

CNT-202

Универсальный счетчик с интерфейсом USB



руководство пользователя

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- количество входных каналов – 2
- уровень входного сигнала – 0.1...5 В
- логика входного сигнала – положительная
- длительность входного сигнала – не менее 10 нс
- входное сопротивление – 50 ом
- метод счета – метод двух счетчиков
- частота входных импульсов – не более 50 МГц
- емкость счетчиков – 2^{16}
- контроль переполнения
- количество временных каналов - 8000
- задание длительности канала – внутреннее
- длительность каналов – 1 мкс...10 с
- запуск – внешний или внутренний (программный)
- уровень сигнала запуска – 0.1...5 В
- логика сигнала запуска – положительная или отрицательная
- длительность сигнала запуска – не менее 10 нс
- входное сопротивление сигнала запуска – 50 ом
- совместимость с ОС – Windows 98/ME/2000/XP
- интерфейс – USB 2.0 и RS-232
- габариты – 84 x 60 x 22 мм
- вес – 0.4 кг

НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Универсальный счетчик CNT-202 может использоваться для счета фотонов (при совместной работе с головкой счета фотонов), а также для других задач, требующих счета электрических импульсов. Счетчик имеет два канала, каждый из которых состоит из двух счетчиков (используется метод двух счетчиков), что обеспечивает счет с нулевым мертвым временем. В случае переполнения счетчиков счет останавливается на максимально возможном значении. Интерфейс USB позволяет подключать устройство как к настольным, так и к портативным компьютерам. Дополнительно имеется интерфейс RS-232. Пользователь может на выбор использовать любой из этих двух интерфейсов. Вместе со счетчиком поставляется библиотека функций в виде DLL, которая содержит все необходимые для управления устройством функции, а также тестовое ПО. Функции DLL могут быть использованы из среды LabVIEW.

ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Основой устройства является микросхема программируемой логики (CPLD) EPM3256A фирмы «Altera». Управление устройством обеспечивает микроконтроллер ATmega8515 фирмы «Atmel». Он также обеспечивает связь с компьютером по интерфейсу USB и RS-232. Для обмена используется протокол WAKE.

Питание устройства осуществляется от встроенного сетевого источника питания. Конструктивно устройство выполнено в пластмассовом корпусе размером 84 x 60 x 22 мм.

На передней панели устройства размещен светодиод индикации включения питания, а также входные разъемы и разъем внешнего сигнала запуска. Все разъемы типа BNC. Внешний вид передней панели устройства показан на рис. 1.

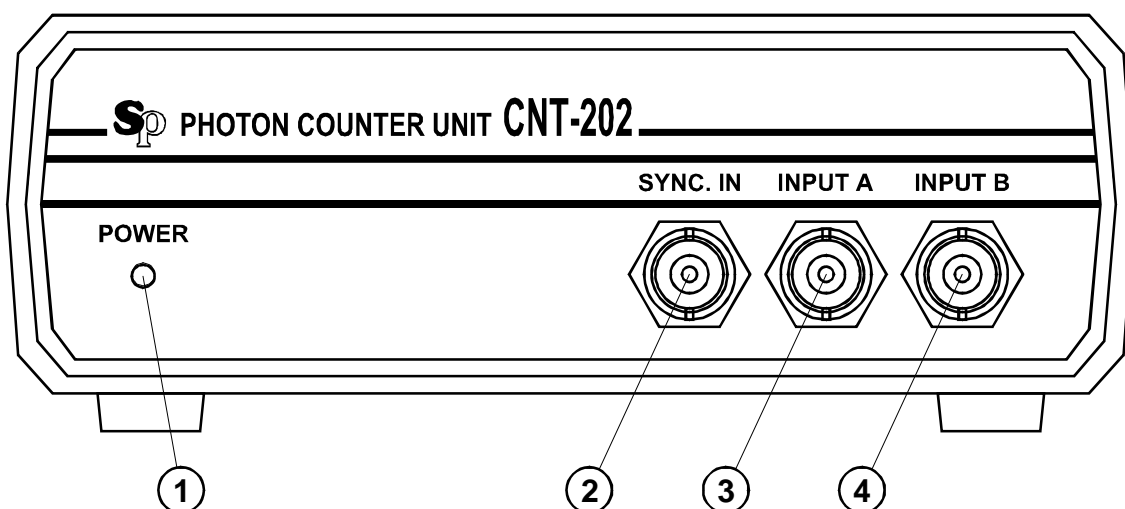


Рис. 1. Внешний вид передней панели счетчика CNT-202.

