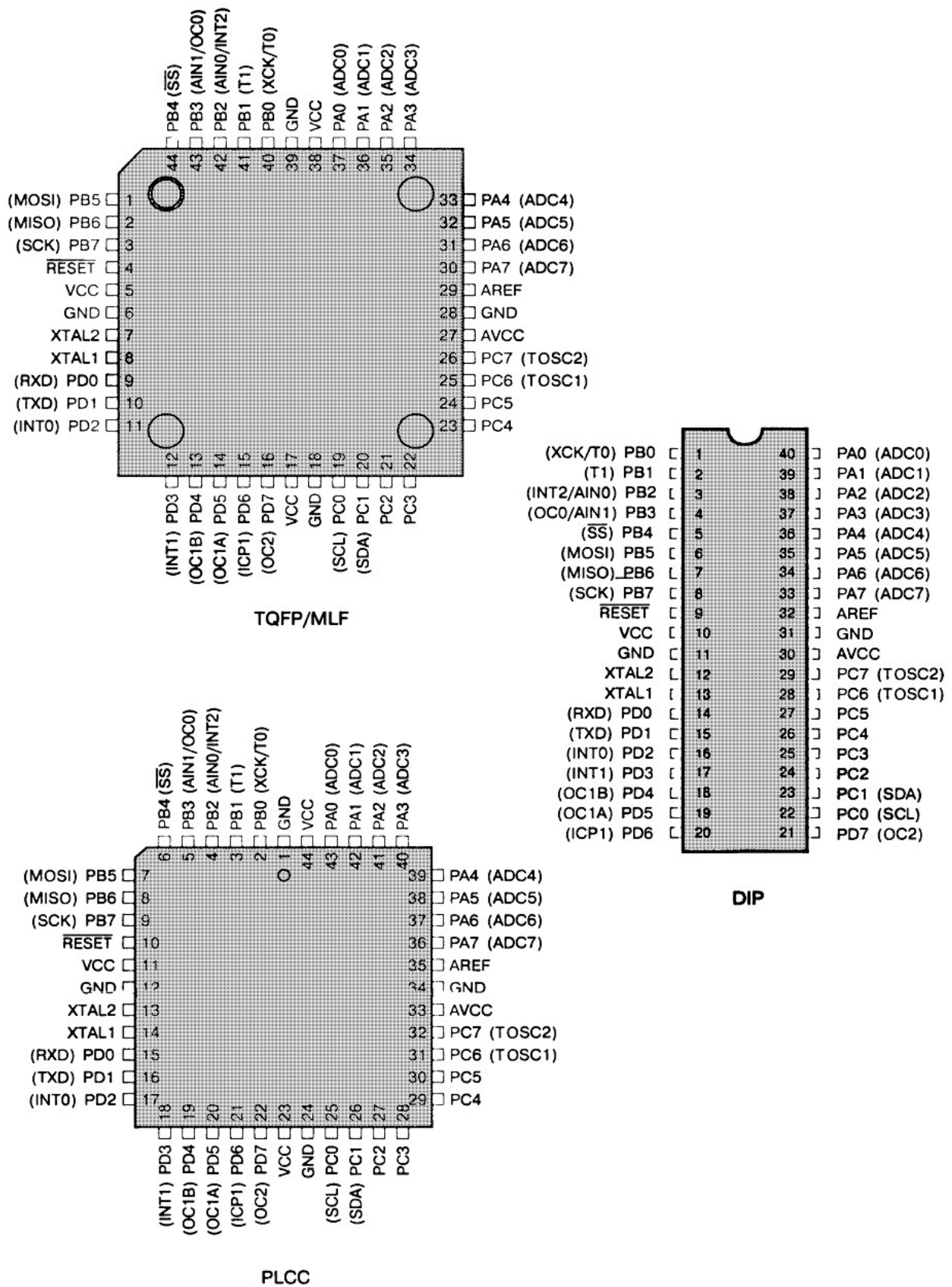


Рис. 1.3. Расположение выводов (вид сверху) моделей АТmega8535х

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.

