

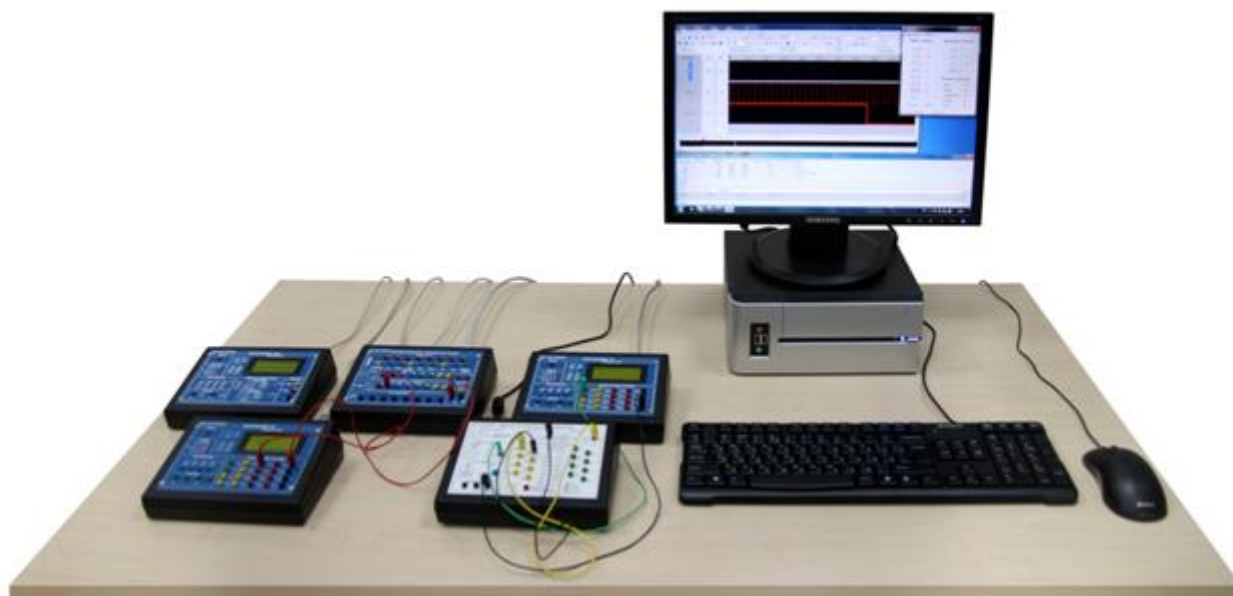
Содержание

Содержание.....	1
1. Введение.....	2
2. Описание модулей стенда	5
2.1. Контроллер периферийного устройства	5
2.1.1. Общее описание модуля «Контроллер ПУ»	5
2.1.2. Составные элементы модуля «Контроллер ПУ».....	6
2.1.3. Характеристики микроконтроллера модуля «Контроллер ПУ».....	7
2.2. Контроллер USB.....	8
2.2.1. Общее описание модуля «Контроллер USB»	8
2.2.2. Составные элементы модуля «Контроллер USB».....	9
2.2.3. Характеристики микроконтроллера модуля «Контроллер ПУ».....	10
2.3. Модуль «Преобразователь уровней сигналов»	11
2.3.1. Общее описание модуля «Преобразователь уровней сигналов»	11
2.3.2. Составные элементы модуля «Преобразователь уровней сигналов».....	12
2.4. Модуль логического анализатора.....	13
2.4.1. Общее описание модуля логического анализатора.....	13
2.4.2. Составные элементы модуля логического анализатора	14
2.4.3. Характеристики логического анализатора.....	15
3. Работа со стендом	17
3.1. Создание проекта AVR Studio.....	17
3.2. Программирование модуля «Контроллер ПУ»	21
3.3. Программирование модуля «Контроллер USB»	23
4. Установка программного обеспечения стенда.....	26

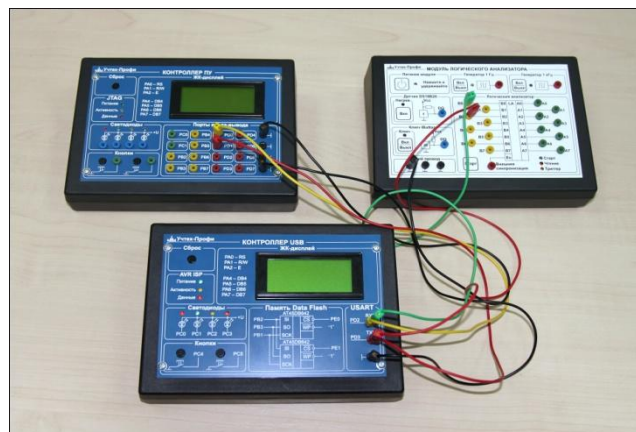
1. Введение

На сегодняшний день компьютерная техника представляет собой одно из самых бурно развивающихся направлений человеческой деятельности. Однако, компьютер сам по себе беспомощен: ему нужно подключить **клавиатуру, принтер, модем и другую периферию**. Вся эта периферия подключается к ПК специфичным для каждого устройства способом: через **интерфейсы**. Поэтому становится важным изучить интерфейсы взаимодействия компьютеров с периферийными устройствами, а также между собой.

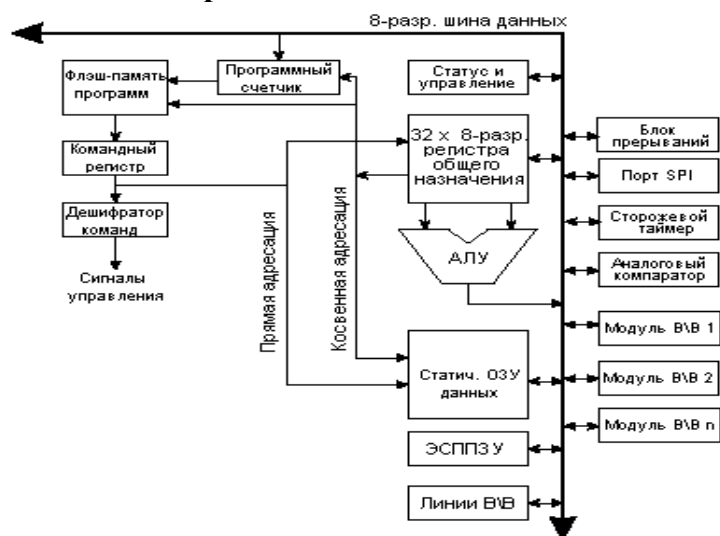
Для изучения интерфейсов взаимодействия компьютеров и периферии предназначен предлагаемый стенд «Интерфейсы периферийных устройств» (далее ИПУ). В лабораторных работах освещаются как уже устаревающие, но **показательные при обучении** интерфейсы **PS/2** (для клавиатур и мышек), **Centronics** (для подключения принтеров), так и повсеместно распространенные и популярные интерфейсы типа **USB** и **RS-232** (для модемной связи). Помимо этого, стенд позволяет изучать и интерфейсы между внутренними узлами компьютера, например, интерфейс доступа в flash-памяти **SPI**, управляющий интерфейс **I2C**, а также однопроводной интерфейс для датчиков температуры и ключей-таблеток **1-wire**. Таким образом, **появляется возможность изучить работу узлов компьютерной системы, как между собой, так и с внешними устройствами**.



При создании стенда преследовалась цель сделать изучение как можно более **наглядным и простым**. В состав стенда входит персональный компьютер и **логический анализатор**, которые позволяют **наблюдать все процессы на мониторе**, упрощая понимание логики работы всех элементов системы. Еще одним преимуществом



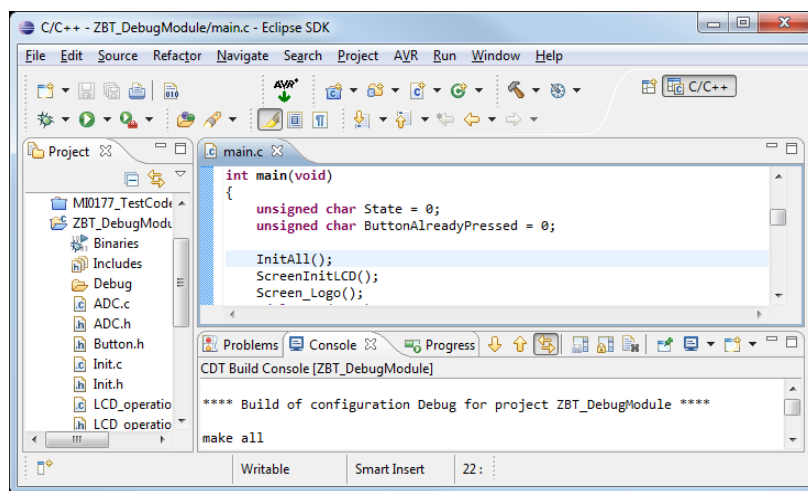
стенда является его **модульность**: разбиение стенда на модули упрощает коммутацию и позволяет **быстрее и нагляднее выполнять соединения**.



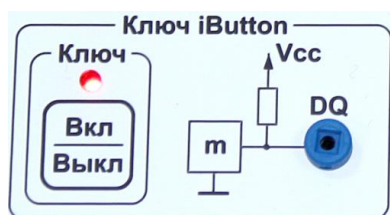
Еще одна положительная сторона стенда – **использование микроконтроллеров** для физической реализации интерфейсов. Это означает, что помимо интерфейсов, студенты получают возможность **изучить базовые сведения по работе микроконтроллеров**, что позволяет проводить на этом стенде **лабораторные работы по дисциплинам «Микропроцессорные системы», «Архитектура ЭВМ» и другим, связанным с микроконтроллерами.**

Стенд характеризует также и хорошо продуманная **методическая часть**. Во время лабораторной работы студент не просто наблюдает работу интерфейса – он самостоятельно **программирует микроконтроллер** на работу с этим интерфейсом (**пишет программу** на языке высокого уровня или ассемблере). Это дает более глубокое понимание логики работы взаимодействующих модулей. К примеру, одна из лабораторных работ заключается в том, чтобы модуль при присоединении к компьютеру идентифицировал себя как клавиатура и посылал в систему коды нажатых клавиш. После выполнения таких лабораторных работ студент будет иметь **полное представление**, как об интерфейсе взаимодействия, так и о физических особенностях устройств.

