

ПРОГРАММАТОР
AVR-Doper lite

Руководство пользователя

Илья Данилов

Программатор AVR-Doper lite. Руководство пользователя

Автор: Илья Данилов, <http://mk90.blogspot.com>

При составлении использованы материалы:
<http://www.obdev.at/products/vusb/avrdoper.html>
<http://www.nongnu.org/avrdude/>



Данная работа лицензирована под лицензией
Creative Commons Attribution-Shared Alike 3.0

Эта лицензия позволяет другим перерабатывать, исправлять и развивать произведение даже в коммерческих целях при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях. Все новые произведения основанные на лицензированном под нею будут иметь аналогичную лицензию, поэтому все производные будет разрешено изменять и использовать в коммерческих целях.

Для получения полного текста лицензии, загрузите:
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

Или пошлите письмо по адресу:

Creative Commons
171 Second Street, Suite 300
San Francisco, California, 94105, USA

Введение

Данное руководство содержит начальные сведения о STK500-совместимом программаторе AVR-Doper lite¹, его использовании со средой разработки AVRStudio² и бесплатной программой avrdude³.

Ключевые особенности AVR-Doper lite:

- простая схема, без использования отдельного USB-чипа;
- совместим с STK500 через встроенный программный USB–Serial преобразователь;
- поддержка программирования устройств с пониженной тактовой частотой, например 32 кГц;
- тактовая частота программирования может задаваться и программно, и вручную - джампером (на случай, если нет поддержки в программном обеспечении);
- дополнительный USB–Serial преобразователь для приема отладочного вывода от программируемой схемы;
- открытая схема и свободный исходный код прошивки;
- питание от USB.

Модификация AVR-Doper lite отличается от оригинальной конструкции только отсутствием возможности высоковольтного программирования - HVSP.

Для получения исчерпывающей информации советуем обратиться к документации по AVRStudio, avrdude и проекту V-USB⁴.

Я буду рад любым вопросам в моем блоге *mk90.blogspot.com*.

Илья Данилов

Системные требования

Программатор AVR-Doper lite позволяет осуществлять запись и считывание памяти микроконтроллеров семейства ATMEGA/AVR, поддерживающих последовательное программирование без извлечения из схемы, или ISP⁵. Для использования программатора потребуются:

- IBM-PC совместимый компьютер не хуже Intel Pentium, 256K RAM
- свободный порт USB 1.1
- операционная система Windows 2000 и выше, Linux с ядром 2.2 и выше или MacOS X
- установленный драйвер
- программы AVRStudio или avrdude
- схема с поддерживаемым микроконтроллером ATMEGA/AVR⁶, совместимая с сигналами TTL +5В, имеющая правильно разведенный разъем ISP (см. распиновку на с. 11)

¹<http://www.obdev.at/products/vusb/avrdoper.html>

²<http://www.atmel.com/AVRStudio>

³<http://www.nongnu.org/avrdude/>

⁴<http://www.obdev.at/vusb/>

⁵In System Programming - внутрисхемное программирование

⁶См. список на стр. 12

Комплектность

- программатор AVR-Doper lite в разборном корпусе
- кабель ISP 10-контактный
- (опционально) кабель ISP 6-контактный
- (опционально) плата-переходник ISP10 - ISP6
- (опционально) CD-диск со свободным ПО и документацией⁷

Установка программного обеспечения

Программатор AVR-Doper lite может взаимодействовать с компьютером по двум различным протоколам:

- STK500: режим совместимости с AVRStudio: с использованием встроенного USB-serial моста;
- USB HID: специальный протокол взаимодействия, основанный на стандарте USB HID.

Первый режим должен использоваться с приложениями, которые способны работать только по официально поддерживаемым протоколам ATMEGA - например, с AVRStudio. К сожалению, невозможно гарантировать правильную работу в этом режиме на всех типах оборудования и всех вариантах операционных систем, поэтому существует второй режим - USB HID. AVR-Doper lite поддерживается `avrdude` в этом режиме начиная с версии 5.3.

