

SL USB

USB-CAN конвертеры

Руководство пользователя

Версия 1.2

14.06.2015

Введение

В данном документе изложен порядок использования адаптеров USB – CAN конвертеров **SL-USB**. Данное описание необходимо использовать совместно со следующими документами.

Документ	Описание	Файл
SL-USB-XXX Техническое описание.	Техническое описание конкретной модели конвертера.	DS.SL.USB.XXX.pdf
SICan API Руководство пользователя	Описание пользовательского программного интерфейса SICan API	UM.SLCAN.API.pdf
SICan ASCII Руководство пользователя	Описание коммуникационного протокола SICan ASCII	UM.SLCAN.ASCII.pdf
SICanView Справка	Описание программы – монитора CAN сети SICanView	slicanview.chm

Общее описание

USB - CAN конвертеры SL-USB являются интеллектуальными USB адаптерами CAN шины с одним или несколькими интерфейсами CAN различных модификаций.

Конвертеры поддерживает работу CAN2.0 протоколов версии А и В. Особенностью конвертеров является высокая, без потерь, пропускная способность приема и передачи CAN сообщений любых типов. Конвертеры обеспечивает обработку сообщений при максимальной загрузке CAN сети.

Конвертеры могут изменять параметры скорости передачи сообщений в широких пределах, что позволяет производить тонкую настройку CAN сети, обеспечивая оптимизацию по дальности и скорости безошибочной передачи данных.

Конвертеры могут работать в режиме “прослушивания”, что позволяет использовать их для тестирования существующих CAN сетей, анализируя поток перехваченных сообщений, без влияния на сеть.

Конвертеры могут эффективно осуществлять мониторинг CAN сети – выявлять ошибки шины и арбитража, определять их тип и направление.

Конвертеры могут снабжать всю информацию, передаваемую в PC временной меткой (time stamp) разрядностью 64-бит и точностью до 1 мкс.

Практически все модели конвертеров аппаратно поддерживают работу TTCap с временным разрешением до 1мкс. Также аппаратно поддерживают CAN протоколы высокого уровня.

Некоторые модели конвертеров могут также работать в режиме последовательного порта. В этом случае физический интерфейс конвертера управляется не CAN контроллером, а портом UART микропроцессора конвертера.

Возможности firmware конвертеров и программы монитора сети **SICanView** позволяют использовать их для эффективного мониторинга, перехвата и дальнейшего анализа сообщений CAN сети. Наличие моделей с различными физическими реализациями CAN позволяет производить это в CAN сетях любых типов.

Наличие прикладного программного интерфейса **SICan API** обеспечивает создание пользовательского программного обеспечения высокого уровня. Комплект разработчика **SICan SDK** включает в себя полный набор документации, библиотек и интерфейсных модулей, позволяющих производить разработку программного обеспечения в различных средах программирования и языках высокого уровня. Использование готовых проектов примеров в качестве основы обеспечивают быстрое создание приложений.

Конвертеры поддерживают коммуникационный протокол **SICan ASCII**, полностью совместимый с аналогичными протоколами других производителей, что позволяет использовать конвертеры со сторонним программным обеспечением, в том числе свободным.

Особенностью конвертеров является встроенный загрузчик, который обеспечивает замену и обновление микропрограммы микроконтроллера конвертера. Загрузчик не требует установки драйверов и может быть использован в любой версии Windows. Код загрузчика полностью изолирован от основной программы конвертера и позволяет использовать различные версии, в том числе и эмулирующие работу USB-CAN устройств других типов. Это существенно расширяет спектр возможностей конвертера.

Наличие моделей разной функциональности и развитого ПО позволяет использовать их как в качестве контроллеров систем управления и сбора данных, так и в качестве эффективных и надежных аппаратных адаптеров анализаторов протокола и перехватчиков данных CAN сети.

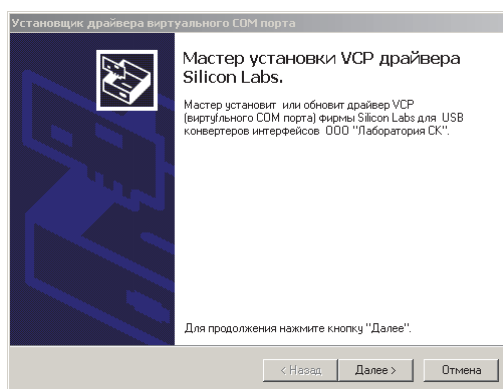
Установка драйвера

Все конвертеры при поставке поддерживаются одним типом драйвера для версий Windows XP, Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 8.1 Для его установки необходимо использовать программу установки, которая установит или обновит его.

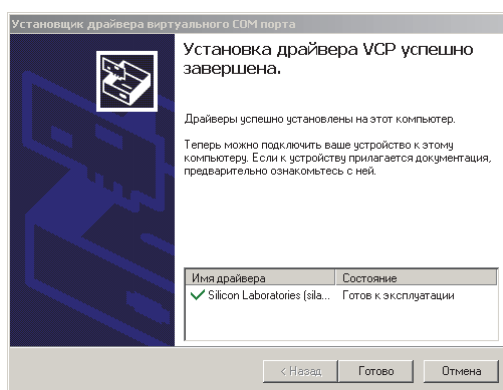
Порядок установки следующий:

1. Убедиться в том, что все конвертеры отключены от компьютера, иначе появятся дополнительные диалоговые окна.
2. Запустить на выполнение из папки **ldriver** исполняемый файл установки:
 - **dpinst_x86.exe** для 32-х разрядных версий Windows
 - **dpinst_x64.exe** для 64-х разрядных версий Windows

После запуска появится окно



3. Нажать кнопку **Далее**. После этого программа установки скопирует необходимые файлы и подготовит драйвер к подключению конвертера.



4. Нажмите кнопку **Готово**. Теперь можно подключать конвертер к компьютеру. Драйвер подключится автоматически.

Подключение к CAN сети

High Speed CAN

Требования к высокоскоростным CAN сетям изложены в стандарте ISO 11898-2. Стандарт определяет среду передачи данных скоростью до 1Мбит/с в виде пары проводов - линии CAN-H и CAN-L. В Табл. 1 приведены основные параметры, изложенные в стандарте. Для наглядности номинальные значения уровней напряжения показаны на рис. 7.

Таблица 1. Параметры среды передачи данных ISO 11898-2.

Параметр	Значение		
	Мин.	Ном.	Макс.
Волновое сопротивление, Ом	95	120	140
Погонное сопротивление, Ом/м		70	
Задержка, нс/м		5	
Сопротивление терминатора, Ом	100	120	130
Скорость передачи, кбит/с			1000
Рецессивное состояние. Уровни напряжения, В			
Напряжении линии CAN-H относительно земли узла сети		2,5	7,0
Напряжении линии CAN-L относительно земли узла сети	-2,0	2,5	
Напряжение линии CAN-H относительно линии CAN-L	-0,12	0	0,12
Доминантное состояние. Уровни напряжения, В			
Напряжении линии CAN-H относительно земли узла сети		3,5	7,0
Напряжении линии CAN-L относительно земли узла сети	-2,0	1,5	
Напряжение линии CAN-H относительно линии CAN-L	1,2	2,0	3,0

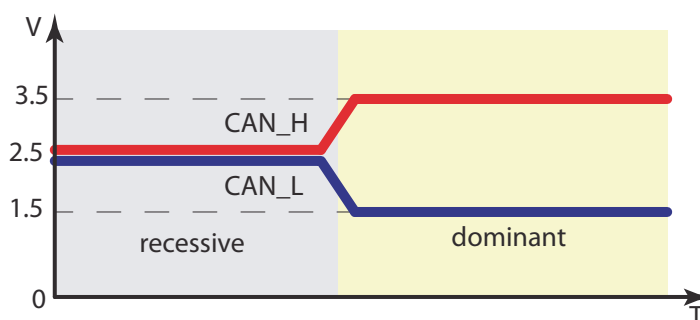


Рис 7. Уровни напряжения линий High Speed CAN.

