

# PG-862

---

## Генератор импульсов



---

*руководство пользователя*

## 1. Описание устройства

### 1.1. Технические характеристики

- количество выходных каналов – 2
- количество входов запуска – 1
- 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
- уровень выходных сигналов –  $-5...+10$  В
- дискретность регулировки уровня – 10 мВ
- выходное сопротивление – 50 ом
- порог сигнала синхронизации –  $0...+3$  В
- входное сопротивление синхровхода – 200 ом
- длительность сигнала синхронизации – 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 – 160 x 140 x 60 мм
- вес – 0.5 кг

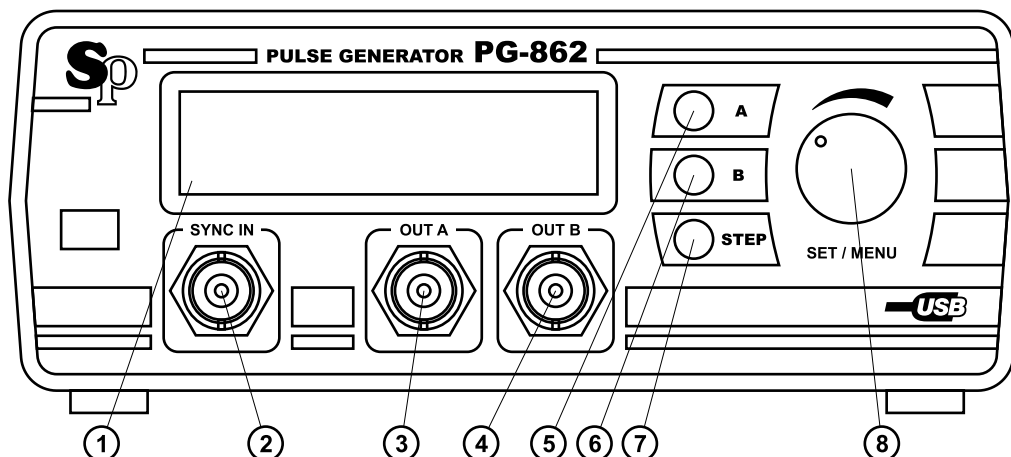
### 1.2. Назначение устройства

Генератор импульсов PG-862 предназначен для получения прямоугольных импульсов с программируемой задержкой и длительностью. Генератор имеет 2 независимых выходных канала, 1 канал 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 каналов программируется индивидуально. Для каждого канала внутренней синхронизации индивидуально программируется период. Управление генератором осуществляется с передней панели при помощи кнопок и энкодера. На встроенный ЖК-дисплей выводятся значения всех параметров. Кроме того, возможно управление генератором от компьютера. Для этого 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.

### 1.3. Внешний вид устройства

Генератор собран в пластмассовом корпусе размером 160 x 140 x 60 мм. На передней панели расположены входные и выходные разъемы, органы управления и ЖК-дисплей. На

задней панели генератора находится выключатель питания, сетевой шнур, разъем порта USB и клемма заземления. Внешний вид передней панели генератора показан на рис. 1.



**Рис. 1. Внешний вид передней панели генератора PG-862.**

- 1 – ЖК-дисплей; 2 – входной разъем внешнего синхроимпульса;  
 3 – выходной разъем канала А; 4 – выходной разъем канала В;  
 5 – кнопка выбора канала А и перехода к следующему параметру;  
 6 – кнопка выбора канала В и перехода к следующему параметру;  
 7 – кнопка перехода к установке шага; 8 – ручка энкодера.

## 1.4. Входные и выходные сигналы

Входной разъем "SYNC IN" типа BNC служит для подключения сигнала внешней синхронизации (запуска генератора). Запуск может осуществляться по фронту или по спаду синхроимпульса (выбирается в меню генератора). Синхроимпульс может иметь амплитуду  $+0.5...+5.0$  В и длительность не менее 10 нс. Порог сигнала внешнего запуска регулируется в меню генератора в пределах  $0...+3.0$  В. Как вариант, возможно использование сигнала со стандартным уровнем ТТЛ. Входное сопротивление составляет 200 ом.

Выходные разъемы «OUT А» и «OUT В» служат для подключения нагрузки генератора. Амплитуда и постоянное смещение выходного сигнала регулируются отдельно в меню генератора. Пределы регулировки определяются допустимым диапазоном выходного напряжения, который составляет  $-5...+10$  В. Например, можно получить положительный импульс размахом до  $0...+10$  В, отрицательный импульс размахом до  $0...-5$  В или двухполярный импульс размахом до  $-5...+10$  В. Выходное сопротивление составляет 50 ом.

