
G-200P

Программируемый генератор импульсов



руководство пользователя

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- количество выходных каналов – 5
- количество входов запуска – 2
- количество каналов внутренней синхронизации – 2
- режим внешнего и внутреннего запуска
- диапазон задания длительности импульсов – 10 нс...10 с
- дискретность задания длительности – 10 нс
- диапазон задания задержки – до 10 с
- дискретность задания задержки – 10 нс
- диапазон задания периода – 20 нс...10 с
- дискретность задания периода – 10 нс
- диапазон мертвого времени запуска – до 10 с
- дискретность задания мертвого времени – 10 нс
- уровни входных и выходных сигналов – 5 В TTL
- выходное сопротивление – 25 ом
- входное сопротивление синхровходов – 10 Ком
- длительность внешних сигналов запуска – не менее 10 нс
- интерфейс – USB (гальваническая развязка)
- совместимость с ОС – Windows 98/ME/2000/XP
- питание – сеть 220 В
- потребляемая мощность – не более 10 Вт
- габариты – 200 x 190 x 70 мм
- вес – 0.5 кг

НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Программируемый генератор G-200P предназначен для получения прямоугольных импульсов с программируемой задержкой и длительностью. Генератор имеет 5 независимых выходных каналов, 2 канала внешней синхронизации и 2 канала внутренней синхронизации (режим автогенератора). Задержка между импульсом синхронизации и началом выходного импульса, а также длительность выходного импульса для каждого из 5-ти каналов программируется индивидуально. Для каждого входа внешней синхронизации индивидуально программируется мертвое время. Для каждого канала внутренней синхронизации индивидуально программируется период. Управление генератором осуществляется от компьютера, используется интерфейс USB с гальванической развязкой. Вместе с генератором поставляется библиотека в виде DLL, которая содержит все необходимые для управления устройством функции, а также специализированное ПО, которое позволяет в полном объеме осуществлять управление генератором. Функции DLL могут быть использованы из среды LabVIEW.

ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Основой устройства является микросхема программируемой логики (FPGA) семейства Cyclone фирмы «Altera». Управление устройством обеспечивает микроконтроллер ATmega8 фирмы «Atmel». Он также обеспечивает связь с компьютером по интерфейсу USB. Для обмена используется протокол WAKE.

Питание устройства осуществляется от встроенного сетевого источника питания. Конструктивно устройство выполнено в пластмассовом корпусе размером 200 x 190 x 70 мм.

На передней панели устройства находится выключатель питания, светодиод индикации включения питания, входные разъемы синхроимпульсов и разъемы выходных импульсов. Все разъемы типа BNC. Внешний вид передней панели устройства показан на рис. 1.

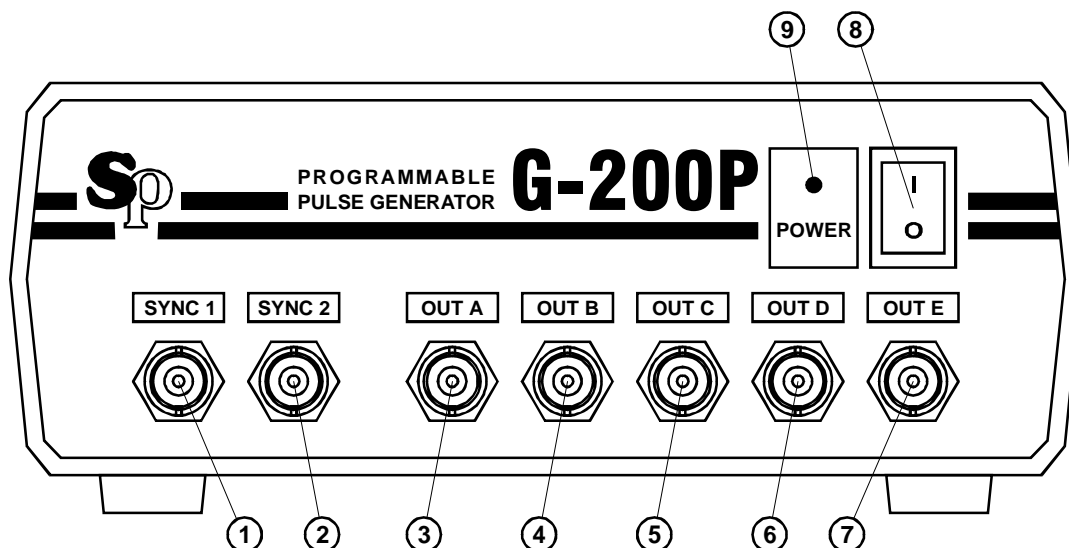


Рис. 1. Внешний вид передней панели генератора G-200P.