Узлы сети обычно соединяются кабелем витая пара, который для уменьшения искажений сигнала нагружен на обоих концах сопротивлением, значение которого равно волновому сопротивлению кабеля.

Конвертеры имеют встроенный терминатор, выполненный или в виде одного сопротивления 120 Ом, или в виде двух последовательно соединенных сопротивлений 60 Ом с подключенной через емкость 1 нФ на землю средней точкой (сплит нагрузка).

На Рис.8 показан рекомендуемый типичный способ подключения конвертера со сплит нагрузкой к сети. На Рис.9 рекомендуемый способ для конвертера с терминатором в виде одного сопротивления.

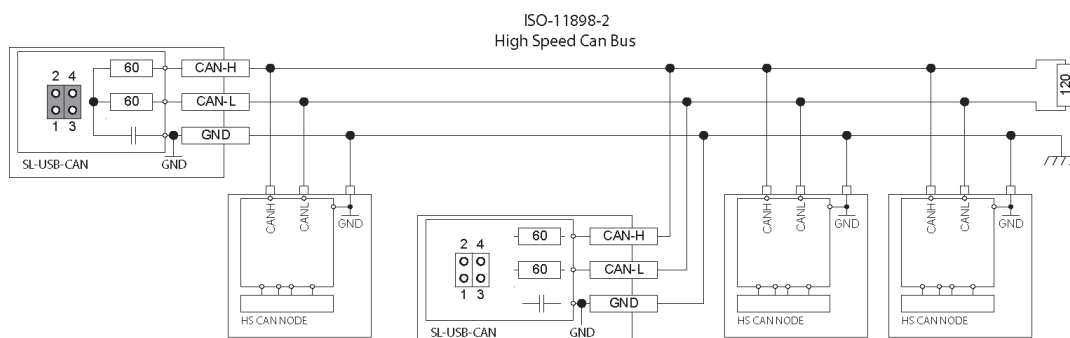


Рис 8. Подключение конвертера со сплит нагрузкой к High Speed CAN сети.

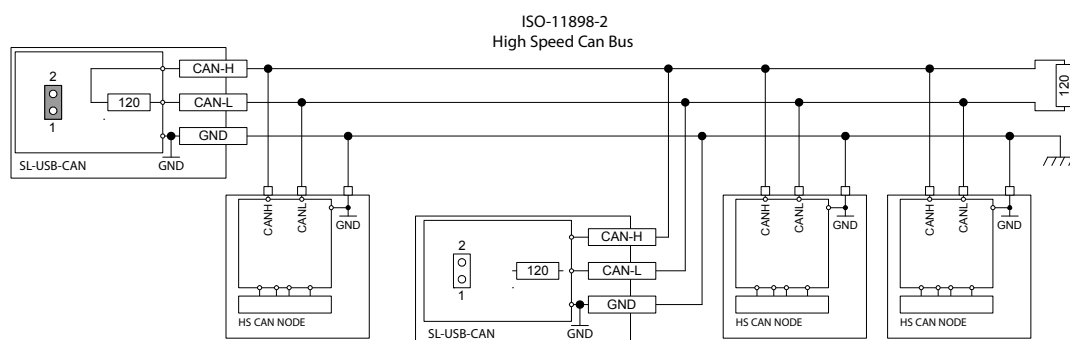


Рис 9. Подключение конвертера к High Speed CAN сети.

В случае установки конвертера в качестве окончного узла сети джамперы/джампер необходимо установить. Если конвертер используется в качестве узла сети, которая уже нагружена, то джамперы/джампер необходимо снять.

Рекомендуется так же соединять земли приемопередатчиков общим проводом, чтобы выровнять их потенциалы, т.к. сигналы CAN-L и CAN-H имеют ограничения по максимальному напряжению относительно земли.

Приемопередатчик конвертера гальванически изолирован и поэтому подключение его земли к общему проводу обязательно.

Fault Tolerant CAN

Требования к низкоскоростной, устойчивой к отказам CAN сети изложены в стандарте ISO 11898-3. Стандарт определяет низкоскоростной, толерантный к отказам физический интерфейс, который представляет собой пару проводов. Тип пары проводов – параллельная, витая, экранированная или нет, зависит от конкретных обстоятельств и стандартом не определяется. Топология сети может быть шина, звезда или их комбинация.

Сигнал CAN_L сети должен быть подтянут к +5В, сигнал CAN_H к земле GND. Общая нагрузка каждой линии сети не должны быть меньше 100 Ом. Нагрузка должна быть распределена между узлами сети и на каждом узле не должна быть меньше 500 Ом. Основные параметры среды передачи показаны в Таб.2. Уровни напряжения показаны на Рис.10.

Таблица 2. Параметры среды передачи данных ISO 11898-3.

Параметр	Значение		
	Мин.	Ном.	Макс.
Скорость передачи, кбит/с			125
Нагрузка линии CAN-H и CAN-L узла сети, Ом	500		
Общая нагрузка линии CAN-H и CAN-L, Ом	100		
Рецессивное состояние. Уровни напряжения, В			
Напряжении линии CAN-H относительно земли узла сети			0,3
Напряжении линии CAN-L относительно земли узла сети	4,7		
Напряжение линии CAN-H относительно линии CAN-L	-5,0		-4,4
Доминантное состояние. Уровни напряжения, В			
Напряжении линии CAN-H относительно земли узла сети	3,6		
Напряжении линии CAN-L относительно земли узла сети			1,4
Напряжение линии CAN-H относительно линии CAN-L	2,2		5,0

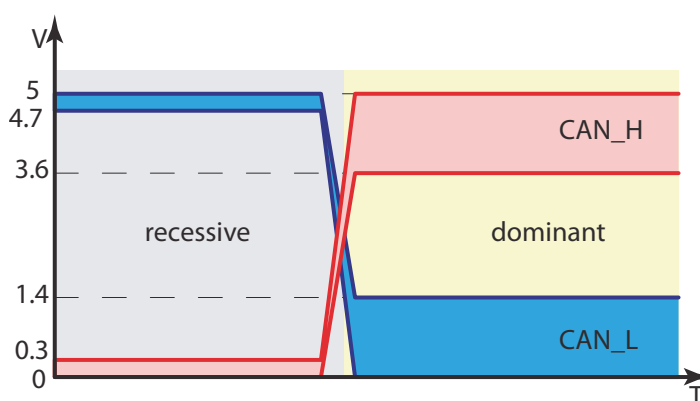


Рис 10. Уровни напряжения линий Fault Tolerant CAN.

Для правильной работы нужен сигнал BAT, представляющий собой напряжение питания батареи. Также обязательно подключение к общей земле GND.

На рисунке ниже показан типичный пример подключения конвертера.

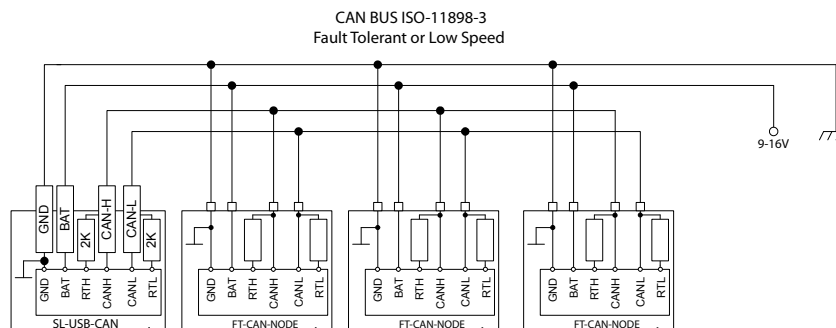


Рис 11. Подключение конвертера к Fault Tolerant CAN сети.