## 1.5. Меню управления

Для управления генератором используется система меню. Меню отображается на ЖК-дисплее. Первая строка дисплея отображает параметры канала А, вторая строка – параметры канала В. Каждая страница меню предназначена для редактирования одного параметра.

### 1.5.1. Организация меню

При включении генератора появляется меню с названием модели генератора и номером версии firmware. Во время отображения этого меню происходит загрузка конфигурационной информации FPGA из памяти микроконтроллера. Если загрузка происходит успешно, из энергонезависимой памяти данных микроконтроллера загружаются сохраненные значения всех параметров и отображается меню редактирования одного из параметров. Если происходит ошибка, то индицируется меню ошибки и включается прерывистый звуковой сигнал аварии. В этом случае требуется повторное включение или

ремонт генератора. Система меню генератора показана на рис. 2 (для наглядности на дисплее показаны параметры только канала А).

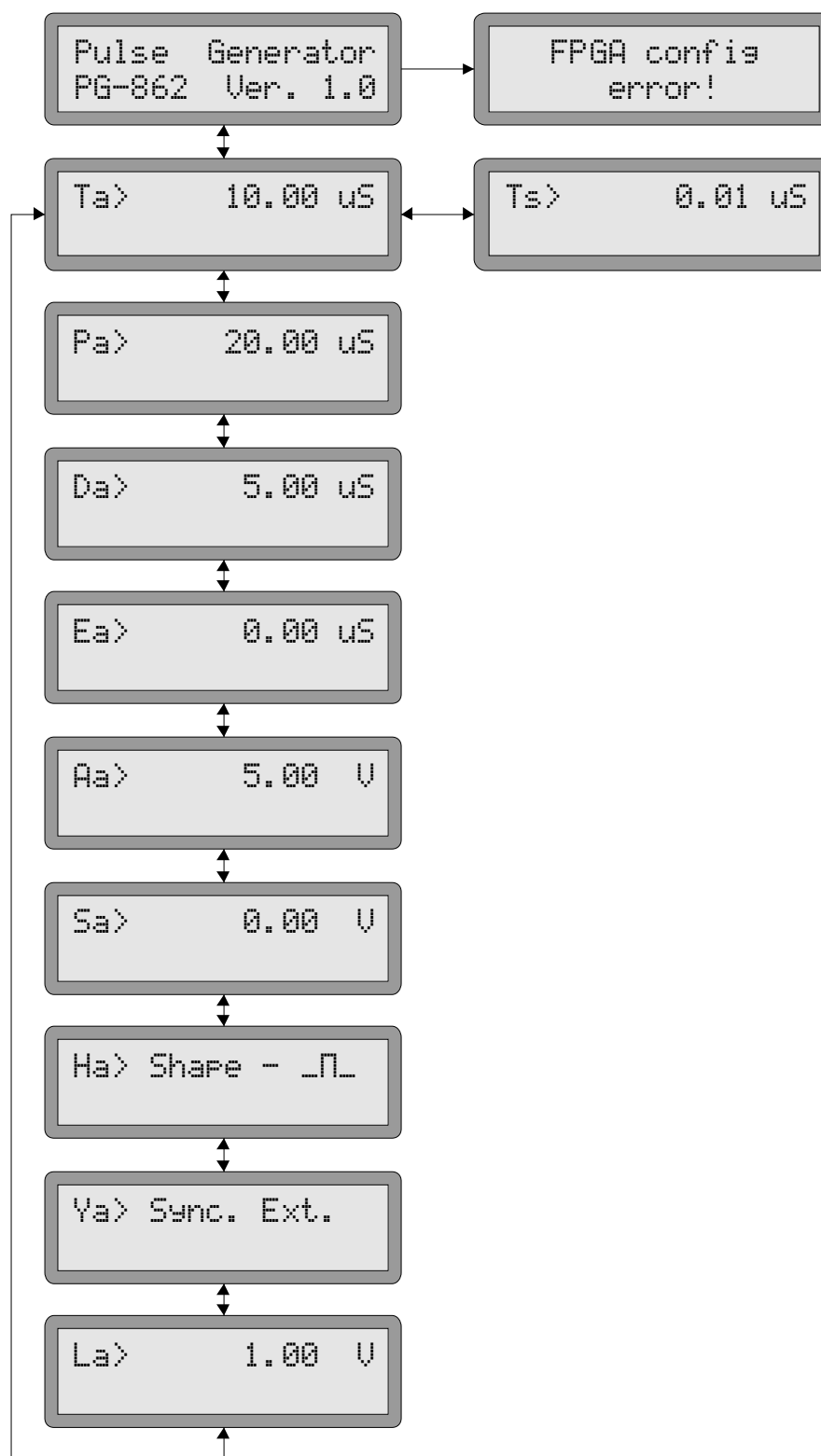


Рис. 2. Система меню генератора PG-862.