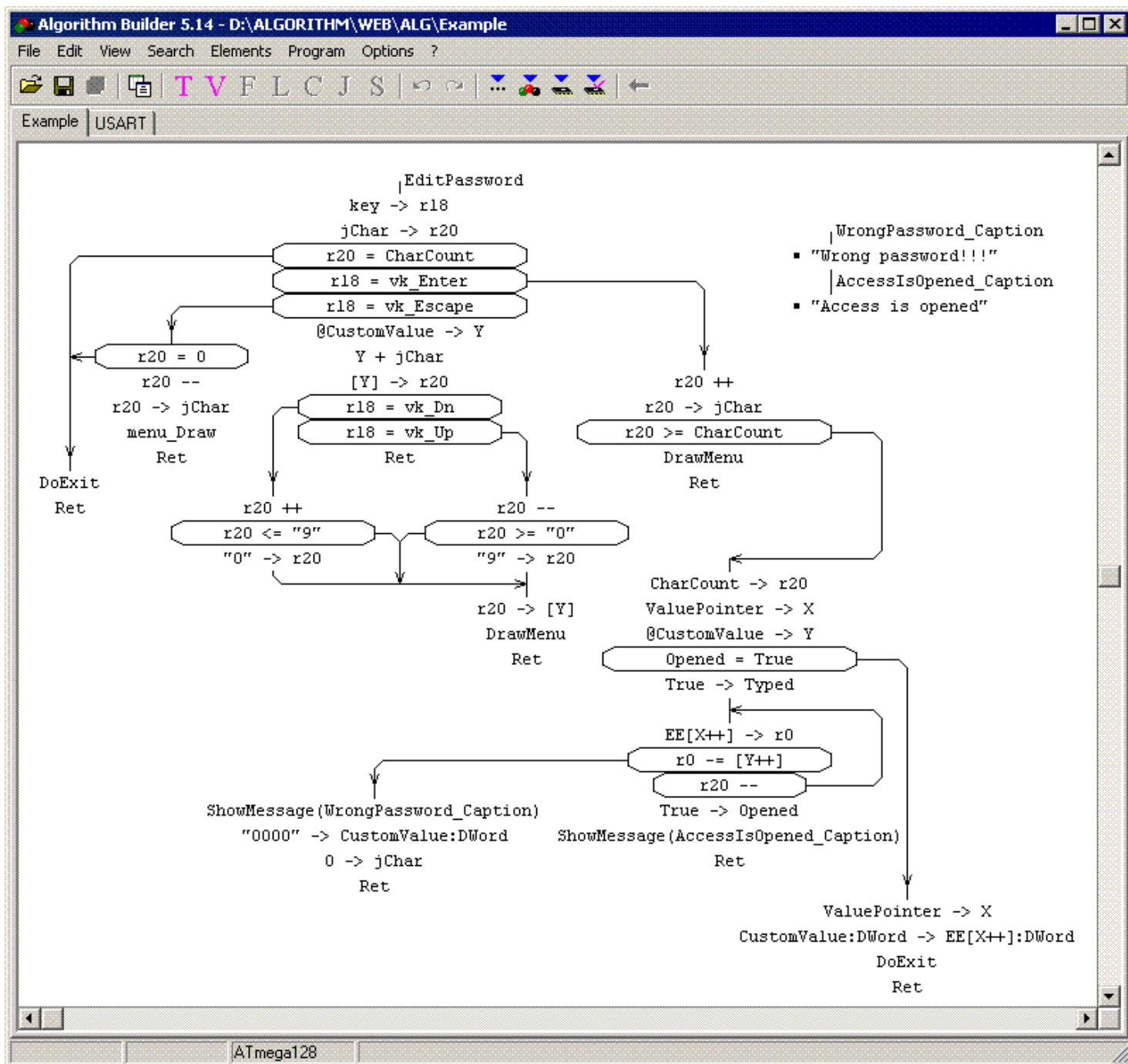


Рис. 2.1. Учебная среда программирования микроконтроллеров.