Лабораторные работы заключаются в написании программ (лабораторные работы можно выполнять на языке **С, С++, а также ассемблер**). Таким образом, проведение лабораторных работ позволяет не только изучить интерфейсы и микроконтроллеры, но и **повысить уровень алгоритмического мышления и уровень программирования в целом.**



Многолетняя практика показала, что первыми выходят из строя кнопки в модуле логического анализатора, потому что при выполнении лабораторных работ они нажимаются чаще всех остальных. Поэтому модуль логического анализатора сделан **с применением новейшей технологии** емкостных сенсоров: просто коснитесь пальцем лицевой панели и модуль распознает нажатие. Помимо улучшения внешнего вида модуля, такая замена



позволяет **на несколько порядков увеличить ресурс**, так как в емкостные сенсоры могут работать десятилетиями - в них нет движущихся механических частей.

Для наглядности и удобства программирования в модули встроены **ЖК-дисплеи** (4 строки по 16 символов), на которые можно выводить информацию, программируя модуль. Также для удобства отладки в модули встроены **JTAG отладчики**, позволяющие **просто и наглядно** отлаживать программу.



Отдельно следует отметить, что стенд ИПУ совместим с другими стендами нашей компании: «Сети GSM», «Сенсорные сети ZigBee», «Системы навигации GPS и ГЛОНАСС», «Микроконтроллеры» и «ПЛИС». Это означает, что если в лаборатории установлены эти стенды, у обучаемых появляется возможность комбинировать модули из разных стендов, создавая разнообразные сложные системы. В качестве примеров таких систем можно привести, GPS-трекер, систему сбора данных с удаленных датчиков по беспроводным интерфейсам, систему «умный дом» и многое другое. Таким образом, появляется база для курсового и дипломного проектирования студентам технических специальностей.

2. Описание модулей стенда

2.1. Контроллер периферийного устройства

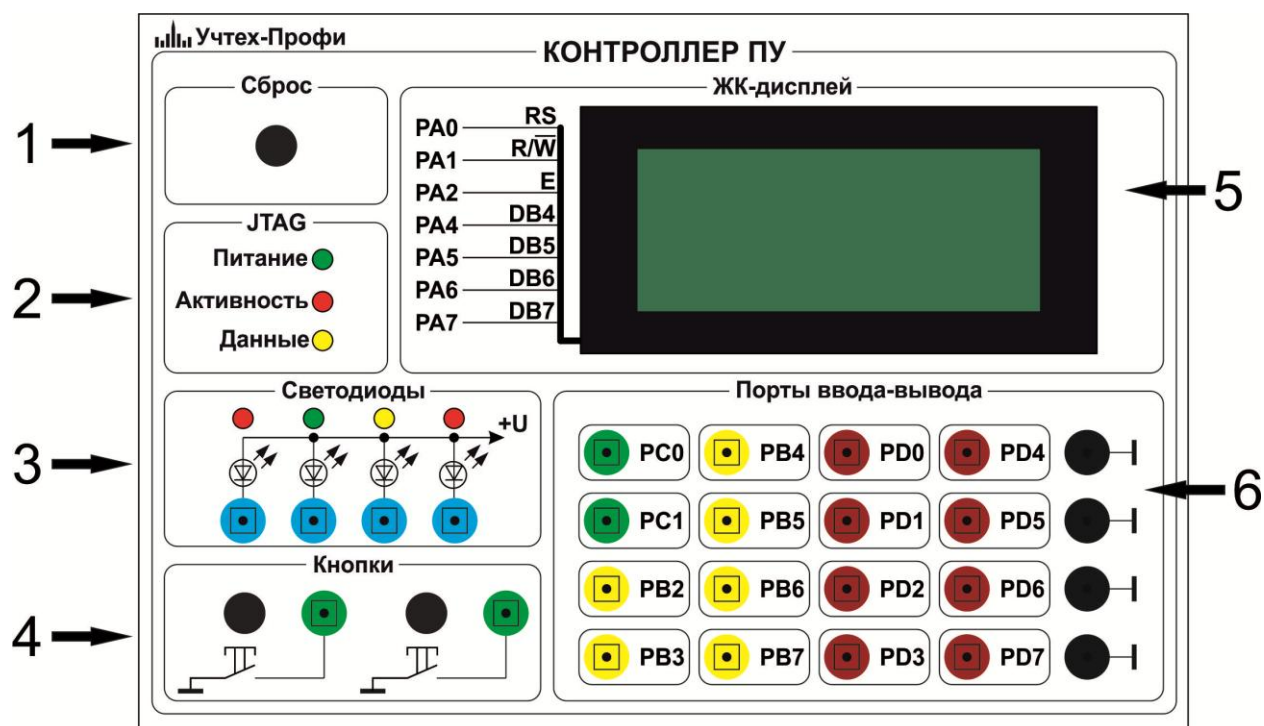
Главным модулем стенда является модуль «Контроллер Периферийного Устройства», или, сокращенно «Контроллер ПУ». В комплект входят два таких модуля.

2.1.1. Общее описание модуля «Контроллер ПУ»



Модуль содержит в себе микроконтроллер ATmega16 фирмы Atmel. Некоторые выводы микроконтроллера доступны на лицевой панели, и могут соединяться между собой приборными проводами. Модули программируются с персонального компьютера и имеют возможность отладки посредством интерфейса JTAG (отладчик JTAG ICE), позволяя выполнять программу по шагам, менять значения ячеек памяти и многое другое, значительно облегчая отладку программ. На передней панели расположен символьный четырехстрочный LCD-дисплей, подключенный к микроконтроллеру. Также на лицевой панели смонтировано 2 кнопочных переключателя и 4 светодиода. Для сброса целевого микроконтроллера предусмотрена кнопка сброса. Для индикации состояния отладчика предусмотрены светодиоды индикации его состояния.

2.1.2. Составные элементы модуля «Контроллер ПУ»



Контроллер ПУ условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.

1. Кнопка сброса микроконтроллера. При нажатии на эту кнопку на вход \overline{RESET} микроконтроллера подается низкий логический уровень и микроконтроллер переходит в состояние сброса. После того, как кнопка отпущена, микроконтроллер очищает свою оперативную память, перезапускает встроенные периферийные устройства и начинает выполнение программы с начала.
2. Состояние JTAG. Светодиоды отображают активность встроенного программатора-отладчика JTAG ICE mk1. Светодиод «Питание» светится, когда на модуль подается питающее напряжение. Светодиод «Активность» светится, когда отладчик работает со встроенным микроконтроллером. Светодиод «Данные» вспыхивает, когда происходит обмен информацией между отладчиком и компьютером.
3. Светодиоды. Служат для индикации логических уровней. При подаче уровня логического нуля на контакт, соответствующий этому контакту светодиод загорается. Последовательно светодиодам подключены **защитные резисторы номиналом 470 Ом**, на лицевой панели они не показаны. Ток, необходимый для свечения светодиодов – 2..10 мА.
4. Кнопки. При нажатии формируют уровень логического нуля на контакте. Обратите внимание, **кнопки не защищены от дребезга контактов**. Последовательно кнопке подключены **защитные резисторы номиналом 470 Ом**, на лицевой панели они не показаны.

5. ЖК-дисплей. В модуль встроен ЖКИ **WH1604A** фирмы Winstar. Документацию по этому дисплею можно найти в комплекте документации. Соединение контактов с целевым микроконтроллером произведено внутри модуля следующим образом:

Контакт дисплея	Порт микроконтроллера	Назначение
<i>RS</i>	PA0	Вход команда/данные
<i>R/W</i>	PA1	Вход чтение/запись
<i>E</i>	PA2	Вход стробирования
<i>DB4</i>	PA4	Вход/выход данных [4]
<i>DB5</i>	PA5	Вход/выход данных [5]
<i>DB6</i>	PA6	Вход/выход данных [6]
<i>DB7</i>	PA7	Вход/выход данных [7]

Контакт *V0* дисплея, отвечающий за контрастность изображения, подключен внутри модуля через потенциометр по типовой схеме, а контрастность отрегулирована при изготовлении.

6. Порты ввода/вывода. На этом поле выведены некоторые порты микроконтроллера: PC0, PC1, PB2-PB7, PD0-PD7. **Все порты защищены при помощи резисторов номиналом 470 Ом**, на лицевой панели они не показаны.

2.1.3. Характеристики микроконтроллера модуля «Контроллер ПУ»

В стенде используется микроконтроллер ATmega16a. В качестве источника тактовых импульсов используется **кварцевый резонатор с частотой 8 МГц**. Напряжение питания микроконтроллера 5 вольт.

Характеристики микроконтроллера приведены ниже:

- AVR RISC-архитектура - архитектура высокой производительности и малого потребления;
- Система команд содержит 130 инструкций, большинство которых выполняется за один машинный цикл;
- Единый 16-разрядный формат команд;
- Производительность 16 MIPS на частоте 16 МГц;
- Наличие аппаратного умножителя;
- 16 Кбайт Flash ПЗУ программ, с возможностью до 10000 циклов стирания/записи;
- 512 байт ЭСППЗУ (EEPROM) данных, с возможностью до 100000 циклов стирания/записи;
- 1 Кбайт оперативной памяти (SRAM);
- Возможность программирования непосредственно в целевой системе через последовательные интерфейсы SPI и JTAG;
- Возможность самопрограммирования;
- Возможность внутрисхемной отладки в соответствии со стандартом IEEE 1149.1 (JTAG);

- 6 режимов пониженного энергопотребления (Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby и Extended Standby);
- детектор снижения напряжения питания (BOD);
- 21 источник прерываний (внутренних и внешних);
- Многоуровневая система прерываний, поддержка очереди прерываний;
- Возможность защиты от несанкционированного чтения и модификации памяти программ и данных;
- Загрузочный сектор с независимыми битами защиты;
- Возможность чтения памяти программ во время ее записи;
- Два 8-разрядных таймера/счетчика с предварительным делителем частоты и режимом сравнения;
- 16-разрядный таймер/счетчик с предварительным делителем частоты, режимом сравнения и режимом внешнего события;
- Сторожевой таймер WDT;
- Четыре канала генерации выходных ШИМ-сигналов;
- Аналоговый компаратор;
- 8-канальный 10-разрядный АЦП как с несимметричными, так и с дифференциальными входами;
- Полнодуплексный универсальный синхронный/асинхронный приемопередатчик USART;
- Последовательный синхронный интерфейс SPI, используемый также для программирования Flash-памяти программ;
- Последовательный двухпроводный интерфейс TWI (аналог I2C).