### 1.5.2. Выбор канала

Для выбора текущего канала, для которого будет производиться редактирование параметров, служат кнопки «А» и «В». В строке текущего канала после буквенного обозначения параметра отображается символ «>».

### 1.5.3. Выбор параметра для редактирования

Выбрать параметр для редактирования можно с помощью энкодера. Для этого нужно нажать ручку, после чего символ «>» начнет мигать. Затем поворотом ручки нужно выбрать желаемый параметр и снова нажать ручку.

Переход к следующему редактируемому параметру можно осуществить также кнопками «А» или «В» в зависимости от того, какой канал выбран текущим.

### 1.5.4. Редактирование параметров

Редактирование параметров осуществляется поворотом ручки энкодера. Всегда редактируется параметр текущего канала, после буквенного обозначения которого находится символ «>». Полный список параметров генератора приведен в таблице 1.

**Таблица 1. Список параметров генератора.**

Номер	Параметр	Минимум	Максимум	Название
0	T	0.01 uS	9999.99999 mS	Длительность импульса
1	P	0.02 uS	9999.99999 mS	Период импульсов
2	D	0.00 uS	9999.99999 mS	Задержка
3	E	0.00 uS	9999.99999 mS	Мертвое время
4	A	-15.00 V	15.00 V	Амплитуда
5	S	-5.00 V	10.00 V	Смещение
6	H	-	-	Форма импульса
7	Y	-	-	Тип синхронизации
8	L	0.00 V	3.00 V	Уровень синхронизации

Временные параметры отображаются в микросекундах, если значение меньше 1000 мкс или в миллисекундах, если значение больше 1000 мкс. Амплитуда, смещение и уровень синхронизации всегда отображаются в вольтах.

Изменение значения параметра происходит с заданным шагом. Значение параметра выравнивается на значение установленного шага. Например, если величина шага равна 1.00, текущее значение параметра равно 120.34 и делается несколько шагов вверх, то получится следующая последовательность: 120.34 → 121.00 → 122.00 и т.д. При уменьшении значения получится: 120.34 → 120.00 → 119.00 Гц и т.д. Поэтому если требуется установить какое-то нецелое значение параметра, нужно начинать с большого шага и заканчивать минимальным.

При установке длительности и периода импульсов соотношение значений параметров автоматически не проверяется, так как в полной мере такую проверку осуществить нельзя (при работе с внешней синхронизацией проверка невозможна). Возможна ситуация, когда будет установлено значение длительности импульса больше значения периода. В такой ситуации будет происходить пропуск выходных импульсов.

Выходное напряжение генератора не может быть больше +10 В и меньше -5 В, поэтому при регулировке амплитуды или смещения происходит проверка допустимого диапазона и ограничение значений параметров. Например, если установлено смещение +5 В, то установить амплитуду больше +5 В невозможно. И наоборот, если, например, установлена амплитуда -2 В, то нельзя установить смещение ниже -3 В.

### 1.5.5. Изменение шага

Для того чтобы изменить шаг, нужно нажать кнопку «STEP». Вместо значения параметра на дисплее появится значение шага, которое можно менять поворотом ручки энкодера. На рис. 2 для наглядности переход на страницу меню установки шага показан только со страницы редактирования параметра «Т». Реально установка шага доступна для всех параметров, кроме «Н», «У» и «L».

Величина шага изменяется следующим образом: Auto → 0.01 → 0.10 → 1.00 → 10.00 и т.д. Если установить значение шага Auto, то шаг будет автоматически изменяться в зависимости от значения редактируемой величины. При этом всегда будет редактироваться цифра параметра, расположенная на дисплее правее старшей. Например, при увеличении значения с шагом Auto получится следующая последовательность: 9.80 → 9.90 → 10.00 → 11.00 → 12.00 и т.д.

### 1.5.6. Управление формой импульса

Параметр «Н» определяет форму выходных импульсов. Кроме генерации последовательности импульсов генератор имеет возможность удерживать на выходе статический уровень. При редактировании параметра «Н» форма импульса меняется в следующей последовательности:

- положительный логический импульс:  $\square$
- отрицательный логический импульс:  $\overline{\square}$
- генерация меандра:  $\square\square$
- низкий статический уровень:  $L_0$
- высокий статический уровень:  $H_1$
- высокоимпедансное состояние:  $Z$

### 1.5.7. Генерация меандра

В режиме генерации меандра задается только период «Р», а длительность импульса «Т» автоматически устанавливается равной половине периода. Значение периода «Р» при этом округляется до ближайшего четного значения в сторону уменьшения. Например, значение 9.83 будет округляться до 9.82 (хотя на дисплее будет индицироваться 9.83).