1 – входной разъем внешнего синхроимпульса 1; 2 – входной разъем внешнего синхроимпульса 2; 3 – выходной разъем канала A; 4 – выходной разъем канала B; 5 – выходной разъем канала C; 6 – выходной разъем канала D; 7 – выходной разъем канала E; 8 – выключатель питания; 9 – светодиод индикации включения питания.

На задней панели находится разъем USB, клемма заземления и сетевой шнур. Внешний вид задней панели показан на рис. 2.

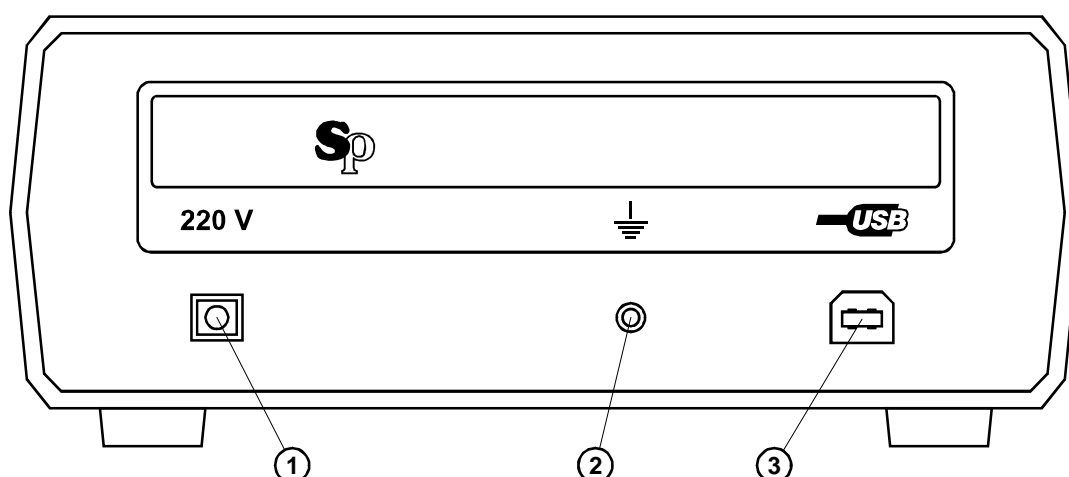


Рис. 2. Внешний вид задней панели генератора G-200P.

1 – сетевой шнур; 2 – клемма заземления; 3 – разъем USB.

ОПИСАНИЕ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ

Для связи устройства с компьютером используется интерфейс USB. Команды передаются в виде пакетов согласно протоколу WAKE. Инициатором обмена всегда выступает РС. В ответ на каждую команду устройство 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 устройство или РС.

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 – устройство передает эту команду в РС 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							

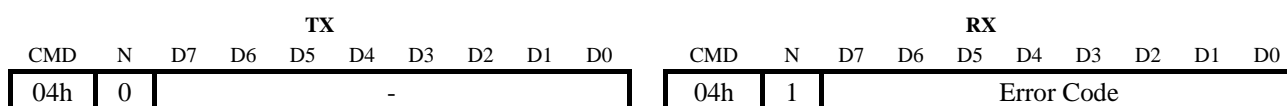
C_Echo – команда запроса возврата пакета. Пакет может содержать до 16 байт произвольных данных. В ответ на эту команду устройство передает пакет в неизменном виде обратно. Команда используется для проверки связи с устройством.

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 устройства. В ответ передается пакет, содержащий 12 байт данных, которые представляют собой строку в коде ASCII: G-200P V1.0, где G-200P – название устройства, V1.0 – версия firmware 1.0. 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: "G-200P V1.0", 00h							

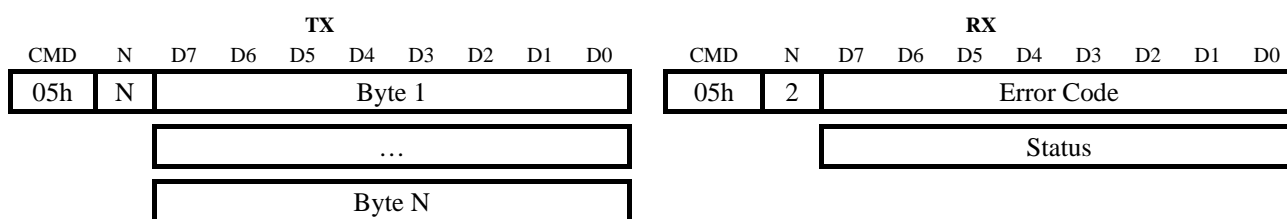
C_SetCfg – включение режима конфигурирования FPGA.