Переключение между режимами осуществляется с помощью переключки, которая расположена на плате программатора и становится доступна после разборки корпуса. Изначальная установка соответствует режиму совместимости с STK500.

Распакуйте файл `AVR-Doper.2008-11-27.tar.gz`⁸ в отдельную папку перед началом установки. Для работы в среде AVRStudio под Windows, должна быть установлена сама AVRStudio v.4⁹, а для работы с `avrdude` - пакет WinAVR¹⁰. Также `avrdude` входит в состав ArduinoIDE¹¹ и поддерживается Linux и MacOS X.

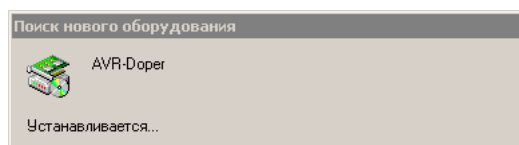
Режим STK500

В этом режиме AVR-Doper lite представляется системе в качестве USB-модема. Хотя ему требуется драйвер, к счастью, этот драйвер входит в состав Windows по умолчанию.

Этот режим соответствует *разомкнутой* переключке USB HID.

Windows

1. Подключите AVR-Doper lite к шине USB, запустится процесс определения нового устройства:



2. Откажитесь от поиска драйвера через Windows Update, разрешите поиск на локальных носителях:

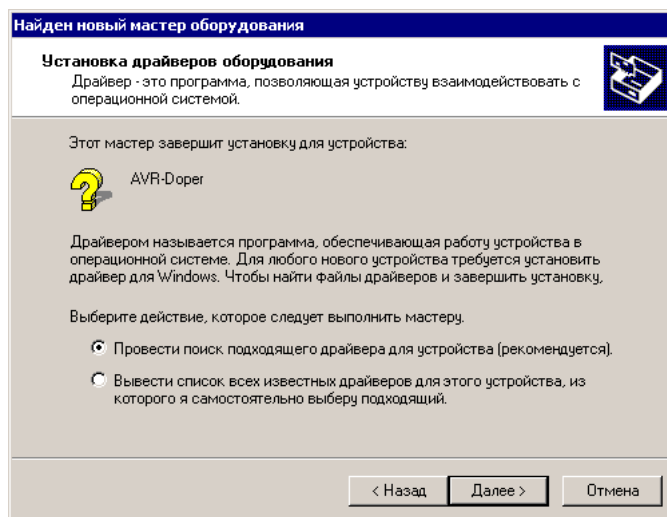
⁷Все записанные на CD материалы также доступны для скачивания в сети Internet

⁸Скачать со страницы проекта: <http://www.obdev.at/products/vusb/avrdoper.html>

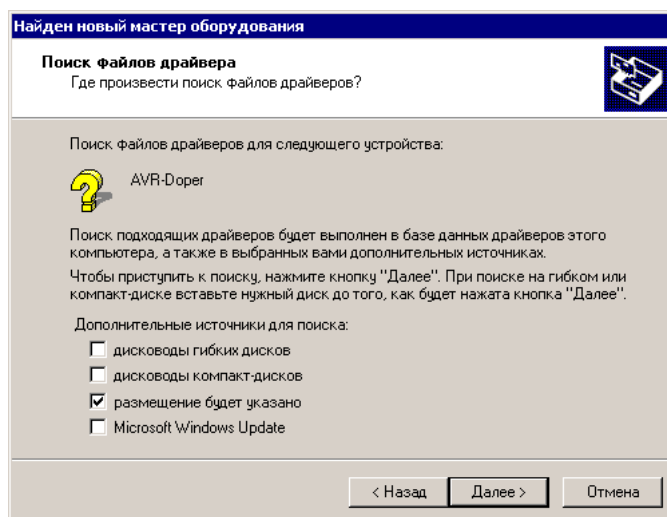
⁹Ссылка для закачки: <http://atmel.com/AVRStudio>