В этом режиме автоматически включается внутренняя синхронизация от того же канала, выбор других источников синхронизации запрещен. Поскольку в этом режиме каналы А и В синхронизируются от разных автогенераторов, фазовый сдвиг между ними не определен.

В режиме генерации меандра в меню канала не выводятся параметры «Т», «D», «E», «У» и «L» (рис. 2), так как их изменение в этом режиме невозможно.

При переходе из режима генерации меандра в режим положительного или отрицательного логического импульса восстанавливается то значение длительности импульса «Т», которое было установлено до переключения в режим генерации меандра.

### 1.5.8. Изменение режима синхронизации

Параметр «У» определяет режим синхронизации генератора. Всего имеется три источника синхронизации: «Auto А», «Auto В» и «Ext». В режимах «Auto» синхронизация производится от внутренних автогенераторов, в режиме «Ext» – от внешнего синхросигнала, поступающего на разъем «Sync In». Внешняя синхронизация возможна как по фронту, так и

по спаду импульса. При редактировании параметра «Y» режимы синхронизации меняются в следующей последовательности:

- внутренняя синхронизация от канала А: Auto A
- внутренняя синхронизация от канала В: Auto B
- внешняя синхронизация по фронту: Ext. ↑
- внешняя синхронизация по спаду: Ext. ↓

Нужно иметь в виду, что если в качестве источника синхронизации какого-то канала выбран автогенератор другого канала, то период импульсов будет задаваться параметром «P» другого канала. Например, если для канала В установлен режим синхронизации «Auto A», то период импульсов на выходе В будет задаваться параметром «Pa».

В режиме внутренней синхронизации в меню канала не выводятся параметры «E» и «L» (рис. 2), так как их изменение в этом режиме невозможно.

В режиме внешней синхронизации параметр «P» не имеет смысла, но поскольку автогенератор одного канала может быть использован для синхронизации другого канала, параметр «P» выводится всегда.

Параметры «L» для канала А («La») и канала В («Lb») в реальности представляют собой один и тот же параметр, так как вход внешней синхронизации всего один, и уровень синхронизации является общим для двух каналов.

### 1.5.9. Примеры работы генератора в разных режимах

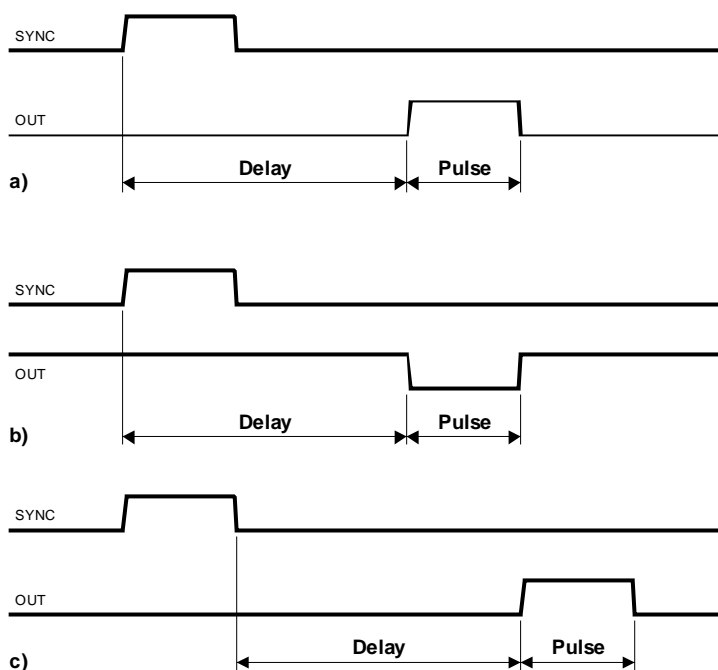
Любой из каналов генератора может быть синхронизирован выходным сигналом одного из внутренних автогенераторов или внешним сигналом, поступающим на вход синхронизации. Благодаря регулируемой задержке «D» между моментом запуска и началом импульса, имеется возможность получения различных последовательностей импульсов.

В момент прихода синхроимпульса (фронта или спада, в зависимости от режима) запускается формирование интервала задержки, длительность которой определяется параметром «D». Когда задержка заканчивается, начинается формирование выходного импульса. Во время формирования задержки и выходного импульса генератор не чувствителен к поступающим синхроимпульсам (перезапуск не происходит). После окончания формирования выходного импульса генератор ожидает прихода следующего синхроимпульса.