1 – светодиод индикации включения питания; 2 – входной разъем внешнего сигнала запуска; 3 – входной разъем канала «А»; 4 – входной разъем канала «В».

На задней панели размещен разъем USB, RS-232, клемма заземления, выключатель питания и сетевой шнур. Внешний вид задней панели – на рис. 2.

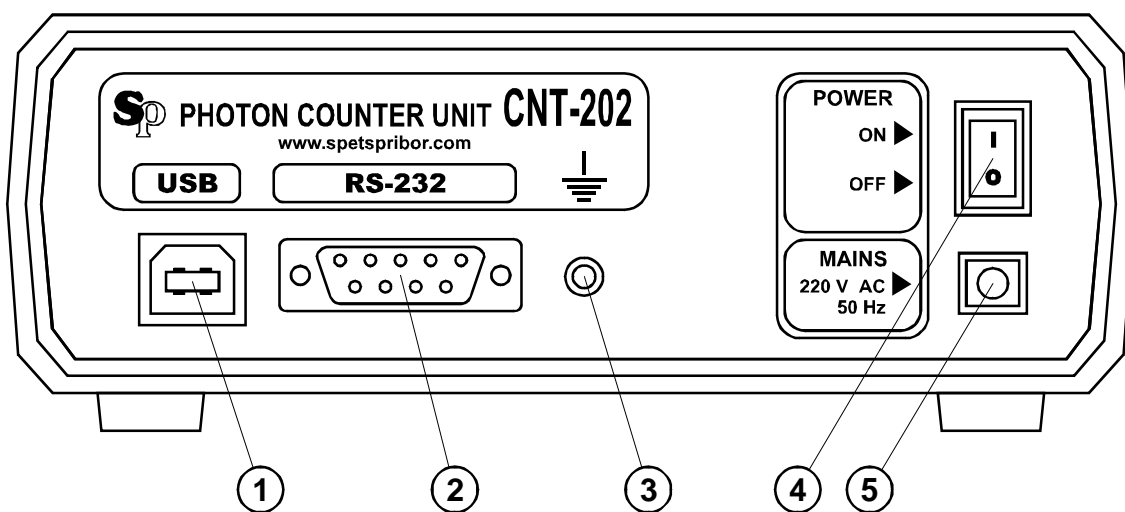


Рис. 2. Внешний вид задней панели счетчика CNT-202.

1 – разъем USB; 2 – разъем RS-232; 3 – клемма заземления; 4 – выключатель питания; 5 – сетевой шнур.

ОПИСАНИЕ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ

Для связи счетчика с компьютером используется интерфейс USB или RS-232. Команды передаются в виде пакетов согласно протоколу WAKE. Инициатором обмена всегда выступает PC. Для RS-232 установлена фиксированная скорость 19200 бод. В ответ на каждую команду CNT-102 передает пакет, который содержит тот же номер команды, а в качестве первого байта данных передается код ошибки (за исключением команд C_Echo и C_Info). Код ошибки 00h означает успешное выполнение команды. Любой отличный код – наличие ошибки (см. описание кодов ошибок). В поле данных каждой команды передаются параметры. Для разных команд число параметров может быть разным, есть команды, которые не имеют параметров вообще. Каждый параметр представляет собой один байт данных.

C_Nop – нет операции. Используется для внутренних целей и никогда не передается в CNT-202 или PC.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00h	0	-	-	-	-	-	-	-	-	00h	0	-	-	-	-	-	-	-	-

C_Err – CNT-202 передает эту команду в PC в качестве ответа на любую команду, если произошла ошибка приема пакета. Параметр Error Code для этой команды всегда равен Err_Tx.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
01h	0	-	-	-	-	-	-	-	-	01h	0	Error Code							

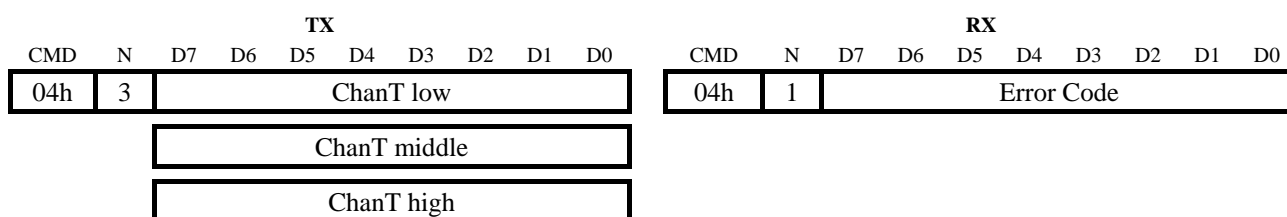
C_Echo – команда запроса возврата пакета. Пакет может содержать до 200 байт произвольных данных. В ответ на эту команду CNT-202 передает пакет в неизменном виде обратно. Команда используется для проверки связи с CNT-202.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
02h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	02h	X	X	X	X	X	X	X	X	X