2.2. Контроллер USB

Для работы с интерфейсом USB служит специальный модуль – «Контроллер USB».

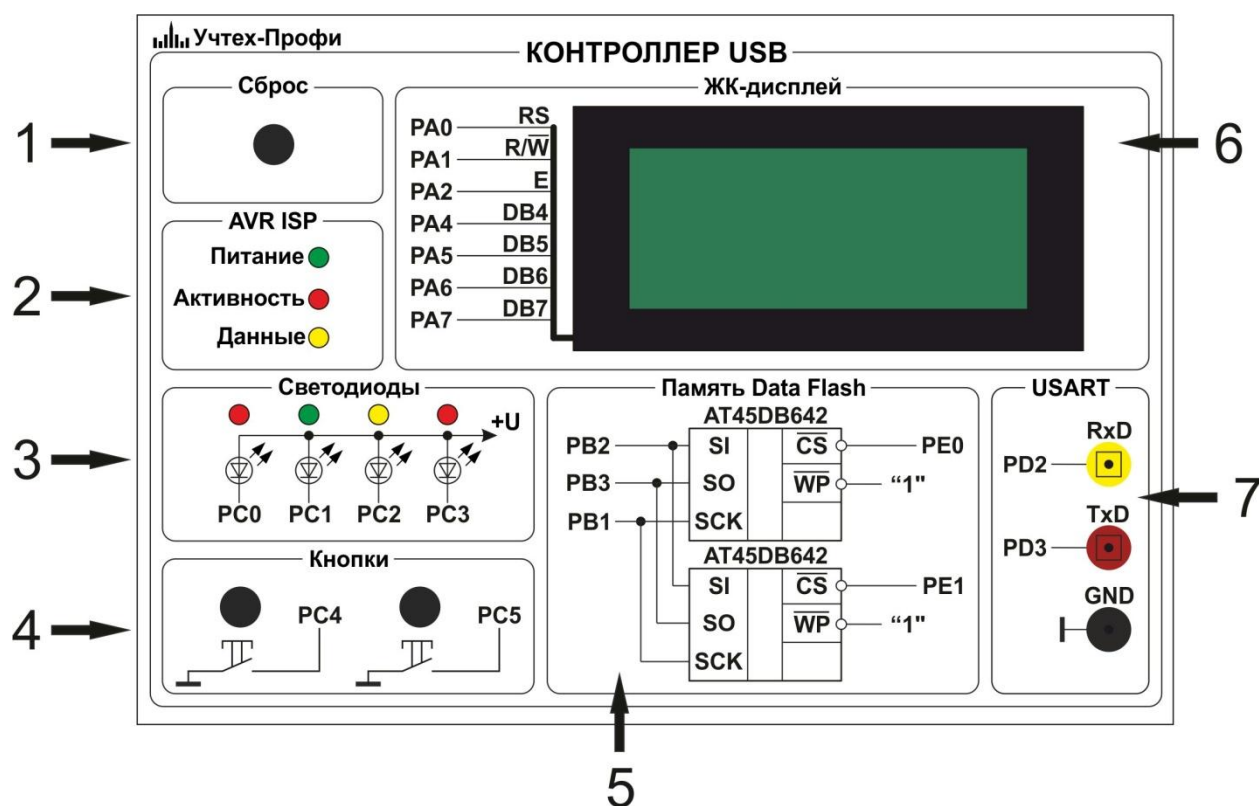
2.2.1. Общее описание модуля «Контроллер USB»



Модуль содержит в себе микроконтроллер AT90USB1287 фирмы Atmel, который содержит в себе аппаратную реализацию интерфейса USB. Модуль может работать в режиме USB-Host (позволяя считывать данные с USB Flash -накопителей и других USB

устройств) и USB-Slave (подключаться к компьютеру и идентифицировать себя как любое USB-устройство: от клавиатуры до принтера). Микроконтроллер способен работать в режиме Full Speed USB 2.0, обеспечивая скорость передачи до 12 мБит/сек. В модуль встроена Flash-память с интерфейсом SPI для реализации устройства Mass Storage Device. Модуль программируется с персонального компьютера через интерфейс SPI (в модуле содержится программатор AVR ISP). На передней панели расположен символьный четырехстрочный LCD-дисплей, подключенный к микроконтроллеру. Также на лицевой панели смонтировано 2 кнопочных переключателя и 4 светодиода для облегчения отладки программ. Для сброса микроконтроллера предусмотрена специальная кнопка сброса. Для индикации состояния отладчика предусмотрены специальные светодиоды.

2.2.2. Составные элементы модуля «Контроллер USB»



Модуль «Контроллер USB» условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.

1. Кнопка сброса микроконтроллера. При нажатии на эту кнопку на вход \overline{RESET} микроконтроллера подается низкий логический уровень и микроконтроллер переходит в состояние сброса. После того, как кнопка отпущена, микроконтроллер очищает свою оперативную память, перезапускает встроенные периферийные устройства и начинает выполнение программы с начала.
2. Состояние программатора AVR ISP (STK500). Светодиоды отображают активность встроенного программатора. Светодиод «Питание» светится, когда на модуль подается питающее напряжение. Светодиод «Активность» светится,

когда программатор работает со встроенным микроконтроллером. Светодиод «Данные» вспыхивает, когда происходит обмен информацией между отладчиком и компьютером.

3. Светодиоды. Служат для индикации логических уровней. При подаче уровня логического нуля на контакт, соответствующий этому контакту светодиод загорается. Последовательно светодиодам подключены **защитные резисторы номиналом 470 Ом**, на лицевой панели они не показаны. Ток, необходимый для свечения светодиодов – 2..10 мА.
4. Кнопки. При нажатии формируют уровень логического нуля на портах PC4 и PC5 микроконтроллера. Обратите внимание, **кнопки не защищены от дребезга контактов**.
5. Память Data Flash. В модуль встроены две микросхемы Flash памяти AT45DB642D, подключенных к микроконтроллеру через интерфейс SPI. Схема включения приведена на лицевой панели модуля.
6. ЖК-дисплей. В модуль встроен ЖКИ **WH1604A** фирмы Winstar. Документацию по этому дисплею можно найти в комплекте документации. Соединение контактов с целевым микроконтроллером произведено внутри модуля следующим образом:

Контакт дисплея	Порт микроконтроллера	Назначение
<i>RS</i>	PA0	Вход команда/данные
<i>R/W</i>	PA1	Вход чтение/запись
<i>E</i>	PA2	Вход стробирования
<i>DB4</i>	PA4	Вход/выход данных [4]
<i>DB5</i>	PA5	Вход/выход данных [5]
<i>DB6</i>	PA6	Вход/выход данных [6]
<i>DB7</i>	PA7	Вход/выход данных [7]

Контакт *V0* дисплея, отвечающий за контрастность изображения, подключен внутри модуля через потенциометр по типовой схеме, а контрастность отрегулирована при изготовлении.

7. Порты ввода/вывода. На этом поле выведены некоторые порты микроконтроллера: PD2, PD3. **Порты защищены при помощи резисторов номиналом 470 Ом**, на лицевой панели они не показаны.

На задней панели модуля находится 3 USB разъема. Ближний к торцу модуля используется для программирования модуля (Туда подключен программатор ISP). Два других, ближних к центральной части, разъема подключены напрямую к микроконтроллеру, что дает возможность подключать его в режимах HOST и SLAVE.

2.2.3. Характеристики микроконтроллера модуля «Контроллер ПУ»

В стенде используется микроконтроллер AT90USB1287. В качестве источника тактовых импульсов используется **кварцевый резонатор с частотой 8 МГц**. Напряжение питания микроконтроллера 3,3 вольт.

Характеристики микроконтроллера приведены ниже:

- AVR RISC-архитектура - архитектура высокой производительности и малого потребления;
- Система команд содержит 130 инструкций, большинство которых выполняется за один машинный цикл;
- Единый 16-разрядный формат команд;
- Производительность 16 MIPS на частоте 16 МГц;
- Наличие аппаратного умножителя;
- 128 Кбайт Flash ПЗУ программ, с возможностью до 10000 циклов стирания/записи;
- 4096 байт ЭСППЗУ (EEPROM) данных, с возможностью до 100000 циклов стирания/записи;
- 8 Кбайт оперативной памяти (SRAM);
- Возможность программирования непосредственно в целевой системе через последовательные интерфейсы SPI и JTAG;
- Возможность самопрограммирования;
- 6 режимов пониженного энергопотребления (Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby и Extended Standby);
- детектор снижения напряжения питания (BOD);
- 21 источник прерываний (внутренних и внешних);
- Многоуровневая система прерываний, поддержка очереди прерываний;
- Возможность защиты от несанкционированного чтения и модификации памяти программ и данных;
- Загрузочный сектор с независимыми битами защиты;
- Возможность чтения памяти программ во время ее записи;
- Два 8-разрядных таймера/счетчика с предварительным делителем частоты и режимом сравнения;
- Два 16-разрядных таймера/счетчика с предварительным делителем частоты, режимом сравнения и режимом внешнего события;
- Сторожевой таймер WDT;
- Восемь канала генерации выходных ШИМ-сигналов;
- Аналоговый компаратор;
- 8-канальный 10-разрядный АЦП;
- Полнодуплексный универсальный асинхронный приемопередатчик UART;
- Последовательный синхронный интерфейс SPI, используемый также для программирования Flash-памяти программ;
- Последовательный двухпроводный интерфейс TWI (аналог I2C)

