

NSM lab for

Digit-EL
Digital Electronics

www.digit-el.com

PG-872

Генератор импульсов



руководство пользователя

ver. 1.0

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
- длительность фронта* – 2 нс
- уровень выходных сигналов – $-5...+10$ В
- дискретность регулировки уровня – 10 мВ
- пределы аттенюатора: 0 дБ, -20 дБ, выкл.
- выходное сопротивление – 50 ом
- порог сигнала синхронизации – $5...+5$ В
- дискретность регулировки порога – 10 мВ
- входное сопротивление синхровхода – 200 ом
- длительность сигнала синхронизации – не менее 10 нс
- отключаемый цифровой фильтр сигнала синхронизации
- измерение периода внешних синхроимпульсов
- запоминание десяти наборов параметров
- 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

* для амплитуды импульса 5 В, нагрузка 50 Ом, 100 пФ.

1.2. Назначение устройства

Генератор импульсов PG-872 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 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 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.

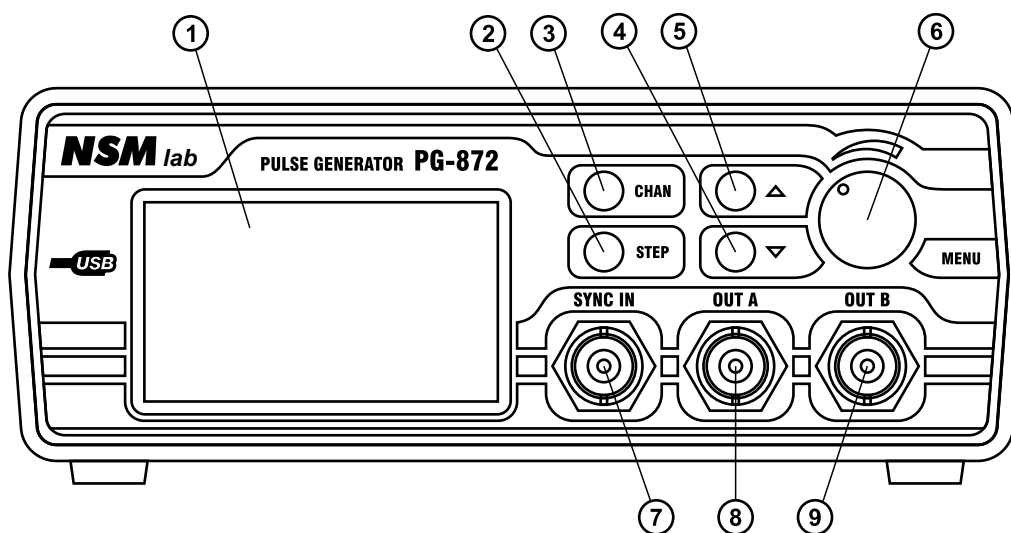


Рис. 1. Внешний вид передней панели генератора PG-872.

- 1 – дисплей; 2 – кнопка входа в меню установки шага;
 3 – кнопка выбора канала; 4 – кнопка «вниз»; 5 – кнопка «вверх»;
 6 – ручка энкодера; 7 – входной разъем внешнего синхроимпульса;
 8 – выходной разъем канала «А»; 9 – выходной разъем канала «В».

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 в пределах $-5.0...+5.0$ В и длительность не менее 10 нс. С включенным цифровым фильтром длительность синхросигнала должна быть не менее 50 нс. 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. Каждый выход имеет индивидуальный отключаемый аттенюатор -20 дБ. Выходное сопротивление составляет 50 ом. Выходы также могут быть переведены в высокоимпедансное состояние.

1.5. Меню управления

Для управления генератором используется система меню. Меню генератора отображаются на дисплее. Для задания параметров выходных импульсов каналов А и В служат меню «OUT А» и «OUT В» соответственно. Для управления режимами внешней синхронизации служит меню «SYNC». Общие настройки генератора осуществляются из меню «SERVICE». Кроме того, имеется меню заставки и меню информации, где выводятся данные о производителе и о модели генератора.

1.5.1. Меню заставки

При включении генератора на дисплее появляется меню заставки с логотипами разработчика и производителя (рис. 2).



Рис. 2. Меню заставки.

Спустя 1.5 секунды появляется меню с информацией о названии модели генератора и номере версии firmware (рис. 3). Интервал времени индикации меню заставки можно сократить, если нажать любую кнопку.



Рис. 3. Меню информации о генераторе.

Во время отображения этих меню происходит загрузка конфигурационной информации FPGA из памяти микроконтроллера. Выходы в это время отключены. После загрузки FPGA из EEPROM микроконтроллера загружаются сохраненные значения всех параметров (пресет 0) и отображается меню параметров выходного сигнала «А».

1.5.2. Меню параметров выходных сигналов «OUT A» и «OUT B»

Меню параметров выходных сигналов показано на рис. 4.

```

OUT A  ▯ Sync.: Auto A
Period: 9000.00000 ms
With   : 4500.00000 ms
Delay  :          0.00 us
Shift  :          0.00 V
Ampl.  : 10.00 V   0 dB
  
```

Рис. 4. Меню параметров выходных сигналов.