¹⁰Скачать со страницы проекта: <http://winavr.sourceforge.net/>

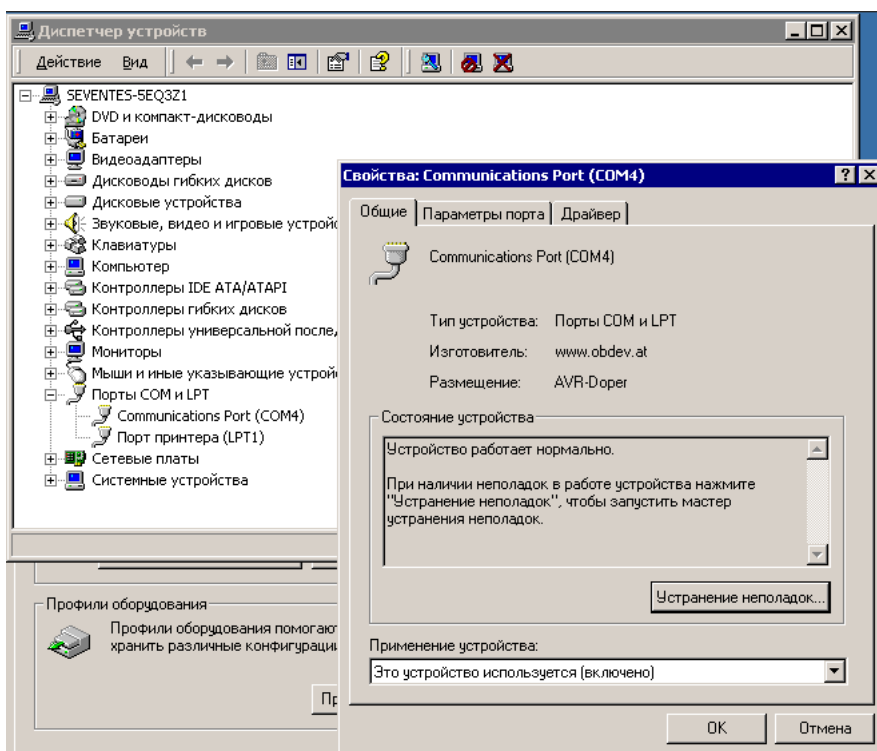
¹¹<http://arduino.cc>



3. Выберите местоположение файла `avrdoper.inf` из распакованного ранее архива (для Windows Vista надо использовать `avrdoper-vista.inf`):



4. Продолжайте установку, подтверждая все вопросы операционной системы, игнорируйте предупреждения об отсутствии цифровой подписи и сертификации «Windows Logo»
5. После успешного завершения установки в системе появится дополнительный виртуальный COM-порт:



Linux

Убедитесь, что в ядре включена поддержка USB Modem (CDC ACM) support, в случае компиляции модулем, должен присутствовать файл `acm.o` или `cdc-acm.ko`. Если поддержка включена, то после подключения AVR-Doper lite к шине USB в системном журнале `/var/log/syslog` должны появиться строки:

```
cdc_acm 2-6.4:1.0: ttyACM0: USB ACM device
usbcore: registered new interface driver cdc_acm
cdc_acm: v0.26:USB Abstract Control Model driver for USB modems and
ISDN adapters
```

Строка запуска для проверки работоспособности:

```
avrdude -c stk500v2 -P /dev/ttyACM0 -p m8
```

Режим USB HID

В этом режиме установка не требуется, поскольку AVR-Doper lite использует универсальный USB-HID драйвер, обслуживающий низкоскоростные устройства класса Human Interface Device - клавиатуры, мыши и т.п. К сожалению, в этом режиме невозможна работа с AVRStudio, только с avrdude.

