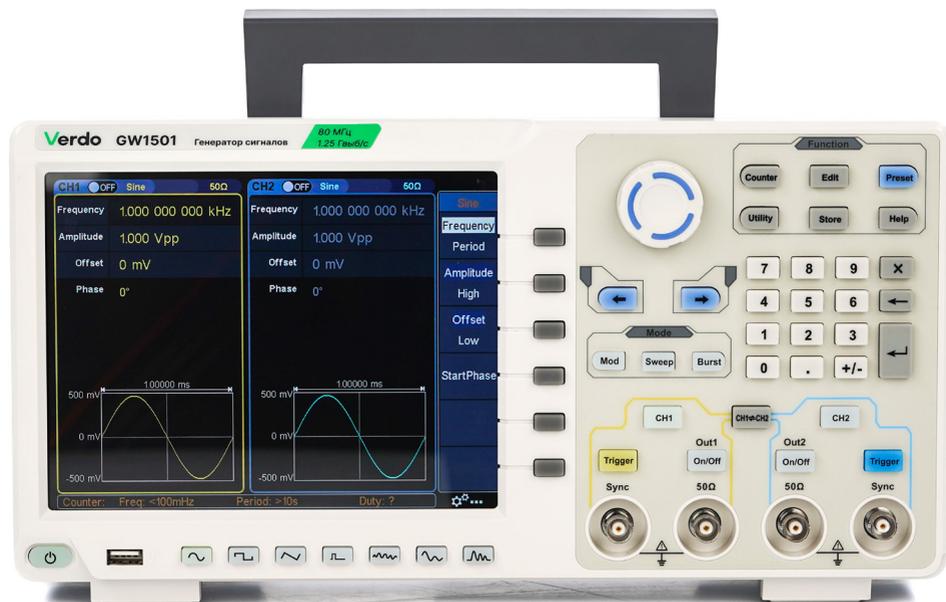


# Verdo GW1500

Генераторы сигналов  
произвольной формы

Verdo GW1501-GW1505



Руководство пользователя



# Содержание

<b>1.Описание прибора</b>	4
1.1.Назначение	4
1.2.Сведения о сертификации	4
1.3.Технические характеристики	5
1.4.Условия эксплуатации	16
1.5.Комплект поставки	17
1.6.Описание органов управления и индикации	17
<b>2.Общие требования техники безопасности</b>	24
<b>3.Работа с прибором</b>	27
3.1.Включение	27
3.2.Настройка канала	27
3.3.Настройка формы сигнала	30
3.4.Вывод модулированных сигналов	55
3.5.Вывод качающейся частоты (Sweep)	70
3.6.Генерация пачки сигналов	72
3.7.Частомер	76
3.8.Настройка вспомогательных функций	77
3.9.Использование встроенной справки	86
<b>4.Связь с ПК</b>	87
4.1.Использование USB-порта	87
4.2.Использование порта LAN	88
<b>5.Устранение неполадок</b>	90
<b>6.Техническое обслуживание</b>	91
6.1.Техническая поддержка	92
6.2.Сведения о содержании драгметаллов	92
6.3.Утилизация	92
<b>7.Хранение и транспортировка</b>	93
7.1.Гарантийные обязательства	93
<b>8.Приложение</b>	94
8.1.Методика поверки	94

Данная инструкция по эксплуатации распространяется на генераторы сигналов серии VERDO GW1500, изготавливаемые в модификациях VERDO GW1501, VERDO GW1502, VERDO GW1503, VERDO GW1504, VERDO GW1505, и предназначена для ознакомления с конструкцией, функциями и правилами эксплуатации генераторов, а также содержит сведения о технических характеристиках и гарантиях изготовителя.

Генераторы сигналов серии VERDO GW1500 имеют разные технические характеристики, однако принцип их работы одинаков.

Инструкция по эксплуатации предназначена для лиц, работающих с прибором, а также для обслуживающего и ремонтного персонала. Рекомендуется прочитать данную инструкцию до начала работы с прибором для исключения получения травм и поврежде-ния прибора.

В связи с совершенствованием продукции, в конструкцию прибора могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в данной инструкции.

В настоящую инструкцию могут быть внесены изменения без предварительного уведомления.

# 1. Описание прибора

## 1.1. Назначение

VERDO GW1500 представляет собой двухканальный многофункциональный генератор сигналов, интегрированный с генератором сигналов произвольной формы и функциональным генератором. Прибор использует технологию прямого цифрового синтеза частот DDS для генерации стабильных, точных и малозумных выходных сигналов. Он характеризуется удобным интерфейсом пользователя, поддерживает сохранение данных на внешние USB носители.

Особенности прибора:

- 8 дюймовый (800 × 600) TFT ЖК дисплей высокого разрешения.
- Передовая технология DDS с максимальной выходной частотой 250 МГц.
- Максимальная частота дискретизации 1,25 Гбит/с, частотное разрешение 1 мкГц.
- Вертикальное разрешение 14 бит, длина сигнала до точки 10 М.
- Широкий набор различных типов выходных сигналов: 6 основных форм сигнала, встроенный экспоненциальный подъем, экспоненциальный спад,  $\sin(x)/x$ , ступенчатая волна и т.д. Более 150 встроенных и определяемых пользователем форм сигналов.
- Широкий набор типов модуляции, линейное/логарифмическое качание частоты, функция пачек типовых сигналов.
- Интерфейс: USB хост, USB устройство (тип B), LAN.

## 1.2. Сведения о сертификации

Регистрационный номер декларации соответствия: ЕАЭС N RU Д CN.PA07.B.82782/22

Номер в Госреестре СИ: 93231 24

### 1.3. Технические характеристики

В таблице 1 представлены технические характеристики.

Таблица 1 - Технические характеристики

Характеристика	Описание
Стандартные формы сигнала	Синусоида, квадратная волна, пилообразный сигнал, импульс, шум, сигнал произвольной формы, гармонический сигнал
Произвольная форма сигнала	Sinc, экспоненциальный подъем, экспоненциальный спад, электрокардиограмма, гауссовская, полуположительная, Лоренц, двойной звук, напряжение постоянного тока и др. в общей сложности более 150 видов
Частота дискретизации	1,25 Гвыб/с
Количество каналов	2
Количество бит (ЦАП)	14 бит

Таблица 2 - Частотные характеристики

Характеристика	Описание
Частотное разрешение	1 мкГц или 10 значимых цифр
Стабильность частоты	$\pm 1$ ppm при 0-40°C
Скорость старения по частоте	$\pm 1$ ppm в год

Таблица 3 - Сравнительная таблица частотных характеристик генераторов сигналов

Характеристика	Модель	Значение
Синусоида	VERDO GW1505	1 мкГц-250 МГц
	VERDO GW1504	1 мкГц-200 МГц
	VERDO GW1503	1 МГц-160 МГц
	VERDO GW1502	1 мкГц-100 МГц
	VERDO GW1501	1 мкГц-80 МГц
Квадратная волна	VERDO GW1505	1 МГц-50 МГц
	VERDO GW1504	
	VERDO GW1503	
	VERDO GW1502	1 мкГц-40 МГц
	VERDO GW1501	1 МГц-30 МГц
Пилообразная волна	1 мкГц-5 МГц	
Импульсная волна	1 мкГц-25 МГц	
Шумовая волна	Полоса пропускания 120 МГц ( 3 дБ) (белый шум Гаусса)	
Произвольная волна	1 мкГц-15 МГц (встроенные формы); 1 мкГц-50 МГц (настраиваемые пользователем формы)	

Гармоническая волна	VERDO GW1505	1 мкГц-125 МГц
	VERDO GW1504	1 мкГц-100 МГц
	VERDO GW1503	1 мкГц-80 МГц
	VERDO GW1502	1 МГц-50 МГц
	VERDO GW1501	1 мкГц-40 МГц

 **Предупреждение:** Там, где специально не обозначено, нагрузка по умолчанию составляет 50 Ом.

Таблица 4 - Амплитудные характеристики

Характеристика	Нагрузка	Значение
Выходная амплитуда	Высокое Сопротивление	от 2 мВ/с до 20 Впп ( $\leq 40$ МГц) от 2 мВ/с до 10 Впп ( $\leq 80$ МГц) От 2 мВ до 5 Впп ( $\leq 120$ МГц) от 2 мВ/с до 2 Впп ( $\leq 250$ МГц)
	50 $\Omega$	от 1 мВ/с до 10 Впп ( $\leq 40$ МГц) от 1 мВ/с до 5 В/с ( $\leq 80$ МГц) От 1 мВ/с до 2,5 В ( $\leq 120$ МГц) от 1 мВ до 1 Впп ( $\leq 250$ МГц)
Точность амплитуды	$\pm$ (1% от настроек + 1 мВпп) (типичное значение 1 кГц синусоида, смещение 0 В)	
Разрешение по амплитуде	1 мВпп или 4 цифры	

Диапазон смещения постоянного тока (высокое сопротивление, разомкнутая цепь)	$\pm(10 \text{ Впк} - \text{амплитуда} / 2)$
Диапазон смещения постоянного тока	$\pm(5 \text{ Впк} - \text{Амплитуда Впп} / 2)$
Точность смещения постоянного тока	$\pm (1 \% \text{ от }   \text{установки}  + 1 \text{ мВ} + \text{амплитуда Впп} * 0,5\%)$
Разрешение смещения	1 мВ или 4 цифры
Выходное сопротивление	50Ω (номинал)