1.5.3. Выбор канала

Переход между меню выходного сигнала «А» и «В» осуществляется кнопкой «CHAN». Оба меню выходных каналов полностью идентичны.

1.5.4. Выбор параметра для редактирования

Параметр, который в данное время может редактироваться, выделяется инверсным шрифтом. Переход к другому параметру осуществляется кнопками «▲» и «▼». При достижении самого верхнего или самого нижнего параметра перебор продолжается «по кругу». При удержании кнопки «▲» или «▼» спустя некоторое время начинается автоматический перебор параметров.

Кроме числовых параметров выходного сигнала в меню есть параметры, определяющие режим работы генератора. Это задание формы выходного сигнала, выбор вида синхронизации и управление аттенуатором.

1.5.5. Редактирование параметров

Редактирование параметров осуществляется поворотом ручки энкодера. Список числовых параметров выходных сигналов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Список параметров выходных сигналов.

Параметр	Минимум	Максимум	Название
Period	0.02 мкс	9999.99999 мс	Период импульсов
Width	0.01 мкс	9999.99999 мс	Длительность импульса
Delay	0.00 мкс	9999.99999 мс	Задержка
Shift	-5.00 В	10.00 В	Смещение
Ampl.	-15.00 В	15.00 В	Амплитуда

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

Изменение значения параметра происходит с заданным шагом. Значение параметра выравняется 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 и т.д. Поэтому если требуется установить какое-то нецелое значение параметра, нужно начинать с большого шага и заканчивать минимальным.

1.5.6. Установка шага

Установка шага изменения редактируемых параметров производится в специальном меню (рис. 5).

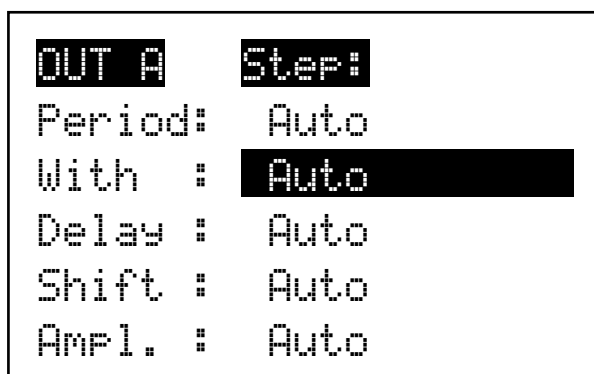


Рис. 5. Меню установки шага.

Переход в меню установки шага и обратно осуществляется кнопкой «STEP». Если в меню «STEP» в течение 7.5 сек. не производится никаких регулировок, выход из меню осуществляется автоматически.

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.

1.5.7. Управление формой выходного сигнала

Имеется возможность установить одну из следующих форм выходного сигнала:

- положительный логический импульс: \square
- отрицательный логический импульс: \sqcap
- генерация меандра: $\square\square$
- низкий статический уровень: $\underline{\hspace{1cm}}$
- высокий статический уровень: $\overline{\hspace{1cm}}$

При генерации положительного логического импульса на выходе будет формироваться ВЫСОКИЙ логический уровень в течение времени Width. НИЗКИЙ логический уровень будет формироваться в течение времени Period – Width.

При генерации отрицательного логического импульса на выходе будет формироваться НИЗКИЙ логический уровень в течение времени Width. ВЫСОКИЙ логический уровень будет формироваться в течение времени Period – Width.

При генерации меандра ВЫСОКИЙ и НИЗКИЙ логические уровни будут

формироваться на выходе в течение времени $Period/2$.

При выборе низкого статического уровня на выходе генератора будет постоянное напряжение, соответствующее НИЗКОМУ логическому уровню.

При выборе высокого статического уровня на выходе генератора будет постоянное напряжение, соответствующее ВЫСОКОМУ логическому уровню.

В режиме генерации статического уровня генератор можно использовать как источник регулируемого постоянного напряжения.

1.5.8. Изменение вида синхронизации

Всего имеются три источника синхронизации: «Auto A», «Auto B» 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.

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

1.5.9. Период и длительность выходных импульсов

Если выбран режим внутренней синхронизации («Auto»), период выходного сигнала задается с помощью параметра *Period*.

Параметр *Period* определяет период того автогенератора, который выбран в качестве источника синхронизации. Если в качестве источника синхронизации оба канала используют один и тот же автогенератор, то изменение периода импульсов для одного канала будет влиять и на другой канал. В таком режиме выходные сигналы каналов будут иметь постоянный временной сдвиг друг относительно друга, который можно регулировать с помощью параметра *Delay*.