C_Info – запрос информации о версии и серийном номере CNT-202. В ответ передается пакет, содержащий 17 байт данных, которые представляют собой строку в коде ASCII: CNT-202 V2.0 001, где CNT-202 – название устройства, V2.0 – версия прошивки 2.0, 001 – серийный номер CNT-202. В качестве разделителей используются пробелы (код 20h). Строка заканчивается байтом 00h.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
03h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	03h	17	String: "CNT-202 V2.0 001", 00h							

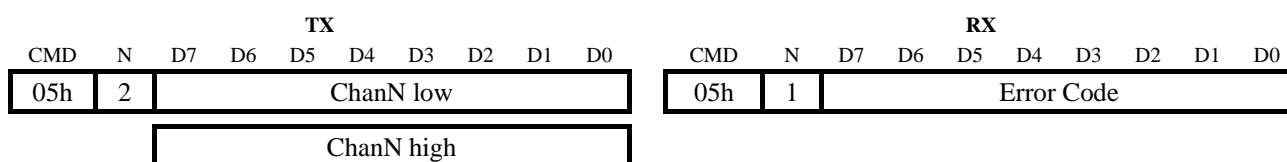
C_SetT – установка длительности временного канала.



Параметр ChanT определяет длительность каждого временного канала. Длительность устанавливается с дискретностью 1 мкс. Параметр может принимать значения от 1 до 1000000, что соответствует длительности канала от 1 мкс до 10 с. По умолчанию значение длительности временного канала равно 100 мкс.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который может принимать значение Err_No в случае нормального выполнения команды, Err_Pa – в случае неверного значения параметров, Err_Vu – в случае попытки выполнения команды во время счета.

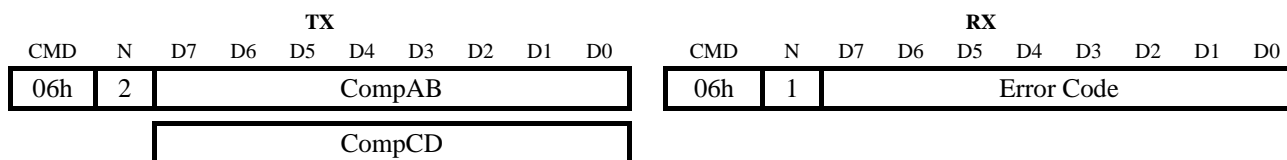
C_SetN – установка количества временных каналов.



Параметр ChanN задает количество рабочих временных каналов. Параметр может принимать значения от 1 до 8000. По умолчанию количество каналов равно 10.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который может принимать значение Err_No в случае нормального выполнения команды, Err_Pa – в случае неверного значения параметров, Err_Vu – в случае попытки выполнения команды во время счета.

C_SetU – установка порогов компараторов входных сигналов и сигнала внешнего запуска.



Параметр CompAB определяет порог для входных сигналов «А» и «В» в милливольтках. Параметр может принимать значения от 0 до 255, что соответствует порогу от 0 до 5000 мВ. По умолчанию значение параметра равно 102, что соответствует порогу 2000 мВ.

Параметр CompCD определяет порог для сигнала внешнего запуска в милливольтках. Параметр может принимать значения от 0 до 255, что соответствует порогу от 0 до 5000 мВ. По умолчанию значение параметра равно 102, что соответствует порогу 2000 мВ.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда имеет значение Err_No.

C_SetM – установка режима запуска счетчика.

TX										RX													
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0				
07h	1	Mode										07h	1	Error Code									

Параметр Mode определяет режим запуска счетчика. Назначение отдельных бит параметра приведено в таблице:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Назначение бита	
-	-	-	-	-	-	EX1	EX0		
						0	0	запуск запрещен	
						0	1	разрешен внешний запуск по фронту	
						1	0	разрешен внешний запуск по спаду	
						1	1	разрешен программный запуск	
X	X	X	X	X	X			не используются	

Для разрешения запуска счета по фронту импульса внешнего запуска необходимо записать EX0=1, EX1=0. Первый фронт вызовет начало счета.