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

```

InitCommunication
1024 -> BufferSize
200 -> Timeout
USART 0
Ret

```

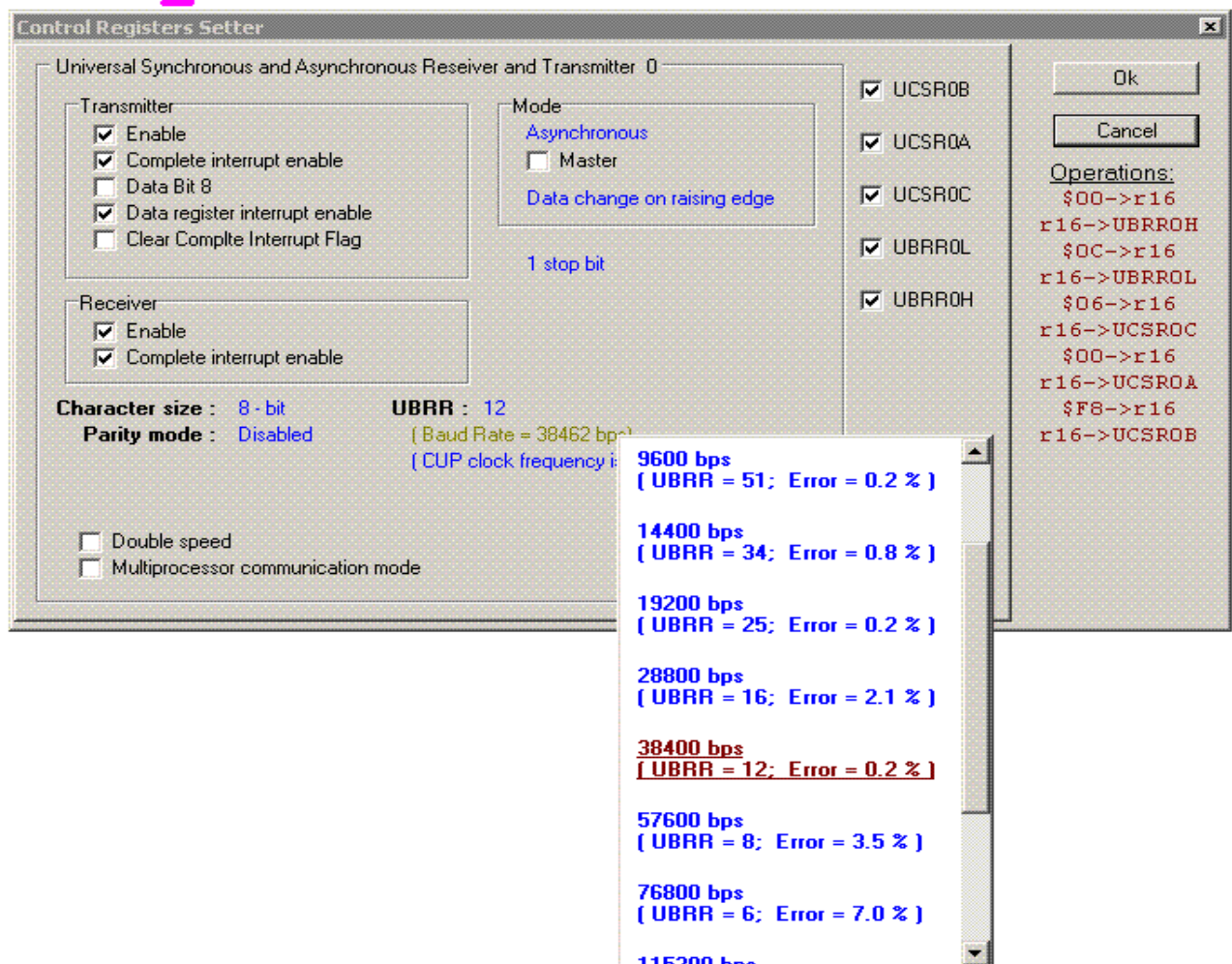


Рис. 2.2. Настройка периферийных устройств.

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).

Рис. 3.1. Связь микроконтроллера с СОМ портом ПК через микросхему МАХ232.