Если выбран режим внешней синхронизации («Ext.»), то период выходного сигнала определяется периодом внешнего синхросигнала, поступающего на вход «SYNC IN». Если сигнал на этот вход не поступает, или порог компаратора внешней синхронизации установлен за пределами размаха синхросигнала, на выходе генератора импульсы формироваться не будут. Если период внешних синхроимпульсов меньше установленной длительности выходного импульса генератора, то некоторые синхроимпульсы будут пропускаться.

В режиме внешней синхронизации период внешних синхроимпульсов может быть измерен генератором и выведен в поле *Period*. Включение и настройка этого режима осуществляется из меню настройки внешней синхронизации «SYNC IN».

Длительность выходных импульсов задается с помощью параметра *Width*. При установке длительности и периода импульсов соотношение значений параметров автоматически не проверяется, так как в полной мере такую проверку осуществить нельзя (например, при работе с внешней синхронизацией). Возможна ситуация, когда будет установлено значение периода меньше длительности выходного импульса генератора. В такой ситуации будет происходить пропуск выходных импульсов.

1.5.10. Генерация меандра

В режиме генерации меандра задается только период (*Period*), а длительность импульса (*Width*) автоматически устанавливается равной половине периода. Значение

периода при этом округляется до ближайшего четного значения в сторону уменьшения. Например, значение 9.83 мкс будет округляться до 9.82 мкс. Если выбран минимальный шаг установки периода (0.01 мкс), то изменение значения периода будет происходить один раз на два шага энкодера.

При генерации меандра автоматически включается внутренняя синхронизация от того же канала, выбор других источников синхронизации запрещен. Если каналы А и В работают в режиме генерации меандра и синхронизируются от разных автогенераторов, фазовый сдвиг между ними не определен. Однако допустима ситуация, когда один канал работает в режиме генерации меандра, а другой – в режиме генерации импульсов с синхронизацией от того же автогенератора. Тогда фазовый сдвиг между каналами будет определяться параметром Delay.

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

1.5.11. Установка задержки

Для любого вида синхронизации (как внутренней, так и внешней) имеется возможность задать задержку между синхроимпульсом и началом формирования выходного импульса. Задержка устанавливается с помощью параметра Delay.

При работе в режиме внутренней синхронизации задержка имеет смысл лишь в том случае, если оба канала используют в качестве сигнала синхронизации один и тот же автогенератор. В этом случае при изменении задержки одного из каналов выходной импульс будет смещаться по времени относительно выходного импульса другого канала. Это позволяет формировать различные импульсные последовательности. Если для синхронизации каналы используют разные автогенераторы, временной сдвиг между выходными импульсами будет не определен.

При работе в режиме внешней синхронизации параметр Delay позволяет установить задержку начала формирования выходного импульса относительно фронта или спада внешнего синхроимпульса. Поскольку входные и выходные буферные элементы, а также управляющая логика имеют задержки, то даже при установленном нулевом значении задержки реальная задержка 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 внутренней синхронизацией.

В момент прихода синхроимпульса (фронта или спада, в зависимости от режима) запускается формирование интервала задержки, длительность которой определяется параметром Delay. Когда задержка заканчивается, начинается формирование выходного импульса длительностью Width. 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 Dead (см. меню настройки режима внешней синхронизации). Когда Dead = 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.

Это позволяет «прореживать» внешние синхроимпульсы, не позволяя генератору запускаться чаще, чем это установлено параметром Dead.

Примеры работы генератора в разных режимах показаны на рис. 6.

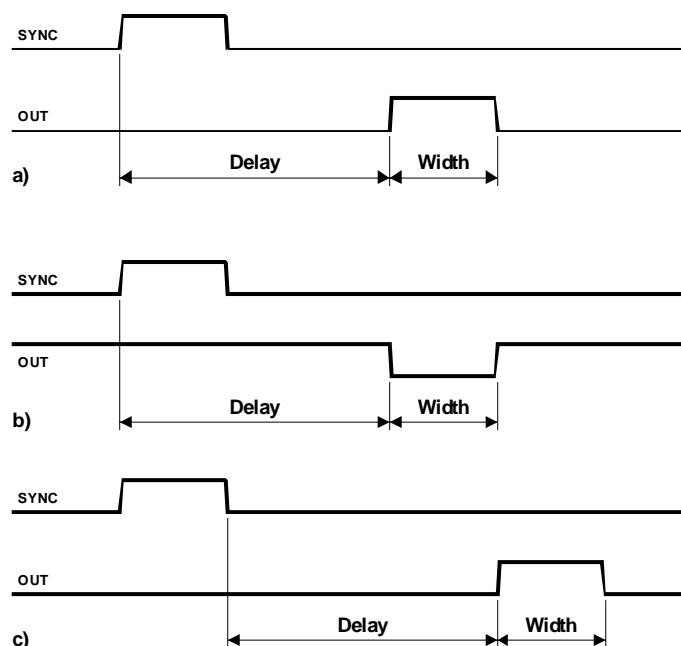


Рисунок 6. Работа генератора в разных режимах.

- 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.