Индивидуальные сопротивления нагрузки на каждом узле следует подбирать исходя из требования общей нагрузки сети и необходимой скорости передачи данных. Конвертер имеет встроенные сопротивления 2 КОм.

Single Wire CAN

Требования к однопроводной CAN сети (Single Wire CAN, GMLAN Low Speed Bus) изложены в стандарте SAE J2411. Стандарт определяет среду передачи данных, состоящую из одного провода, по которому передается сигнал CAN_Bus. Сеть использует также сигналы GND и BAT. Сигнал GND – земля приемопередатчика и возвратная линия сети. Сигнал BAT – питание приемопередатчика.

Топология сети стандартом не определяется и может быть любой: шина, звезда или их комбинация. Стандарт определяет три режима работы – нормальный, высокоскоростной и высоковольтный, Рис.12. Рецессивный уровень сигнала – 0 В для всех режимов, доминантный – 3,5-4,55 В для нормального и высокоскоростного режима и Vbat для высоковольтного. Напряжение Vbat в диапазоне от 6 до 16 В.

Скорость передачи данных – 33,333 Кбит/с для нормального и высоковольтного режима, и 83,333 Кбит/с для высокоскоростного.

Линия передачи данных должна быть нагружена на землю GND. Общая нагрузка сети в нормальном и высоковольтном режиме распределяется по узлам сети и должна лежать в диапазоне 270 – 4596 Ом. Используется локальная нагрузка 9Ком на узел сети.

Высокоскоростной режим используется тестером сети, и он должен во время высокоскоростной передачи дополнительно нагружать сеть на 180 Ом.

Высоковольтный режим используется для управления «спящим» режимом выделенных узлов сети. Высоковольтный и высокоскоростной режим не могут работать одновременно.

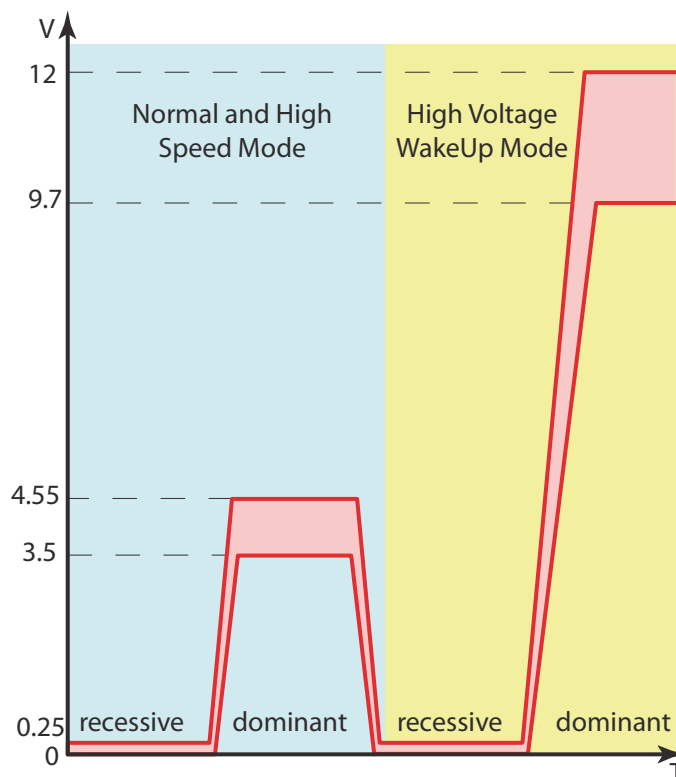


Рис 12. Уровни напряжения линии Single Wire CAN.

На рисунке ниже приведен пример подключения конвертера к однопроводной сети

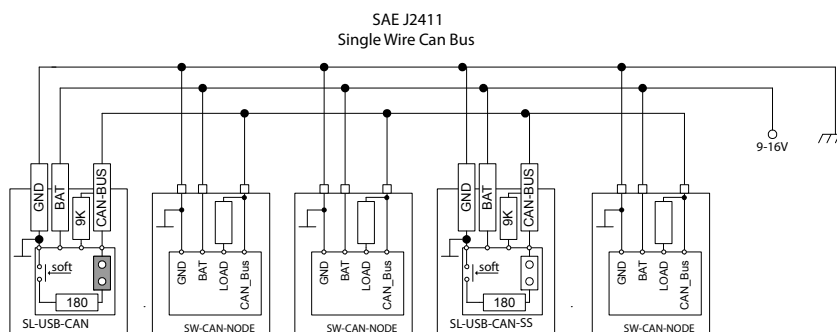


Рис 13. Подключение конвертера к сети Single Wire CAN.

Конвертеры имеют встроенное нагрузочное сопротивление 9Ком. Для использования конвертера в качестве тестера необходимо установить джампер, который позволяет использовать нагрузку 180 Ом. Подключение линий GND и BAT обязательно.

SAE J1708 (RS485)

CAN может быть использован в сети, использующей в качестве физического уровня стандарт RS485, в котором приемопередатчики включены в соответствии со стандартом SAE J1708, см рис.14.

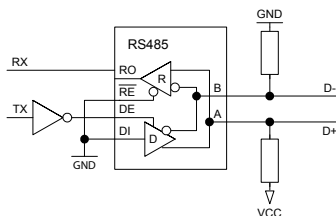


Рис.14. Использование RS485 в SAE J1708.

При таком включении логическая единица сети формируется сопротивлениями подтяжки, а логический ноль приемопередатчиком. Это позволяет использовать физический уровень стандарта SAE J1708 для CAN сети, при этом рецессивное состояние соответствует единице, доминантное - нулю. Ниже на рис.15 приведена схема включения конвертера в такую сеть.

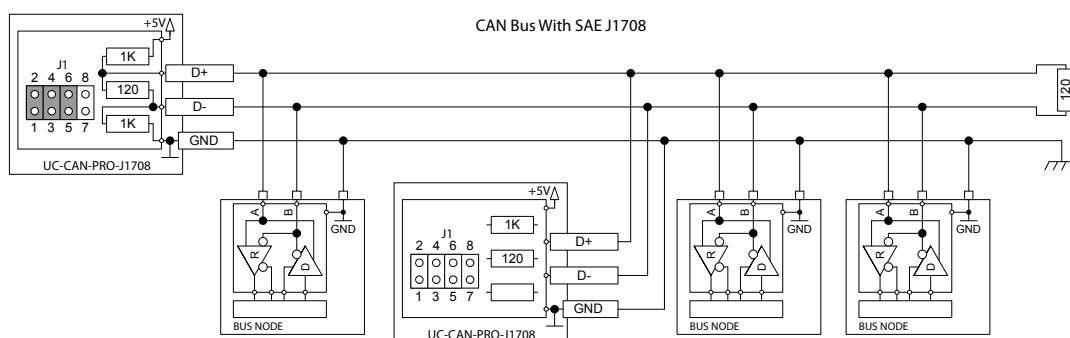


Рис 15. Схема включения конвертера в сеть SAE J1708

В отличие от типичной сети J1708 рекомендуется использовать нагрузку 120 Ом между линиями для обеспечения скорости передачи данных.