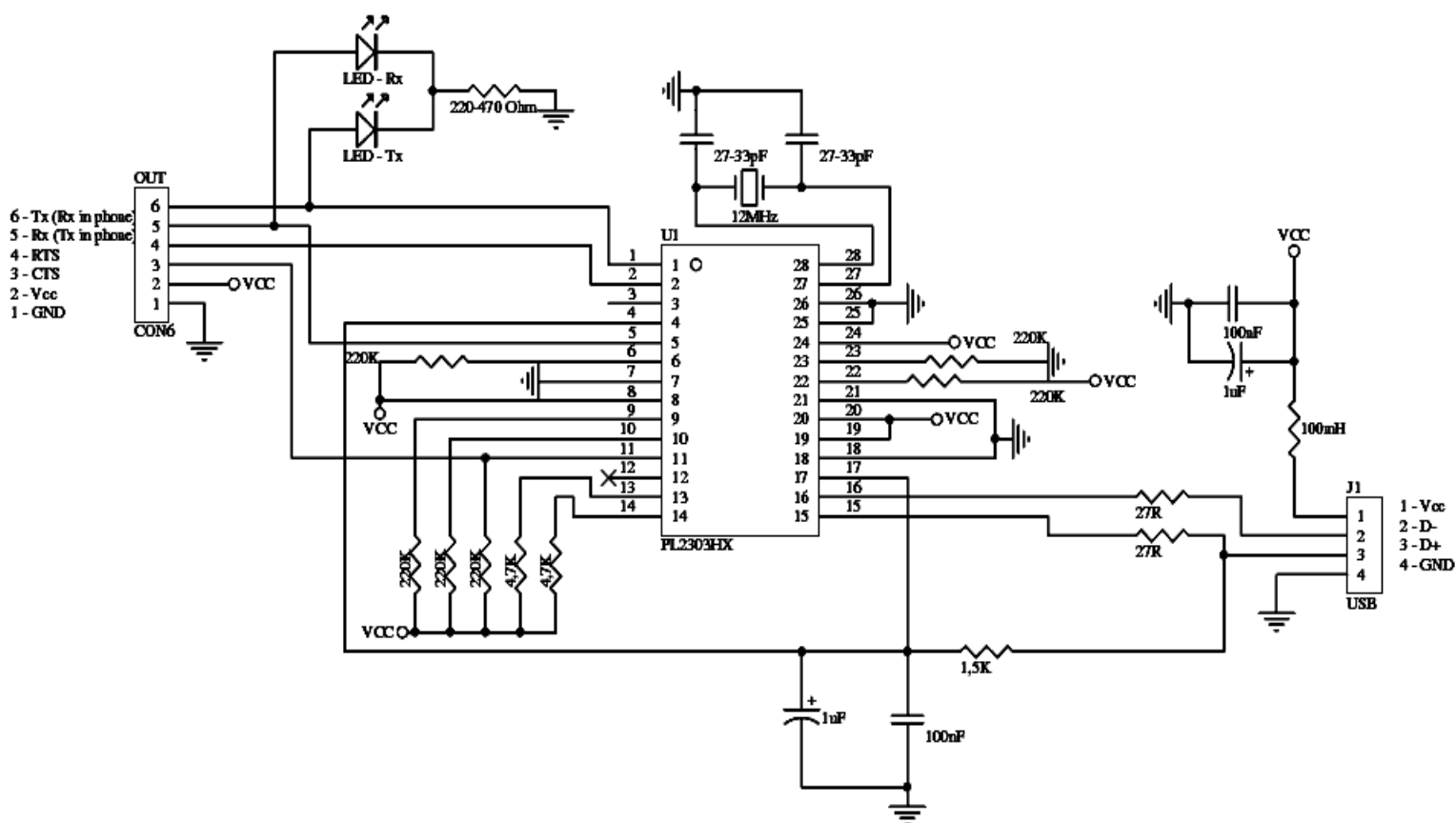


Рис. 3.2. Переходник USB-COM (RS232), собранный на микросхеме Prologic PL2303 (микросхема внутри кабеля USB – COM).

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-2.

1) Пример 1. По нажатию кнопки S1, подключенной к 22 выводу МК начинает светиться светодиод VD1, подключенный к выводу 1 микроконтроллера. По отжатию кнопки, светодиод перестаёт светиться (индикация работы кнопки);

2) Пример 2. При нажатии кнопки S1, подключенной к 22 выводу МК начинает мигать светодиод VD1, подключенный к выводу 1 микроконтроллера;

3) Пример 3. Мигание светодиода VD1, подключенного к выводу 1.