1.5.12. Установка амплитуды и смещения выходного сигнала

Генератор позволяет отдельно регулировать амплитуду и постоянное смещение выходного сигнала. Выходной уровень ограничен диапазоном $-5...+15$ В, поэтому сумма установленных значений амплитуды и смещения не может выходить за эти пределы. При регулировке амплитуды и 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.

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. 7.

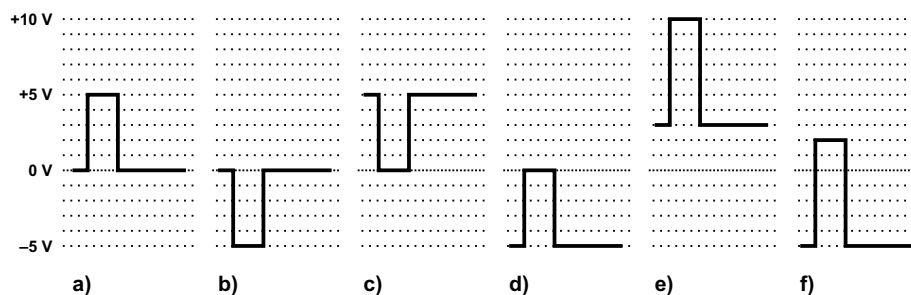


Рисунок 7. Варианты формы выходных импульсов.

- 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.

1.5.13. Настройка режима внешней синхронизации

Настройка режима внешней синхронизации производится в меню «SYNC IN» (рис. 8). Вход в меню внешней синхронизации осуществляется из меню параметров выходных сигналов «OUT A» или «OUT B». Для входа в меню нужно перейти на параметр режима синхронизации, выбрать там один из режимов внешней синхронизации и нажать кнопку «CHAN». Выход из этого меню осуществляется повторным нажатием кнопки «CHAN».

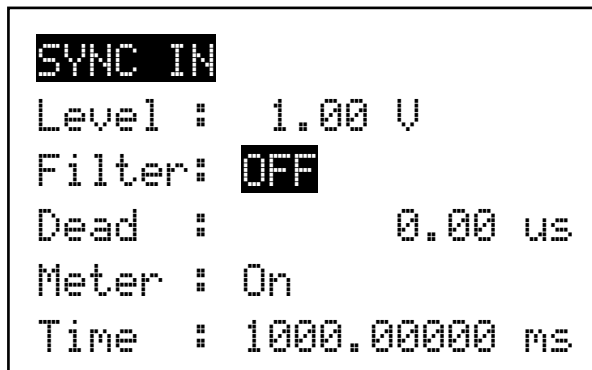


Рис. 8. Меню внешней синхронизации.

Выбор и редактирование параметров, а также установка шага, производится таким же образом, как и в меню параметров выходного сигнала.

Кроме числовых параметров внешней синхронизации, в меню есть параметры, определяющие режим внешней синхронизации. Это включение цифрового фильтра и включение измерения периода внешних синхроимпульсов.

Параметр Level позволяет установить значение порога компаратора внешней синхронизации (приведенное к входу). Необходимо учитывать, что синхровход имеет входное сопротивление (200 Ом), которое будет образовывать делитель напряжения вместе с выходным сопротивлением источника сигнала синхронизации.

Для уменьшения чувствительности к импульсным помехам сигнала синхронизации может быть включен цифровой фильтр (параметр Filter = ON). С включенным фильтром

длительность нуля и единицы сигнала синхронизации не должна быть меньше 50 нс. Более короткие импульсы считаются помехой и не производят запуск генератора.

Параметр Dead определяет мертвое время запуска. Формирование интервала мертвого времени начинается синхронно с запуском генератора, в течение этого времени повторный запуск невозможен.

При работе в режиме внешней синхронизации возможно измерение периода внешних синхроимпульсов и его индикация в меню параметров выходного сигнала. Для этого нужно установить параметр Meter = ON. Обновление измеренного значения на дисплее происходит каждые 500 мс. С помощью параметра Time задается время измерения периода. Если реальный период превысит это время, синхроимпульсы считаются одиночными, и их период не индицируется (индицируется 0). Установка большего времени измерения позволяет измерять период более низкочастотного синхросигнала, но при этом увеличивается время реакции на пропадание внешних синхроимпульсов.

Таблица 2. Список параметров внешней синхронизации.

Параметр	Минимум	Максимум	Название
Level	-5.00 В	+5.00 В	Порог компаратора
Dead	0.00 мкс	9999.99999 мс	Мертвое время
Time	0.00 мкс	9999.99999 мс	Время измерения периода

1.5.14. Меню сервиса

Меню сервиса позволяет отключить генерацию звуковых сигналов, сохранить или считать набор всех параметров генератора в виде одного из 10 пресетов, а также вызвать меню информации о генераторе и меню заставки. Вход в меню сервиса осуществляется из меню параметров выходных сигналов или из меню режима внешней синхронизации нажатием ручки энкодера. Выход из меню сервиса осуществляется повторным нажатием ручки энкодера или нажатием кнопки «CHAN». При входе в меню активным всегда является первый пункт.