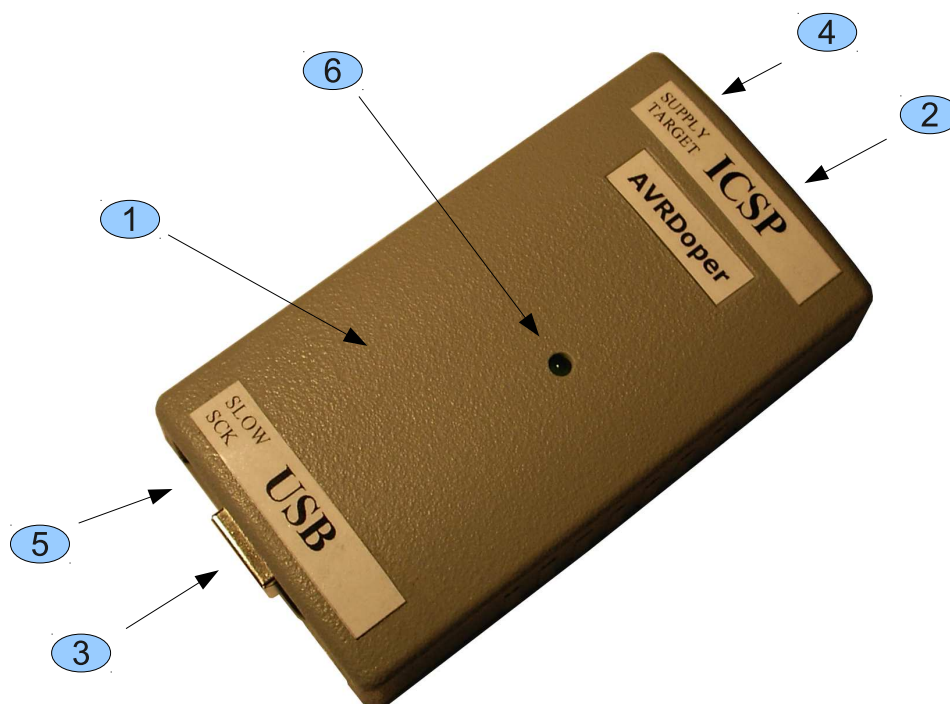
Строка запуска для проверки работоспособности:

```
avrdude -c stk500v2 -P avrdoper -p m8
```

Этот режим соответствует замкнутой переключке USB HID.

Подключение программатора

Внешний вид



1. **Разборный корпус.** Корпус необходимо разбирать только для доступа к перемычке переключения режимов (STK500 или USB HID);
2. **Разъем 10-контактного кабеля ISP** для подключения к программируемой схеме;
3. **Разъем USB** для подключения к компьютеру;
4. **Джампер подачи питания** на программируемую схему, при его замыкании в разьеме ISP на линии Vcc появляется напряжение +5В;
5. **Джампер понижения скорости** программирования. После запуска AVR-Doper lite устанавливает частоту программирования 100 кГц, но она может быть изменена программно (см. стр. 9). Если программное обеспечение не поддерживает программное изменение частоты программирования, используйте этот джампер для ее принудительного понижения до 7 кГц. Это позволяет программировать схемы с тактовой частотой до 32 кГц;
6. **Индикатор входа в режим программирования.** Указывает на то, что программатор установил связь с программируемым микроконтроллером и перевел его в режим программирования. Отключение схемы или программатора в этот момент может привести к отрицательным последствиям (например, не будут восстановлены фьюз-биты или будет прерван цикл программирования).

Порядок подключения

Выберите джампером «SUPPLY TARGET» режим питания программируемой схемы - программирование выполняется надежнее, если схема питается от программатора. При этом надо учитывать предельный потребляемый ток - он не должен превышать 500 мА. Если программируемая схема имеет собственное питание, удалите джампер.

Подключите разъем ISP к программируемой схеме при помощи входящего в комплект кабеля, соблюдая положение *первого контакта разъема* (провод красного цвета, метка на разъеме IDC).

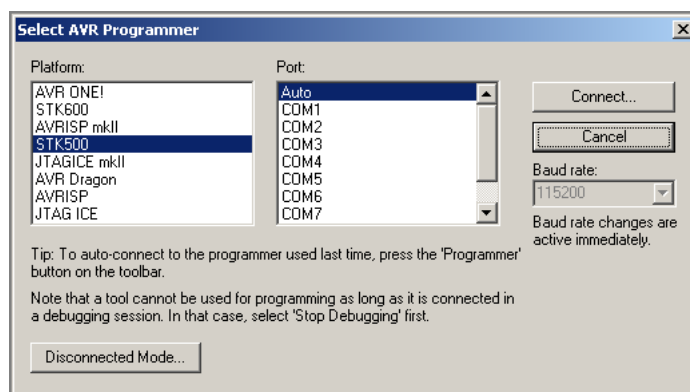
Внимание! Внутреннее питание программатора составляет +5В, поэтому удостоверьтесь, что программируемая схема совместима с сигналами +5В.