4) Пример 4. Светодиоды VD1 – VD8 мигают по очереди (по порядку подключения к выводам 1, 2, 3, 4, 18, 19, 20, 21 МК);

5) Пример 5. Светодиоды VD1 – VD8 мигают по очереди в той же последовательности с одновременной передачей по USART через микросхему MAX232 на разъём «ДАННЫЕ» (выход на COM порт) номера включенного светодиода в ASCII коде (натуральное число);

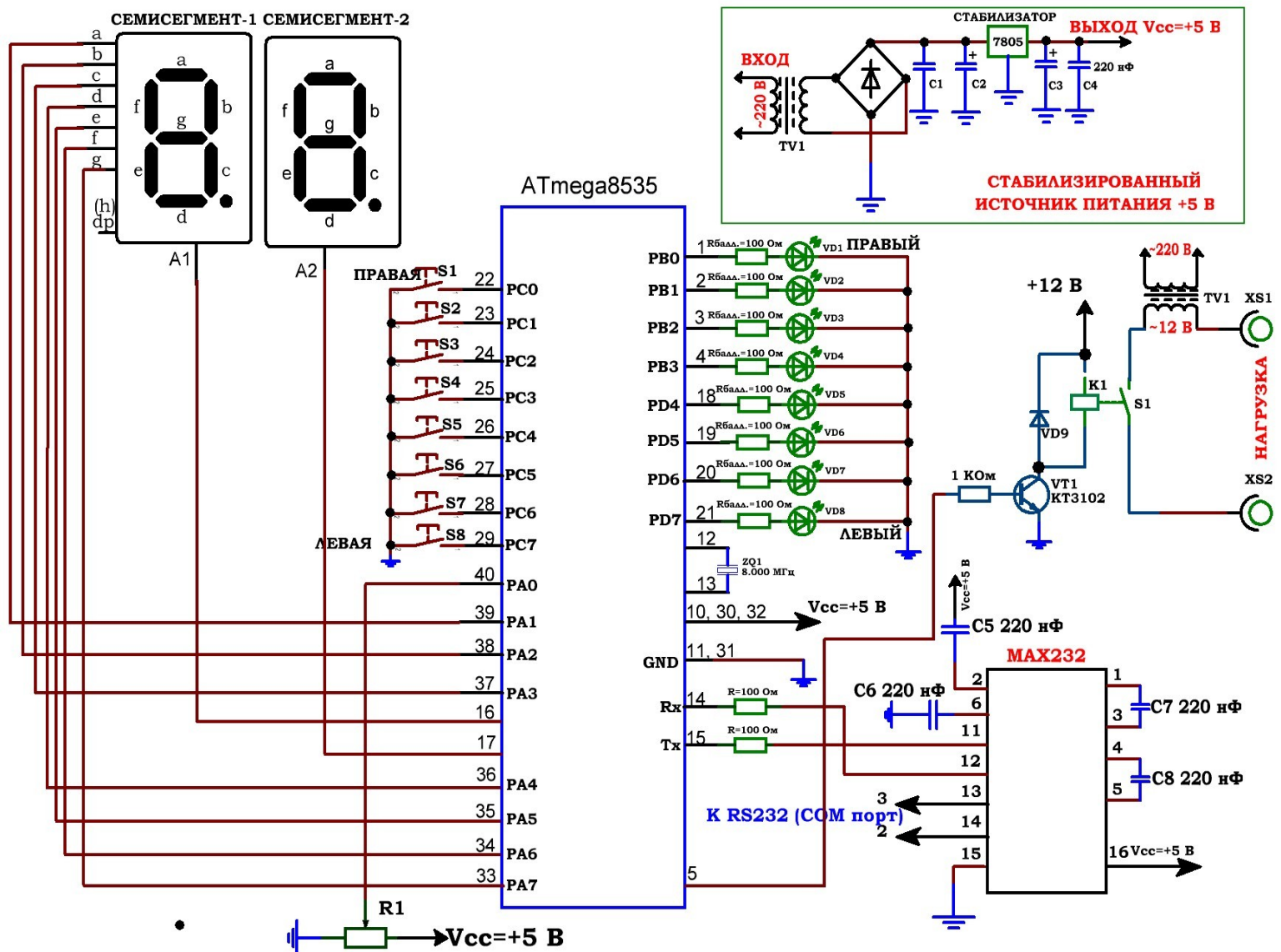


Рис. 3.3. Принципиальная электрическая схема учебного стенда для изучения микроконтроллеров серии Atmega8535.