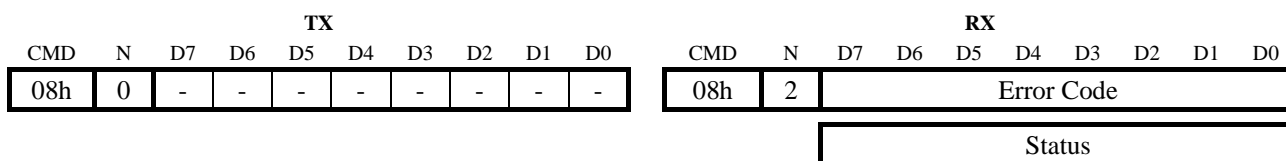
Для разрешения запуска счета по спаду импульса внешнего запуска необходимо записать EX0=0, EX1=1. Первый спад вызовет начало счета.

Для программного запуска необходимо записать EX0=1 и EX1=1. При этом сразу начнется счет.

По окончании счета запуск запрещается автоматически (производятся действия, аналогичные записи EX0=0, EX1=0). Для разрешения следующего запуска нужно снова выполнить команду C_SetM.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда имеет значение Err_No.

C_GetS – чтение статуса счетчика.



Параметр Status соответствует текущему режиму счетчика. Описание отдельных бит параметра приведено в таблице:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Назначение бита
-	-	-	-	-	DR	ST	SE	
							1	запуск разрешен
						1		идет счет
					1			данные готовы
0	0	0	0	0				не используются

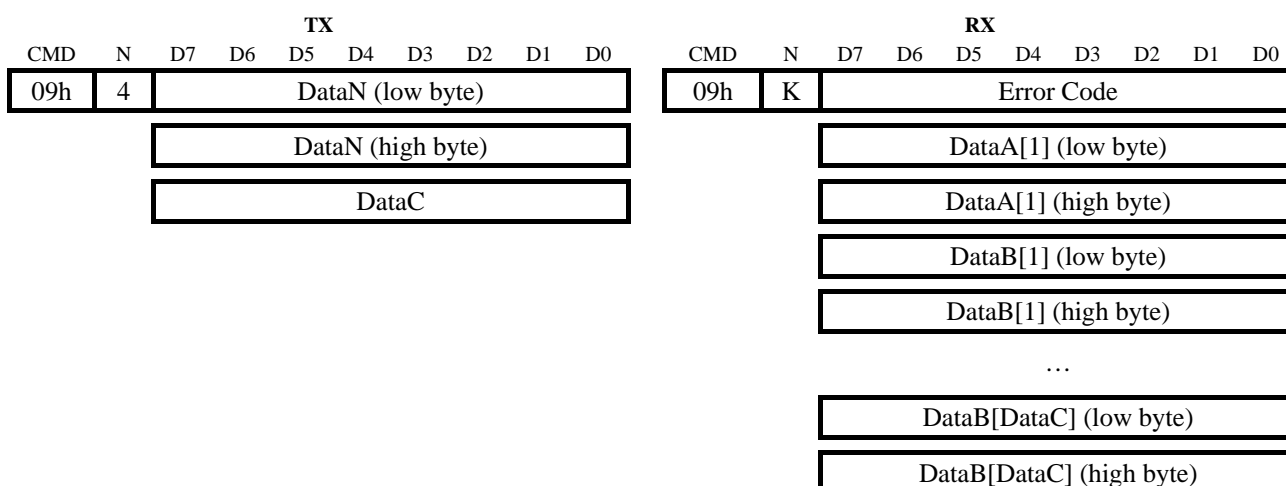
Бит SE устанавливается после разрешения запуска командой C_SetM. Бит ST сбрасывается по окончанию счета.

Бит ST устанавливается после прихода синхроимпульса, если разрешен внешний запуск, или во время программного старта (при записи EX0=1 и EX1=1 командой C_SetM). Бит ST сбрасывается по окончанию счета.

Бит DR устанавливается по окончанию счета и означает готовность данных для считывания. Бит DR сбрасывается при следующем выполнении команды C_SetM.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда имеет значение Err_No.

C_GetD – чтение данных.