Таблица 5 - Параметры форм сигнала

Характеристика	Значение
Синусоида	
Плоскостность полосы пропускания (1 В/рр, относительно 1кГц)	$\leq 10 \text{ МГц: } \pm 0,2 \text{ дБ}$ $\leq 60 \text{ МГц: } \pm 0,3 \text{ дБ}$ $\leq 100 \text{ МГц: } \pm 0,5 \text{ дБ}$ $\leq 160 \text{ МГц: } \pm 1 \text{ дБ}$ $\leq 250 \text{ МГц: } \pm 1,5 \text{ дБ}$
Гармонические искажения	Типичный (0 дБм) DC до 1 МГц: < 65 дБн От 1 МГц до 10 МГц: < 60 дБн От 10 МГц до 120 МГц: < 50 дБн От 120 МГц до 250 МГц: < 45 дБн
Суммарные гармонические искажения	< 0,05 %, от 10 Гц до 20 кГц, 1 Впп
Негармонические искажения	Типично (0 дБм) $\leq 10 \text{ МГц: } < 70 \text{ дБн}$ $> 10 \text{ МГц: } < 70 \text{ дБн} + 6 \text{ дБ} / \text{звуковой интервал}$
Фазовый шум	Типично (0 дБм, отстройка 10 кГц) $10 \text{ МГц: } \leq 110 \text{ дБн} / \text{Гц}$

Квадратная волна	
Время подъема/спада	<5нс
Джиттер	300пс + 100ppm
Выброс	< 3%
Рабочий цикл	50.0% (фиксированный)
Пилообразный сигнал	
Линейность	0,1% пикового значения (типично 1 кГц, 1 Впп, симметрия 50%)
Симметрия	от 0% до 100%
Импульс	
Длительность импульса	от 12 нс до 1000 кс
Рабочий цикл	0,3% до 99,7%
Время подъема и спада	≥7 нс
Выброс	< 3%
Джиттер	300пс + 100ppm
Шум	
Типы	Гауссовский белый шум
Полоса пропускания ( 3 дБ)	120 МГц
Сигнал произвольной формы	
Полоса пропускания	120 МГц
Длина формы сигнала	От 2 до 1 млн точек
Частота дискретизации	< = 312Мвыб/с (на частоте <25 кГц) 1,25 Гвыб/с (на частоте > = 25 кГц)
Точность амплитуды	14 бит

Минимальное время подъема и спада	< 7 нс
Джиттер	3 нс
Гармоническая волна	
Число гармоник	≤16
Диапазон частот	от 1 мкГц до 100 МГц
Типы гармоник	Нечетные, четные, последовательные, пользовательские
Амплитуда гармоники	Для каждой гармоники может быть установлена своя амплитуда
Фаза гармоники	Для каждой гармоники может быть установлена своя фаза

Таблица 6 - Модулированные сигналы

Характеристика	Значение
Амплитудная модуляция	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний или внешний
Форма сигнала внутренней модуляции	Синусоида, квадратная волна, пила, белый шум, произвольная форма сигнала
Частота внутренней амплитудной модуляции	от 2 мГц до 100 кГц
Глубина	от 0.0% до 100.0%
Частотная модуляция	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний или внешний
Форма сигнала внутренней модуляции	Синусоида, квадратная волна, пила, белый шум и произвольные формы сигналов
Частота внутренней модуляции	от 2 мГц до 100 кГц

Девияция частоты	$\text{МГц} \leq \text{Смещение} \leq \text{мин}$ (мин – это меньшее из двух значений: несущая частота или разница между максимальной частотой несущей и несущей частотой.)
Фазовая модуляция	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний или внешний
Форма сигнала внутренней модуляции	Синусоида, квадрат, пила, белый шум и произвольные формы сигналов
Частота внутренней фазовой модуляции	от 2 МГц до 100 кГц
Диапазон изменения фаз	$0^\circ \sim 180^\circ$
ШИМ (Широтно Импульсная Модуляция)	
Носитель	Импульсная волна
Источник модуляции	Внутренний или внешний
Форма сигнала внутренней модуляции	Синусоида, квадрат, пила, белый шум и произвольные формы сигналов
Частота внутренней фазовой модуляции	от 2 МГц до 100 кГц
Смещение	от 0 до мин (мин меньше из двух значений: рабочий цикл импульсной волны или рабочий цикл 100% импульсной волны)
FSK	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний
Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
Частота FSK	от 2 МГц до 1 МГц

3FSK	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний
Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
Частота FSK	от 2 МГц до 1 МГц
4FSK	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний
Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
PSK	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний или внешний
Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
Частота PSK	от 2 МГц до 1 МГц
ASK	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний или внешний
Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
Частота ASK	от 2 МГц до 1 МГц
BPSK	
Носитель	Синусоида, квадратная волна, пила, произвольная волна
Источник модуляции	Внутренний

Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
Частота BPSK	от 2 МГц до 1 МГц
OSK	
Носитель	Синусоида
Источник модуляции	Внутренний
Форма сигнала внутренней модуляции	50% квадратная волна
Время колебаний	от 8 до 499,75 мкс
Частота OSK	от 2 МГц до 1 МГц
Качание	
Носитель	Синусоида, прямоугольная волна, пила, произвольная волна
Минимальная/стартовая частота	1мкГц
Максимальная частота/ частота окончания	Синусоида: 250 МГц Квадратная волна: 50 МГц Пилообразная волна: 5 МГц Произвольная волна: 15 МГц (встроенная форма сигнала) или 50 МГц (определяемая пользователем форма сигнала)
Типы	Линейный, логарифмический
Направление развертки	Вверх / Вниз
Время развертки	от 1 мс до 500 с $\pm$ 0,1%
Источник триггера	Внутренний, внешний, ручной
Пакет	
Сигнала	Синусоида, квадратная волна, пила, импульсная волна и произвольная волна
Типы	Количество (от 1 до 50 000 циклов), неограниченное, стробируемое
Источник триггера	Внутренний, внешний, ручной

Несущая частота	от 2 МГц до 100 МГц
Внутренний цикл	от 10 нс до 500 с (мин = циклы * период)
Источник строба	Внешний триггер

Таблица 7 - Характеристики частотомера

Характеристика	Значение	
Изменяемые параметры	Частота, период, ширина положительного импульса, ширина отрицательного импульса, рабочий цикл	
Диапазон частот	Одноканальный: от 100 МГц до 200 МГц	
Частотное разрешение	7 цифр	
Метод связи по входу	Переменный ток, постоянный ток	
Диапазон напряжения и чувствительность (немодулированный сигнал)		
Связь по постоянному току	Диапазон смещения постоянного тока	±1,5 В
	От 100 МГц до 100 МГц	250 мВp-p-5 Вп-п(AC+DC)
	От 100 МГц до 200 МГц	400 мВp-p-5 Вп-п(AC+DC)
Связь по постоянному току	от 1 Гц до 100 МГц	250 мВp-p-5 Vp-pp
	От 100 МГц до 200 МГц	400 мВp-p-5 Вп-п
Измерение ширины импульса и рабочего цикла	от 1 Гц до 10 МГц (от 100 мВ/с до 5 Впп)	
Входное сопротивление	1 МОм	
Чувствительность	Может устанавливаться высокая, средняя и низкая	
Диапазон уровня триггера	±2,5 В	
Соединение каналов	от 1 Гц до 10 МГц (от 100 мВ/с до 5 Впп)	
Блокировка амплитуды, блокировка частоты, копирование каналов		
Вход/Выход		
Коммуникационный интерфейс	USB хост, USB устройство, LAN	

Внешний вход модуляции	
Диапазон входных частот	DC 20 кГц
Диапазон входных уровней	$\pm 1$ В полная шкала
Входное сопротивление	Типичное значение 10 кОм
Внешний вход триггера	
Уровень	TTL совместимый
Наклон	Подъем/падение
Длительность импульса	>100 нс
Внешний вход тактовой частоты (вход частотомера)	
Внешний тактовый вход (вход частотомера) импеданс	1 МОм, открытый вход
Диапазон входных уровней	от 100 мВп-п до 3,3 Вп-п
Время блокировки	<1с
Диапазон блокировки	10 МГц $\pm$ 9 кГц
Внешний тактовый выход	
Частота	10 МГц
Импеданс	50 $\Omega$ , связь по постоянному входу
Амплитуда	1.6Впп, импеданс 50 $\Omega$
Выход синхронизации	
Уровень	TTL совместимый
Максимальная частота	1МГц

Таблица 8 - Общие технические характеристики

Характеристика	Значение
Дисплей:	
Тип дисплея	8-дюймовый цветной ЖК дисплей
Разрешение дисплея	800 пикселей по горизонтали × 600 пикселей по вертикали
Цветность дисплея	65536 цветов, 16 бит, TFT
Питание:	
Напряжение	100 240 В переменного тока, 50/60 Гц, CATII.
Энергопотребление	Менее 50 Вт
Предохранитель	250 В, F2AL
Время начала работы	Загрузка и прогрев в течение 30 минут
Механические характеристики:	
Размеры(нетто)	340 мм (длина) × 177 мм (высота) × 90 мм (ширина)
Вес	2,5 кг
Интервал калибровки:	
Рекомендуемый интервал калибровки	1 год

## 1.4. Условия эксплуатации

До начала работы прибор должен непрерывно работать не менее 30 минут в заданном интервале температур. Предел диапазона рабочих температур от 0°C до 40°C, относительная влажность не более 90%. Работа с прибором вне этих диапазонов может привести к выходу его из строя. Использовать и хранить прибор необходимо в помещениях, не содержащих пыль, пары кислот, щелочей. При использовании прибора в местах с сильным магнитным или электрическим полем может нарушиться достоверность измерений.