При работе в режиме внешней синхронизации может быть использована возможность формирования мертвого времени. Длительность мертвого времени определяет параметр «E». Когда  $E = 0$ , интервал мертвого времени не формируется. Но если установить отличное от нуля значение, то одновременно с запуском формирования задержки начинается формирование мертвого времени. До окончания мертвого времени генератор не чувствителен к поступающим синхроимпульсам, даже если формирование задержки и выходного импульса уже закончено.

Примеры работы генератора в разных режимах показаны на рис. 3.

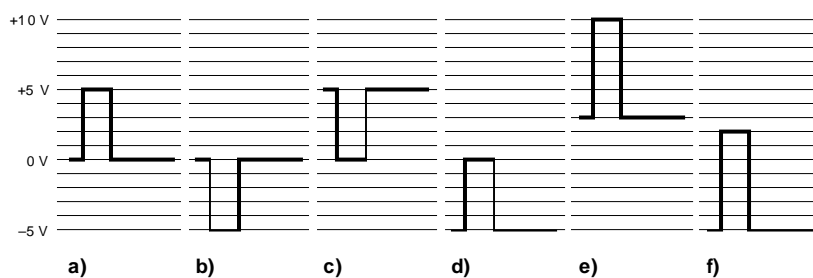
Поскольку входные и выходные буферные элементы, а также управляющая логика имеют задержки, то даже при нулевом установленном значении задержки реальная задержка между синхроимпульсом и началом выходного импульса не равна нулю. На практике эта задержка составляет около 60 нс. Кроме того, выходной сигнал генератора всегда привязан к внутренней временной сетке, поэтому при синхронизации от внешнего сигнала может наблюдаться джиттер (дрожание фронтов) выходного сигнала до 10 нс. Поэтому по возможности желательно работать с внутренним запуском.



**Рисунок 3. Работа генератора в разных режимах.**

- a) – режим внешней синхронизации по фронту, положительный выходной импульс;  
 b) – режим внешней синхронизации по фронту, отрицательный выходной импульс;  
 c) – режим внешней синхронизации по спаду, положительный выходной импульс.

Генератор позволяет отдельно регулировать амплитуду выходных импульсов и постоянное смещение. Выходной уровень ограничен диапазоном  $-5...+15$  В, поэтому сумма установленных значений амплитуды и смещения не может выходить за эти пределы. Логическая полярность выходных импульсов может быть как положительной, так и отрицательной. Кроме того, амплитуда выходных импульсов также может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Поэтому одну и ту же форму выходного сигнала можно получить при разных настройках. Однако влияние регулировки смещения и амплитуды на форму выходного сигнала в разных ситуациях будет различным. Примеры различных вариантов формы выходных импульсов генератора приведены на рис. 4.



**Рисунок 4. Варианты формы выходных импульсов.**

- a) – положительный логический импульс, амплитуда +5 В, смещение 0 В;  
 b) – положительный логический импульс, амплитуда -5 В, смещение 0 В;  
 c) – отрицательный логический импульс, амплитуда +5 В, смещение 0 В;  
 d) – отрицательный логический импульс, амплитуда -5 В, смещение 0 В;  
 e) – положительный логический импульс, амплитуда +7 В, смещение +3 В;  
 f) – положительный логический импульс, амплитуда +7 В, смещение -5 В.



### 1.5.10. Сохранение параметров

Для сохранения параметров в энергонезависимой памяти данных микроконтроллера необходимо нажать ручку энкодера и удерживать ее до тех пор, пока не раздастся звуковой сигнал. При этом значения всех параметров, а также текущий канал и текущее меню сохраняются и при следующем включении питания генератора будут установлены автоматически.