Программное обеспечение

SICanView

Программа **SICanView** предназначена для мониторинга потока CAN сообщений, анализа функционирования CAN сети, передачи и приема сообщений, проверки работоспособности конвертеров, Рис.15.

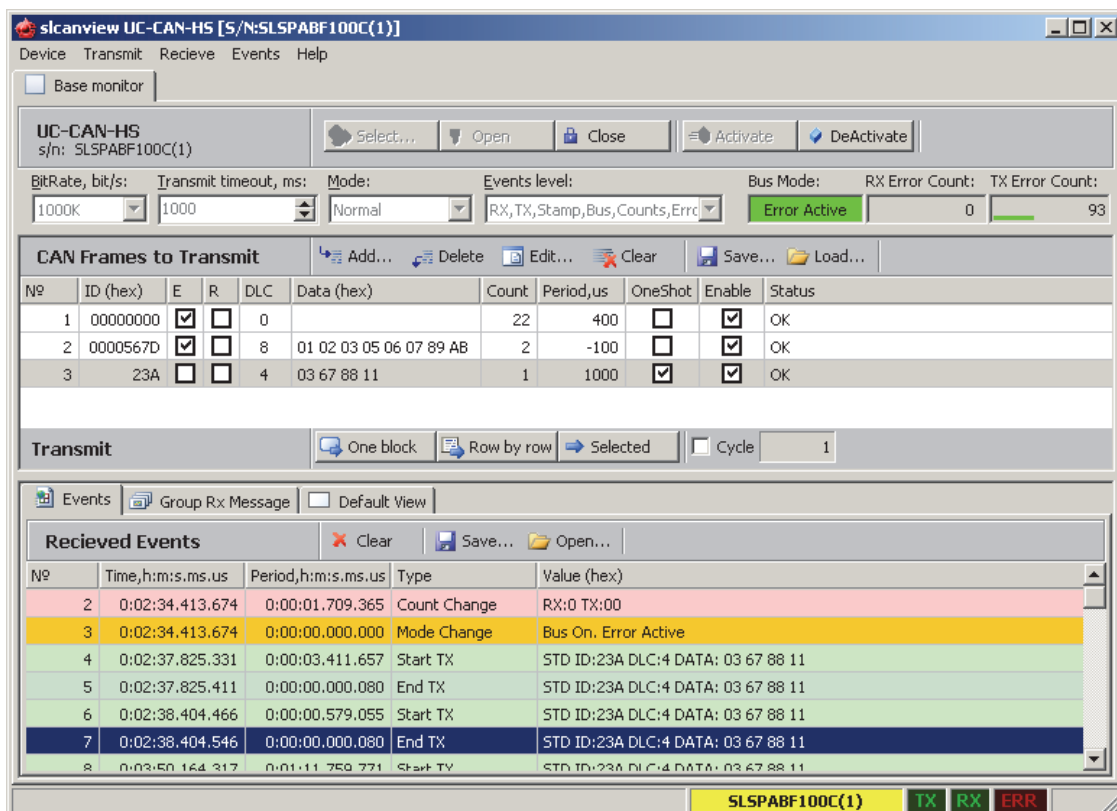


Рис 16. Главное окно SICanView.

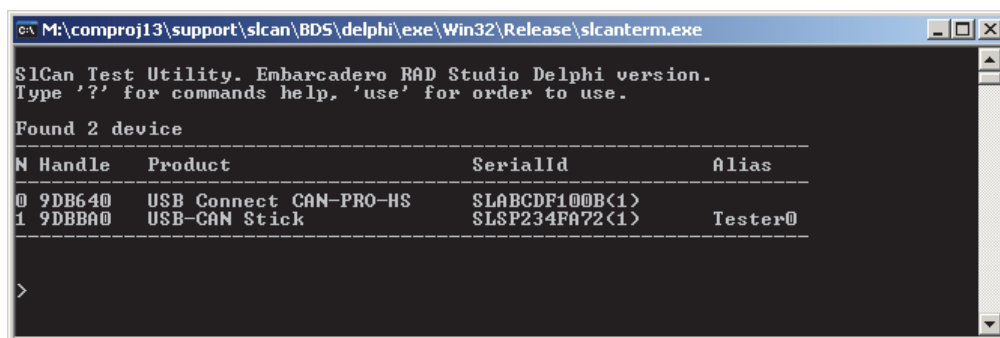
Для установки программы необходимо запустить установщик **SICanView2.4.setup.exe**, находящийся в папке **/slscanview** компакт диска.

Более подробная информация о программе и ее возможностях находится в файле справки программы.

SICanTerm

Консольная программа **SICanTerm** предназначена для просмотра подключенных USB-CAN конвертеров, отправки и приема CAN сообщений. Программа не требует установки и содержится в файле **slcanterm.exe**, содержащемся в папке **/utils** компакт диска. Исходные коды программы для различных систем создания ПО содержат в комплекте разработчика **SICan SDK**.

После запуска программы на выполнение она определит подключенные к компьютеру USB-CAN конвертеры и выведет строку ввода команды.



```

C:\M:\comproj13\support\slcan\BDS\delphi\exe\Win32\Release\slcanterm.exe
SICan Test Utility. Embarcadero RAD Studio Delphi version.
Type '?' for commands help, 'use' for order to use.
Found 2 device
-----
N Handle      Product                SerialId                Alias
-----
0 9DB640      USB Connect CAN-PRO-HS  SLABCDF100B<1>
1 9DBBA0      USB-CAN Stick          SLSF234FA72<1>         Tester0
-----
>
  
```

Рис 17. Программа SICanTerm.

Поддерживаются следующие команды:

?

Выводит список поддерживаемых команд.

list

Выводит список CAN каналов (устройств) подключенных USB-CAN конвертеров. Список имеет вид таблицы, в которой каждая строка соответствует подключенному устройству, а столбцы имеют следующее значение.

N	Индекс устройства в системе.
Handle	Ссылка на устройство. Представляет собой шестнадцатеричное число, однозначно идентифицирующее устройство в системе
Product	Наименование конвертера.
SerialId	Серийный номер конвертера, в скобках указан номер устройства (CAN канала) в конвертере
Alias	Псевдоним устройства. Строка, установленная пользователем для идентификации устройства.

select [n]

Выбор устройства с индексом n. После успешного выбора строка приглашения ввода команды примет вид XXXXXX>, где XXXXXX – ссылка на устройство.

open

Открывает устройство для работы с CAN.

close

Закрывает устройство.

get [par]