## 1.5. Комплект поставки

Комплект поставки представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Комплект поставки

Наименование	Количество
Генератор сигналов произвольной формы	1 шт.
Кабель сетевой	1 шт.
Кабель USB	1 шт.
Компакт диск с программным обеспечением	1 шт.
Один кабель BNC/Q9	1 шт.

## 1.6. Описание органов управления и индикации

### 1.6.1. Передняя панель

На рисунке 1 представлена передняя панель.

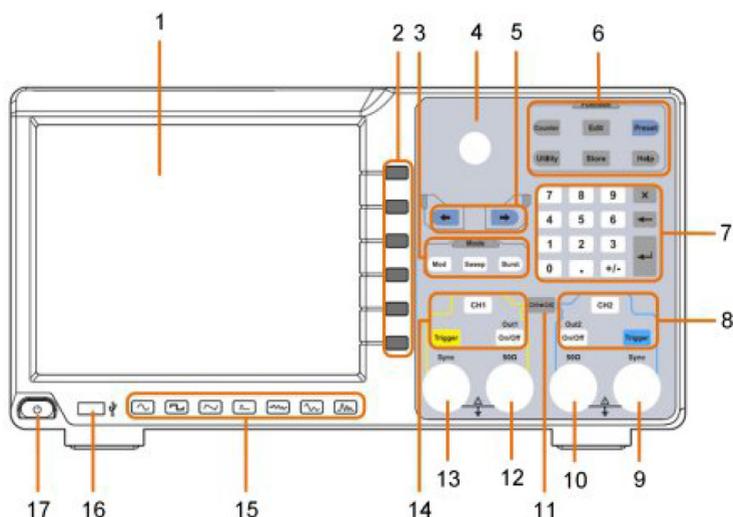


Рисунок 1 - Обзор передней панели

Описание передней панели представлено в таблице 10.

Таблица 10 - Описание передней панели

№	Наименование	Описание
1	Область отображения	
2	Кнопки выбора меню	Включает в себя 6 кнопок для выбора соответствующей программной клавиши меню
3	Кнопки выбора режима	<p>Модуляция (Mod): модуляция формы выходного сигнала.</p> <p>Качание (Sweep): сканирование синусоиды, квадратной волны, пилообразной волны или произвольной волны.</p> <p>Пачки (Burst): пакетный режим вывода повторяющихся сигналов: синусоида, квадратный меандр, пила, импульс или произвольная форма.</p>
4	Многофункциональная ручка	Изменяет текущее выбранное значение, также используется для выбора символа на программной клавиатуре при вводе местоположения или имени файла.
5	Кнопки направления	Перемещение курсора выбранного параметра
6	Функциональные кнопки	<p>Счетчик (Counter): Войдите в интерфейс частотомера</p> <p>Редактирование волны (Edit): войдите в интерфейс редактирования формы волны.</p> <p>Настройки (Preset): Войдите в меню настроек, установите параметры сброса или включения питания; сохранения или вызова файлов настроек.</p> <p>Утилита (Utility): Настройка вспомогательных системных функций.</p> <p>Хранилище (Store): Сохранение/вызов данных произвольной формы сигнала.</p> <p>Справка (Help). Чтобы получить контекстную справку для любой кнопки передней панели или программной клавиши меню, нажмите кнопку, а затем нажмите кнопку, для которой вам нужна справка.</p>

7	Числовая клавиатура	
8	Клавиши управления каналом CH2	<p>Кнопка CH2: Войдите в интерфейс формы сигнала и выберите канал CH2 (подсветка кнопки загорится). После выбора можно задать форму сигнала и параметры канала CH2.</p> <p>Синяя кнопка запуска (Trigger): кнопка ручного запуска канала CH2. В режиме качания или пакетном режиме, когда выбран «Ручной» режим запуска, каждое нажатие этой кнопки инициирует запуск.</p> <p>Клавиша включения/выключения (On/Off): включает или выключает выход канала CH2. Когда выход включен, загорается подсветка кнопки.</p>
9	Выходной разъем CH2 Sync	Когда включена Utility → CH1/2 Set → CH2 Sync, этот разъем выдает сигнал синхронизации, соответствующий текущей конфигурации CH2
10	Выходной разъем канала CH2	
11	Кнопка ⇌ CH1CH2	Отображение меню копирования канала и меню синхронизации частоты, амплитудной синхронизации, выравнивания фазы и т.д.
12	Выходной разъем канала CH1	
13	Выходной разъем CH1 Sync	Когда включена Utility → CH1/2 Set → CH1 Sync, этот разъем выдает сигнал синхронизации, соответствующий текущей конфигурации CH1
14	Клавиши управления каналом CH1	<p>Кнопка CH1: Войдите в интерфейс формы сигнала и выберите канал CH1 (подсветка кнопки загорится). После выбора можно задать форму сигнала и параметры канала CH1.</p> <p>Желтая кнопка запуска (Trigger): кнопка ручного запуска канала CH1. В режиме качания или в пакетном режиме, когда выбран «Ручной» режим запуска, каждое нажатие этой кнопки инициирует запуск.</p> <p>Клавиша включения/выключения (On/Off): включает или выключает выход канала CH1. Когда выход включен, загорается подсветка кнопки.</p>

15	Область выбора формы выходного сигнала	Кнопки выбора формы сигнала: синусоида  , квадрат  , пила  , импульс  , шум  , произвольная форма  , гармонические волны  . При нажатии кнопки загорается ее подсветка.
16	Разъем USB Host	Разъем для подключения внешнего usb устройства к генератору
17	Кнопка питания	Включение/выключение генератора сигналов

## 1.6.2. Задняя панель

На рисунке 2 представлена задняя панель.

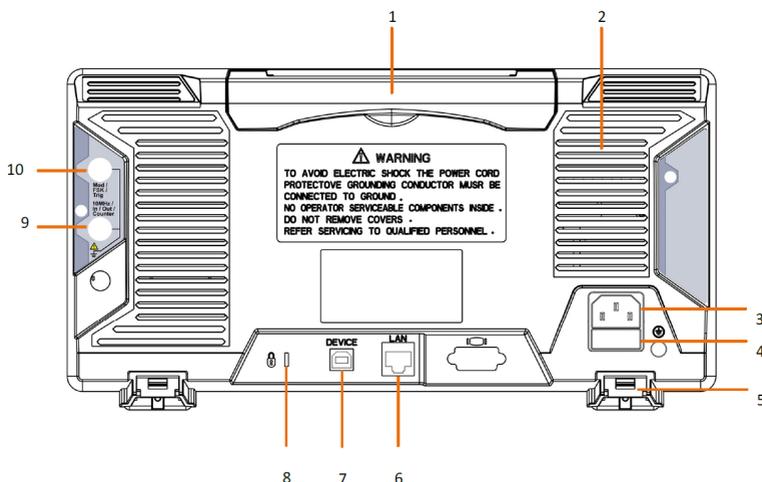


Рисунок 2 - Обзор задней панели

Описание задней панели представлено в таблице 11.

Таблица 11 - Описание задней панели

№	Наименование	Описание
1	Выдвижная ручка	
2	Вентиляционная решетка	
3	Разъем питания	Разъем для подключения кабеля питания
4	Блок предохранителей	Место для установки предохранителя

5	Складные ножки	Обеспечивают наклон генератора сигналов для удобства работы
6	Разъем LAN	Генератор сигналов подключается к локальной сети через этот интерфейс для удаленного управления
7	Разъем USB-device	Разъем для подключения генератора к внешнему USB-устройству
8	Отверстие для замка	Вы можете закрепить прибор в определённом месте с помощью замка (приобретается пользователем)
9	Разъем 10MHz In/Out/Counter (Вход/выход внешней синхронизации, вход частотомера)	По умолчанию используется как разъем для входного сигнала частотомера. Используется для вывода тактового сигнала 10 МГц, когда прибор настроен на внутренний источник синхронизации и включен выход Utility → System → CLK; используется для приема внешнего тактового сигнала 10 МГц, когда прибор настроен на внешний источник синхронизации
10	Разъем Mod/FSK/Trig (модуляция/внешняя синхронизация)	Этот разъем может использоваться в качестве входа внешнего источника модуляции формы сигнала, в режиме качания частоты и режиме пакетного вывода сигналов.  Примечание: если один канал включает AM, FM, PM, PWM или OSK, а другой канал включает ASK, FSK, PSK, качание или пакетный режим, и оба канала настроены на внешний триггер, то канал, который задает источник триггера, может быть установлен позже. При внешнем триггере другой канал автоматически отменяет внешний триггер из-за различных типов сигналов внешней модуляции.

## 1.6.3. Пользовательский интерфейс

На рисунке 3 представлен пользовательский интерфейс.