2.3. Модуль «Преобразователь уровней сигналов»

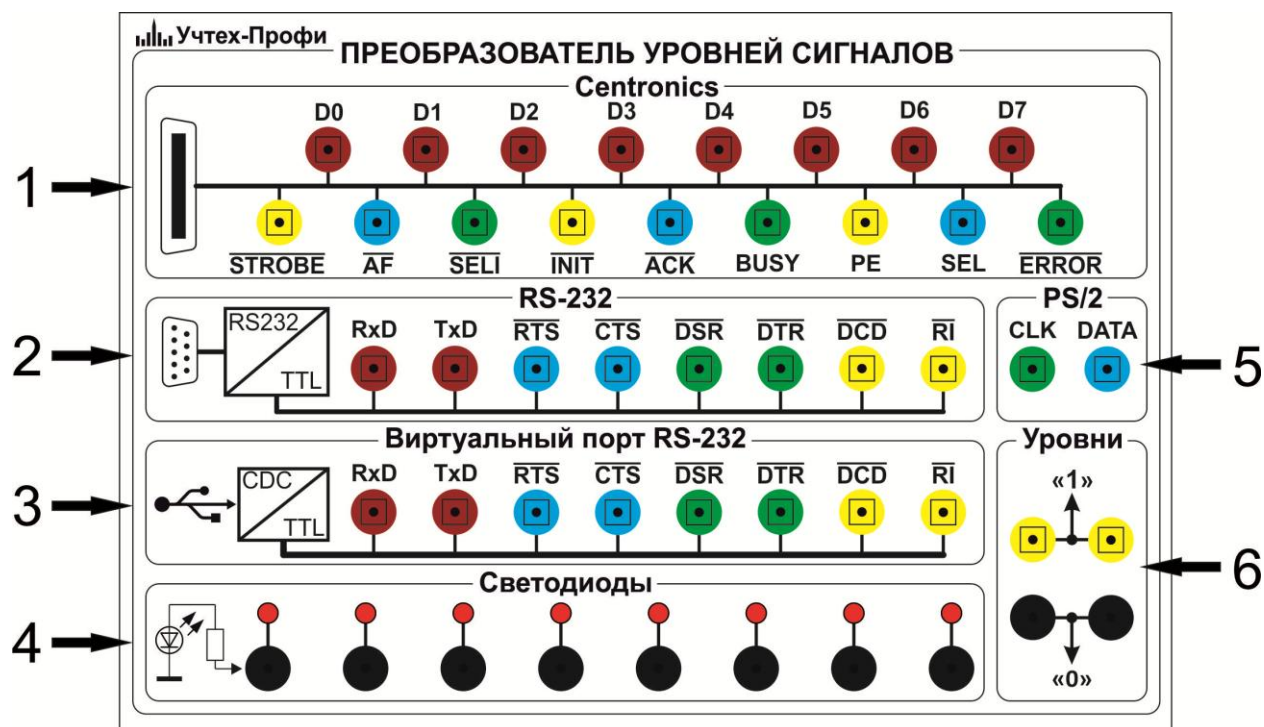
Для преобразования уровней сигналов физических портов компьютера к TTL уровням применяется модуль «Преобразователь уровней сигналов».

2.3.1. Общее описание модуля «Преобразователь уровней сигналов»



На задней панели модуля расположены разъемы Centronics, для соединения с LPT-портом ПК, PS/2 для подключения мыши, COM для подключения к физическому COM-порту компьютера, USB для реализации виртуального COM-порта. На лицевой панели выведены контакты этих интерфейсов (если это необходимо, то предварительно преобразованные к уровням TTL).

2.3.2. Составные элементы модуля «Преобразователь уровней сигналов»



Модуль «Преобразователь уровней сигналов» условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.

1. Centronics. Этот блок отвечает за преобразование сигналов параллельного LPT порта. На задней панели модуля находится розетка CENR-36 для подключения к параллельному порту компьютера. **Сигналы параллельного порта защищены резисторами 470 Ом, которые не показаны на лицевой панели.**
2. RS232. Этот блок отвечает за преобразование сигналов физических уровней RS232 порта в TTL уровень для последовательного асинхронного порта. На задней панели модуля находится розетка DB-9F для подключения к физическому COM-порту компьютера. **Сигналы последовательного порта защищены резисторами 470 Ом, которые не показаны на лицевой панели.**
3. Виртуальный порт RS232. С помощью этого блока осуществляется взаимодействие с персональным компьютером по интерфейсу USB. Модуль определяется в системе как виртуальный COM-порт (класс устройства CDC). На задней панели модуля находится розетка USB-BF для подключения к USB порту компьютера. **Сигналы виртуального последовательного порта защищены резисторами 470 Ом, которые не показаны на лицевой панели.**
4. Светодиоды. Служат для индикации логических уровней. При подаче уровня логической единицы на контакт, соответствующий этому контакту светодиод загорается. Последовательно светодиодам подключены усилительные буферы, на лицевой панели они не показаны. Входной ток буферов не превышает 1 мА.
5. PS/2. Порт для подключения клавиатур/мышей. На задней панели модуля находится розетка MDN-6F для подключения клавиатур и мышей с портом PS/2.
6. Генератор логических уровней. Генерирует напряжения уровня логического нуля и единицы. **Линии «1» защищены резисторами 1 кОм.**

Модуль питается от USB-порта компьютера. При использовании модуля обязательно требуется его подключение к USB-порту, иначе возможно повреждение внутренних схем.

2.4. Модуль логического анализатора

Для преобразования уровней сигналов физических портов компьютера к TTL уровням применяется модуль «Преобразователь уровней сигналов».

2.4.1. Общее описание модуля логического анализатора

Для получения временных диаграмм работы интерфейсов служит модуль логического анализатора. Этот модуль условно делится на несколько узлов.

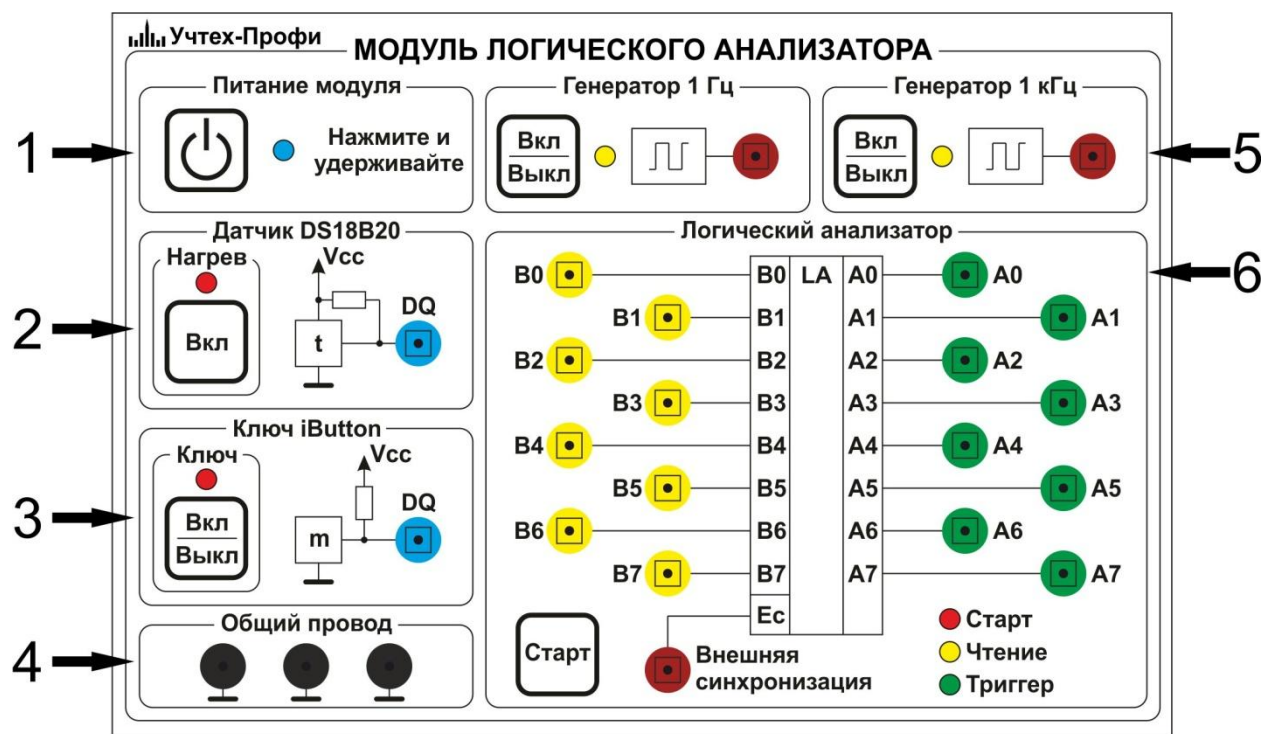


Главным узлом является непосредственно логический анализатор, который соединяется с компьютером через интерфейс USB. Также в модуле смонтирован датчик температуры DS18B20+ с интерфейсом 1-wire (для изменения его температуры предусмотрена кнопка, включающая нагреватель, расположенный непосредственно около датчика), память Touch-Memory (ключ-таблетка), два отключаемых генератора меандра с частотами 1 кГц и 1 Гц.

Для подключения доступны 16 каналов логического анализатора с частотой дискретизации до 200 МГц. Анализатор позволяет проводить измерение, декодирование и анализ сигналов I2C, UART (RS232C, RS485), SPI и смешанных сигналов с тактовой частотой до 100 МГц. Встроенная память до 1 Мбит на канал позволяет сохранять диаграммы, растянутые по времени. Анализатор имеет несколько режимов синхронизации: по шине, логический, статистически и другие.

2.4.2. Составные элементы модуля логического анализатора

Модуль логического анализатора условно делится на несколько логических блоков. Функциональное предназначение и особенности каждого блока приведены ниже. Блоки пронумерованы согласно рисунку.