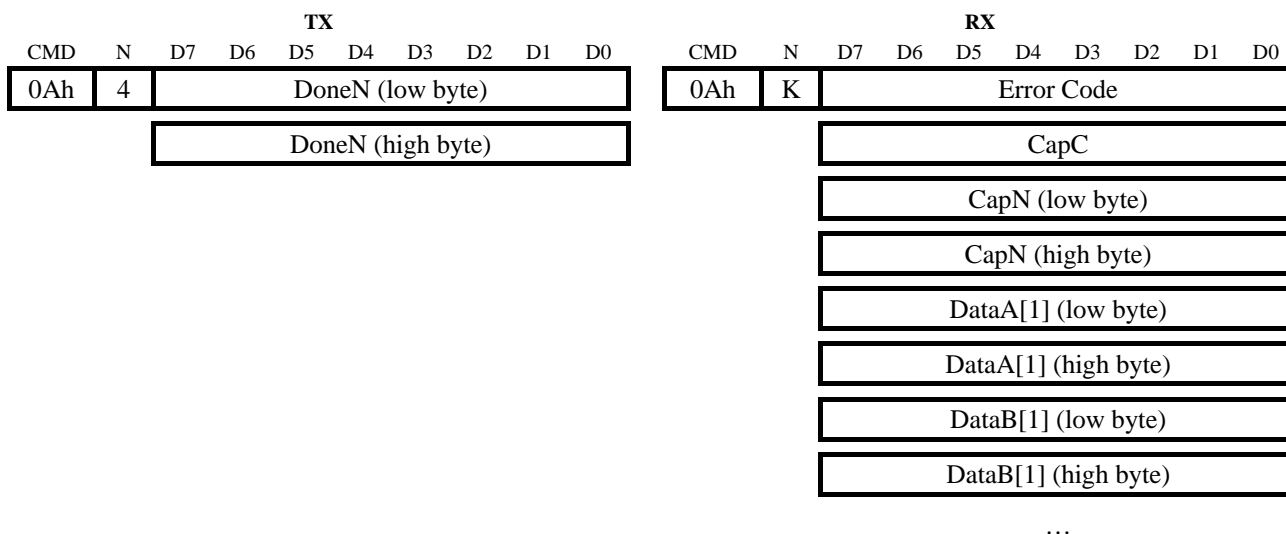
Параметр DataN представляет собой номер канала, с которого начинается считывание данных. Параметр может принимать значения от 1 до ChanN, где ChanN – выбранное ранее командой C_SetN количество каналов (может быть от 1 до 8000).

Параметр DataC представляет собой количество каналов, с которых будет произведено считывание данных. Параметр может принимать значения от 1 до 50. Значение DataC + DataN не должно превышать ChanN, где ChanN – выбранное ранее командой C_SetN количество каналов (может быть от 1 до 8000).

Команда возвращает данные для DataC каналов, начиная с канала DataN. Данные для каждого канала представляют собой четыре байта, первым передается младший байт для входа «А», затем старший байт для входа «А», затем младший байт для входа «В», затем старший байт для входа «В». Максимальное число каналов, которые могут быть считаны командой C_GetD, равно 50. Для считывания большего количества каналов необходимо несколько раз последовательно выполнить команду C_GetD, задавая с помощью параметра DataN последовательно все интересующие каналы. Считывать после измерения все каналы не обязательно.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который может принимать значение Err_No в случае нормального выполнения команды, Err_Pa – в случае неверного значения параметров, Err_Bu – в случае попытки выполнения команды во время счета.

C_GetC – захват данных во время счета.



Параметр DoneN представляет собой количество каналов, которые уже считаны компьютером. Параметр может принимать значения от 0 до ChanN, где ChanN – выбранное ранее командой C_SetN количество каналов (может быть от 1 до 8000).

Команда возвращает количество захваченных каналов CapC. Это значение может быть от 0 (когда новых захваченных каналов нет) до 54 (размер FIFO-буфера микроконтроллера). Если компьютер не успевает вовремя считывать данные, буфер переполняется. Самые старые значения теряются, а последние 54 могут быть считаны. Для того чтобы определить, была ли потеря данных, команда возвращает номер первого передаваемого канала CapN. Этот номер может быть от 0 до ChanN – 1, где ChanN – выбранное ранее командой C_SetN количество каналов (может быть от 1 до 8000).

Далее следуют данные захваченных каналов. Данные для каждого канала представляют собой четыре байта, первым передается младший байт для входа «А», затем старший байт для входа «А», затем младший байт для входа «В», затем старший байт для входа «В». Для считывания «на лету» всех каналов необходимо несколько раз последовательно выполнить команду C_GetC, пока она не вернет данные для всех каналов. Если между отдельными вызовами команды будет слишком большая задержка, буфер может быть переполнен и данные потеряны. В любом случае, все данные можно считать командой C_GetD после окончания счета.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который может принимать значение Err_No в случае нормального выполнения команды и Err_Pa – в случае неверного значения параметров.