Получает значение параметра с именем par. Допустимы следующие имена параметров

Параметр	Значения																																				
mode	Режим работы устройства. Может быть следующим: <ul style="list-style-type: none"> config Режим конфигурации. В этом режиме можно установить скорость CAN и таймаут передачи normal Нормальный режим работы. В этом режиме возможна передача и прием CAN сообщений. listenonly Режим прослушивания, возможен только прием CAN сообщений. CAN контроллер устройства ни чем не обнаруживает себя в сети. loopback Режим самоприёма. CAN контроллер принимает переданные им сообщения. 																																				
txtimeout	Значение таймаута передачи в миллисекундах.																																				
brindex	Значение индекса скорости передачи. Соответствие индекса скорости передачи следующее: <table style="margin-left: 20px;"> <tbody> <tr> <td>0</td><td>1000кбит/с</td><td>9</td><td>200кбит/с</td></tr> <tr> <td>1</td><td>800кбит/с</td><td>10</td><td>100кбит/с</td></tr> <tr> <td>2</td><td>500кбит/с</td><td>11</td><td>83,333кбит/с</td></tr> <tr> <td>3</td><td>250кбит/с</td><td>12</td><td>33,333кбит/с</td></tr> <tr> <td>4</td><td>125кбит/с</td><td>13</td><td>25кбит/с</td></tr> <tr> <td>5</td><td>50кбит/с</td><td>14</td><td>5кбит/с</td></tr> <tr> <td>6</td><td>20кбит/с</td><td>15</td><td>30кбит/с</td></tr> <tr> <td>7</td><td>10кбит/с</td><td>16</td><td>300кбит/с</td></tr> <tr> <td>8</td><td>400кбит/с</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	0	1000кбит/с	9	200кбит/с	1	800кбит/с	10	100кбит/с	2	500кбит/с	11	83,333кбит/с	3	250кбит/с	12	33,333кбит/с	4	125кбит/с	13	25кбит/с	5	50кбит/с	14	5кбит/с	6	20кбит/с	15	30кбит/с	7	10кбит/с	16	300кбит/с	8	400кбит/с		
0	1000кбит/с	9	200кбит/с																																		
1	800кбит/с	10	100кбит/с																																		
2	500кбит/с	11	83,333кбит/с																																		
3	250кбит/с	12	33,333кбит/с																																		
4	125кбит/с	13	25кбит/с																																		
5	50кбит/с	14	5кбит/с																																		
6	20кбит/с	15	30кбит/с																																		
7	10кбит/с	16	300кбит/с																																		
8	400кбит/с																																				

set [par=val]

Присваивает параметру с именем par значение val.

Параметр	Значения
mode	Режим работы устройства. Может быть следующим: <ul style="list-style-type: none"> config Режим конфигурации. В этом режиме можно установить скорость CAN и таймаут передачи normal Нормальный режим работы. В этом режиме возможна передача и прием CAN сообщений. listenonly Режим прослушивания, возможен только прием CAN сообщений. CAN контроллер устройства ни чем не обнаруживает себя в сети. loopback Режим самоприёма. CAN контроллер принимает переданные им сообщения.
txtimeout	Значение таймаута передачи в миллисекундах.

brindex	Значение индекса скорости передачи. Соответствие индекса скорости передачи следующее:			
	0	1000кбит/с	9	200кбит/с
	1	800кбит/с	10	100кбит/с
	2	500кбит/с	11	83,333кбит/с
	3	250кбит/с	12	33,333кбит/с
	4	125кбит/с	13	25кбит/с
	5	50кбит/с	14	5кбит/с
	6	20кбит/с	15	30кбит/с
	7	10кбит/с	16	300кбит/с
	8	400кбит/с		

write [id=d] [ff=d] [rtr=d] [dlc=d] [d0=d]..[d7=d]

Передает CAN фрейм с параметрами

Параметр	Значение.
id	Поле идентификатора фрейма. Может быть или десятичным числом или шестнадцатеричным в формате 0xXXXXX. Для расширенного фрейма значащие 29 бит, для стандартного фрейма значащие 11 бит. Если параметр отсутствует, то идентификатор равен 0.
ff	Формат фрейма. 0 – стандартный фрейм, 1 – расширенный фрейм. Если параметр отсутствует, то стандартный фрейм.
rtr	Признак фрейма удаленного запроса. 0 – обыкновенные фрейм, 1 – фрейм удаленного запроса. Если параметр отсутствует, то обыкновенный фрейм.
dlc	Значение поля DLC фрейма. Допустимые значения 0..8. Если параметр отсутствует, то 0.
d0..d7	Значение полей данных. Если отсутствует, то 0.

read [count=d] [timeout=d]

Читает принятые CAN фреймы из буфера драйвера

Параметр	Значение.
count	Количество считываемых фреймов. Если параметр отсутствует, то 1.
timeout	Время ожидания в миллисекундах count фреймов в буфере драйвера. 0 – не ожидать, считать уже имеющиеся в буфере, если их больше, чем count, то считать count. >0 – ожидать в течение времени timeout, после окончания ожидания считать сколько есть. Если в течение ожидания в буфере оказалось count фреймов, то считать их немедленно..

SICan SDK

Комплект разработчика **SICan SDK** содержит все необходимые средства для разработки программного обеспечения, использующего интерфейс прикладного уровня USB – CAN конвертеров.

В состав комплекта входит

- Библиотека динамической компоновки **slcan.dll**.
- Программные модули:
 - Файл заголовка **slcan.h**.
 - Библиотеки импорта **slcan.lib** формата COFF и OMF для использования в Visual C++ и C++ Builder соответственно.
 - Файл модуля Delphi **slcan.pas**.
 - Файл статического NET класса-обертки **slcanclass.cs**.
- Документация:
 - Руководство пользователя **SICan API** – полное описание функций интерфейса и порядка его использования.
 - Руководство пользователя **SICan ASCII** – полное описание команд вспомогательного интерфейса работы с конвертерами с помощью функций коммуникационного порта.
- Примеры использования:
 - **hello.exe** – Простейшее консольное приложение, демонстрирующее порядок вызова функций **SICan API**. Проекты: Visual C++, Visual C#, C++ Builder, Delphi.
 - **slcanterm.exe** Консольное приложение-терминал для работы с USB-CAN конвертерами. Может быть использован для отправки и приема сообщений CAN. Проекты: Visual C++, Visual C#, C++ Builder, Delphi. Данное приложение является версией консольной программы **SICanTerm**, использующей функции **SICan API**.
 - **callback.exe** Оконное приложение, демонстрирующее возможности библиотеки по обработке plug and play событий. Такие события генерируются системой при подключении и отключении USB устройств. В библиотеке SLCAN реализован внутренний механизм обработки таких состояний. Проекты: Visual C#, Delphi.

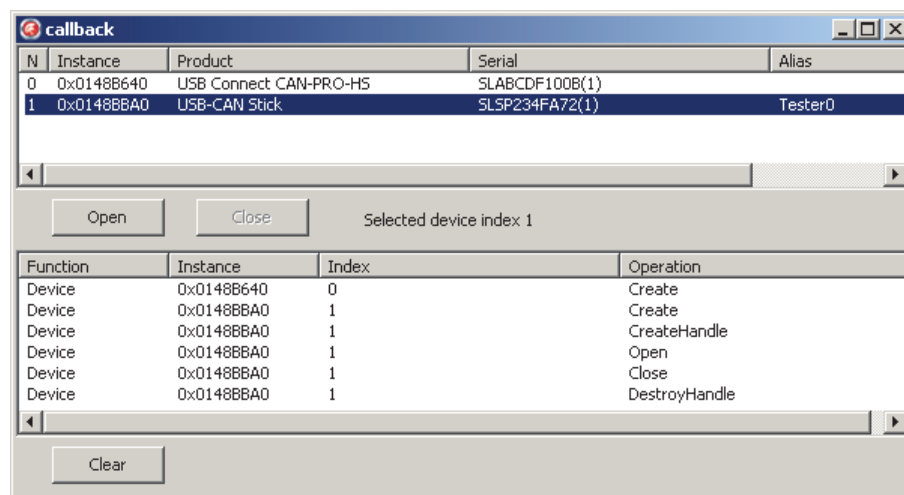


Рис 18. Программа callback.exe.

- **simplemonitor.exe** Оконное приложение-монитор CAN сети. Демонстрирует возможности использования библиотеки при разработке программ мониторов, перехватчиков сообщений и анализаторов сети. Проекты: Visual C#, Delphi.