1. Питание модуля. Этот блок отвечает за включение модуля и индикацию состояния. При подключении модуля к USB-порту компьютера модуль переходит в выключенное состояние: все светодиоды погашены и логический анализатор отключен от компьютера. При касании и удерживании сенсора питания светодиод питания начнет плавно увеличивать яркость свечения. Через 3 секунды светодиод достигнет максимальной яркости, коротко мигнет и

останется включенным. С этого момента модуль включается, определяется компьютером и позволяет проводить работы. Для выключения модуля также необходимо прикоснуться и удерживать сенсор питания. Светодиод начнет уменьшать яркость свечения. Через 3 секунды светодиод мигнет и погаснет, а модуль перейдет в выключенное состояние.

2. Датчик DS18B20. Этот блок предназначен для изучения элементов интерфейса 1-wire. Датчик температуры фирмы Dallas включен по схеме с прямым питанием и его сигнальный вывод доступен на лицевой панели. Необходимый для корректной работы резистор между сигнальным выводом и питающим напряжением встроен в модуль. Чтобы показания датчика можно было менять, в непосредственной близости от него расположен миниатюрный нагревательный элемент, который включается прикосновением к сенсору «Нагрев». При отпускании сенсора подогрев отключается, и датчик медленно остывает. Встроенным нагревателем датчик можно нагреть до 50-60 градусов Цельсия.
3. Ключ iButton. Этот блок предназначен для изучения элементов интерфейса 1-wire. Ключ-таблетка DS1990A встроен в модуль и запитан по стандартной схеме паразитного питания (резистор для этого встроен в модуль). Сенсором «Вкл./Выкл.» можно подключать и отключать датчик к клемме, что позволяет имитировать реальную ситуацию прикосновения ключом к считывателю. При подключенном ключе светодиод «Ключ» зажжен, при отключенном – погашен.
4. Клеммы общего провода. Используются для выравнивания потенциалов земли между модулями. **Если в работе используется более 1 модуля, соединение земляных клемм модулей обязательно!**
5. Генераторы меандров 1 Гц и 1 КГц. В модуль встроено два отключаемых генератора прямоугольных импульсов. Для включения или выключения генераторов коснитесь сенсора «Вкл./Выкл.» соответствующего генератора. Горящий светодиод говорит о том, что генератор включен и импульсы поступают на его выход. Погашенный светодиод говорит о том, что генератор выключен и на соответствующей клемме установлен уровень логического нуля. Амплитуда сигналов 5 вольт. Максимальный отдаваемый ток 10 мА. Выходы защищены резисторами по 470 Ом.
6. Логический анализатор. Предназначен для построения временных диаграмм и анализа работы цифровых устройств. Подробная документация на анализатор, поставляемая изготовителем, находится в электронных ресурсах, поставляемых в комплекте со стендом.

2.4.3. Характеристики логического анализатора

В стенде используется промышленный логический анализатор АКИП-9101. Его характеристики микроконтроллера приведены ниже:

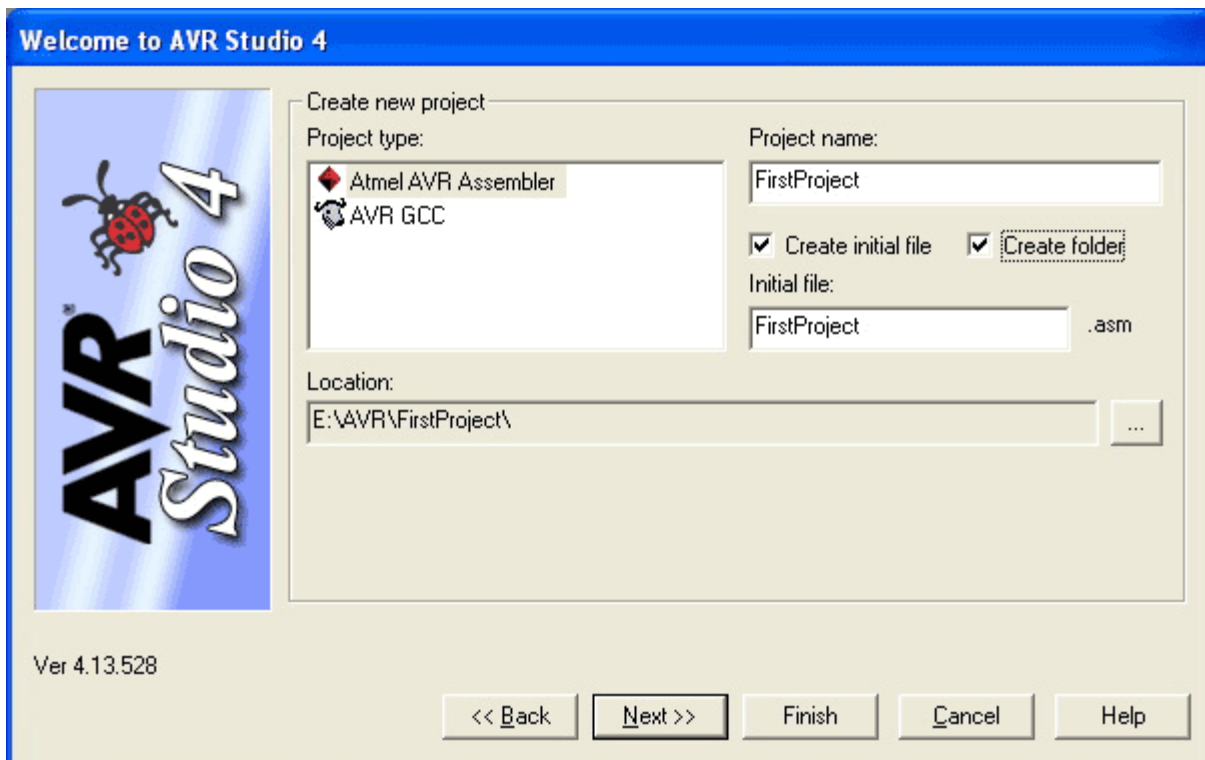
- 16 каналов;
- Частота дискретизации до 200 МГц;
- Измерение, декодирование и анализ сигналов: I2C, UART (RS232C, RS485), SPI и смешанных сигналов с тактовой частотой до 100 МГц;
- Память на канал до 1 Мбит, захват от 5нс;

- Расширенная синхронизация, анализ: по шине, логический, статистический;
- Коэффициент сжатия до 255:1;
- Передача данных по интерфейсу USB 2.0 на управляющий компьютер.