Эта команда реализована в счетчиках с версией прошивки 2.0 и выше.

КОДЫ ОШИБОК

В ответах на команды могут содержаться коды ошибок. Описание возможных кодов ошибок приведено ниже:

Name	Error Code	Название ошибки
Err_No	00h	Нормальное завершение команды
Err_Tx	01h	Неправильный пакет
Err_Bu	02h	Устройство занято
Err_Re	03h	Устройство не готово
Err_Pa	04h	Неправильные параметры

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Для того, чтобы запустить счет, нужно выполнить следующую последовательность действий:

1. *Задать длительность канала (команда C_SetT)*
2. *Задать количество каналов (команда C_SetN)*
3. *Задать пороги компараторов (команда C_SetU)*
4. *Разрешить (или выполнить) запуск (команда C_SetM)*

После выполнения команды C_SetM счетчик начнет ожидание фронта или спада запускающего сигнала, если разрешен внешний запуск, или сразу начнет счет, если разрешен программный запуск.

Текущее состояние счетчика можно считать с помощью команды C_GetS. Значение бита SE = 1 говорит о том, что запуск разрешен. После прихода синхроимпульса дополнительно устанавливается бит ST = 1, сигнализируя о том, что начался счет. В течении интервала времени, заданного с помощью команды C_SetT, будет производиться счет. По истечению этого интервала накопленное значение будет сохранено в памяти и снова с нуля будет запущен счет. Так будет повторяться до тех пор, пока не истечет заданное с помощью команды C_SetN количество интервалов. Для того, чтобы процесс сохранения результатов счета в памяти не привел к появлению мертвого времени, используется метод двух счетчиков, которые работают поочередно. Когда заканчивается очередной интервал счета,

сразу начинает работать второй счетчик, в то время как содержимое первого счетчика записывается в память.

По истечению заданного с помощью команды `C_SetN` количества интервалов счет останавливается и устанавливается бит готовности $DR = 1$. После этого результат счета по для всех каналов можно считать из памяти с помощью команды `C_GetD`. Поскольку сохранение результата счета производится в следующем временном канале, счетчик фактически устанавливает бит готовности на один интервал позже, по сравнению с заданным количеством интервалов командой `C_SetN`.

Процесс счета в любой момент можно остановить с помощью команды `C_SetM` с параметрами $EX1 = 0$, $EX0 = 0$.

При осуществлении повторного запуска с теми же значениями длительности канала, числа каналов и порогов компараторов можно пропустить передачу команд `C_SetT`, `C_SetN` и `C_SetU`. Для повторного запуска достаточно выполнить только команду `C_SetM`.

Во время счета результат можно считывать «на лету» с помощью команды `C_GetC`. Для того, чтобы избежать потерь данных, эту команду нужно выполнять в цикле до тех пор, пока все данные не будут считаны. Задержка между вызовами этой команды не должна быть слишком большой. Например, для длительности канала 500 мкс команда `C_GetC` должна повторяться не реже, чем каждые 15 мс. Для длительности канала менее 100 мкс чтение «на лету» невозможно.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Вместе со счетчиком CNT-202 поставляется тестовая управляющая программа `Cnt202.exe` (работает под Win98SE/ME/NT/2000/XP). Программа позволяет в полном объеме осуществлять управление счетчиком, а также отображать результат счета на экране и записывать его в файл (формат ASCII). Внешний вид основного окна программы показан на рис. 3.

Меню «File» содержит пункты «New», «Open», «Save as...» и «Exit». Пункт «New» служит для очистки данных предыдущего измерения. Пункт «Open» позволяет открыть ранее сохраненный файл результатов измерения. Пункт «Save as...» позволяет сохранить результаты измерения в файле. Файл имеет текстовый формат и содержит две колонки целых чисел в диапазоне от 0 до 65535. В качестве разделителя колонок используется символ табуляции. Для модели счетчика CNT-102 файл содержит одну колонку целых чисел в диапазоне от 0 до 4095. Поскольку для разных моделей счетчиков файлы имеют разный формат, перед тем, как открыть файл результатов измерения, нужно правильно выбрать модель в меню «Device».

Меню «Port» позволяет открыть USB или COM порт, к которому подключен счетчик, либо закрыть порт.