6) Пример 6. Изучение работы АЦП микроконтроллера. Напряжение считывается с переменного резистора R1, подключённого средней точкой к 40 выводу МК (вход АЦП) в код АЦП от 0 до 63 единиц и с интервалом ~ 1 сек. передаётся по USART через микросхему MAX232 на разъём «ДАННЫЕ» (выход на COM порт);

7) Пример 7. Приёмник RS232 с ПК. Передавая ACSII код 1 ... 8 (натуральные числа) с ПК посредством программы «ТЕРМИНАЛ» можно управлять включением светодиодов;

8) Пример 8. Работа с семисегментными индикаторами, RS232 и реле. Реализация таймера обратного отсчета. Текущие показания таймера выводятся на семисегментные индикаторы с общими катодами (a, b, c, d, e, f, g) и анодами A1 и A2, и одновременно передаётся по USART через микросхему MAX232 на разъём «ДАННЫЕ» (выход на COM порт). При достижении конца отсчета

срабатывает реле K1, подключённое через транзисторный усилитель на КТ3102 к выводу 5 микроконтроллера и вторичная обмотка трансформатора TV1 (~12 В) соединяется с клеммами XS1 – XS2 (нагрузка). К выходу нагрузки можно подключать лампу накаливания 12 В, 21 Вт либо меньшей мощности. Запрещается замыкать выходы контрольных точек XS1 – XS2 (нагрузка)!;

9) Пример 9. Реализация вольтметра. Работа с семисегментными индикаторами и реле. Простейшая реализация вольтметра с выводом показаний на семисегментный индикатор. Напряжение считывается с переменного резистора R1, подключённого средней точкой к 40 выводу МК (вход АЦП) и выводится на семисегментный индикатор в показаниях 0-50 (0-5 Вольт, т. к. вывод h(точка dp) не подключен). При определенном пороге (определенном значении напряжения) срабатывает реле K1 и вторичная обмотка трансформатора TV1 (~12 В) соединяется с клеммами XS1 – XS2 (нагрузка). К выходу нагрузки можно подключать лампу накаливания 12 В, 21 Вт либо меньшей мощности. Запрещается замыкать выходы контрольных точек XS1 – XS2 (нагрузка)!

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, а также ознакомиться с полным методическим руководством по микроконтроллерам семейства AVR.**
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 РТМТЛ-1-5.**
6. Подключить разъем «ПРОГРАММАТОР» учебного прибора к COM – порту ПЭВМ проводом типа COM 9m/9f («мама» - «папа»)