Параметр Sound Mode служит для включения или отключения звуковых сигналов. Выбор режима ON или OFF осуществляется поворотом ручки энкодера.

Для сохранения пресета нужно выбрать пункт Save preset, вращением энкодера задать нужный номер пресета от 0 до 9, затем нажать ручку энкодера. Если пресет ранее не был сохранен или поменялось большое количество параметров, то запись может занять до 2 сек. Если вместо ручки энкодера нажать кнопку «CHAN», то произойдет выход из меню без сохранения пресета.

Для чтения пресета нужно выбрать пункт Read preset, вращением энкодера задать нужный номер пресета от 0 до 9, затем нажать ручку энкодера. Если выбранный пресет существует (был ранее сохранен), прозвучит короткий звуковой сигнал, и значения всех параметров, сохраненных в пресете, вступят в силу. Если же выбранный пресет не существует, прозвучит длинный звуковой сигнал ошибки, и текущие параметры генератора не будут изменены. Если вместо ручки энкодера нажать кнопку «CHAN», то произойдет выход из меню без чтения пресета.

Пресет с номером 0 является основным. Это пресет всегда загружается автоматически при включении генератора. Существует быстрый способ сохранения пресета 0. Это можно сделать из любого меню, достаточно нажать ручку энкодера и удерживать ее нажатой в

течение одной секунды. Прозвучит короткий звуковой сигнал, и пресет 0 будет сохранен.

Пункт меню Show info служит для отображения меню информации о генераторе и меню заставки. Выбрав этот пункт, необходимо нажать ручку энкодера. На дисплее появится меню информации о генераторе (см. рис. 3). Следующее нажатие любой кнопки, поворот энкодера или нажатие ручки энкодера выводит на дисплей меню заставки (см. рис. 2). Еще одним нажатием любой кнопки осуществляется выход из меню.

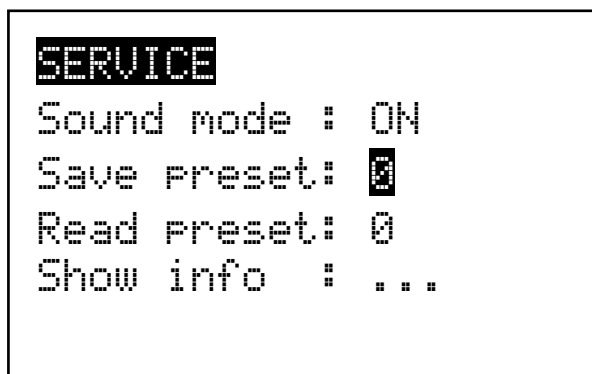


Рис. 9. Меню сервиса.

2. Программное обеспечение

2.1. Описание управляющей программы

Вместе с генератором PG-872 поставляется управляющая программа PG872.exe (работает под Win98SE/ME/NT/2000/XP). Программа позволяет в полном объеме осуществлять управление генератором.

Внешний вид основного окна программы показан на рис. 10. Внизу главного окна программы отображается состояние связи с генератором: «ON-Line», если связь установлена, или «OFF-Line», если связи нет.

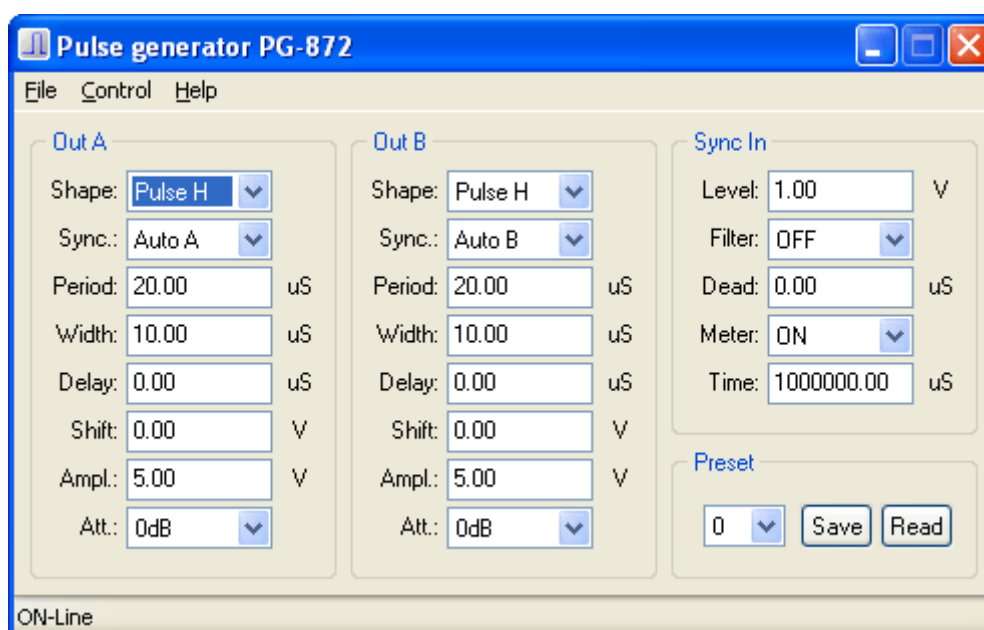


Рис. 10. Основное окно управляющей программы.