Меню «Device» имеет пункт «Start», разрешающий запуск, пункт «Stop», который позволяет остановить измерение в любой момент времени и пункт «Cycle», который позволяет зациклить измерения с отображением результатов. Кроме того, меню содержит пункты для выбора модели счетчика CNT-102 или CNT-202. Программа определяет подключение к порту только той модели счетчика, которая в данный момент выбрана в меню.

Меню «View» содержит пункты «Histogram», «Lines», «Dots», которые служат для выбора типа графики. В первом случае строится гистограмма, во втором – график из линий, в третьем – график из точек.

Пункт «Capture» предназначен для включения режима чтения данных «на лету». Этот режим может работать только со счетчиками с версией прошивки 2.0 и выше. Для счетчиков с более старыми версиями прошивки данный режим в управляющей программе должен быть выключен.

Пункт «Cursor» служит для включения курсора, а пункт «Colours...» открывает окно диалога для выбора цветовой схемы программы.

Меню «Help» содержит сведения о производителе.

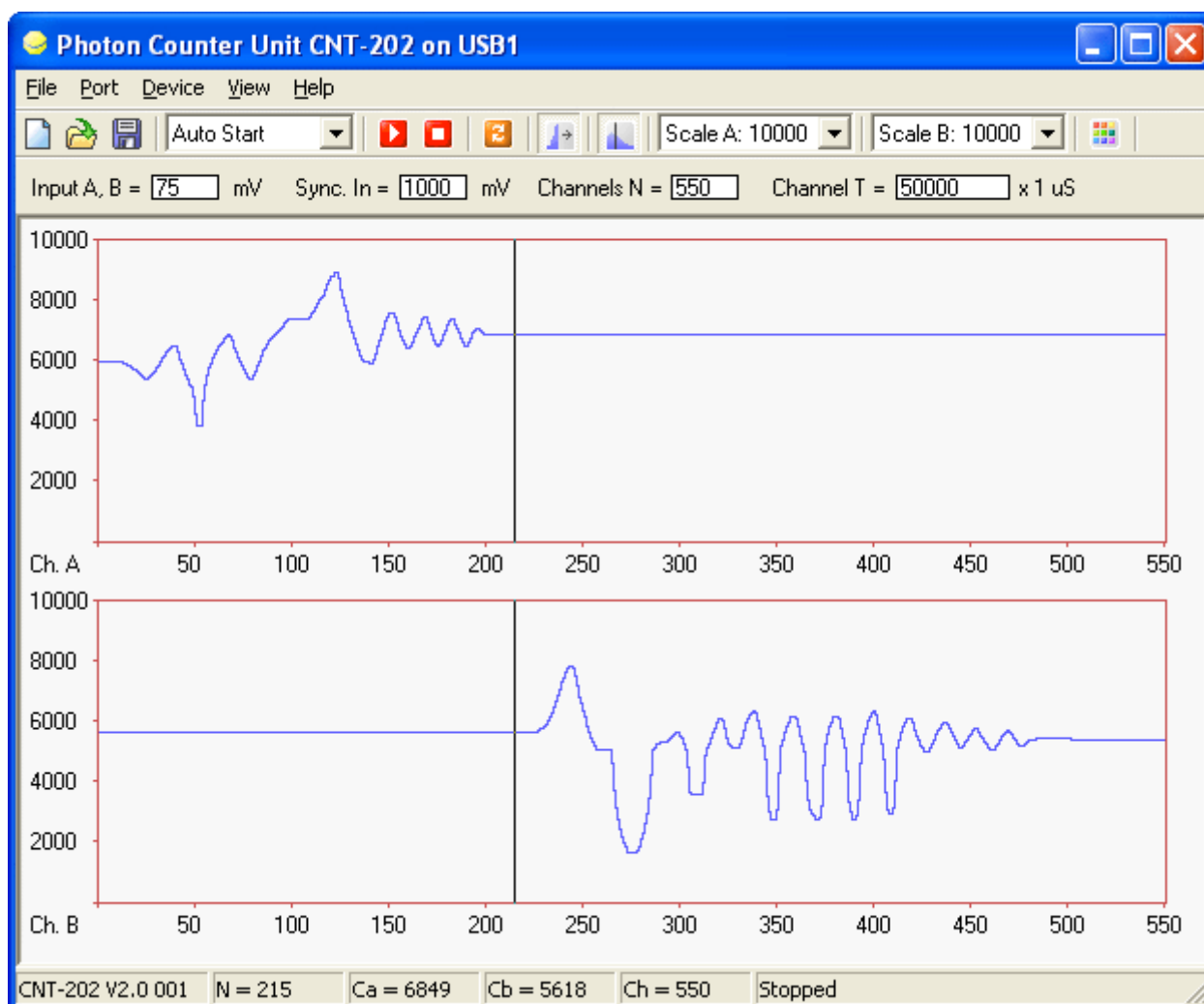


Рис. 3. Внешний вид основного окна тестовой программы.