Команда должна быть выполнена перед началом загрузки конфигурационных данных в FPGA.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда равен Err_No.

C_TxCfg – передача пакета конфигурационной информации FPGA.



Команда производит загрузку пакета конфигурационных данных в FPGA. Загрузка должна производиться пакетами длиной 200 байт. Последний пакет может иметь меньшую длину в зависимости от полного объема конфигурационных данных. Команда автоматически выполняет восстановление зашифрованных данных конфигурации.

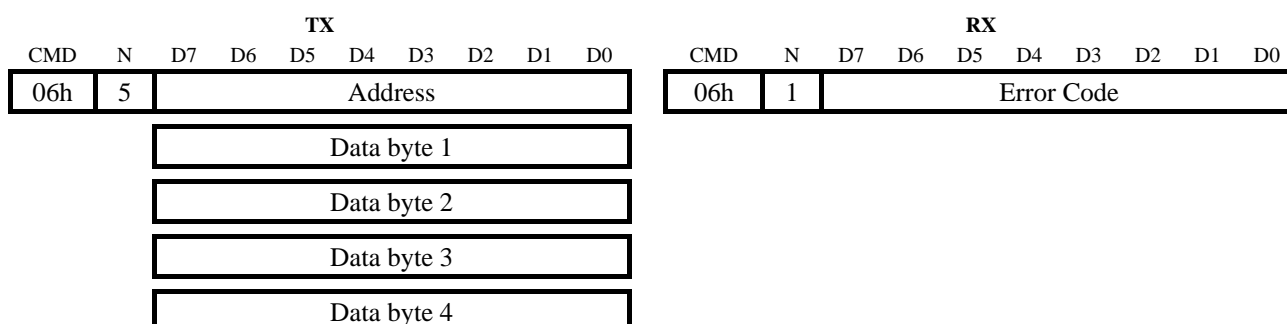
Команда возвращает байт Status, который может принимать следующие значения: 0 – идет процесс конфигурирование FPGA; 1 – конфигурирование успешно завершено; 2 – в процессе конфигурации произошла ошибка.

В случае ошибки необходимо повторить конфигурирование сначала, выполнив команду C_SetCfg, вслед за которой нужно передать полностью все конфигурационные данные.

В случае успешного завершения конфигурирования можно обращаться к внутренним регистрам FPGA.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда равен Err_No.

C_TxDat – загрузка слова данных во внутренний регистр FPGA.



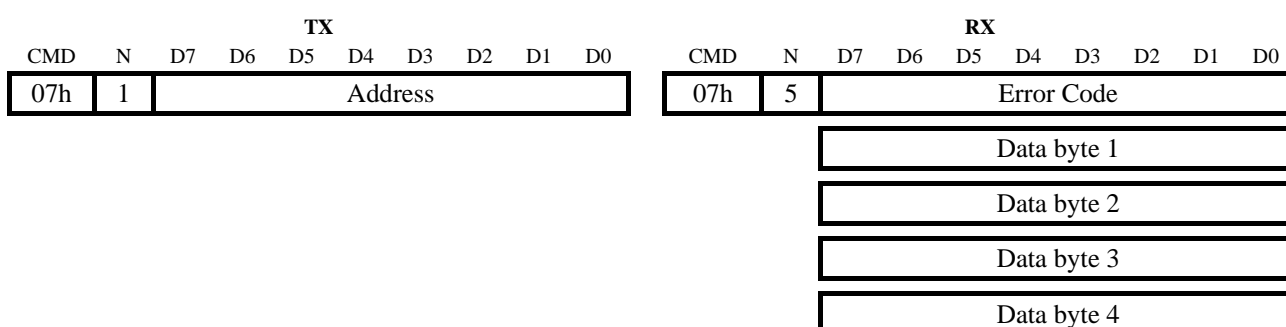
Команда осуществляет загрузку слова данных длиной 32 бита во внутренний регистр FPGA по заданному адресу.