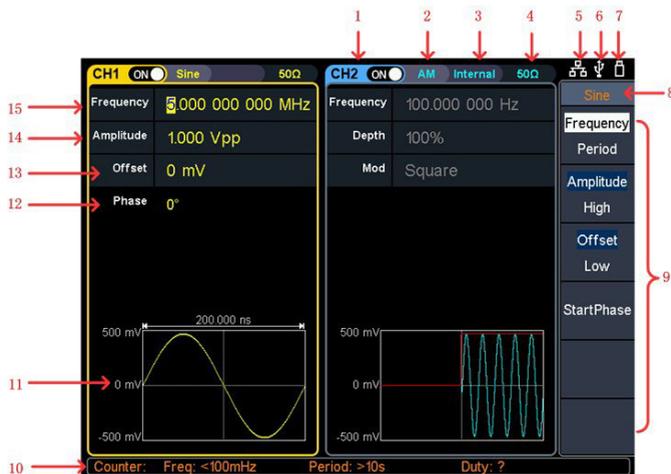


Рисунок 3 - Пользовательский интерфейс

Пользовательский интерфейс представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Описание пользовательского интерфейса

№	Характеристика
1	Имя и статус канала
2	Текущая форма сигнала или режим
3	Источник триггера Internal: Внутренняя модуляция или внутренний источник запуска External: Внешняя модуляция или внешний источник запуска Manual: Ручной запуск
4	Нагрузка. High Z отображает режим высокого значения сопротивления
5	Индикатор загорается при подключении по интерфейсу LAN.
6	Индикатор загорается при подключении к хосту USB через интерфейс USB-device

7	Индикатор загорается при обнаружении USB-флэшки
8	Имя текущего меню
9	Меню настройки текущей формы сигнала или режима
10	Краткая информация частотомера о текущем значении частоты, периода и рабочего цикла
11	Схематичное изображение текущего сигнала
12	Начальная фаза
13	Смещение / минимальный уровень, в зависимости от выбранного пункта меню
14	Амплитуда /максимальный уровень, в зависимости от пункта меню
15	Частота/рабочий цикл, в зависимости от выбранного пункта меню

## 2. Общие требования техники безопасности

Во избежание получения травм и повреждения прибора или подсоединенного к нему оборудования, прежде чем приступить к работе с прибором, внимательно прочтите нижеследующую информацию по безопасной работе. Чтобы исключить возможные опасности, прибор разрешается использовать только в указанных в инструкции целях.

Техническое обслуживание прибора может проводить только квалифицированный персонал.

Во избежание возгорания или получения травм:

- Используйте правильный шнур питания. Используйте только кабель питания, поставляемый с продуктом и сертифицированный для использования в вашей стране.
- Прибор требует заземления. Данный прибор заземляется через заземляющий провод в шнуре питания. Во избежание поражения электрическим током заземляющий провод должен быть подключен к земле. Прибор должен быть надлежащим образом заземлен, прежде чем будут произведены какие-либо подключения к его входным или выходным гнездам.
- Проверьте все номиналы входных и выходных разъемов. Во избежание пожара или поражения электрическим током проверьте все номиналы и маркировку на данном изделии. Перед подключением к прибору обратитесь к руководству пользователя для получения дополнительной информации о номиналах.
- Не работайте с открытым корпусом. Не используйте инструмент со снятыми крышками или панелями.
- Используйте правильный предохранитель. Используйте для этого прибора только предохранители указанного типа и с надлежащими характеристиками.
- Избегайте открытых цепей. Не прикасайтесь к открытым соединениям и компонентам при поданном напряжении питания прибора.

- Не работайте при наличии повреждений. Если вы подозреваете, что прибор поврежден, перед дальнейшим использованием отдайте его на проверку квалифицированным специалистам.
- Используйте прибор в хорошо проветриваемом помещении. Убедитесь, что прибор установлен в условиях, обеспечивающих хорошую вентиляцию.
- Не работайте во влажных условиях.
- Не работайте во взрывоопасной атмосфере.
- Держите поверхности продукта чистыми и сухими.

Термины в данной инструкции.

Вы можете встретить следующие термины в тексте инструкции:

 **Предупреждение:** Описывает условия и действия, которые могут представлять угрозу жизни пользователя или привести к получению травмы.

 **Внимание:** Описывает условия и действия, которые могут причинить вред прибору или другому оборудованию.

Термины на приборе.

Вы можете встретить следующие термины на корпусе прибора.

Опасность - предупреждение о непосредственной угрозе получения травм.

Предупреждение - предупреждение о потенциальной угрозе получения травм.

Внимание - предупреждение о потенциальной угрозе прибору или другому оборудованию.

Символы техники безопасности представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Символы техники безопасности

Символ	Описание
	Опасное напряжение
	Обратитесь к инструкции
	Выход защитного заземления
	Выход заземления корпуса
	Выход заземления измерительных схем

## 3. Работа с прибором

### 3.1. Включение

1. Подключите прибор к источнику питания переменного тока используя кабель питания из комплекта поставки.

 **Предупреждение:** Во избежание электрического удара, убедитесь, что прибор заземлен.

2. Нажмите кнопку включения на передней панели. Появится экран запуска.

### 3.2. Настройка канала

#### 3.2.1. Выбор канала для настройки

Перед настройкой параметров сигнала, необходимо выбрать канал для конфигурации. Нажмите CH1 или CH2, чтобы выбрать канал, и соответствующий каналу раздел подсветится в пользовательском интерфейсе.

#### 3.2.2. Включение/выключение выходного канала

Нажмите кнопку On/Off на передней панели, чтобы включить или выключить выходной сигнал на соответствующем канале. Когда канал включен, кнопка канала будет подсвечена.

#### 3.2.3. Копирование канала

1. Нажмите CH1  $\Rightarrow$  CH2 на передней панели, чтобы отобразить меню копирования.
2. Выберите программную клавишу CH2 to CH1 или программную клавишу CH1 to CH2, чтобы скопировать канал.

## 3.2.4. Установка нагрузки

Для каждого из двух каналов передней панели генератор сигналов имеет фиксированное последовательное выходное сопротивление 50 Ом.

Если фактическое сопротивление нагрузки отличается от указанного значения, отображаемая амплитуда и уровень смещения не будут соответствовать уровню напряжения тестируемого устройства.

Предоставленные настройки импеданса нагрузки предназначены только для удобства пользователя, чтобы согласовать отображаемое напряжение с желаемой нагрузкой.

Для установки значения нагрузки CH1 или CH2 необходимо выполнить следующие действия:

1. Нажмите функциональную кнопку Utility для выбора настройки CH1/CH2. Нажмите CH1 Load, чтобы выбрать нагрузку для канала CH1, или нажмите CH2 Load, чтобы выбрать нагрузку CH2; нажмите еще раз, чтобы переключиться на high impedance (высокое сопротивление) или \*Ohm («\*» представляет значение).
2. Чтобы изменить значение сопротивления, после выбора \*ohm на предыдущем шаге поверните ручку для изменения текущего значения положения курсора, нажмите кнопку   , чтобы переместить курсор влево или вправо; или используйте цифровую клавиатуру для ввода значения. Диапазон значений входной нагрузки составляет от 1 Ом до 10кОм.

## 3.2.5. Синхронизация

Данные генераторы могут выводить базовые сигналы (кроме шума), произвольные сигналы (кроме постоянного тока), гармоники, развертки, пакетные сигналы и синхронизированные сигналы модулированных сигналов из одного канала или одновременно из двух каналов. Синхронизированный сигнал подается на разъем [Sync] на передней панели.

### 3.2.5.1. Включение/выключение синхронизации

Нажмите Utility, выберите канал: CH1 sync / CH2 sync, и выберите «On» или «Off», чтобы включить или выключить выход сигнала синхронизации. Значение по умолчанию - «On».

Выходной уровень на разъеме [Sync] является логически низким, когда сигнал синхронизации выключен.

### 3.2.5.2. Сигнал синхронизации различных форм волн

- Для синусоидальных, квадратных, треугольных и импульсных волн сигнал синхронизации представляет собой квадратную волну с рабочим циклом 50%. Когда выход формы сигнала положительный, сигнал синхронизации является TTL высоким по отношению к напряжению 0 В (или значению смещения постоянного тока). Когда выходной сигнал отрицательный, сигнал синхронизации является TTL низким относительно напряжения 0 В (или значения смещения постоянного тока).
- Для произвольной формы сигнал синхронизации представляет собой квадратную волну с переменным рабочим циклом. Когда амплитуда выходного сигнала достигает определенного значения, сигнал синхронизации имеет высокий уровень TTL.
- Для гармонического сигнала сигнал синхронизации привязан к порядку гармоник и представляет собой прямоугольную волну с переменным рабочим циклом. Когда амплитуда выходного сигнала положительна, сигнал синхронизации имеет высокий уровень TTL.
- Для AM, FM, PM и PWM для внутренней модуляции сигнал синхронизации привязан к частоте модуляции и представляет собой квадратную волну с рабочим циклом 50%. В первой половине формы сигнала модуляции сигнал синхронизации имеет высокий уровень TTL. При выполнении внешней модуляции выход сигнала синхронизации отсутствует.
- Для ASK, FSK, PSK, BPSK, 3FSK, 4FSK сигнал синхронизации привязан к частоте манипуляции и представляет собой прямоугольную волну с рабочим циклом 50%. При внешней модуляции выходной сигнал синхронизации отсутствует.
- Для OSK сигнал синхронизации привязан к частоте манипуляции и представляет собой квадратную волну с рабочим циклом 50%. При запуске внутреннего кварцевого генератора сигнал синхронизации имеет высокий уровень TTL.

- Для пакетов N-циклов сигнал синхронизации имеет высокий уровень TTL в начале пакета. В конце заданного числа циклов сигнал синхронизации имеет низкий уровень TTL (если форма сигнала имеет связанную начальную фазу, это не может быть пересечение нуля). Для бесконечного пакета сигнал синхронизации такой же, как сигнал синхронизации непрерывной формы сигнала.
- Для стробируемых пакетов сигнал синхронизации следует за сигналом строга. Этот сигнал не становится низким TTL до конца последнего цикла (если форма сигнала имеет связанную начальную фазу, это не может быть пересечение нуля).