Подключите программатор к компьютеру с помощью любого кабеля USB A-B (с квадратным разъемом B-типа). Обмен данными между программатором и компьютером происходит в режиме low-speed bulk transfer, никаких особенных требований к кабелю по помехозащищенности не предъявляется.

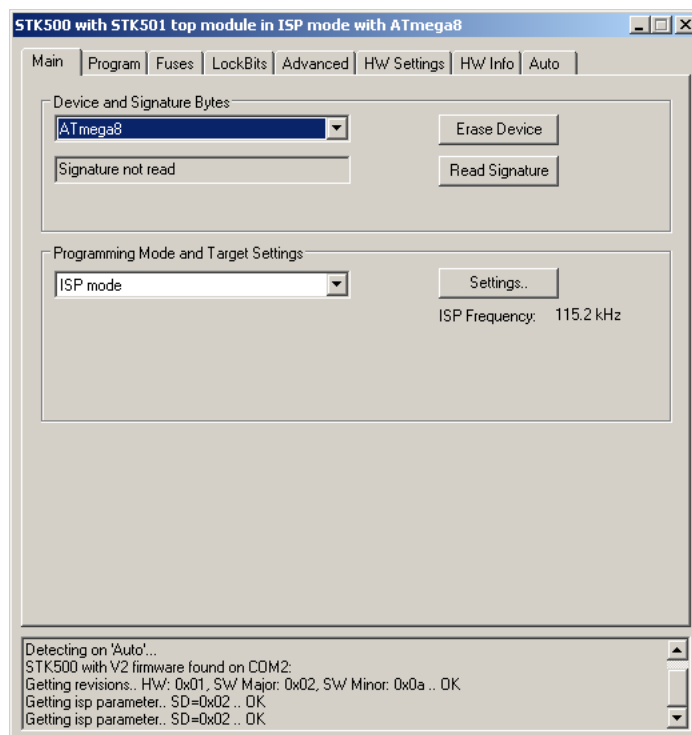
Использование с AVRStudio

AVR-Doper lite способен работать в режиме совместимости с программатором STK500, одной из фирменных моделей ATMEL. Это позволяет использовать AVR-Doper lite в составе среды разработки AVRStudio.

Перед началом работы убедитесь, что программатор правильно подключен к программируемой схеме и к компьютеру. Запустите AVRStudio и выберите пункт меню «TOOLS | PROGRAMAVR | CONNECT»:



Выберите в диалоговом окне «STK500» и «AUTO», нажмите «CONNECT». После этого AVRStudio проведет поиск программатора на всех доступных COM-портах и при успешном обнаружении откроется окно программирования:



Нажмите «READ SIGNATURE», чтобы прочитать идентификационную метку подключенного через программатор микроконтроллера. В случае несовпадения прочитанной сигнатуры типу микроконтроллера, проверьте еще раз корректность подключения к программируемой схеме.

Для чтения, записи и проверки информации используйте соответствующие закладки диалогового окна программирования AVRStudio, подробное описание см. в документации к программному продукту.

Использование с avrdude

Для программирования через AVR-Doper lite можно пользоваться свободной программой `avrdude`, в режиме командной строки. Основным преимуществом этого режима является создание автоматизированных сценариев прошивки, когда, например, требуется сохранить последовательность команд для программирования определенного устройства. Для тех, кто находит командную строку громоздкой или неудобной, разработаны графические оболочки - например, Khazama¹², которые позволяют устанавливать параметры `avrdude` визуально.