В группах «Out A» и «Out B» находятся элементы управления параметрами выходных сигналов генератора для каналов «А» и «В» соответственно. Элементы управления полностью повторяют соответствующие пункты меню генератора.

В группе «Sync In» находятся элементы управления режимом внешней синхронизации.

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

Группа «Preset» содержит необходимые элементы управления для сохранения и считывания пресетов.

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».

Выбор нового редактируемого параметра со стороны компьютера сопровождается звуковым сигналом. Этот сигнал можно отключить, если в меню «Control» отметить пункт «Mute». Не следует путать этот пункт с пунктом «Sound mode» из меню «SERVICE». «Mute»

отключает звук только при управлении от компьютера, а «Sound mode» отключает звук вообще и доступен только из меню генератора.

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».

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.

При подключении генератора к порту USB может автоматически выполняться либо загрузка параметров в генератор, либо считывание параметров из генератора. Для этого в меню «Control» нужно отметить пункт «Auto Reload» или «Auto Recall» соответственно.

2.2. Дополнительные настройки генератора

Генератор имеет ряд дополнительных настроек, которые доступны только с компьютера. С помощью дополнительных настроек можно отрегулировать контрастность дисплея и откалибровать смещение нуля.

Открыть окно дополнительных настроек можно с помощью пункта «Settings...» меню «Control». Внешний вид окна дополнительных настроек показан на рис. 11.

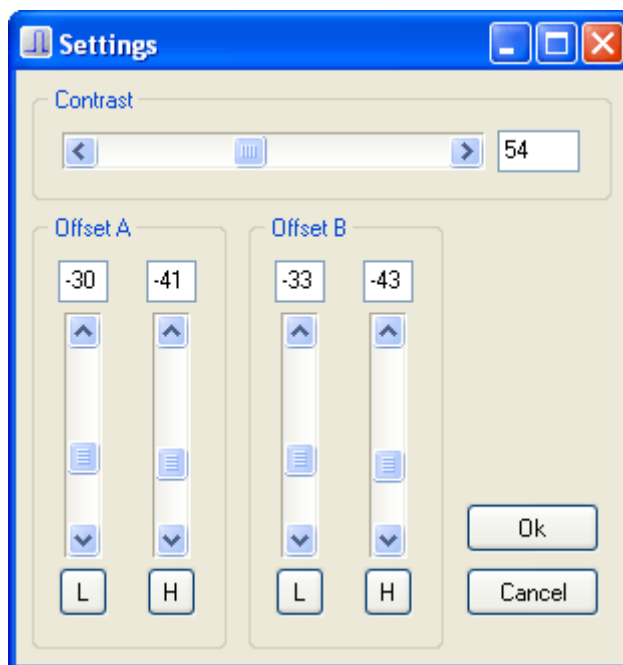


Рис. 11. Окно дополнительных настроек.

Контрастность регулируется с помощью скроллера, который находится в группе «Contrast». Дополнительно отображается цифровое значение контрастности. После установки оптимальной контрастности нужно нажать кнопку «Ok», при этом новое значение будет записано в EEPROM. Если нажать кнопку «Cancel», будет восстановлено прежнее

значение.

Для каждого из каналов генератора можно откалибровать смещение нуля выходных формирователей. Сделать это можно отдельно для НИЗКОГО и ВЫСОКОГО логических уровней. Для этого необходимо подключить к выходу «А» генератора осциллограф или вольтметр (калибровка производится на постоянном напряжении) и нажать кнопку «L» в группе «Offset A». С помощью скроллера, который расположен над кнопкой «L», нужно добиться нулевого напряжения на выходе генератора. Шаг регулировки составляет примерно 1 мВ. Затем таким же образом нужно откалибровать ноль для уровня «Н». То же самое нужно проделать и для канала «В». Когда смещение откалибровано, нужно нажать кнопку «Ok», при этом калибровочные значения будут записаны в EEPROM. Если нажать кнопку «Cancel», будут восстановлены прежние значения.

2.3. 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-872». После этого нужно указать путь файла ftd2xx.inf, который находится в папке Soft\Driver поставляемого программного обеспечения. После успешной установки драйвера можно запустить управляющую программу PG872.exe.

3. Описание динамической библиотеки pg872usb.dll

Для реализации управления генератором PG-872 используется динамическая библиотека pg872usb.dll. В ней каждая из команд протокола реализована в виде отдельной функции. Кроме того, библиотека содержит дополнительные функции, предназначенные для настройки порта.