Параметр Address определяет адрес регистра, в который будут загружены данные. Значение адреса может быть от 0 до 255. Конкретная конфигурация FPGA может иметь меньшее количество задействованных адресов.

Параметр Data byte 1 (LSB) ... Data byte 4 (MSB) представляет собой 32-разрядное слово данных, которое будет загружено во внутренний регистр FPGA.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда равен Err_No.

C_RxDat – чтение слова данных из внутреннего регистра FPGA.



Команда осуществляет чтение слова данных длиной 32 бита из внутреннего регистра FPGA по заданному адресу.

Параметр Address определяет адрес регистра, из которого будут прочитаны данные. Значение адреса может быть от 0 до 255. Конкретная конфигурация FPGA может иметь меньшее количество задействованных адресов.

Команда возвращает четыре байта данных Data byte 1 (LSB) ... Data byte 4 (MSB), которые представляют собой 32-разрядное слово, считанное из внутреннего регистра FPGA.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который всегда равен Err_No.

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

После включения питания генератора FPGA не содержит конфигурационной информации, поэтому ее нужно загрузить с РС, пользуясь специальными командами. Последовательность загрузки следующая:

1. Выполнить команду *C_SetCfg*.
2. Передать конфигурационную информацию пакетами по 200 байт, пользуясь командой *C_TxCfg* (последний пакет может иметь меньший размер).
3. После передачи последнего пакета команда *C_TxCfg* должна вернуть параметр *Status = 1*. Это означает, что конфигурация FPGA прошла успешно, и генератор готов к работе. Если в процессе конфигурирования команда *C_TxCfg* в ответ на какой-либо пакет возвращает *Status = 2*, или после передачи последнего пакета возвращает *Status = 0*, это говорит об ошибке конфигурирования. В таком случае нужно полностью повторить загрузку конфигурации.

После того, как FPGA генератора сконфигурирована, генератором можно управлять посредством записи управляющих кодов в регистры FPGA. Назначение отдельных регистров зависит от конкретной конфигурации FPGA.

ОПИСАНИЕ РЕГИСТРОВ FPGA

Управление генератором осуществляется путем записи управляющих кодов в регистры FPGA. Адреса и назначение регистров FPGA приведено в таблице:

Name	Address	Назначение
Period1	00h	Период внутреннего запуска 1
Period2	01h	Период внутреннего запуска 2
DeadTime1	02h	Мертвое время для синхровхода 1
DeadTime2	03h	Мертвое время для синхровхода 2
DelayA	04h	Задержка канала А
PulseA	05h	Длительность импульса канала А
ModeA	06h	Режим канала А
DelayB	07h	Задержка канала В
PulseB	08h	Длительность импульса канала В
ModeB	09h	Режим канала В
DelayC	10h	Задержка канала С
PulseC	11h	Длительность импульса канала С
ModeC	12h	Режим канала С
DelayD	13h	Задержка канала D
PulseD	14h	Длительность импульса канала D
ModeD	15h	Режим канала D
DelayE	16h	Задержка канала E
PulseE	17h	Длительность импульса канала E
ModeE	18h	Режим канала E
Enable	19h	Разрешение синхронизации

Параметры Period1 и Period2 задают период для внутренних автогенераторов, которые могут быть использованы для синхронизации выходных каналов. Значение параметра может лежать в диапазоне 1...1000000000. Период определяется по формуле:

$$T = (\text{Period} + 1) * 10 \text{ [нс]}$$

Параметры DeadTime1 и DeadTime2 задают длительность мертвого времени для внешних синхросигналов SYNC 1 и SYNC 2 соответственно. Значение параметра может лежать в диапазоне 0...1000000000. Значение мертвого времени определяется по формуле:

$$DT = \text{DeadTime} * 10 \text{ [нс]}$$

Если установить нулевое значение мертвого времени, то оно никак не повлияет на работу генератора. Если же установить отличное от нуля значение мертвого времени для какого-то из каналов внешнего запуска, то после фронта или спада, который вызвал запуск (в зависимости от того, что выбрано для запуска), следующие синхроимпульсы в течение мертвого времени будут игнорированы.

Следующие параметры объединены в группы по три параметра, каждая группа относится к одному из выходных каналов. Каждая группа включает параметр длительности задержки, длительности импульса и режима канала.