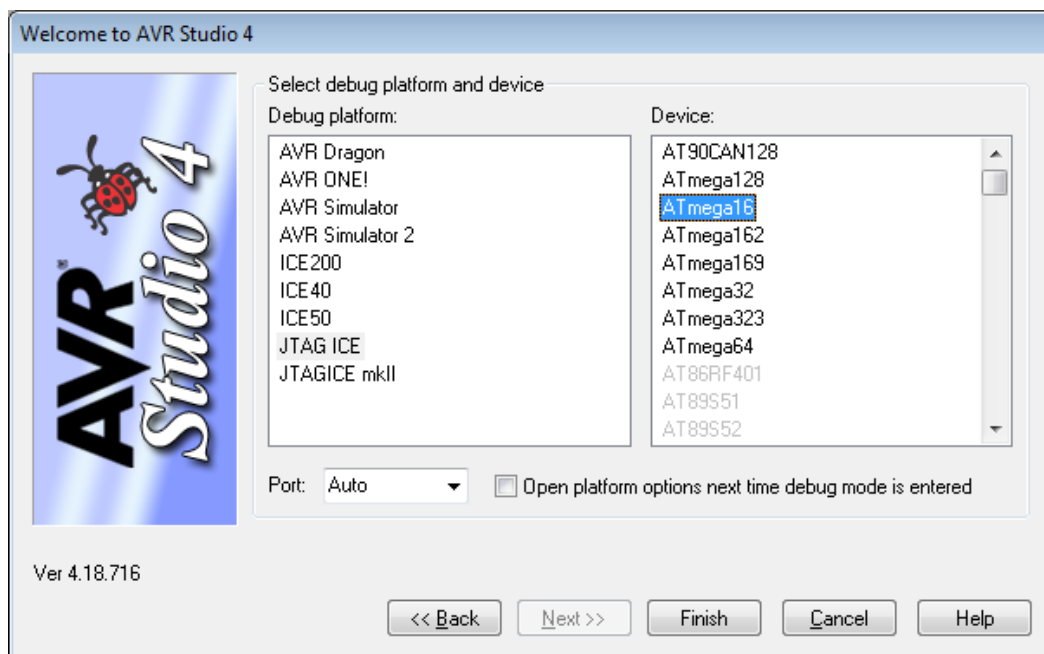
3. Работа со стендом

3.1. Создание проекта AVR Studio

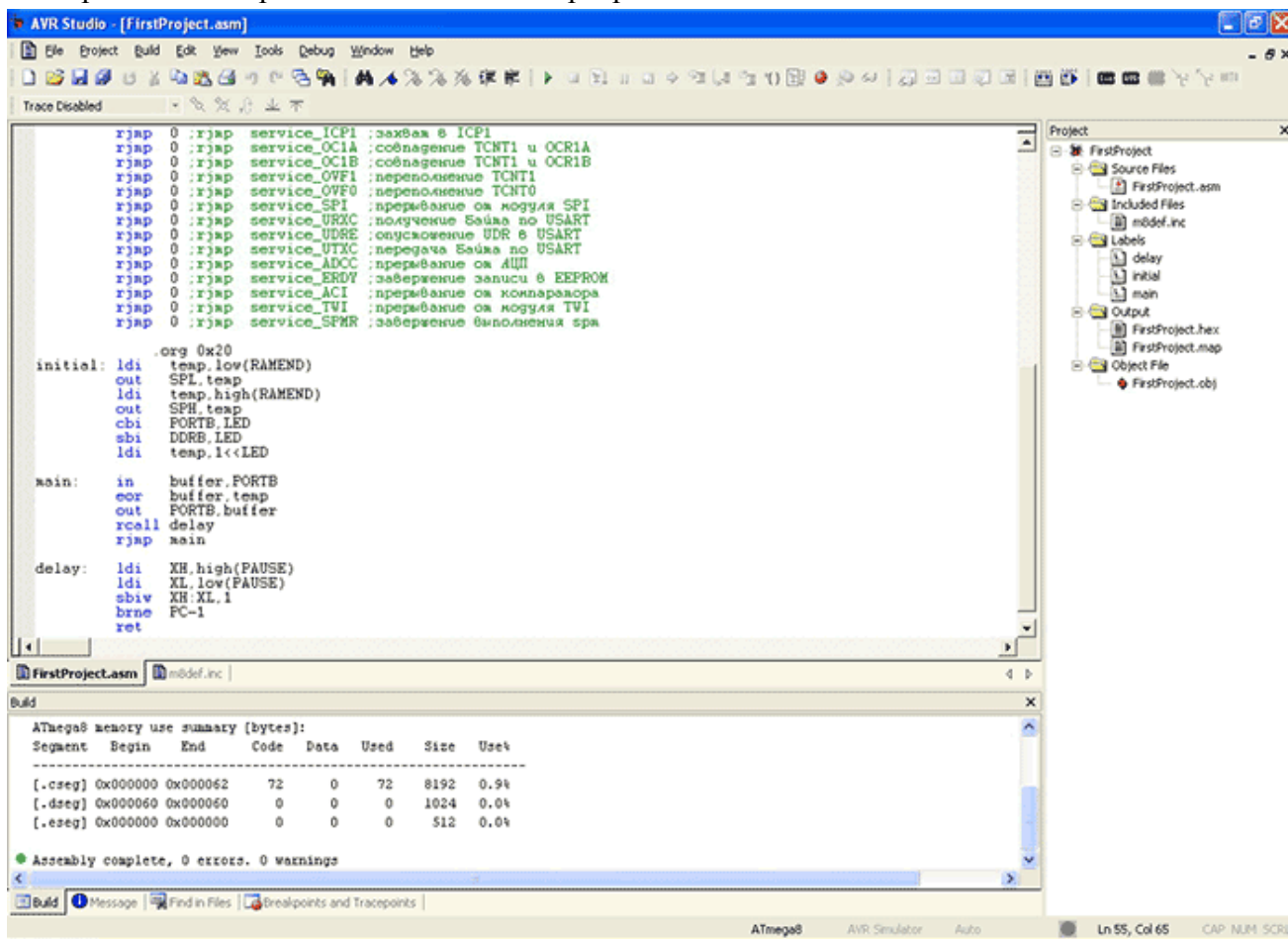
Разработка программ в AVR Studio начинается с создания проекта. После установки программы это легче всего сделать, через менеджер создания проектов во вкладке Project/Project Wizard.



После нажатия экранной кнопки New Project появится окно на рис.1, в котором надо задать название и директорию размещения проекта, например FirstProject. В качестве типа проекта необходимо выбрать Atmel AVR Assembler (проекты AVR GCC используют Си-компилятор WinAVR). Сейчас и в дальнейшем очень важно размещать все файлы проекта в одной папке, что избавит от многих проблем при редактировании и переносе программ.



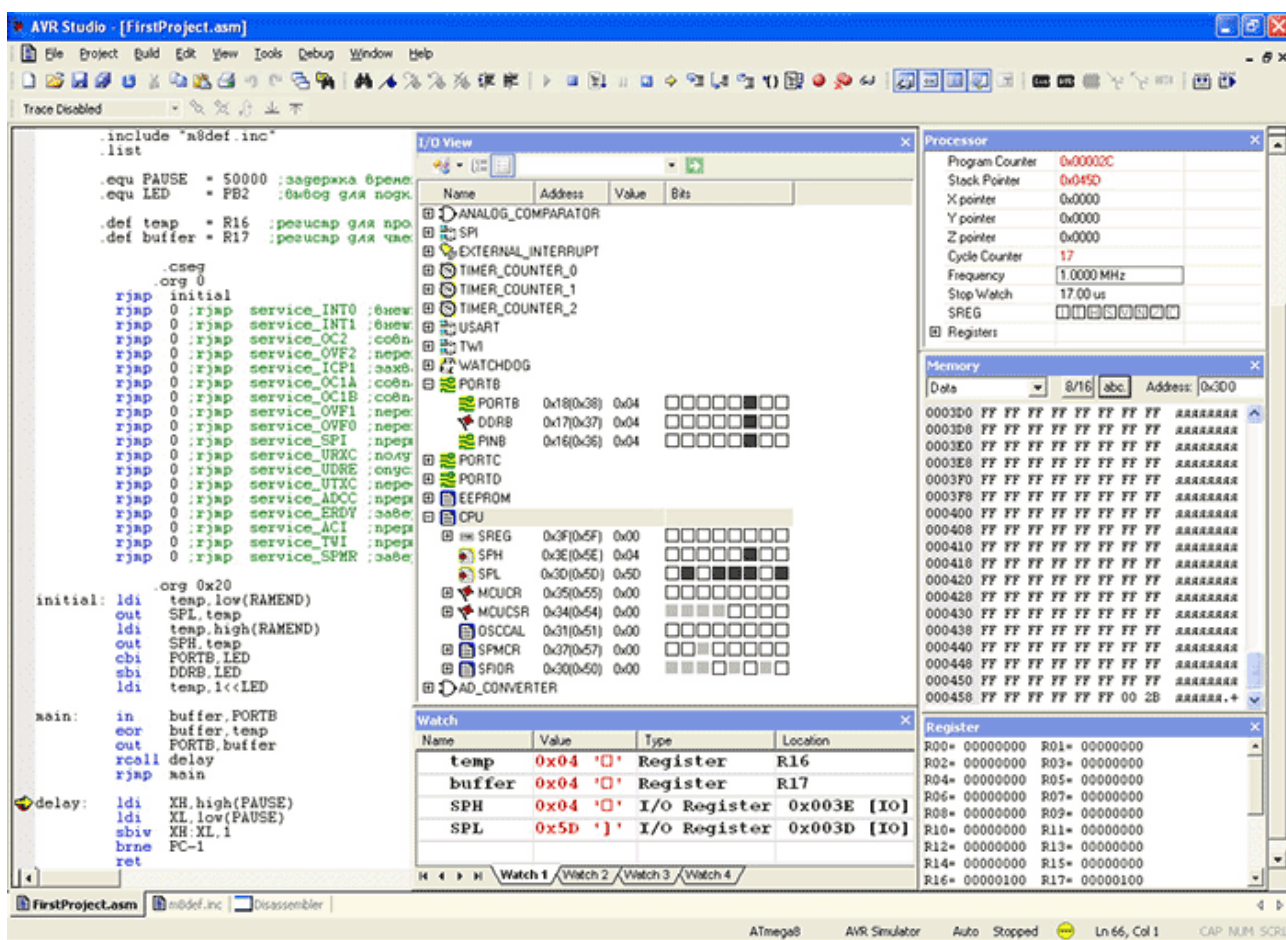
На следующем этапе необходимо выбрать модель микроконтроллера и тип отладочного средства, как показано на рисунке (в нашем случае это ATmega16 и JTAG ICE соответственно). После чего откроется окно текстового редактора, где и будет непосредственно происходить создание программы.



В окне проекта Project можно видеть все компоненты программы: файл с исходным текстами, заголовочные файлы, а также выходные файлы .lst, .map, .hex и .obj с

одноименными названиями. В разделе Labels находятся символьные имена меток, встречающиеся в программе.

Компиляция проекта осуществляется после нажатия на иконку Assemble либо Assemble and Run. В последнем случае сразу же запускается и программа отладчика. Если в исходном тексте были допущены ошибки, то .hex, естественно, создан не будет, а в окне Build, появится описание всех ошибок и строки где они находятся. После внесения необходимых исправлений и успешной сборки, в окне Build отобразится статистика о проекте в виде диапазонов адресов и размеров секций FLASH, SRAM и EEPROM.



Проверить работоспособность программы можно в симуляторе, либо с помощью любого другого отладчика. Его запуск происходит после нажатия иконки Start Debugging. На рисунке показана работа в симуляторе и вид основных отладочных окон, в которых можно наблюдать за состоянием содержимого различных областей памяти и символьными именами, объявленных в тексте программы. Все эти данные доступны для редактирования на ходу.

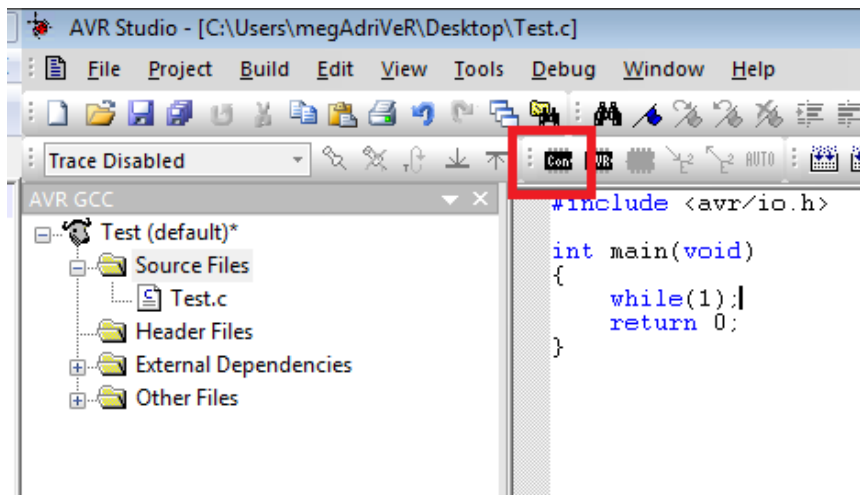
Отладку можно вести как в пошаговом (кнопки Step Into, Step Over, Step Out), так в автоматическом (Auto Step) или ускоренном (Run) режимах. Имеется возможность использовать также точки останова. Симулятор, встречая строку, в которой находится точка останова, принудительно останавливает свое выполнение, после чего можно детально изучить содержимое отладочных окон. Управление точками останова производится кнопками Toggle Breakpoint и Remove all Program Breakpoints. В окне

Disassembler можно видеть соответствующие машинных кодов командам ассемблера AVR.