На панели инструментов находится выпадающий список, с помощью которого можно выбрать один из режимов синхронизации: «Start Disabled» – запуск запрещен, «Start at Rise» – запуск по фронту внешнего синхроимпульса, «Start at Fall» – запуск по спаду внешнего синхроимпульса, «Auto Start» – программный запуск (запуск происходит сразу после нажатия кнопки «Start».

Два выпадающих списка служат для выбора шкалы по оси Y для каждого из каналов. Можно выбрать шкалу 0...100, 0...1000, 0...10000, 0...65535 и «Auto». В автоматическом режиме график масштабируется таким образом, чтобы максимум шкалы всегда совпадал с самым большим измеренным значением.

Кроме того, на панели инструментов дублируются пункты меню «New», «Open», «Save as...», «Start», «Stop», «Cycle», «Capture», «Cursor» и «Colours...».

Под панелью инструментов расположены поля ввода, с помощью которых можно задать требуемые режимы измерения: «Input A, B» – значение порога компараторов для входов «А» и «В» в милливольтках (0...5000 мВ); «Sync. In» – значение порога компаратора для входа внешнего запуска в милливольтках (0...5000 мВ); «Channels N» – число каналов (1...8000); «Channel T» – длительность одного канала (1...10 000 000 мкс для CNT-202 и 10...1 000 000 мкс для CNT-102).

Результаты измерения представляются в окне в виде двух графиков или гистограмм (для входов «А» и «В» соответственно). По горизонтали один временной канал занимает одну точку. Текущее положение курсора (когда курсор включен) выводится в строке состояния: N – номер временного канала, Ca – значение счета в данном канале для входа «А», Cb – значение счета в данном канале для входа «В».

В строке состояния выводится состояние связи с устройством: «OFF LINE» – если связи с устройством нет, и «CNT-202 V2.0 001» – если связь с устройством есть.

Дополнительно в строке состояния индицируется номер последнего считанного канала Ch (только для версии прошивки 2.0 и выше) и текущее состояние устройства: «Stopped» – если измерения остановлены, «Waiting for sync...» – если производится ожидание прихода внешнего синхроимпульса, «Counting... 0%» – если идет счет, «Reading data» – если идет считывание данных.

Возможные сообщения об ошибках (X – название команды, вызвавшей ошибку):

- **Device is not responding** – устройство не отвечает. Возникает в случае нарушения связи (например, отключен кабель связи).
- **X error: invalid packet** – обнаружена ошибка при передаче пакета данных.
- **X error: device busy** – произведена попытка выполнить какую-либо команду во время счета.
- **X error: device not ready** – произведена попытка выполнить какую-либо команду до окончания выполнения предыдущей команды.
- **X error: invalid parameters** – переданные значения параметров выходят за допустимые диапазоны.

ВХОДНЫЕ СИГНАЛЫ CNT-202

Входной разъем "SYNC. IN" служит для подключения сигнала синхронизации (запуска счета). Запуск может осуществляться как по фронту, так и по спаду импульса синхронизации (выбирается программно). Если выбран программный запуск, входной сигнал "SYNC. IN" игнорируется. Импульсы на входе "SYNC. IN" могут иметь амплитуду от 0.1 до 5 В и длительность не менее 10 нс. Входное сопротивление составляет 50 ом. Порог входного компаратора устанавливается программно в диапазоне 0...+5 В.

Входной разъем «А» служит для подачи счетных импульсов на вход канала «А», разъем «В» – для подачи счетных импульсов на вход канала «В». Счет осуществляется по фронту входного импульса. Импульсы на входах «А» и «В» могут иметь амплитуду от 0.1 до 5 В и длительность не менее 10 нс. Входное сопротивление составляет 50 ом. Порог входных компараторов для входов «А» и «В» является общим и устанавливается программно в диапазоне 0...+5 В.

Все входы имеют встроенную защиту от перенапряжения и допускают максимальное напряжение до 20 В.

Для подключения компьютера может использоваться один из разъемов RS-232 или USB. Никаких переключений при переходе с одного типа интерфейса на другой в схеме счетчика производить не требуется.