Каждый из параметров DelayX задает длительность задержки между синхроимпульсом и началом выходного импульса для данного канала. Значение параметра может лежать в диапазоне 0...1000000000. Значение задержки определяется по формуле:

$$D = \text{Delay} * 10 \text{ [нс]}$$

Реальная задержка между входным синхроимпульсом и выходным импульсом больше на величину внутренней задержки и задержки входных и выходных буферных элементов, что в сумме составляет примерно 40 нс.

Каждый из параметров PulseX задает длительность выходного импульса для данного канала. Значение параметра может лежать в диапазоне 0...1000000000. Значение длительности определяется по формуле:

$$t = (\text{Pulse} + 1) * 10 \text{ [нс]}$$

Каждый из параметров ModeX определяет режим работы канала. Назначение отдельных бит параметра приведено в таблице:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Функция
					0	0	0	работа канала запрещена
					0	0	1	внутренний запуск от канала 1
					0	1	0	внутренний запуск от канала 2
					0	1	1	внешний запуск от канала 1 по фронту
					1	0	0	внешний запуск от канала 1 по спаду
					1	0	1	внешний запуск от канала 2 по фронту
					1	1	0	внешний запуск от канала 2 по спаду
				0				положительный выходной импульс
				1				отрицательный выходной импульс
X	X	X	X					не используются

Параметр Enable позволяет включить или отключить любой из источников синхронизации. Имеются следующие источники синхронизации: два канала внутренней синхронизации (автогенераторы) и два канала внешней синхронизации (синхровходы). Когда запрещается какой-то из источников синхронизации, то все каналы, для которых выбран этот источник, прекращают формировать импульсы. Это удобно использовать для одновременного включения и выключения нескольких каналов генератора. По умолчанию

параметр равен нулю, поэтому перед началом работы необходимо разрешить требуемые источники синхронизации. Назначение отдельных бит параметра приведено в таблице:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Функция
							0	внутренний запуск от канала 1 запрещен
							1	внутренний запуск от канала 1 разрешен
						0		внутренний запуск от канала 2 запрещен
						1		внутренний запуск от канала 2 разрешен
					0			внешний запуск от канала 1 запрещен
					1			внешний запуск от канала 1 разрешен
				0				внешний запуск от канала 2 запрещен
				1				внешний запуск от канала 2 разрешен
X	X	X	X					не используются

На рис. 3, 4, 5 приведены примеры работы генератора в разных режимах.

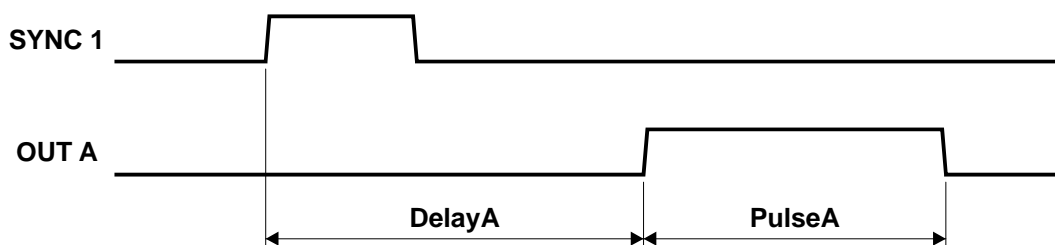


Рис. 3. Режим синхронизации по фронту, положительный выходной импульс.

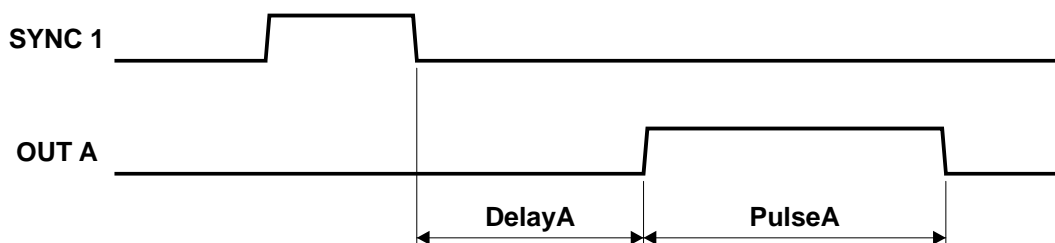


Рис. 4. Режим синхронизации по спаду, положительный выходной импульс.