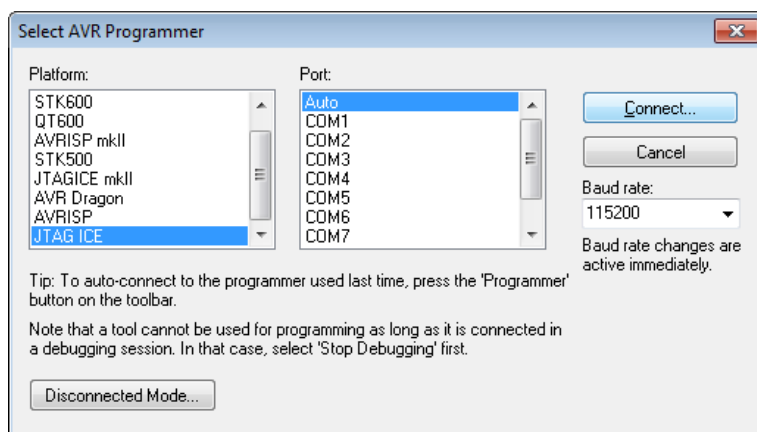
AVR Studio предоставляет программисту интуитивно-понятный пользовательский интерфейс и при ее освоении никаких проблем, как правило, не возникает. Управление свойствами встроенного текстового редактора и среды в целом ничем не отличается от подобных действий в различных офисных приложениях. Детальное описание всех компонентов AVR Studio можно найти во встроенной справочной системе.

3.2. Программирование модуля «Контроллер ПУ»

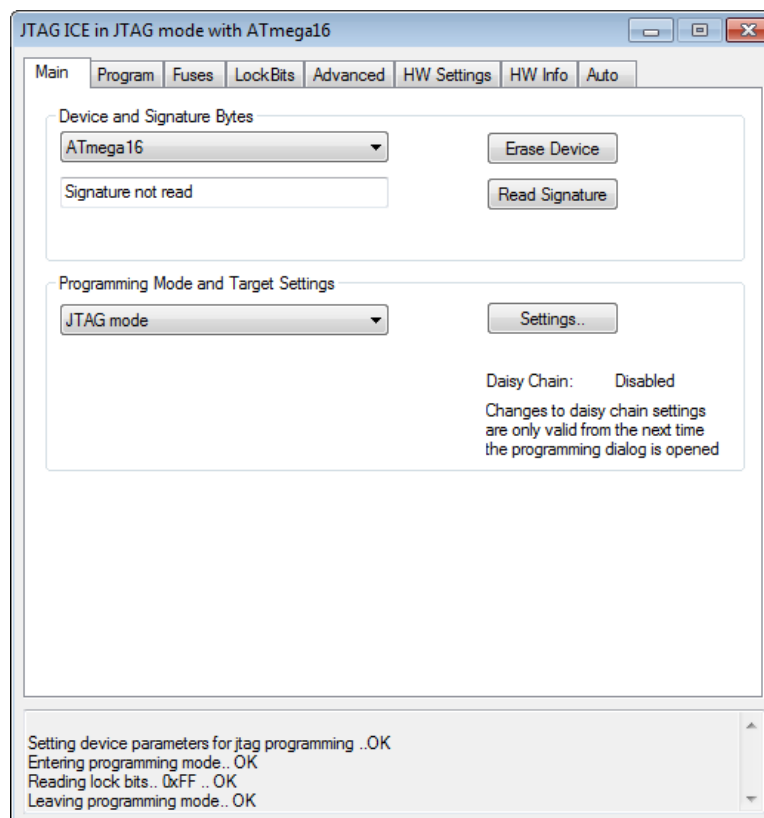
Для программирования и отладки микроконтроллера служит отладчик/программатор JTAG ICE mk1. Для того, подключиться к микроконтроллеру, необходимо проделать следующие шаги. Откройте диалог «Connect» кнопкой «Con».



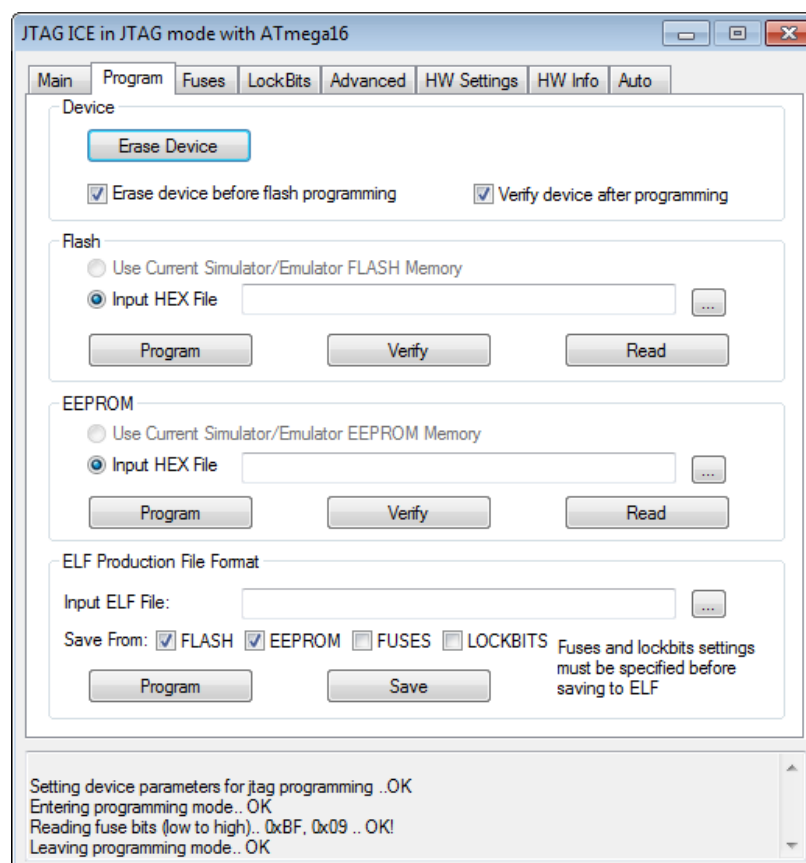
В появившемся окошке выберите отладчик «JTAG ICE» и выберите необходимый COM-порт (можно оставить автоматическое определение). Нажмите на кнопку «Connect».



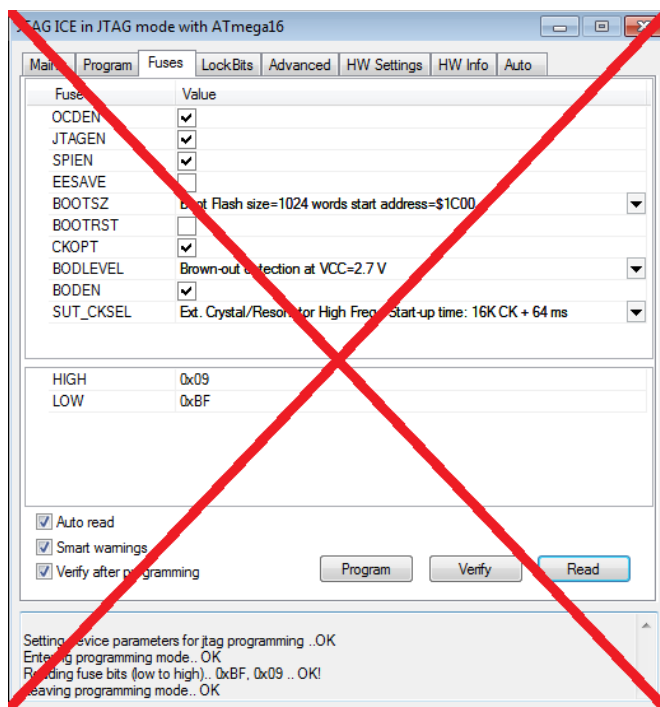
Если настройки верны, и модуль подключен, откроется окно программатора, как показано на рисунке.



Программатором можно прошивать микроконтроллер и менять его настройки (FUSE-биты). Вкладка «Program» служит для программирования. Для того, чтобы отправить в микроконтроллер файл-прошивку, выберите в секции «Flash» файл с расширением *.HEX и нажмите на кнопку «Program».

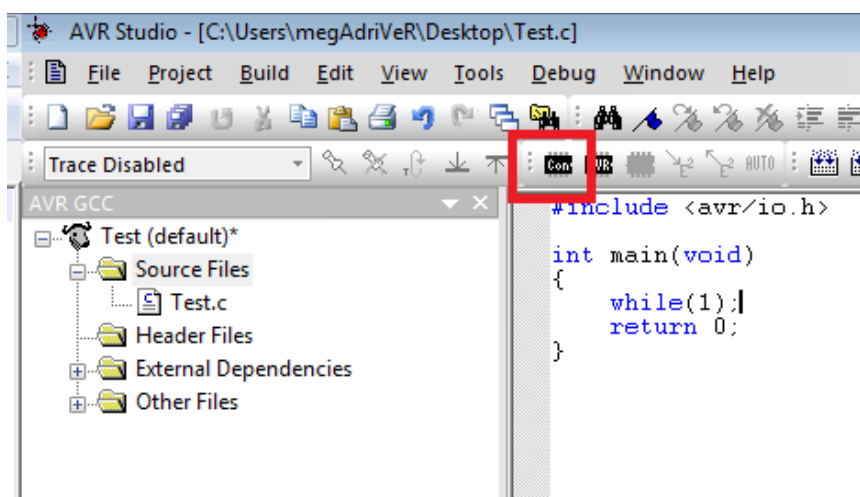


Остальные вкладки при работе не используются. **Обратите внимание! Менять фьюзы КАТЕГОРИЧЕСКИ запрещается, так как это может привести к полному блокированию микроконтроллера!**