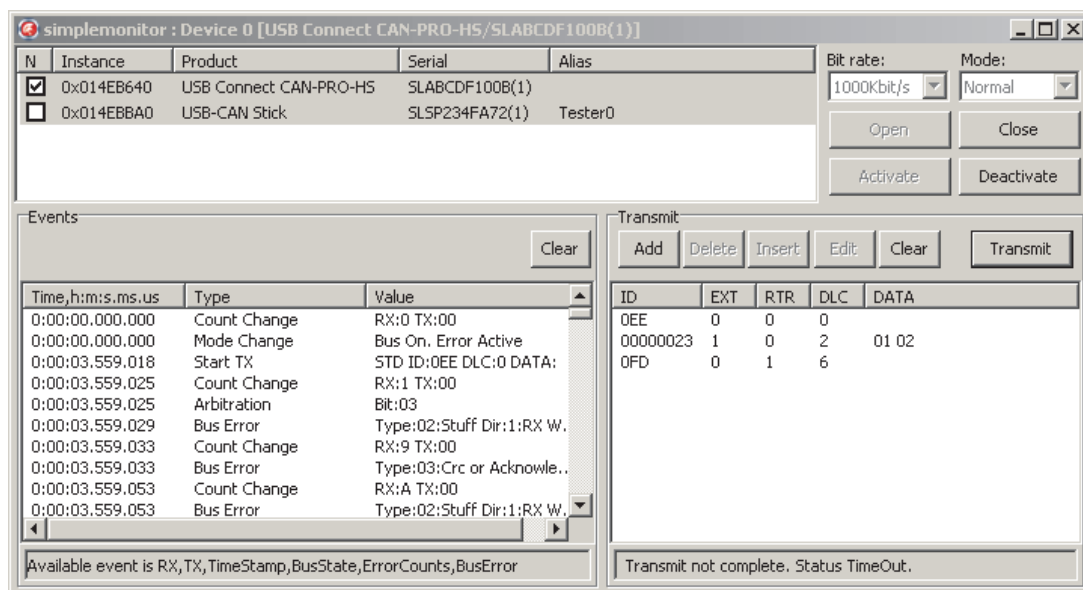


Рис 19. Программа simplemonitor.exe.

Комплект разработчика устанавливается с помощью инсталлятора **SICan SDK1.1.setup.exe**, находящегося в папке **/sdk** компакт диска.

SISetMode

Устанавливаемый драйвер конвертера реализует в том числе стандартный системный коммуникационный интерфейс, который используется для обеспечения работы конвертера в режиме виртуального COM порта. Режим включается автоматически при открытии драйвера, как драйвера COM порта.

Данный режим используется так называемым CAN ASCII интерфейсом, который представляет собой обмен пакетами символьных данных между компьютером и конвертером посредством стандартных процедур чтения и записи. Интерфейс совместим с аналогичными интерфейсами других производителей CAN конвертеров и прикладных программ. Команды интерфейса описаны в руководстве пользователя **SICan ASCII**.

Режим COM порта используется также по своему прямому назначению для управления UART микроконтроллера конвертера в случае физической возможности конкретной модели конвертера. В этом случае выходной физический интерфейс конвертера подключен к UART микроконтроллера, а CAN контроллер отключен. Таким образом, в данном случае конвертер работает, как стандартный последовательный порт с физическим интерфейсом CAN конвертера. Конвертер поддерживает все функции порта, в том числе установку скорости передачи, количества битов данных, проверку четности и т.д.

Вариант использования виртуального COM порта определяется внутренней переменной, значение которой сохраняется в энергонезависимой памяти конвертера. Для ее установки служит программа **ssetmode.exe**.

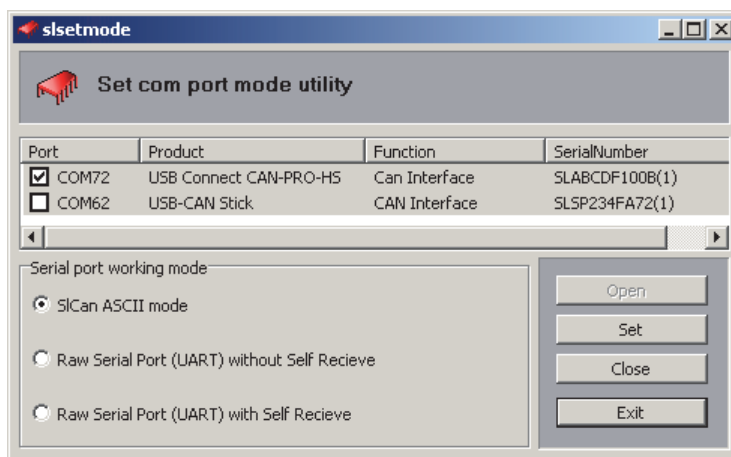


Рис 20. Установка режима порта.

Программа определяет возможные варианты работы COM порта, поддерживаемые данным конвертером, и позволяет пользователю установить один из них. Установленное значение сохраняется в энергонезависимой памяти конвертера. Программа находится в папке **utils** компакт диска комплекта поставки.

SIFirmLoad

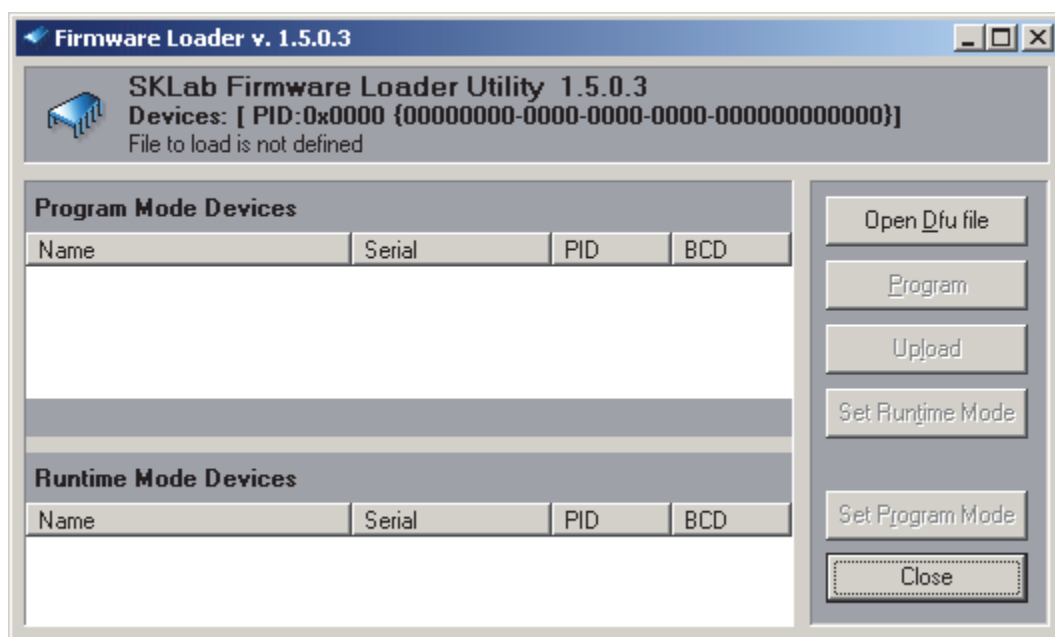
Конвертеры позволяют производить замену и обновление микропрограммы своего микроконтроллера (firmware, прошивка). Для этого в определенной области флеш памяти микроконтроллера находится особая программа загрузчик микропрограмм.

Загрузчик микропрограмм работает следующим образом: при подключении устройства она последовательно проверяет, включен ли переключатель режима работы в нормальный режим, наличие микропрограммы в микроконтроллере, ее целостность и если эти условия соблюдаются, передает ей управление.

Если же хотя бы одно из этих условий не выполняется, то конвертер переходит в режим загрузки. Так же конвертер может быть переведен в режим загрузки с помощью определенных команд пользовательской программы или переключателя. В этом режиме загрузчик микропрограмм может считывать и записывать области энергонезависимой памяти микроконтроллера конвертера, отведенные для микропрограммы.