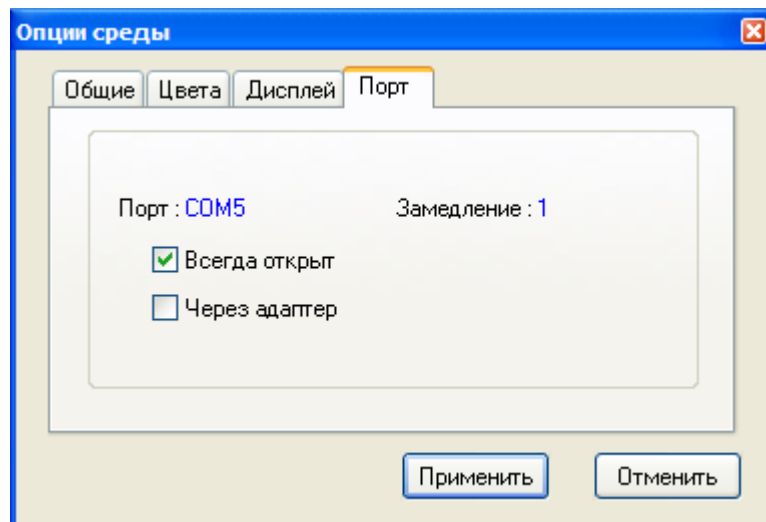


Рис. 4.1

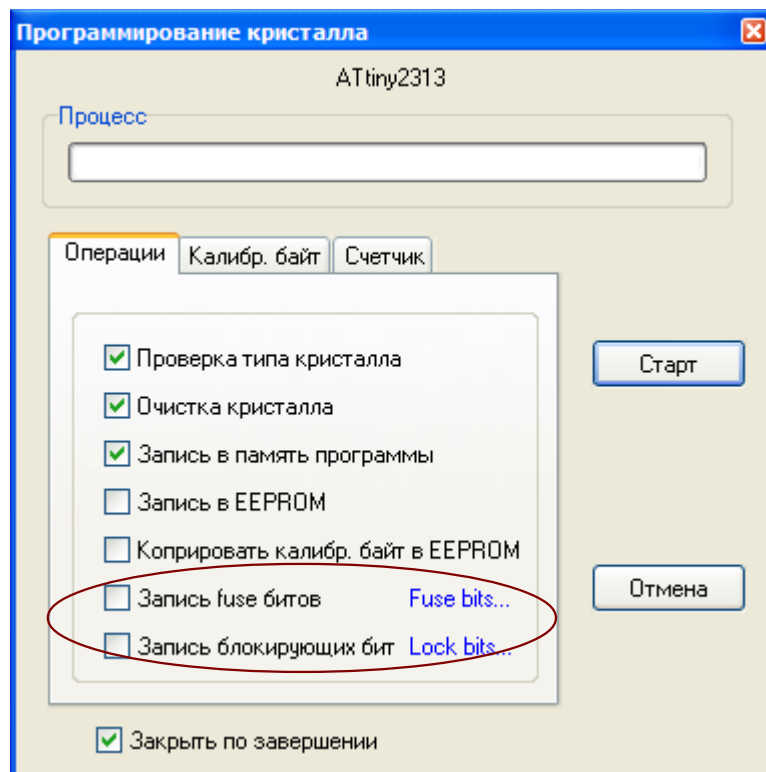


Рис. 4.2

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 — 9 из соответствующих папок и прошить в кристалл каждую из тестовых программ.
14. При работе примеров 5 — 7 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)