## 3.3. Настройка формы сигнала

Может быть задана синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная, шумовая или произвольная форма сигнала на выходе. Нажмите соответствующую форме кнопку на передней панели: синусоида  , квадратная волна  , пилообразная волна  , импульсная волна  , шум  , произвольная волна  , гармоническая волна  , и войдите в интерфейс выбранной формы. Для разных форм волны задаются различные параметры.

### 3.3.1. Синусоида

Нажмите  , на экране отобразится пользовательский интерфейс синусоиды. Управляя меню синусоиды в правой части экрана, вы можете установить параметры формы выходного сигнала.

В меню есть следующие пункты: Frequency/Period (Частота/Период), Amplitude/High level (Амплитуда/Максимальный уровень), Offset/Low Level (Смещение DC/Минимальный уровень), и Start Phase (Начальная фаза).

На рисунке 4 представлен интерфейс задания параметров синусоидального сигнала.

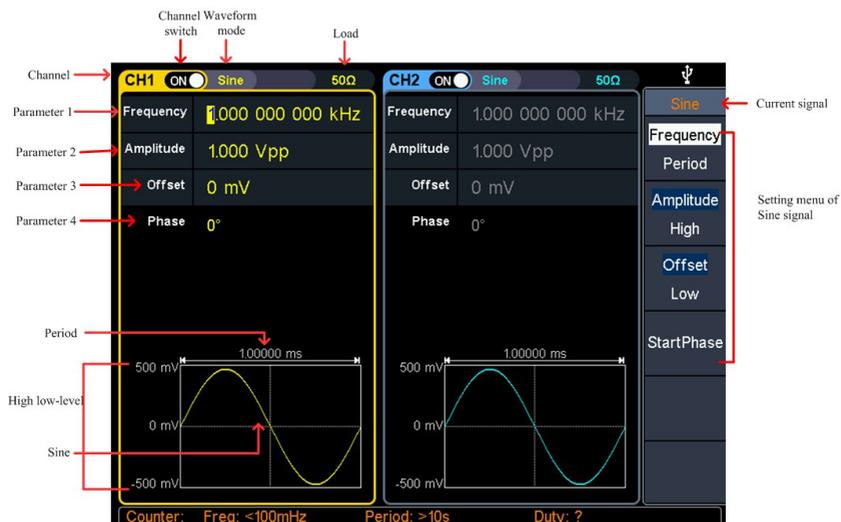


Рисунок 4 - Интерфейс задания параметров синусоидального сигнала

Установка частоты/периода:

1. Нажмите CH1 - все пункты меню для канала 1 будут подсвечены.
2. Выберите Frequency/Period, выбранный пункт меню подсветится белым, и на Параметре 1 выбранного пункта появится курсор. Нажатием клавиши Frequency/Period производится переключение между параметрами Частота и Период.

Есть два способа изменить выбранный параметр:

- Поверните ручку, чтобы увеличить или уменьшить значение параметра, на который наведен курсор. Нажмите **←** / **→**, чтобы переместить курсор влево/вправо.
- Нажмите клавишу с цифрой на числовой клавиатуре, появится окно для ввода значения. Нажмите клавишу X, чтобы удалить предыдущее значение, клавишу **←** для отмены ввода. Нажмите клавишу Enter для выбора единиц измерения и выберите значение в меню справа, нажмите Cancel, чтобы отменить ввод.

На рисунке 5 представлено использование цифровой клавиатуры для установки частоты.

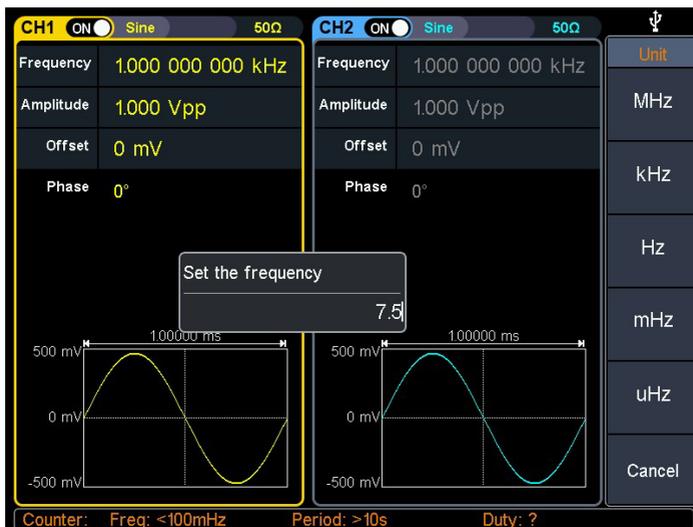


Рисунок 5 - Использование цифровой клавиатуры для установки частоты

### Установка амплитуды

Выберите в меню Amplitude/High пункт Amplitude, соответствующий пункт меню должен быть подсвечен. Если это не так, нажмите ту же кнопку повторно. Если параметр выбран, в соответствующей строке меню появится курсор. Поверните ручку на передней панели, чтобы изменить значение, или используйте числовой ввод для выбора единиц измерения и указания значения.

### Установка уровня смещения по постоянному напряжению

Выберите в меню Offset/Low пункт Offset, соответствующий пункт меню должен быть подсвечен. Если это не так, нажмите ту же кнопку повторно. Если параметр выбран, в соответствующей строке меню появится курсор. Поверните ручку на передней панели, чтобы изменить значение, или используйте числовой ввод для выбора единиц измерения и указания значения.

## Установка максимального уровня

Выберите в меню Amplitude/High пункт High, соответствующий пункт меню должен быть подсвечен. Если это не так, нажмите ту же кнопку повторно. Если параметр выбран, в соответствующей строке меню появится курсор. Поверните ручку на передней панели, чтобы изменить значение, или используйте числовой ввод для выбора единиц измерения и указания значения.

## Установка минимального уровня

Выберите в меню Offset/Low пункт Low, соответствующий пункт меню должен быть подсвечен. Если это не так, нажмите ту же кнопку повторно. Если параметр выбран, в соответствующей строке меню появится курсор. Поверните ручку на передней панели, чтобы изменить значение, или используйте числовой ввод для выбора единиц измерения и указания значения.

## Установка начальной фазы

Выберите пункт меню Start Phase, соответствующая строка подсветится на экране. Если параметр выбран, в соответствующей строке меню появится курсор. Поверните ручку на передней панели, чтобы изменить значение, или используйте числовой ввод для выбора единиц измерения и указания значения.

### 3.3.2. Квадратный меандр

Нажмите  , на экране отобразится пользовательский интерфейс квадратной волны. Управляя меню в правой части экрана, вы можете установить параметры формы выходного сигнала.

Меню включает в себя следующие пункты: Frequency/Period, Amplitude/High Level, Off-set/Low Level, и Start Phase.

Значения параметров задаются так же, как для синусоидального сигнала.

На рисунке 6 представлен пользовательский интерфейс настройки параметров квадратной формы сигнала.

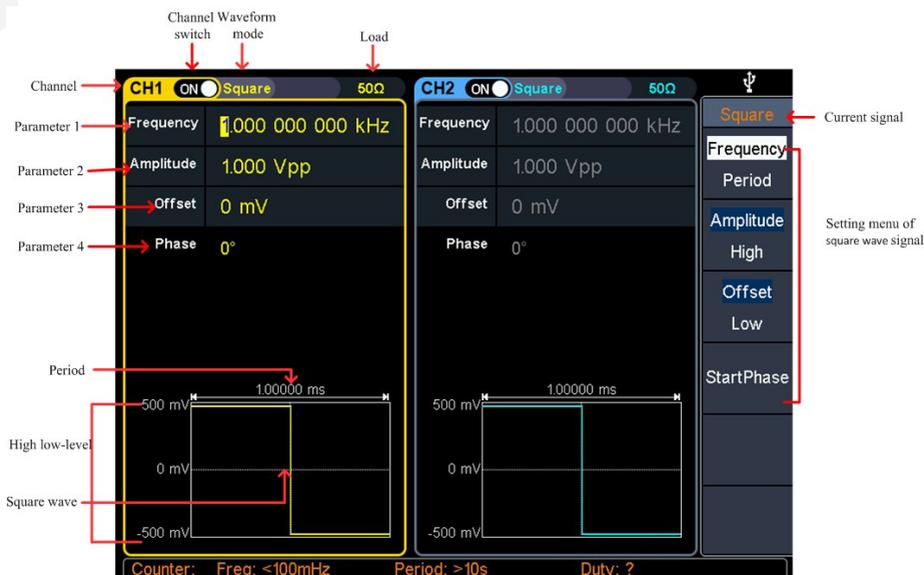


Рисунок 6 - Пользовательский интерфейс настройки параметров квадратной формы сигнала

### 3.3.3. Пилообразный сигнал

Нажмите , на экране отобразится пользовательский интерфейс пилообразного сигнала. Управляя меню в правой части экрана, вы можете установить параметры формы выходного сигнала.

В меню есть следующие пункты: Frequency/Period (Частота/Период), Amplitude/High level (Амплитуда/Максимальный уровень), Offset/Low Level (Смещение DC/Минимальный уровень), и Start Phase (Начальная фаза).

Параметры Frequency/Period, Amplitude/High Level, Offset/Low Level, Start Phase задаются так же, как и для синусоидального сигнала.

На рисунке 7 представлен пользовательский интерфейс пилообразного сигнала.