3.1. Функции DLL

Список функций библиотеки pg872usb.dll приведен ниже:

3.1.1. Функция PG872_OpenDevice

Открывает USB-устройство с именем “PG-872”.

bool PG872_OpenDevice(void)

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.2. Функция PG872_CloseDevice

Закрывает открытое ранее USB-устройство.

bool PG872_CloseDevice(void)

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.3. Функция PG872_GetLastError

Чтение строки с информацией о последней ошибке обмена с устройством.

void PG872_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.

3.1.4. Функция PG872_GetInfo

Чтение информации об устройстве.

bool PG872_GetInfo(LPCSTR &lpcStr)

Возвращает указатель на строку, которая содержит информацию об устройстве. В данном случае строка выглядит следующим образом: “PG-872 V1.0”, где “PG-872” – тип генератора, “V1.0” – версия firmware 1.0.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.5. Функция PG872_SetMode

Установка режима управления генератором.

bool PG872_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.

Остальные биты параметра не используются.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.6. Функция PG872_GetMode

Чтение режима управления генератором.

bool PG872_GetMode(int &mode)

Возвращает режим управления генератором **mode**, формат аналогичен параметру функции **PG872_SetMode**.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.7. Функция PG872_SetPar

Установка значения параметра генератора.

bool PG872_SetPar(int ch, int par, int val)

Функция имеет следующие параметры:

ch – номер канала

par – номер параметра

val – значение параметра

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.8. Функция PG872_GetPar

Чтение значения параметра генератора.

bool PG872_GetPar(int ch, int par, int & val)

Функция имеет следующие параметры:

ch – номер канала

par – номер параметра

Возвращает значение параметра **val**.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.1.9. Функция PG872_GetSelPar

Чтение значения параметра, выбранного в меню генератора.

bool PG872_GetSelPar(int &ch, int & par, int & val)

Возвращает следующие значения:

ch – номер выбранного канала

par – номер выбранного параметра

val – значение выбранного параметра.

В случае успешного выполнения возвращает **true**.

3.2. Описание параметров

Функции управления генератором PG872_SetPar, PG872_GetPar и PG872_GetSelPar используют номер канала, номер параметра и значение параметра.

Управление логически разделено на несколько каналов:

ch = OUT_A (0) – канал управления выходом «А»

ch = OUT_B (1) – канал управления выходом «В»

ch = SYNC (2) – канал управления входом внешней синхронизации

ch = SETUP (3) – канал настроек генератора

Для каждого из каналов имеется свой набор параметров.

3.2.1. Параметры каналов OUT_A и OUT_B

Для управления выходными сигналами генератора (*ch = OUT_A* или *ch = OUT_B*) используются следующие параметры:

par = PAR_H (0) – управление формой выходного сигнала

val = SH_P (0) – генерация положительного логического импульса

val = SH_N (1) – генерация отрицательного логического импульса

val = SH_M (2) – генерация меандра

val = SH_L (3) – низкий статический уровень

val = SH_H (4) – высокий статический уровень

par = PAR_Y (1) – выбор вида синхронизации

val = AUTO_A (0) – синхронизация от автогенератора «А»

val = AUTO_B (1) – синхронизация от автогенератора «В»

val = EXT_R (2) – внешняя синхронизация по фронту

val = EXT_F (3) – внешняя синхронизация по спаду

par = PAR_P (2) – период автогенератора «А» или «В»

val = 2...999999999 [x10 ns]

par = PAR_W (3) – длительность импульса для канала «А» или «В»

val = 1...999999999 [x10 ns]

par = PAR_D (4) – длительность задержки для канала «А» или «В»

val = 0...999999999 [x10 ns]

par = PAR_S (5) – смещение выходного сигнала для канала «А» или «В»

val = -500...+1000 [x10 mV]

par = PAR_A (6) – амплитуда выходного сигнала для канала «А» или «В»

val = -1500...+1500 [x10 mV]

par = PAR_R (7) – управление аттенюатором канала «А» или «В»

val = REL_OFF (0) – реле аттенюатора выключены

$val = REL_20DB (1)$ – аттенюатор -20 dB

$val = REL_0DB (2)$ – аттенюатор 0 dB

3.2.2. Параметры канала SYNC

Для управления входом внешней синхронизации ($ch = SYNC$) используются следующие параметры:

$par = PAR_L (0)$ – порог компаратора

$val = -500\dots+500 [x10\text{ mV}]$

$par = PAR_F (1)$ – управление цифровым фильтром

$val = 0$ – цифровой фильтр выключен

$val = 1$ – цифровой фильтр включен

$par = PAR_E (2)$ – мертвое время

$val = 0\dots999999999 [x10\text{ ns}]$

$par = PAR_F (3)$ – управление измерителем периода

$val = 0$ – измеритель периода выключен

$val = 1$ – измеритель периода включен

$par = PAR_T (4)$ – время измерения периода

$val = 0\dots999999999 [x10\text{ ns}]$

3.2.3. Параметры канала SETUP

Для осуществления общего управления генератором используется специальный код канала ($ch = SETUP$). Для общего управления используются следующие параметры:

$par = SAVE_P (0)$ – команда сохранения пресета (только запись)

$val = 0\dots9$ – номер пресета

$par = READ_P (1)$ – команда чтения пресета (только запись)

$val = 0\dots9$ – номер пресета

$par = LCD_C (2)$ – установка контраста LCD (только запись)

$val = 0\dots127$ – контраст LCD

$par = OFFS_A (3)$ – калибровка смещения канала «А» (только запись)

val (байт 1) = $-127\dots+127$ – смещение низкого уровня канала «А»

val (байт 2) = $-127\dots+127$ – смещение высокого уровня канала «А»

$par = OFFS_B (4)$ – калибровка смещения канала «В» (только запись)

val (байт 1) = $-127\dots+127$ – смещение низкого уровня канала «В»

val (байт 2) = $-127\dots+127$ – смещение высокого уровня канала «В»

$par = SAVE_S (5)$ – команда сохранения настроек (только запись)

val – игнорируется

$par = PER_A (6)$ – период синхронизации канала «А» (только чтение)

$val = 0...999999999 [x10 ns]$

par = PER_B (7) – период синхронизации канала «B» (только чтение)

$val = 0...999999999 [x10 ns]$

Команда SAVE_P требует для своего выполнения до 2 секунд. Ответ на эту команду передается генератором сразу же, но одновременно запускается процесс записи данных в EEPROM, поэтому генератор в течение некоторого времени не воспринимает команды компьютера.

Команда READ_P производит считывание всех параметров из EEPROM в память генератора, но в компьютер новые значения не передаются. Поэтому после выполнения команды READ_P следует считать все параметры из генератора.

Период синхронизации (для $par = PER_A$ и $par = PER_B$) представляет собой измеренное значение периода синхронизации для канала «А» или «В». Используется для индикации периода внешней синхронизации.

3.2.4. Модификаторы кода номера параметра

При записи в генератор значений параметров можно применять модификаторы кода номера параметра. При этом выполняются дополнительные функции.

DRAW = 0x80 – требование перерисовки меню

BEEP = 0x40 – требование генерации звукового сигнала

Модификаторы добавляются к коду номера параметра с помощью функции «логическое или».

Если добавлен модификатор DRAW, то при получении генератором команды от компьютера производится перерисовка меню. Это используется для получения соответствия выбранных параметров между компьютером и генератором. Нужно учитывать, что перерисовка всего дисплея генератора занимает около 20 мс.

Если добавлен модификатор BEEP, то при получении генератором команды от компьютера производится генерация короткого звукового сигнала.

4. Описание протокола обмена

4.1. Команды протокола

Генератор PG-872 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.

4.1.1. 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	-								

4.1.2. 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								

4.1.3. 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.

TX										RX											
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
02h	X	Byte1									02h	X	Byte1								
									
		ByteN											ByteN								

4.1.4. 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-872 V1.0", где "PG-872" – тип 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	0	-									03h	12	String: "PG-872 V1.0", 00h								

4.1.5. 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.

TX										RX															
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0						
06h	1	-	-	-	-	-	-	-	L	06h	1	Error Code													

4.1.6. Команда Cmd_GetMode

Команда CMD_GETMODE служит для считывания текущего режима управления генератором.

Команда возвращает значение mode, аналогичное по формату параметру команды CMD_SETMODE.

TX										RX															
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0						
07h	0	-																							
										07h	2	Error Code													
												-	-	-	-	-	-	-	-	L					

4.1.7. Команда Cmd_SetPar

Команда CMD_SETPAR служит для установки значения параметра генератора.

Команда имеет следующие параметры:

ch – номер канала генератора

par – номер параметра генератора

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

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

4.1.8. Команда Cmd_GetPar

Команда CMD_GETPAR служит для считывания значения параметра генератора.

Команда имеет следующие параметры:

ch – номер канала генератора

par – номер параметра генератора

Команда возвращает следующие значения:

val – значение выбранного параметра генератора, которое полностью аналогично

параметру команды CMD_SETPAR.

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

4.1.9. Команда Cmd_GetSelPar

Команда CMD_GETSELPAR служит для считывания значения параметра, выбранного в меню генератора.

Команда возвращает следующие значения:

ch – номер выбранного канала генератора

par – номер выбранного параметра генератора

val – значение выбранного параметра генератора, которое полностью аналогично параметру команды CMD_SETPAR.

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							
												ch							
												par							
												val (byte 1)							
												val (byte 2)							
												val (byte 3)							
												val (byte 4)							

4.1.10. 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

5. Информация о разработчике и производителе

5.1. Разработчик

NSM lab

e-mail: wubblick@yahoo.com

5.2. Производитель

Частное предприятие «Диджит-ЭЛ»,
пр. Независимости 44, ком. П7,
220005, г. Минск, Республика Беларусь

Тел./факс: (017) 284-79-41

e-mail: info@digit-el.com

www.digit-el.com