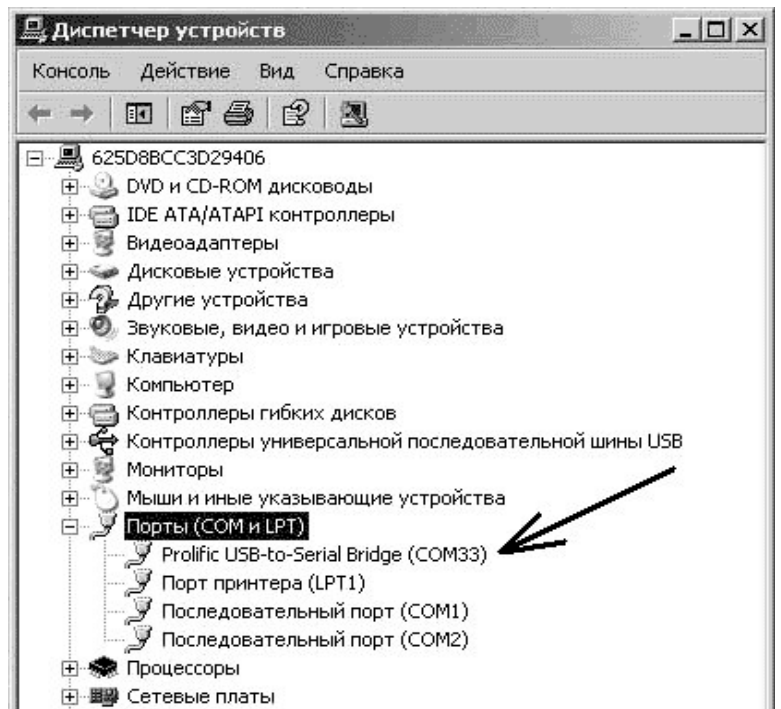


Рис. 4.3

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

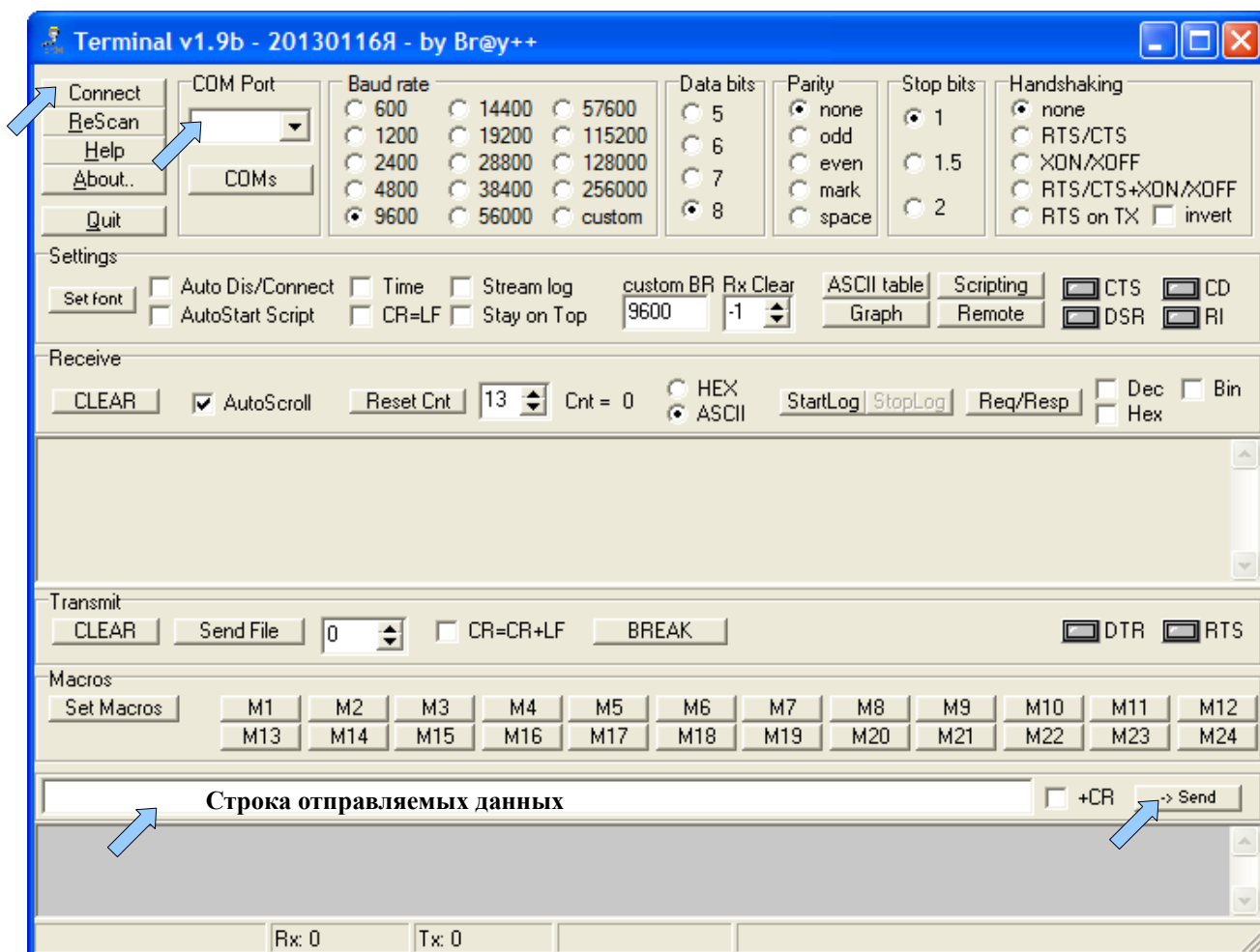


Рис. 4.4

18. В программе следует выбрать COM порт (либо виртуальный COM 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 — 4 можно составить программы, изменив, например, действия, осуществляемые кнопкой S1 (включать другой светодиод), либо изменить назначение других кнопок S2 – S8. Также можно изменить скорость мигания, порядок мигания светодиодов и проводить различные операции с микроконтроллером.
22. На основании Примеров 5 — 8 следует изучить работу с COM портом ПК, составляя и отлаживая различные программы для приёма — отправки данных по интерфейсу RS232.

23. На основании примера 6,9 следует изучить работу АЦП микроконтроллера и реализацию динамической индикации на семисегментном индикаторе. На основании примера 8 изучить работу реле (порог срабатывания), изменить этот порог. Вывести результаты измерений по протоколу RS232 на COM порт (разъем данные).
24. На основании примера 8 изучить работу таймера, реализовать обратный отсчет таким образом, чтобы время отсчета (интервал) соответствовало строго 1 секунде (в примере время счета выбрано произвольно). Изучить работу с реле.
25. Для составления программ и подробного изучения работы микроконтроллеров AVR следует обращаться к учебной литературе, полному руководству к микроконтроллерам семейства AVR, а также к документации по среде Algorithm Builder.
26. По окончании работы следует закрыть программу и все открытые подпрограммы, закрыть виртуальную среду VirtualBox (при работе в среде Linux).
27. Выключить компьютер, нажав на кнопку, находящуюся в крайнем нижнем левом углу экрана. Из доступных действий выбрать «ВЫХОД»--> «ВЫКЛЮЧИТЬ КОМПЬЮТЕР».
28. 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»**