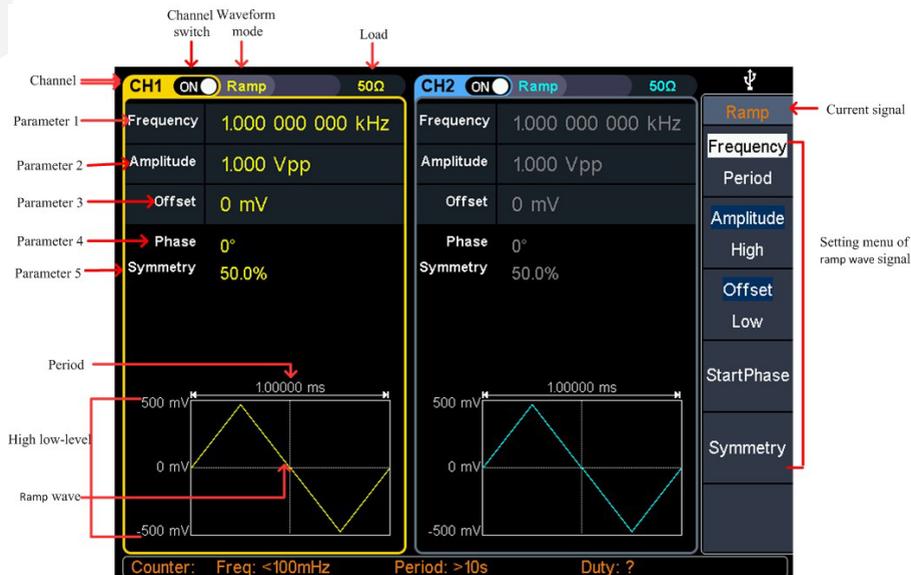


Рисунок 7 - Пользовательский интерфейс пилообразного сигнала

## Установка симметрии

Настройка «Симметрия» задает процент периода, в течение которого в пилообразном сигнале происходит повышение амплитуды сигнала.

1. Нажмите программную клавишу Symmetry (Симметрия) для входа в меню.
2. Используйте ручку для непосредственного изменения значения симметрии или используйте цифровую клавиатуру для ввода значения: для этого нажмите клавишу % или клавишу Enter, появится окно ввода, нажмите программную клавишу X, чтобы удалить последнюю цифру, нажмите ← для отмены ввода и нажмите кнопку Enter для подтверждения введения данных.

На рисунке 8 представлена настройка симметрии пилообразной волны.

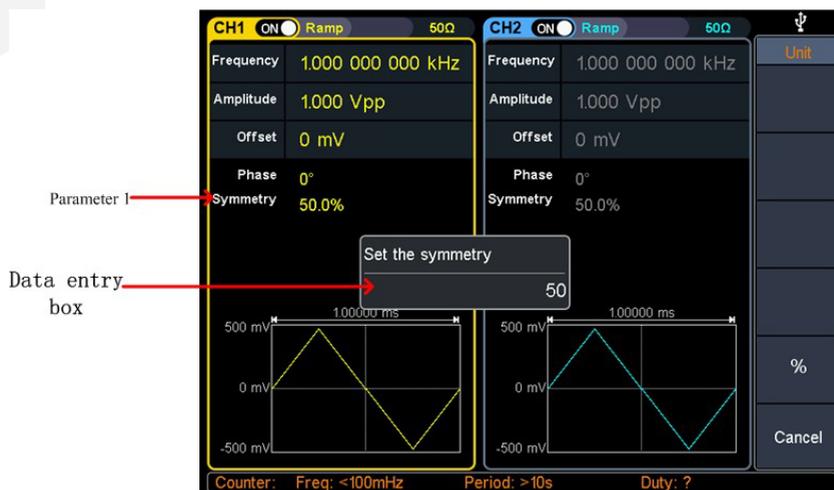


Рисунок 8 - Настройка симметрии пилообразной волны

### 3.3.4. Импульсный сигнал

Нажмите , на экране отобразится пользовательский интерфейс импульсного сигнала. Управляя меню импульсного сигнала в правой части экрана, можно установить параметры выходной формы.

В меню есть следующие пункты: Frequency/Period (Частота/Период), Amplitude/High level (Амплитуда/Максимальный уровень), Offset/Low Level (Смещение/Минимальный уровень), и Start Phase (Начальная фаза).

Параметры Frequency/Period, Amplitude/High Level, Offset/Low Level, Start Phase задаются так же, как и для синусоидального сигнала.

На рисунке 9 представлен пользовательский интерфейс импульсных сигналов.

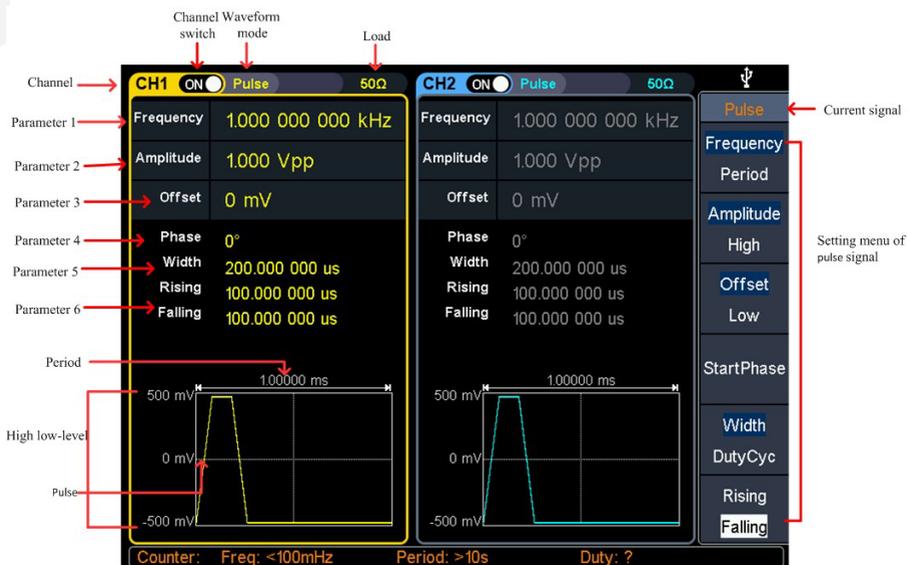


Рисунок 9 - Пользовательский интерфейс импульсных сигналов

Pulse Width (Длительность импульса) делится на ширину положительного импульса и ширину отрицательного импульса.

Ширина положительного импульса представляет собой временной интервал от 50% восходящего фронта импульса до 50% соседнего ниспадающего фронта.

Ширина отрицательного импульса представляет собой временной интервал от 50% ниспадающего фронта до 50% от соседнего восходящего фронта.

Ширина импульса определяется периодом и рабочим циклом сигнала.

Формула расчета: ширина импульса = период \* рабочий цикл.

Duty Cycle (Рабочий цикл): В серии идеальных последовательностей импульсов (таких как квадратная волна) рабочий цикл определяется отношением длительности положительного импульса к общему периоду импульсного сигнала.

## Импульс/рабочий цикл (Pulse/Duty Cycle)

Длительность импульса определяется как временной интервал от 50% порога амплитуды восходящего фронта импульса до 50% порога амплитуды следующего ниспадающего фронта, как показано на следующем рисунке.

На рисунке 10 представлен импульс/рабочий цикл.

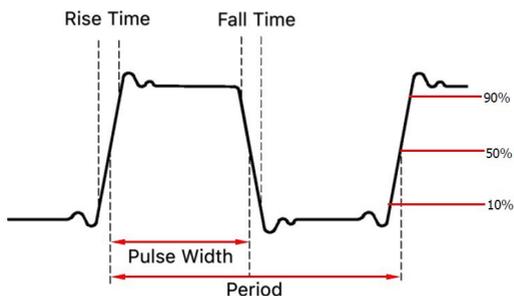


Рисунок 10 - Импульс/рабочий цикл

- Устанавливаемый диапазон ширины импульса ограничен «минимальной шириной импульса» и «периодом импульсного сигнала».

Длительность импульса  $\geq$  минимальная продолжительность импульса

Длительность импульса  $\leq$  период импульса - минимальная длительность импульса

- Рабочий цикл импульса определяется как ширина импульса в процентах от периода импульсного сигнала.
- Рабочий цикл импульса связан с шириной импульса, и изменение одного из параметров автоматически изменит другой параметр. Рабочий цикл импульса ограничен «минимальной шириной импульса» и «периодом импульсного сигнала».

Рабочий цикл импульса  $\geq$  минимальной шириной импульса  $\div$  периодом импульса  $\times$  100%

Импульсный рабочий цикл  $\leq$  (1 - 2  $\times$  минимальной ширины импульса  $\div$  периода импульсного сигнала)  $\times$  100%

## Установка ширины импульса/рабочего цикла

Нажмите программную клавишу «Pulse Width/Duty Cycle (Ширина импульса/рабочий цикл)», чтобы выбрать пункт меню «Pulse Width (Ширина импульса)». Нажмите кнопку Pulse Width/Duty Cycle (Длительность импульса/рабочий цикл) еще раз, чтобы отобразить рабочий цикл.

Установите значение параметра ширина импульса: используйте ручку для непосредственного изменения значения или используйте цифровую клавиатуру для ввода значения: для этого нажмите клавишу % или клавишу Enter, выберите нужную единицу измерения в правом меню (кс, с, мс, мкс, нс) и введите значение; нажмите программную клавишу X, чтобы удалить последнюю цифру, нажмите программную клавишу ← для отмены ввода и нажмите кнопку Enter для подтверждения введения данных.