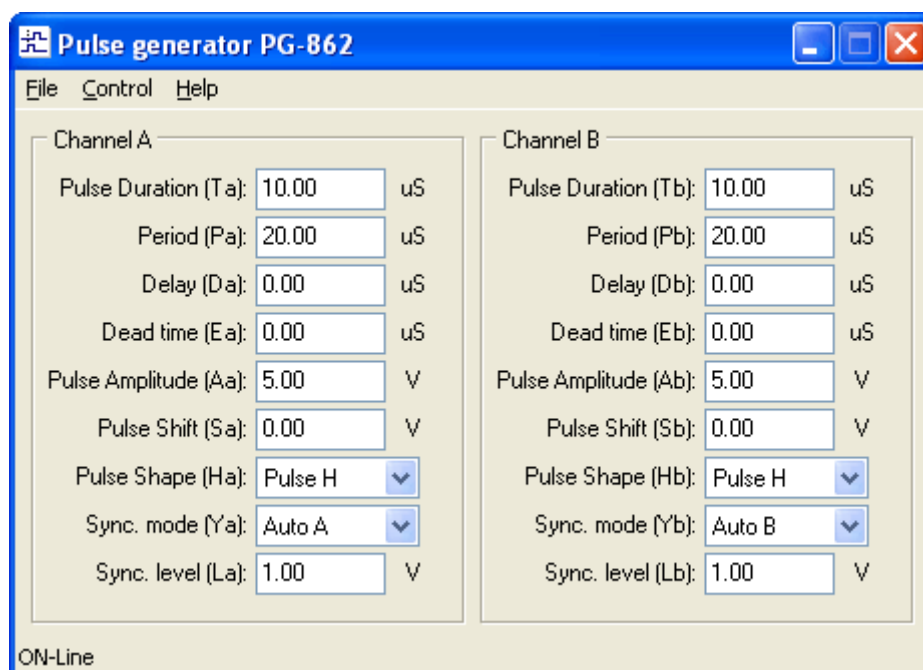
## 2. Программное обеспечение

### 2.1. Описание управляющей программы

Вместе с генератором PG-862 поставляется управляющая программа PG862.exe (работает под Win98SE/ME/NT/2000/XP). Программа позволяет в полном объеме осуществлять управление генератором.

Внешний вид основного окна программы показан на рис. 5. В группах «Channel A» и «Channel B» находятся элементы управления всеми параметрами генератора для каналов A и B соответственно. Названия и диапазоны значений параметров аналогичны внутреннему меню генератора (см. таблицу 1).

Значения параметров автоматически передаются в генератор при нажатии кнопки Enter после редактирования параметра или при переходе в поле ввода другого параметра.



**Рисунок 5. Основное окно управляющей программы.**

Набор параметров генератора можно загрузить из файла или сохранить в файл, для этого в меню «File» имеются пункты «Open...» и «Save As...». Для сохранения параметров служат файлы .par, которые имеют структуру обычных ini-файлов.

При управлении от компьютера местное управление генератора может быть заблокировано. Для этого в меню «Control» нужно отметить пункт «Lock».

По умолчанию любое обращение к генератору со стороны компьютера сопровождается звуковым сигналом. Этот сигнал можно отключить, если в меню «Control» отметить пункт «Mute».

Программа на компьютере может работать в режиме отображения текущих значений параметров генератора. При этом управление осуществляется с передней панели генератора. Для включения такого режима в меню «Control» нужно отметить пункт «Review Mode». При этом все элементы управления на основном окне управляющей программы запрещаются.

Считать текущие значения параметров генератора и отобразить их в окне управляющей программы можно с помощью пункта «Recall» в меню «Control». Это действие выполняется автоматически при запуске программы или при подключении генератора к порту USB.

Записать в генератор все значения параметров, которые отображаются в окне управляющей программы, можно с помощью пункта «Reload» в меню «Control». Это действие выполняется автоматически при загрузке параметров из файла.

В строке состояния внизу главного окна программы отображается состояния связи с генератором: «ON-Line», если связь установлена, или «OFF-Line», если связи нет.

## 2.2. Установка драйвера USB

Для нормального функционирования устройства должен быть установлен драйвер USB. При первом подключении устройства Windows выведет сообщение «Обнаружено новое устройство: Pulse generator PG-862». После этого нужно указать путь для файла ftd2xx.inf, который находится в папке Soft\Driver поставляемого программного обеспечения. После успешной установки драйвера можно запустить управляющую программу PG862.exe.

## 2.3. Описание динамической библиотеки pg862usb.dll

Для реализации управления генератором PG-862 используется динамическая библиотека pg862usb.dll. В ней каждая из команд протокола реализована в виде отдельной функции. Кроме того, библиотека содержит дополнительные функции, предназначенные для настройки порта. Список функций библиотеки pg862usb.dll приведен ниже:

### 2.3.1. Функция PG862\_OpenDevice

Открывает USB-устройство с именем “PG-862”.

```
bool PG862_OpenDevice(void)
```

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.2. Функция PG862\_CloseDevice

Закрывает открытое ранее USB-устройство.

```
bool PG862_CloseDevice(void)
```

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.3. Функция PG862\_GetLastError

Чтение строки с информацией о последней ошибке обмена с устройством.

```
void PG862_GetLastError(LPCSTR &lpcStr)
```

Возвращает указатель на строку, которая содержит информацию о последней ошибке. Если предыдущая операция обмена с устройством прошла без ошибок, возвращается указатель на пустую строку.

### 2.3.4. Функция PG862\_GetInfo

Чтение информации об устройстве.

*bool PG862\_GetInfo(LPCSTR &lpcStr)*

Возвращает указатель на строку, которая содержит информацию об устройстве. В данном случае строка выглядит следующим образом: “PG-862 V1.0”, где “PG-862” – тип генератора, “V1.0” – версия firmware 1.0.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.5. Функция PG862\_SetMode

Установка режима управления генератором.