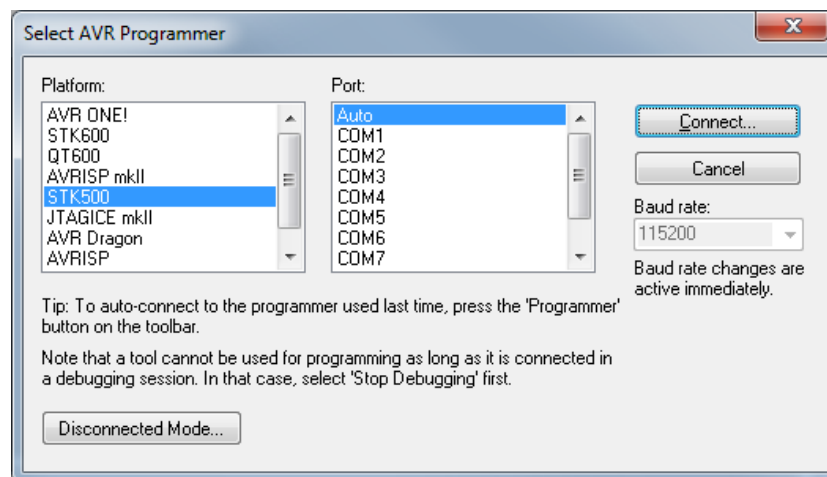


3.3. Программирование модуля «Контроллер USB»

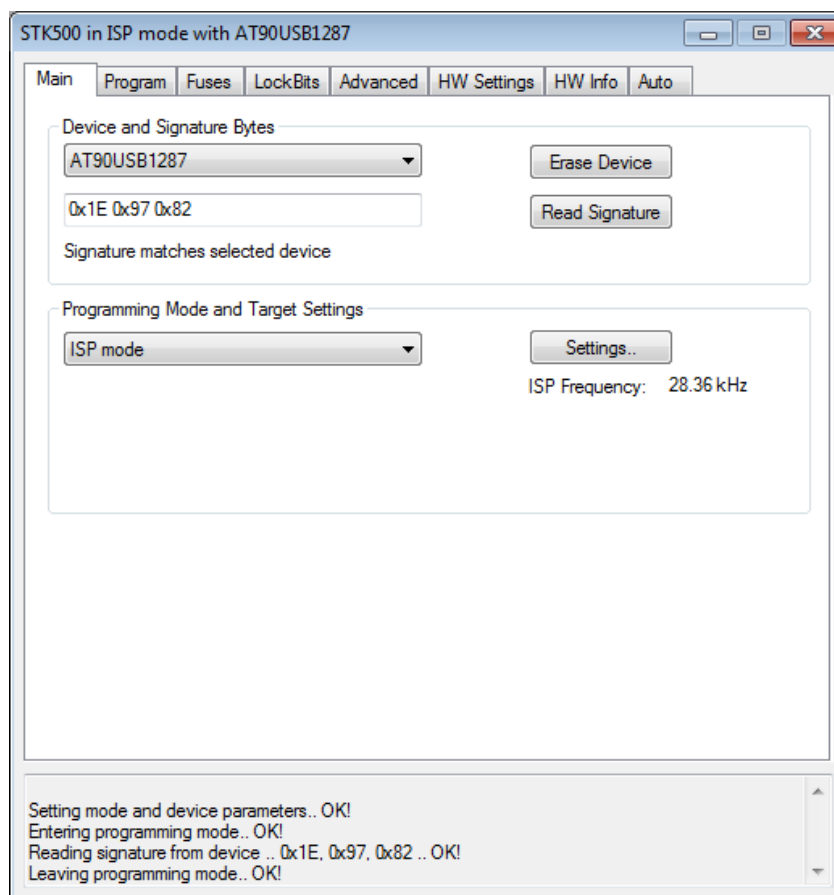
Для программирования и отладки микроконтроллера служит отладчик/программатор JTAG ISP. Для того, подключиться к микроконтроллеру, необходимо проделать следующие шаги. Откройте диалог «Connect» кнопкой «Con».



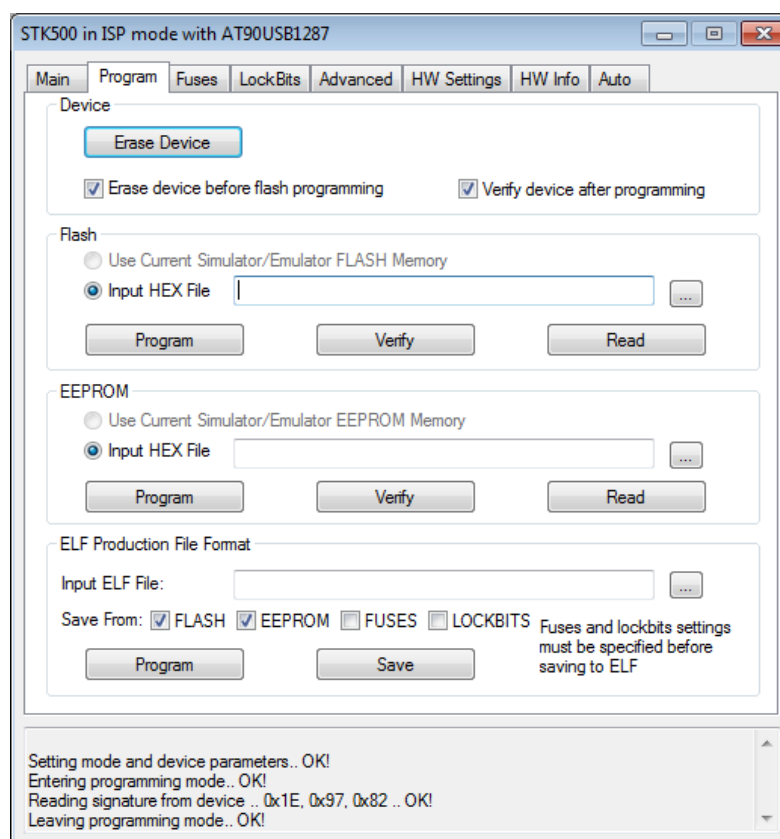
В появившемся окошке выберите отладчик «STK500» и выберите необходимый COM-порт (можно оставить автоматическое определение). Нажмите на кнопку «Connect».



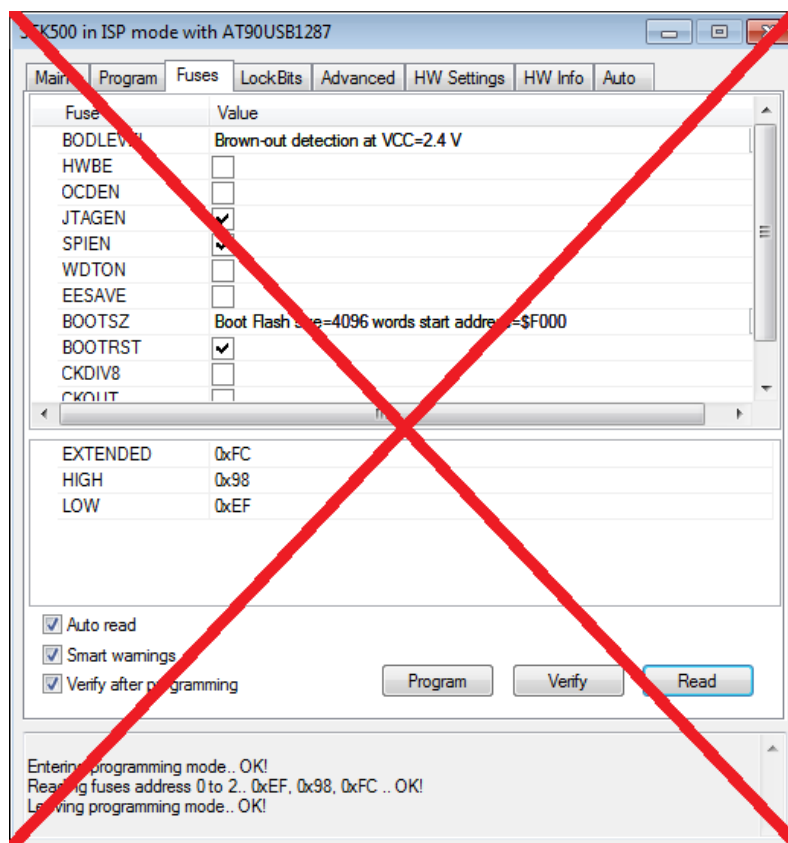
Если настройки верны, и модуль подключен, откроется окно программатора, как показано на рисунке.



Программатором можно прошивать микроконтроллер и менять его настройки (FUSE-биты). Вкладка «Program» служит для программирования. Для того, чтобы отправить в микроконтроллер файл-прошивку, выберите в секции «Flash» файл с расширением *.HEX и нажмите на кнопку «Program».



Остальные вкладки при работе не используются. **Обратите внимание! Менять фьюзы КАТЕГОРИЧЕСКИ запрещается, так как это может привести к полному блокированию микроконтроллера!**



4. Установка программного обеспечения стенда

Внимание! Некоторое программное обеспечение предназначено для работы только в 32-разрядных системах!

1. Установите драйверы FTDI. Запустите файл Software/FTDI_drivers/CDM20824_Setup.exe и следуйте указаниям установщика.
2. Установите AVR Toolchain. Запустите файл Software/AVR_Studio_4/avr-toolchain-installer-3.4.1.1195-win32.win32.x86.exe и следуйте указаниям установщика.
3. Установите среду разработки AVR Studio 4. Запустите файл Software/AVR_Studio_4/AvrStudio4Setup.exe и следуйте указаниям установщика.
4. Установите программу WinDjView. Запустите файл Software/WinDJVU/WinDjView-2.0.2-Setup.exe и следуйте указаниям установщика.
5. Установите программу Adobe Reader. Запустите файл Software/AdobeReader/AdobeRdr950_ru_RU.exe и следуйте указаниям установщика.
6. Установите программное обеспечение логического анализатора. Запустите файл Software/LogicAnalyzer/akipa_s31001_all/Setup.exe и следуйте указаниям установщика.
7. Скопируйте на рабочий стол или в документы программу Terminal. Скопируйте файл Software/BraysTerminal/Terminal.exe. Создайте ярлык для нее на рабочем столе.
8. Скопируйте на рабочий стол или в документы программу LPTprog. Скопируйте папку Software/lptt/. Создайте ярлык для файла LPTprog.exe на рабочем столе.