Установите значение параметра рабочий цикл: используйте ручку для непосредственного изменения значения или используйте цифровую клавиатуру для ввода значения: для этого нажмите клавишу % или клавишу Enter, появится окно ввода, нажмите программную клавишу X, чтобы удалить последнюю цифру, нажмите ← для отмены ввода и нажмите кнопку Enter для подтверждения введения данных.

На рисунке 11 представлена установка ширины импульса.

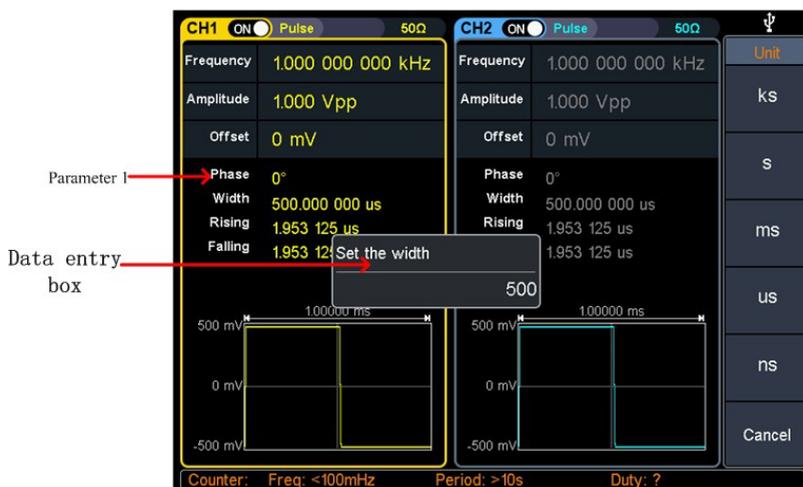


Рисунок 11 - Установка ширины импульса

## Установка времени нарастания/спада

Нажмите программную клавишу «rise time / fall time (время нарастания / время спада)», чтобы выбрать пункт меню «время нарастания». Нажмите клавишу еще раз, чтобы выбрать пункт «время спада».

Для установки значения: используйте ручку для непосредственного изменения значения или используйте цифровую клавиатуру для ввода значения: для этого нажмите клавишу % или клавишу Enter, выберите нужную единицу измерения в правом меню (кс, с, мс, мкс, нс) и введите значение; нажмите программную клавишу X, чтобы удалить последнюю цифру, нажмите программную клавишу ← для отмены ввода и нажмите кнопку Enter для подтверждения введения данных.

### 3.3.5. Шумовой сигнал

Шумовой сигнал, выдаваемой системой, - это белый шум. Нажмите кнопку  , на экране отобразится пользовательский интерфейс шумового сигнала. Управляя меню в правой части экрана, вы можете установить параметры формы выходного сигнала.

Шумовой сигнал не имеет параметров частоты и периода, а полоса пропускания гауссовского шума составляет 120 МГц.

В меню шумового сигнала входят: Amplitude / High level (амплитуда / высокий уровень), Offset / Low level (смещение / низкий уровень). Значения параметров задаются так же, как для синусоидального сигнала.

На рисунке 12 представлен пользовательский интерфейс шумового сигнала.



Рисунок 12 - Пользовательский интерфейс шумового сигнала

### 3.3.6. Сигнал произвольной формы

Нажмите , на экране отобразится пользовательский интерфейс сигнала произвольной формы. Управляя меню в правой части экрана, вы можете установить параметры формы выходного произвольного сигнала.

Меню включает: Frequency/Period (частоту/период), Amplitude/High level (амплитуду/высокий уровень), Offset/Low level (смещение/низкий уровень), Start phase (начальную фазу), Built-in waveform (встроенная форма сигнала). Значения параметров частоты / периода, амплитуды / высокого уровня, смещения / низкого уровня и начальной фазы задаются так же, как для синусоидального сигнала.

Сигналы произвольной формы бывают двух типов: системные встроенные формы сигналов и отредактированные пользователем формы сигналов.

На рисунке 13 представлен пользовательский интерфейс произвольного сигнала.



Рисунок 13 - Пользовательский интерфейс произвольного сигнала

### 3.3.6.1. Выбор одной из заданных форм (включая DC)

Генератор содержит 152 формы волны, количество точек - 8192, верхний предел частоты - 15МГц. Чтобы выбрать форму волны, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку выбора произвольной волны  , затем клавишу Built-in (встроенные), чтобы выбрать форму волны.
2. Нажмите Common (Общие), Medical treatment (Медицинские), Standard (Стандартные), или Math (Математические), чтобы выбрать форму волны.

Нажмите Next, чтобы перейти на следующую страницу с выбором: Trigonometric (Тригонометрические), Window function (оконные функции), Engineering (Инженерные), и Seg Mod (Сегментированная модуляция).

3. Поверните ручку, чтобы выбрать нужную форму сигнала. Нажмите программную клавишу ОК, чтобы настроить выбранную форму волны.

Список встроенных форм сигнала представлен в таблице 14.

Таблица 14 - Список встроенных форм сигнала

Имя	Описание
Общие	
DC	Постоянный ток
AbsSine	Абсолютный синус
AbsSineHalf	Абсолютный полусинус
AmpALT	Дуга коэффициента усиления
AttALT	Дуга коэффициента затухания
GaussPulse	Гауссовый импульс
NegRamp	Отрицательная пила
NPulse	Отрицательный импульс
PPulse	Положительный импульс
SineTra	Синус-Tra
SineVer	Синус-Ver (вертикальный)
StairDn	Ступенчатая волна вниз
StairUD	Ступенчатая волна вверх/вниз
StairUp	Ступенчатая волна вверх
Trapezia	Трапеция
Медицинские	
Heart	Сердечная
Cardiac	Кардиологическая
LFPulse	Форма низкочастотной импульсной электротерапии
Tens1	Форма 1 нейроэлектрической стимуляции
Tens2	Форма 2 нейроэлектрической стимуляции

Tens3	Форма 1 нейроэлектрической стимуляции
EOG	Электрокоагулограмма
EEG	Электроэнцефалограмма
Pulseilogram	Стандартная импульсная кривая
ResSpeed	Стандартная кривая скорости экспираторного потока
Стандартные	
Ignition	Форма зажигания автомобильного двигателя внутреннего сгорания
TP2A	Паразитные составляющие в результате индуктивности проводки автомобиля
ISP	Колебания при запуске двигателя автомобиля
VR	Профиль рабочего напряжения автомобиля при повторном заводе
TP1	Паразитные составляющие после отключения электроэнергии
TP2B	Паразитные сигналы после неудачной попытки запуска двигателя
TP4	Рабочий профиль автомобиля во время завода
TP5A	Паразитные составляющие в результате остановки питания от батареи
TP5B	Паразитные составляющие в результате остановки питания от батареи
SCR	График температуры спекания
Surge	Сигнал перенапряжения
Математические	
Airy	Функция Эйри
Besselj	Функция Бесселя Тип I
Bessely	Функция Бесселя Тип II
Cauchy	Распределение Коши
X^3	Кубическая функция
Erf	Функция ошибок
Erfc	Дополнительная функция ошибок

ErfcInv	Обратная дополнительная функция ошибок
ErfInv	Обратная функция ошибок
Dirichlet	Функция Дирихле
ExpFall	Функция экспоненциального спада
ExpRise	Функция экспоненциального роста
Laguerre	Четыре многочлена Лаггера
Laplace	Распределение Лапласа
Legend	Пять многочленов Лежандра
Gauss	Гауссово, или нормальное распределение
HaverSine	Гаверсинус
Log	Базовая логарифмическая функция
LogNormal	Лонгнормальное распределение
Lorentz	Функция Лоренца
Maxwell	Распределение Максвелла
Rayleigh	Распределение Рэля
Versiera	Кривая Верзьера
Weibull	Распределение Вебера
Ln(x)	Натуральная логарифмическая форма
X <sup>2</sup>	Квадратная функция
Round	Сферическая волна
Chirp	Модуляция линейной частоты
Rhombus	Ромбовидная волна
Тригонометрические	
CosH	Гиперболический косинус
Cot	Функция котангенса
CotH	Гиперболический котангенс
CotHCon	Утопленный гиперболический котангенс

CotHPro	Приподнятый гиперболический котангенс
CscCon	Утопленный косеканс
Csc	Косеканс
CscPro	Приподнятый косеканс
CscH	Гиперболический косеканс
CscHCon	Утопленный гиперболический косеканс
CscHPro	Приподнятый гиперболический косеканс
RecipCon	Обратное понижение
RecipPro	Приподнятое понижение
SecCon	Секанс спадающий
SecPro	Секанс растущий
SecH	Гиперболический секанс
Sinc	Кардинальный синус
SinH	Гиперболический синус
Sqrt	Квадратическая функция
Tan	Тангенс
TanH	Гиперболический тангенс
ACos	Обратный косинус
ACosH	Обратный гиперболический косинус
ACot	Обратный котангенс
ACotCon	Утопленный обратный котангенс
ACotPro	Приподнятый обратный котангенс
ACotH	Обратный гиперболический котангенс
ACotHCon	Утопленный обратный гиперболический котангенс
ACotHPro	Приподнятый обратный гиперболический котангенс
Acsc	Обратный косеканс
ACscCon	Утопленный обратный косеканс
ACscPro	Приподнятый обратный косеканс
AcscH	Обратный гиперболический косеканс

ACschCon	Утопленный обратный гиперболический котангенс
ACschPro	Приподнятый обратный гиперболический котангенс
Asec	Арксеканс
ASecCon	Арктангенс
ASecPro	Приподнятый арксеканс
ASecH	Обратный гиперболический секанс
ASin	Обратный синус
ASinH	Обратный гиперболический синус
ATan	Обратный тангенс

Список инженерных окон представлен в таблице 15.