*bool PG862\_SetMode(int mode)*

Функция имеет следующие параметры:

**mode** – режим управления генератором, содержит набор управляющих битов.

Бит **mode.0** – блокировка местного управления. Если равен единице, местное управление отключено. Если равен нулю, местное управление работает.

Бит **mode.1** – отключение звукового сигнала. Если равен единице, звуковой сигнал при обращении компьютера к генератору не генерируется. Если равен нулю, звуковой сигнал генерируется.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.6. Функция PG862\_GetMode

Чтение режима управления генератором.

*bool PG862\_GetMode(int &mode)*

Возвращает режим управления генератором **mode**, формат аналогичен параметру функции **PG862\_SetMode**.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.7. Функция PG862\_SetPar

Установка значения параметра генератора.

*bool PG862\_SetPar(int n, int ch, int par)*

Функция имеет следующие параметры:

**n** – номер параметра (см. таблицу 1)

**ch** – номер канала, 0 – для канала А, 1 – для канала В

**par** – значение параметра (допустимый диапазон см. в описании команд протокола).

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.8. Функция PG862\_GetPar

Чтение значения параметра генератора.

*bool PG862\_GetPar(int n, int ch, int &par)*

Функция имеет следующие параметры:

**n** – номер параметра (см. таблицу 1)

**ch** – номер канала, 0 – для канала А, 1 – для канала В

Возвращает значение параметра **par**.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

### 2.3.9. Функция PG862\_GetSelPar

Чтение значения параметра, выбранного в меню генератора.

*bool PG862\_GetSelPar(int &n, int &ch, int &par)*

Возвращает следующие значения:

**n** – номер выбранного параметра (см. таблицу 1)

**ch** – номер выбранного канала, 0 – для канала А, 1 – для канала В

**par** – значение выбранного параметра.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

## 2.4. Описание протокола обмена

Генератор PG-862 подключается к компьютеру с помощью интерфейса USB. Команды передаются в виде пакетов согласно протоколу WAKE, скорость обмена 250 Кбод. Инициатором обмена всегда выступает компьютер. 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 CMD\_ECHO и CMD\_INFO). Код ошибки 00h означает успешное выполнение команды. Любой отличный код – наличие ошибки (см. описание кодов ошибок ниже). В поле данных каждой команды передаются параметры. Для разных команд число параметров может быть разным, есть команды, которые не имеют параметров вообще.

### 2.4.1. Команда Cmd\_Nop

Команда CMD\_NOP не выполняет никакой операции. Она используется для внутренних целей и никогда не передается в устройство или компьютер.

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								

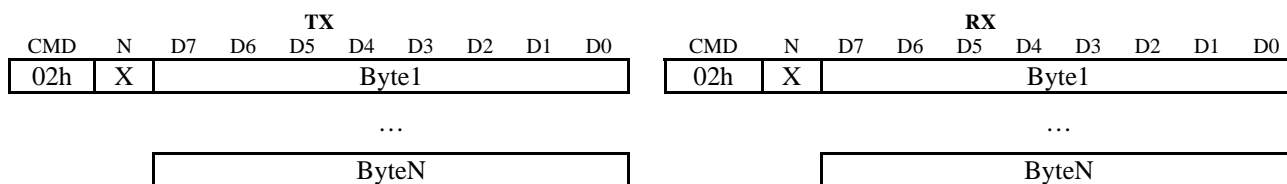
### 2.4.2. Команда Cmd\_Err

Устройство передает команду CMD\_ERR 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	1								Error Code

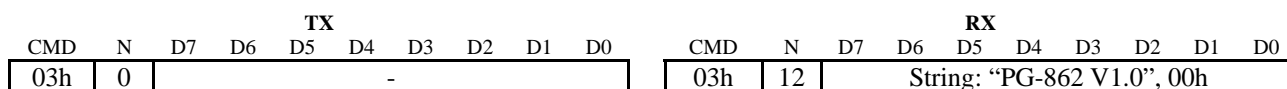
### 2.4.3. Команда Cmd\_Echo

Команда CMD\_ECHO используется для 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.



#### 2.4.4. Команда Cmd\_Info

Команда CMD\_INFO представляет собой запрос информации о типе устройства и версии встроенного программного обеспечения (firmware). В ответ передается пакет, содержащий 12 байт данных, которые представляют собой строку в коде ASCII: "PG-862 V1.0", где "PG-862" – тип устройства, "V1.0" – версия firmware 1.0. В качестве разделителей используются пробелы (код 20h). Строка заканчивается байтом 00h.