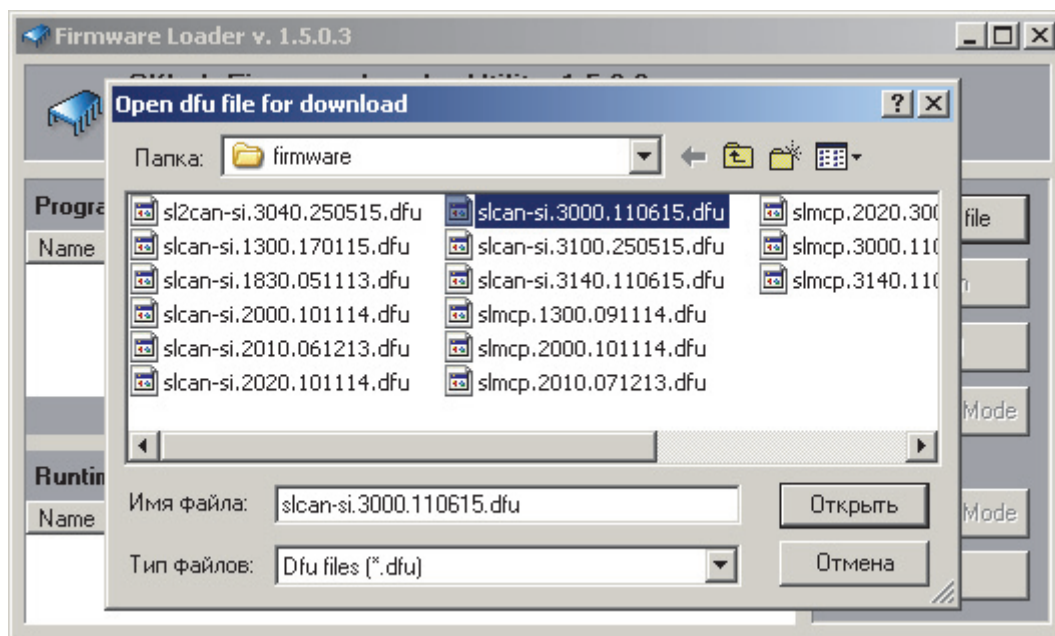
Прим. Обычно в режиме загрузки у конвертера одновременно мигают два светодиода с частотой примерно 2 Гц.

Для взаимодействия с загрузчиком конвертера служит программа для PC **slfirmload.exe**, которая находится в папке **utlis** компакт-диска из комплекта поставки. В дальнейшем под понятием «загрузчик» мы будем иметь в виду данную программу. Загрузчик не требует установки и может быть выполнен непосредственно с компакт-диска. На рисунке ниже показано окно загрузчика сразу же после старта программы

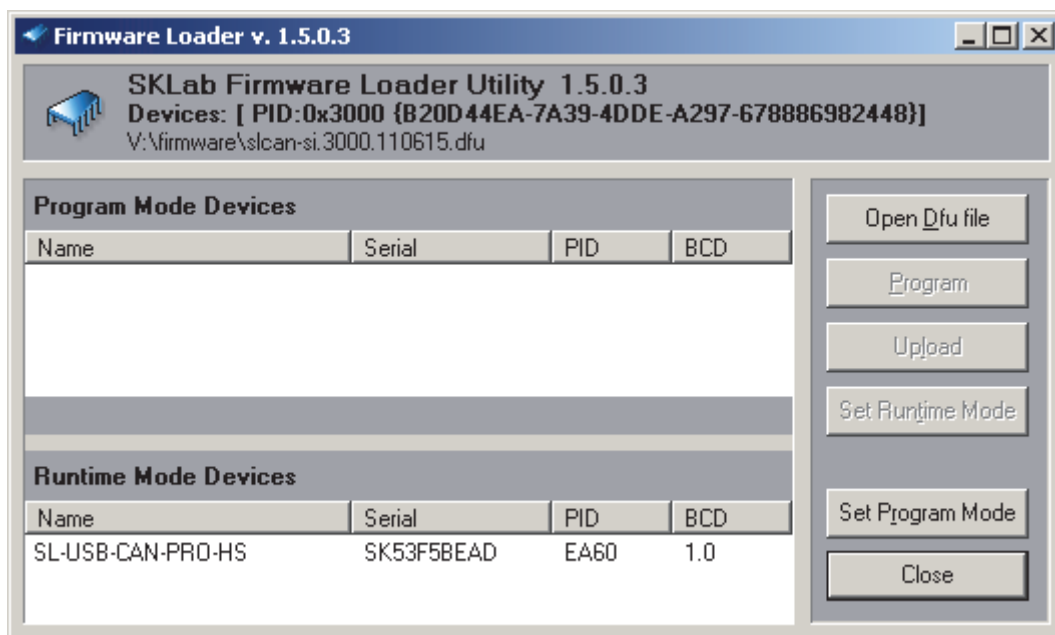


Для загрузки новой микропрограммы или обновления текущей последовательность действий должна быть следующей.

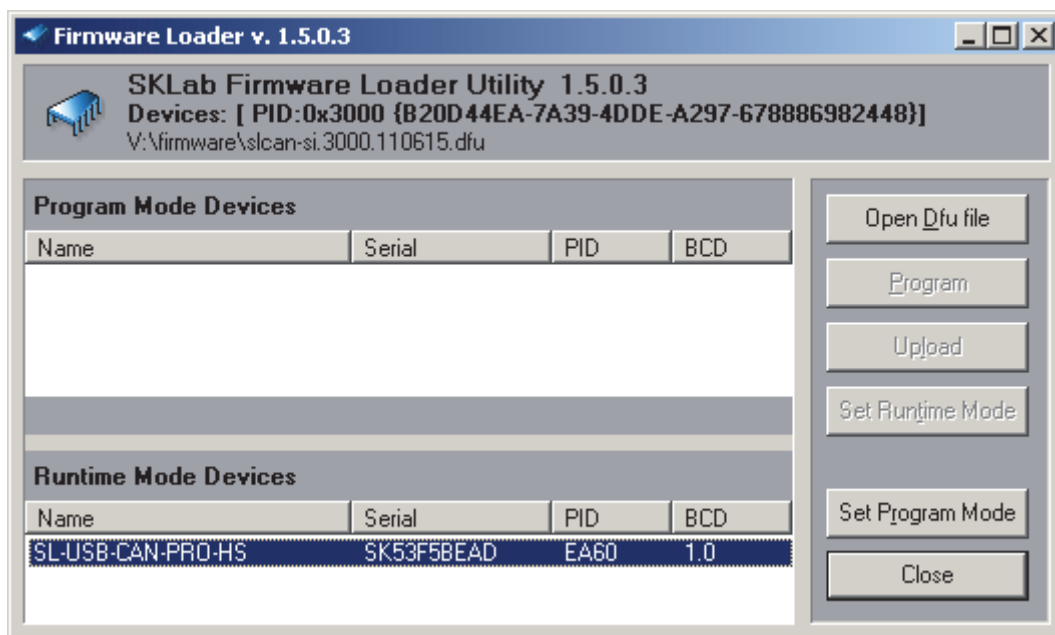
1. Для активизации процесса загрузки необходимо открыть файл микропрограммы с помощью кнопки **Open Dfu file**.