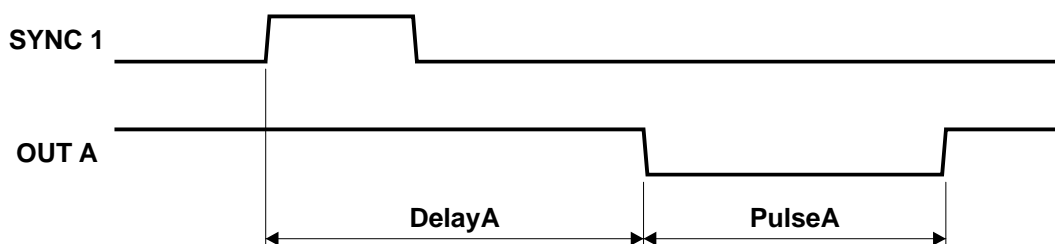


Рис. 5. Режим синхронизации по фронту, отрицательный выходной импульс.

УСТАНОВКА ДРАЙВЕРА USB

Для нормального функционирования устройства должен быть установлен драйвер USB для микросхемы моста FT232BM. При первом подключении устройства Windows выведет сообщение «Обнаружено новое устройство: USB <-> G-200P», после чего нужно указать путь файла ftd2xx.inf, который находится в папке Driver поставляемого программного обеспечения.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Вместе с генератором G-200P поставляется тестовая управляющая программа G200.exe (работает под Win98SE/ME/NT/2000/XP). Программа позволяет в полном объеме осуществлять управление генератором. Внешний вид основного окна программы показан на рис. 6.