С точки зрения `avrdude`, микроконтроллер имеет набор областей памяти различных типов. Например, для ATmega168 они определены так:

Название	Значение	Размер, байт	Записываемая
flash	Память программ	16384	да
eeprom	Память EEPROM	512	да
hfuse	Старший байт HFUSE	1	да
efuse	Расширенный EFUSE	1	да
lock	Маска разрешений	1	да
calibration	Байт калибровки	1	да
signature	Сигнатура	3	нет

Перед началом использования `avrdude` должны быть известны следующие параметры:

- тип программатора и порт, к которому он подключен

¹² <http://khazama.com/project/programmer/>

- модель микроконтроллера
- тип памяти микроконтроллера
- выполняемая операция: чтение, запись или верификация
- имя файла с данными для записи или результатами чтения

Тип программатора для AVR-Doper lite задается ключом `-c stk500v2`, порт зависит от режима работы. В режиме совместимости с STK500 надо указывать «`-P /dev/ttyACM0`», в режиме USB-HID «`-P avrdoper`».

Синтаксис типичного запуска `avrdude` выглядит так:

```
avrdude -C avrdude.conf -c stk500v2 -P avrdoper -p <тип МК> -U <память:команда:файл:[формат]>
```

где:

<code>-C avrdude.conf</code>	путь к файлу конфигурации <code>avrdude</code>
<code>-c stk500v2</code>	протокол обмена с программатором, в данном случае STK500 версия 2
<code>-P avrdoper</code>	неявное задание типа программатора через имя USB-HID устройства
<code>-p <тип МК></code>	тип программируемого МК, например «m168» для ATmega168
<code>-U <память:команда:файл:[формат]></code>	операция с указанием типа памяти, команды (чтение, запись или верификация) и имени файла. Можно указывать несколько таких ключей, тогда операции будут выполнены последовательно за один запуск <code>avrdude</code> .

Внимание! Неправильные значения фьюз-битов могут значительно влиять на работу микроконтроллера. Пожалуйста, внимательно изучите описания производителя для *прошиваемого* микроконтроллера перед попыткой изменения любого fuse-бита!

Текстовый файл конфигурации `avrdude.conf` содержит описания всех поддерживаемых программаторов и микроконтроллеров и при необходимости может быть легко отредактирован вручную. Более подробную информацию можно получить из документации по `avrdude`.

Примеры

Программирование ATmega168

```
avrdude -C avrdude.conf -c stk500v2 -P avrdoper -p m168 \
-U flash:w:filename.hex
```

Формат файла с прошивкой распознается автоматически, но его можно задать принудительно, через двоеточие после имени файла.

Установка фьюз-битов для ATmega8

```
avrdude -C avrdude.conf -c stk500v2 -P avrdoper -p m8 \
-U hfuse:w:0xca:m -U lfuse:w:0xdf:m
```

Для записи значений прямо из командной строки надо указывать опцию формата «m».

После установки этих значений, микроконтроллер будет использовать внешний кварц, после старта передавать управление бутлоадеру размером 1К¹³, встроенный VOD выключен.

¹³Производитель микроконтроллеров в документации упоминает про «512 слов», однако речь идет про 16-битные слова

Считывание прошивки из ATmega1280

```
avrdude -C avrdude.conf -c stk500v2 -P avrdoper -p m1280 \
-U flash:r:file.hex
```

При чтении прошивки необходимо явно задавать формат, либо использовать имя *существующего* файла: в последнем случае avrdude сначала попытается определить его формат, а затем перепишет содержимое файла считанными из микроконтроллера данными.

Установка битов защиты ATmega328P

```
avrdude -C avrdude.conf -c stk500v2 -P avrdoper -p m328p -U lock:w:0x0f:m
```

Данной командой секция bootloader-a защищается от чтения и записи из секции основной программы микроконтроллера. Это предотвращает случайную модификацию bootloader-a из основной программы микроконтроллера в результате ошибок или сбоев по питанию.

Дополнительные возможности

Скорость программирования

AVR-Doper lite поддерживает программное изменение частоты тактовых импульсов, позволяющее программировать низкоскоростные устройства. Для понижения скорости программирования в AVRStudio можно воспользоваться настройкой в окне программирования, на закладке «Main». В avrdude используется ключ -B, после которого задается число, соответствующее длительности тактового импульса в миллисекундах. Минимальные значения 1, 1, 2 и 3 соответствуют тактовой частоте 300 КГц, 100 кГц и 50 КГц соответственно; при больших значениях частоту можно вычислить как $f_c = 1/(3 \cdot value \cdot 10^{-3})$, где value - числовой аргумент ключа -B.