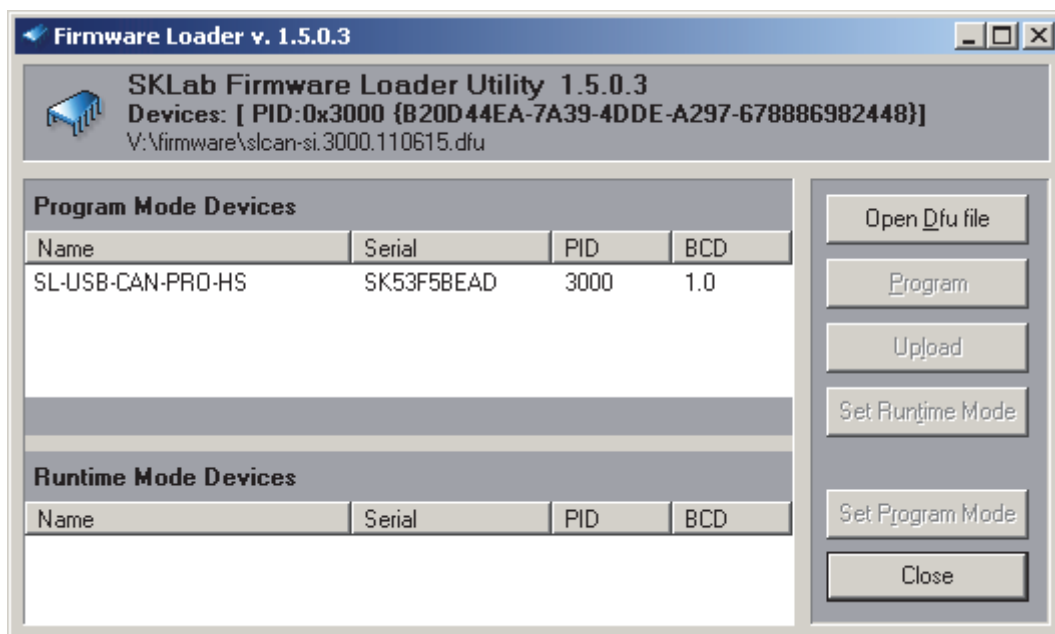
После открытия файла будет считан тип микропрограммы и обновится список совместимых с ней и подключенных к компьютеру устройств, находящихся в нормальном режиме, **Runtime Mode Devices**. При отключении и подключении устройств список обновляется автоматически.



2. Необходимо выбрать нужное устройство и перевести его в режим загрузки с помощью кнопки **Set Program Mode**.

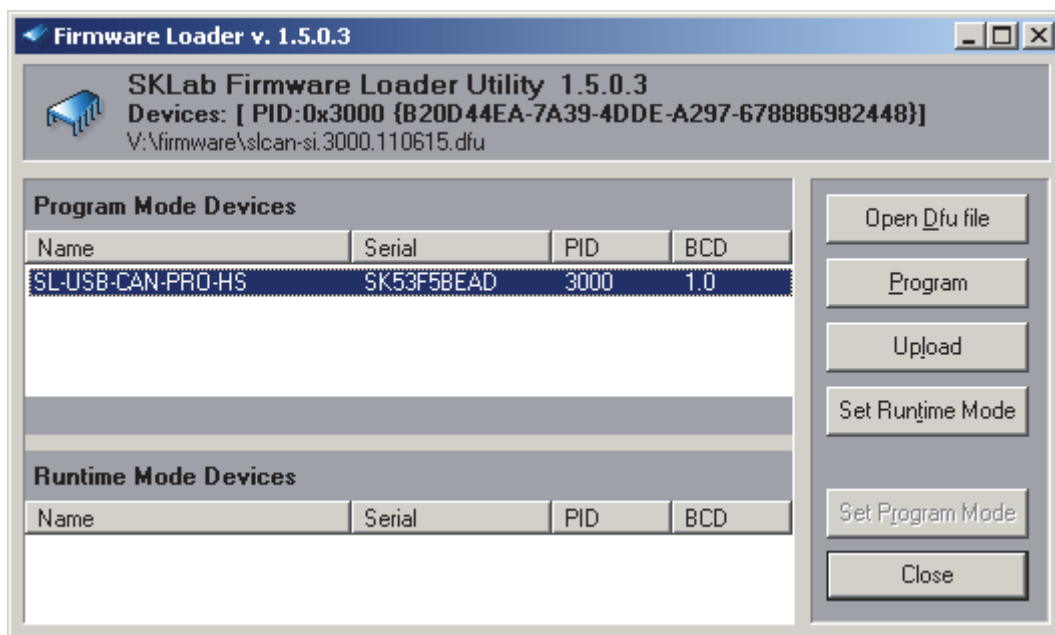


После этого обновится список устройств, находящихся в режиме загрузки **Program Mode Devices**.

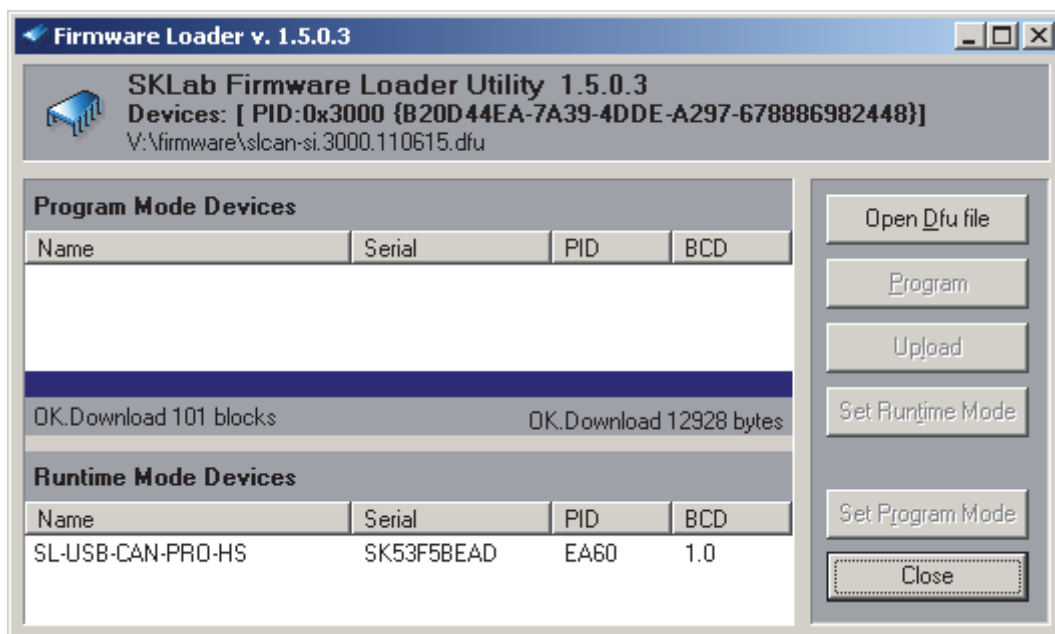


Можно также перевести устройство в режим загрузки с помощью переключателя режимов.

3. Для загрузки прошивки необходимо выделить нужное устройство и нажать кнопку **Program**



После этого начнется процесс загрузки, при котором будет показываться количество загруженных блоков и статус операции. После успешной загрузки устройство (если переключатель режима находится в положении нормального режима) автоматически переводится в нормальный режим с новой прошивкой. При этом может понадобиться установка драйверов.



Также можно считать текущую микропрограмму. Для этого вместо пункта 3 следует сделать следующее.

4. Нажать кнопку **Upload**. Начнется считывание микропрограммы и после окончания процесса будет предложено сохранить ее в файле с исходным именем.

5. Перейти в нормальный режим, нажав кнопку **Set Runtime Mode**.

Прим. Файл микропрограммы содержит зашифрованный особым образом код микроконтроллера. Дешифрует этот код загрузчик микропрограмм, а программа на компьютере передает ему файл микропрограммы "как есть", т.е. без изменений.