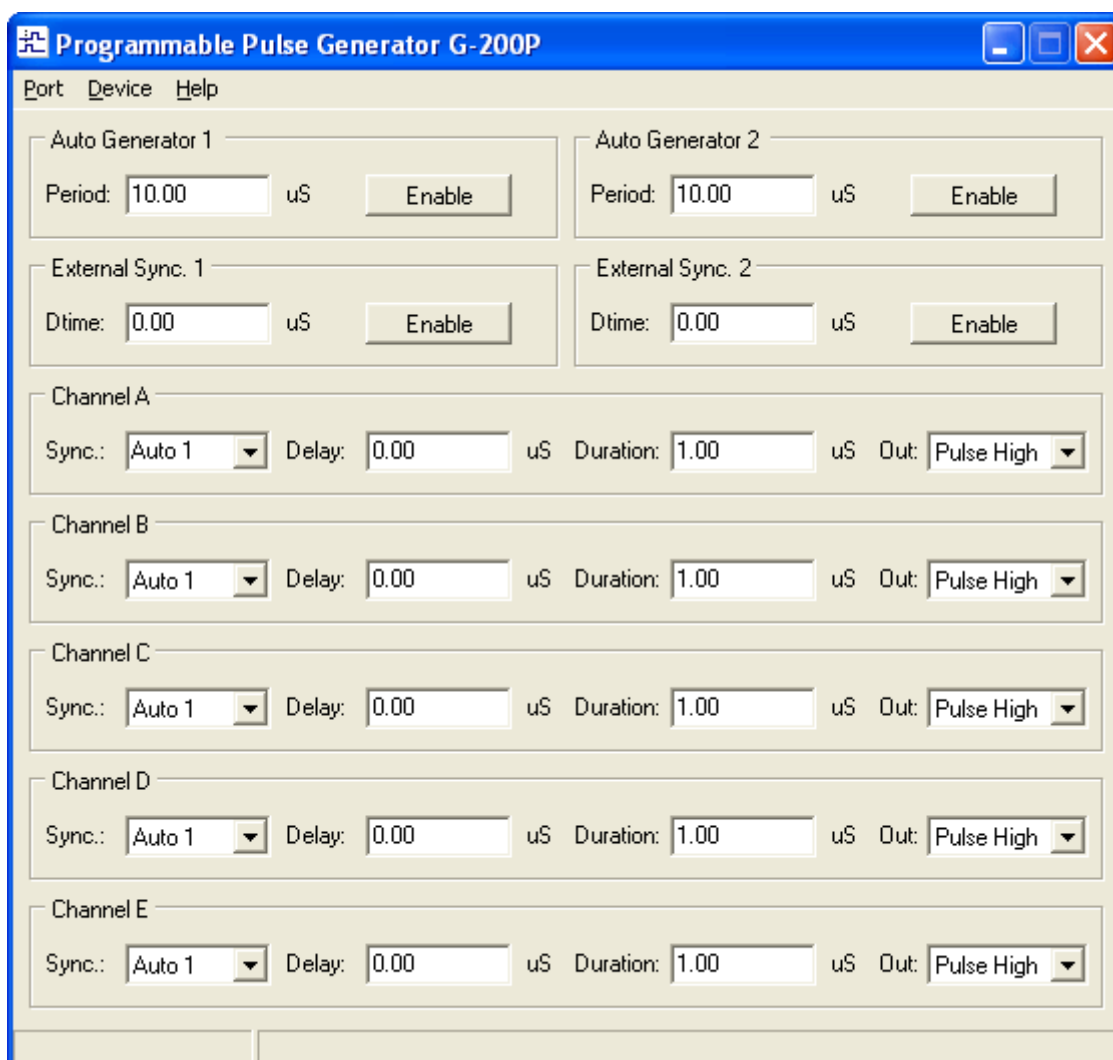


Рис. 6. Внешний вид основного окна тестовой программы.

Меню «Port» позволяет открыть порт компьютера, к которому подключен генератор, либо закрыть порт.

Меню «Device» имеет пункты «Reconfigure FPGA» (переконфигурация FPGA и пересылка всех параметров в регистры FPGA) и «Reload all parameters» (пересылка всех параметров в регистры FPGA). Нужно отметить, что после любой потери связи с устройством программа автоматически производит «Reconfigure FPGA», поэтому необходимость ручного выполнения этих пунктов меню обычно не возникает.

Меню «Help» содержит сведения о производителе.

Группы «Auto Generator 1» и «Auto Generator 2» содержат поля ввода значения периода внутренних автогенераторов, которые используются для внутреннего запуска. Значение периода лежит в диапазоне 0.02...10000000 мкс. Нажатие кнопки «Enable» разрешает синхронизацию от автогенератора.

Группы «External Sync. 1» и «External Sync. 2» содержат поля ввода значения мертвого времени для сигналов внешнего запуска «SYNC 1» и «SYNC 2» соответственно. Значение длительности лежит в диапазоне 0...10000000 мкс. Нажатие кнопки «Enable» разрешает синхронизацию от синхровхода.

Группы «Channel A»...«Channel E» содержат поля ввода значений задержки и длительности импульса, а также выпадающие списки для выбора режима синхронизации и формы выходного импульса для каналов OUT A...OUT E. Значение задержки лежит в диапазоне 0...10000000 мкс. Значение длительности импульса лежит в диапазоне 0.01...10000000 мкс. Режимы синхронизации могут быть следующими: Disabled (запуск запрещен), Auto 1 (запуск от автогенератора 1), Auto 2 (запуск от автогенератора 2), Ext. 1 Rise (запуск от синхровхода SYNC 1 по фронту), Ext. 1 Fall (запуск от синхровхода SYNC 1 по спаду), Ext. 2 Rise (запуск от синхровхода SYNC 2 по фронту), Ext. 2 Fall (запуск от синхровхода SYNC 2 по спаду). Можно выбрать следующие варианты формы выходного импульса: Pulse High (импульс ВЫСОКОГО уровня), Pulse Low (импульс НИЗКОГО уровня), Level High (удержание на выходе ВЫСОКОГО уровня), Level Low (удержание на выходе НИЗКОГО уровня).

В строке состояния выводится текущее состояние связи с устройством: «OFF LINE» – связь с устройством отсутствует; «G-200P V1.0» – связь с устройством установлена.

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

- **Device is not responding** – устройство не отвечает. Возникает в случае нарушения связи (например, отключения кабеля связи).
- **X error: invalid packet** – обнаружена ошибка при передаче пакета данных.
- **X error: invalid parameters** – переданные значения параметров выходят за допустимые диапазоны.

Вместе с генератором поставляется библиотека в виде DLL, которая содержит все необходимые для управления устройством функции. Файл описания функций DLL входит в состав поставляемого программного обеспечения.

ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ

Входные разъемы "SYNC 1" и "SYNC 2" служат для подключения сигналов синхронизации (запуска генератора). Запуск осуществляется по фронту или по спаду синхроимпульса. Импульсы на входе "SYNC 1" и "SYNC 2" должны иметь амплитуду стандартных сигналов ТТЛ и длительность не менее 10 нс. Входное сопротивление составляет 10 Ком.

На выходные разъемы «OUT А»...«OUT Е» поступают выходные импульсы генератора в формате ТТЛ. Выходное сопротивление составляет 25 ом.