Тактовая частота

AVR-Doper lite может служить источником тактовых импульсов программируемого микроконтроллера, формируя их на третьем контакте CLK разъема ISP (см. распиновку на с.11). Для использования этой возможности соедините CLK с пином XTAL1. Это может потребоваться, например, в результате неверного программирования fuse-битов.

Отладка

AVR-Doper lite имеет дополнительный конвертер USB-TTL, способный считывать данные с контакта 10 разъема ISP. Обычно, этот контакт на разъеме ISP соединяется с GND, однако если к нему подключить передающий пин отлаживаемого устройства (желательно через защитный резистор, не менее 100 Ом), вы получаете возможность просматривать отладочный вывод с помощью утилиты командной строки `avrdebug`.

Замечание. Скорость обмена последовательного порта МК должна быть установлена в 19200 bps.

Сообщения об ошибках

```
avrdude: ser_open(): can't open device "/dev/ttyACM0"
avrdude: avrdoper_open(): Device not found.
```

Причина: устройство AVR-Doper lite не обнаружено на USB-шине компьютера.

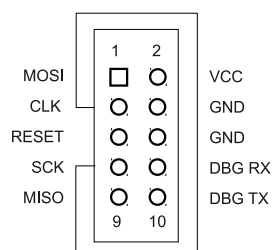
Проверьте, подключен ли AVR-Doper lite к компьютеру. Попробуйте отключить и подключить программатор.

```
avrdude: error: programm enable: target doesn't answer. 1
avrdude: initialization failed, rc=-1
        Double check connections and try again, or use -F to override
        this check.
```

Причина: программируемый микроконтроллер не отвечает на последовательность инициализации режима ISP.

Проверьте корректность подключения программируемой схемы. Проверьте наличие питания на программируемом микроконтроллере, а также тактовый сигнал. В последнем случае, при подключении ко входу XTAL1 светодиода с нагрузкой, он должен слабо светиться.

Распиновка разъема ISP



ICSP-10

- **MOSI** выход данных, MasterOutSlaveIn
- **VCC** линия питания +5В
- **CLK** тактовый сигнал микроконтроллера
- **GND** земля
- **RESET** линия сброса
- **SCK** синхронизация
- **MISO** вход данных, MasterInSlaveOut
- **DBG RX** отладочный порт на устройстве - прием
- **DBG TX** отладочный порт на устройстве - передача

Замечание Сигналы CLK, DBG RX и DBG TX использовать необязательно, на ответном ISP-разъеме устройства допускается соединение с землей.

Список поддерживаемых микроконтроллеров

AT90CAN32	ATmega8	ATmega329P	ATtiny11
AT90CAN64	ATmega16	ATmega406	ATtiny12
AT90CAN128	ATmega32	ATmega640	ATtiny13
AT90PWM2	ATmega48	ATmega644	ATtiny15
AT90PWM2B	ATmega48P	ATmega644P	ATtiny22
AT90PWM3	ATmega64	ATmega645	ATtiny24
AT90PWM3B	ATmega88	ATmega649	ATtiny25
AT90S1200	ATmega103	ATmega1280	ATtiny26
AT90S2313	ATmega128	ATmega1281	ATtiny28
AT90S2323	ATmega161	ATmega2560	ATtiny44
AT90S2343	ATmega162	ATmega2561	ATtiny45
AT90S4414	ATmega163	ATmega3250	ATtiny84
AT90S4433	ATmega164P	ATmega3250P	ATtiny85
AT90S4434	ATmega165	ATmega3290	ATtiny261
AT90S8515	ATmega168	ATmega3290P	ATtiny461
AT90S8535	ATmega169	ATmega6450	ATtiny861
AT90USB1286	ATmega323	ATmega6490	ATtiny2313
AT90USB1287	ATmega324P	ATmega8515	AT86RF401
	ATmega325	ATmega8535	AT89S51
	ATmega325P		AT89S52
	ATmega329		