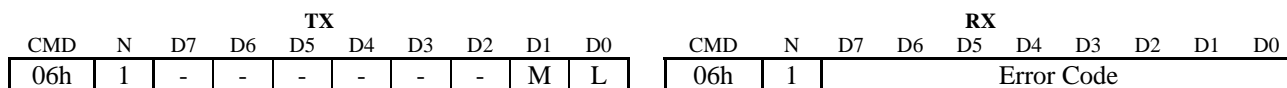


#### 2.4.5. Команда Cmd\_SetMode

Команда CMD\_SETMODE служит для установки режима управления генератором.

Команда имеет единственный параметр mode, который содержит битовые поля:

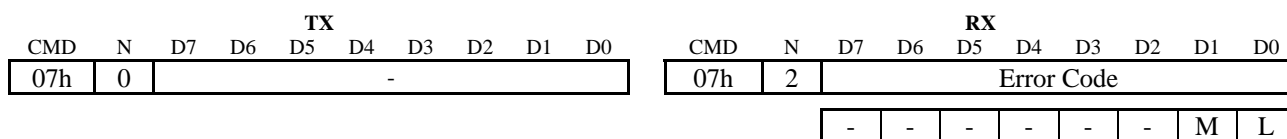
- Если бит L = 1, местное управление отключено. Если L = 0, местное управление работает.
- Если бит M = 1, звуковой сигнал при обращении компьютера к генератору не генерируется. Если M = 0, звуковой сигнал генерируется.



#### 2.4.6. Команда Cmd\_GetMode

Команда CMD\_GETMODE служит для считывания текущего режима управления генератором.

Команда возвращает значение mode, аналогичное по формату параметру команды CMD\_SETMODE (см. раздел 2.4.5).



#### 2.4.7. Команда Cmd\_SetPar

Команда CMD\_SETPAR служит для установки значения параметра генератора.

Команда имеет следующие параметры:

n – номер параметра генератора (см. таблицу 1).

ch – номер канала генератора (0 – канал А, 1 – канал В).

par – значение параметра, представляющее собой 32-разрядное целое число. Первым передается младший байт (byte 1).

Для параметров T, P, D, E значение задается в десятках наносекунд. Для параметров A, S, L значение задается в десятках милливольт. Параметр N может лежать в диапазоне от 0

до 4, параметр Y – в диапазоне от 0 до 3. Подробнее назначение параметров см. в таблице 1.

При передаче значения параметра в генератор этот параметр становится выбранным и отображается на дисплее.

TX										RX										
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
08h	6	n									08h	1	Error Code							
		ch																		
		par (byte 1)																		
		par (byte 2)																		
		par (byte 3)																		
		par (byte 4)																		

#### 2.4.8. Команда Cmd\_GetPar

Команда CMD\_GETPAR служит для считывания значения параметра генератора.

Команда имеет следующие параметры:

n – номер параметра генератора (см. таблицу 1).

ch – номер канала генератора (0 – канал А, 1 – канал В).

Команда возвращает следующие значения:

par – значение параметра генератора, которое полностью аналогично параметру команды CMD\_SETPAR (см. раздел 2.4.7).

TX										RX										
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
09h	2	n									09h	5	Error Code							
		ch										par (byte 1)								
												par (byte 2)								
												par (byte 3)								
												par (byte 4)								

#### 2.4.9. Команда Cmd\_GetSelPar

Команда CMD\_GETSELPAR служит для считывания значения параметра, выбранного в меню генератора.

Команда возвращает следующие значения:

n – номер выбранного параметра генератора (см. таблицу 1);

ch – номер выбранного канала генератора (0 – канал А, 1 – канал В);

par – значение выбранного параметра генератора, которое полностью аналогично параметру команды CMD\_SETPAR (см. раздел 2.4.7).

TX										RX										
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0Ah	0	-									0Ah	7	Error Code							
											n									
											ch									
											par (byte 1)									
											par (byte 2)									
											par (byte 3)									
											par (byte 4)									

#### 2.4.10. Коды ошибок

При выполнении команд могут возникать ошибки. Код ошибки возвращается в виде параметра Error Code в ответе на каждую команду. Если при выполнении команды, которая должна возвращать некоторое количество значений, произошла ошибка, то возвращается всего один байт – код ошибки. Коды стандартных ошибок, определенных для протокола WAKE, приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Коды ошибок.**

Имя ошибки	Код ошибки	Название ошибки
Err_No	00h	Нормальное завершение команды
Err_Tx	01h	Ошибка обмена с устройством
Err_Bu	02h	Устройство занято
Err_Re	03h	Устройство не готово
Err_Pa	04h	Ошибка значений параметров
Err_Nr	05h	Нет ответа
Err_Nc	06h	Нет несущей