Таблица 15 - Инженерные окна

Имя	Описание
Оконные функции	
Bartlett	Окно Бартлетта
BarthannWin	Модифицированное окно Бартлетта
Blackman	Окно Блэкмана
BlackmanH	Окно Блэкмана H
BohmanWin	Окно Бохмана
Boxcar	Прямоугольное окно
ChebWin	Окно Чебышева
FlattopWin	Окно с плоской вершиной
Hamming	Окно Хемминга
Hanning	Окно Хеннинга
Kaiser	Окно Кайзера
NuttallWin	Наименьшие четыре окна Блэкмана-Харриса
ParzenWin	Окно Парзена
TaylorWin	Окно Тейлора

Triang	Треугольное окно, также называется окном Фейера
TukeyWin	Окно Тьюки
Butterworth	Фильтр Баттерворта
Combin	Комбинированная функция
CPulse	C-импульс
CWPulse	CW-импульс
RoundHalf	Полусферическая волна
BandLimited	Ограниченная полоса пропускания
BlaseiWave	Взрывная вибрация, кривая «время от скорости вибрации»
Chebyshev1	Фильтр Чебышева Тип I
Chebyshev2	Фильтр Чебышева Тип II
DampedOsc	Затухающие колебания, кривая «время от перемещения»
DualTone	Двойной аудио-сигнал
Gamma	Гамма-сигнал
GateVibar	Гейтированный самовибрационный сигнал
LFMPulse	Линейная частотная модуляция
MCNoise	Механический строительный шум
Discharge	Кривая разрядки NiMH-батареи
Quake	Сейсмическая волна
Radar	Сигнал радара
Ripple	Пульсация
RoundsPM	Сферическая PM-волна
StepResp	Переходной сигнал
SwingOsc	Колебательное движение, кривая «кинетическая энергия от времени»
TV	ТВ-сигнал
Voice	Голосовой сигнал
Сегментированная модуляция	
AM	Синусоидальная сегментированная AM волна
FM	Синусоидальная сегментированная ЧМ-волна
PM	Синусоидальная сегментированная ФМ-волна
PWM (ШИМ)	Широтно-импульсно сегментированная ШИМ-волна

### 3.3.6.2. Редактирование произвольной волны

Нажмите функциональную клавишу Edit (редактирование) на передней панели, чтобы войти в интерфейс редактирования сигналов произвольной формы.

1. Задайте количество точек осциллограммы: нажмите программную клавишу «Number of waveform points (Количество точек формы сигнала)», используйте ручку, чтобы изменить значение напрямую, или используйте цифровую клавиатуру для ввода значения. Количество точек колеблется от 2 до 100 000.
2. Установить интерполяцию: нажмите программную клавишу Interpolate (Интерполировать), чтобы включить/выключить интерполяцию. Выберите On (Вкл.), чтобы соединить каждую точку формы сигнала прямой линией; выберите Off (Выкл.), чтобы уровень напряжения между каждой точкой формы сигнала оставался неизменным, тогда форма сигнала будет похожа на лесенку.
3. Выберите шаблон: нажмите программную клавишу Template, чтобы выбрать шаблон из списка: пустой, синусоидальный, квадратный, пила и шум.
4. Отредактируйте точки формы сигнала: нажмите Edit Waveform Point, чтобы войти в меню редактирования точек формы сигнала.
  - Выберите number of points (номер точки) и введите номер точки, которую вы хотите настроить.
  - Выберите voltage (напряжение) и введите значение напряжения, которое будет установлено для этой точки.
  - Повторите эти шаги, чтобы задать все точки, которые вы хотите установить.

### 3.3.6.3. Сохранение текущего сигнала произвольной формы

Нажмите функциональную клавишу Store на передней панели, чтобы войти в файловую систему.

- Если вы хотите сохранить текущую произвольную форму сигнала во встроенную память, нажмите программную кнопку INTER. Поверните ручку, чтобы выбрать один из файлов USER (EditMemory не может быть выбран) и нажмите программную клавишу Save (Сохранить). Внутренняя память может хранить 32 произвольных сигнала.

Размер файла отображается в правой части файла USER. Если отображается 0В, это означает, что файл пуст.

 **Примечание:** EditMemory - это временное пространство данных, созданное, сохраненное, отредактированное или отозванное любой произвольной волной. Сохранение осциллограммы - это сохранение данных этого пространства в указанном пользователем месте (EditMemory находится в памяти и никогда не пуст). Данные в этом пространстве изменяются после вызова произвольной формы сигнала, создания новой формы сигнала или получения соответствующей команды программирования.

- Если вы хотите сохранить текущую форму сигнала на USB-накопитель, вам необходимо подключить запоминающее устройство USB к порту USB на передней панели. Поверните ручку, чтобы выбрать USBDEVICE. Нажмите эту программную клавишу, и инструмент отобразит каталоги папок и файлов в USB-накопителе. Вы можете повернуть ручку, чтобы выбрать папку или файл. Нажмите программную клавишу Enter, чтобы войти в текущую выбранную папку. Чтобы вернуться в родительский каталог, нажмите программную клавишу Back. После выбора пути к хранилищу нажмите программную клавишу Save as (Сохранить как), и на экране появится клавиатура ввода. Поверните ручку, чтобы выбрать символ. Нажмите программную клавишу uppercase/lowercase чтобы переключить регистр символов клавиатуры. Нажмите программную клавишу Select, чтобы ввести текущий символ. Нажмите программную клавишу Delete, чтобы удалить последний введенный символ. Нажмите программную клавишу Finish, чтобы завершить редактирование, и осциллограмма будет сохранена по текущему пути в формате файла «\*.bin».

#### 3.3.6.4. Вызов файлов сигналов произвольной формы из внутренней/внешней памяти

Нажмите функциональную клавишу Store передней панели, чтобы войти в файловую систему.

- Чтобы вызвать файл осциллограммы из внутренней памяти, нажмите INTER. Поверните ручку, чтобы выбрать файл, и нажмите на нее, чтобы вызвать файл. Если чтение прошло успешно, на экране появится сообщение «Файл успешно прочитан».

 **Примечание:** Размер файла отображается в правой части файла. Если отображается значение 0В, файл пуст.

- Чтобы вызвать файл осциллограммы из запоминающего устройства USB, поверните ручку, чтобы выбрать USBDEVICE в интерфейсе выбора памяти. Нажмите на ручку, и инструмент отобразит каталоги папок и файлов в USB-накопителе. Поверните ручку, чтобы выбрать папку или файл. Выберите файл с расширением bin и нажмите ручку для вызова. Если чтение прошло успешно, на экране появится сообщение «Файл успешно прочитан».

 **Примечание:** На экран будет выведен файл осциллограммы <500 КБ, который можно непосредственно просмотреть в правом нижнем углу экрана.

- Чтобы скопировать файл осциллограммы с запоминающего устройства USB во внутреннюю память: после вызова файла осциллограммы с запоминающего устройства USB нажмите программную клавишу Back, чтобы вернуться в верхний каталог. После возврата к интерфейсу выбора памяти поверните ручку, чтобы выбрать INTER, и нажмите на ручку для входа в подменю. Поверните ручку, чтобы выбрать файл USER, и нажмите кнопку Save (Сохранить), чтобы скопировать файл осциллограммы во внутреннюю память.

### 3.3.6.5. Удаление формы сигнала из памяти

1. Нажмите функциональную клавишу Store на передней панели, чтобы войти в файловую систему.
2. Выберите INTER в интерфейсе выбора памяти и нажмите для входа. Нажмите программную клавишу Security, появится экран, а затем нажмите программную клавишу OK, чтобы очистить все формы сигналов во внутренней памяти.

### 3.3.7. Гармонический сигнал

Согласно теории преобразования Фурье, форма функции от времени есть наложение ряда синусоидальных сигналов, выраженное в следующем уравнении:

$$f(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t + \phi_1) + A_2 \sin(2\pi f_2 t + \phi_2) + A_3 \sin(2\pi f_3 t + \phi_3) + \dots$$

В общем виде, частотный компонент  $f_1$  называется основной (фундаментальной) волной,  $f_1$  - частота основной волны,  $A_1$  - амплитуда основной волны,  $\phi_1$  - фаза основной волны. Частоты других составляющих – целые множителя основной частоты, называемые гармониками.

Гармоника, чья частота является нечетным множителем называется нечетной гармоникой. Гармоника, чья частота является четным множителем - четной гармоникой.

Данный генератор может подавать на выход гармоники до 16 порядка. Выберите CH1 или CH2, нажмите кнопку  выбора режима Гармонической волны для ввода параметров. Можно ввести параметры основной формы, выбрать тип гармоники, указать наивысший порядок гармоники и установить амплитуду и фазу каждого порядка гармоники.

В меню есть следующие пункты: Frequency/Period (Частота/Период), Amplitude/High level (Амплитуда/Максимальный уровень), Offset/Low Level (Смещение DC/Минимальный уровень), Start Phase (Начальная фаза), Harmonic type (Тип гармоники), Harmonic Order (Порядок гармоники), Sequence Number (Номер гармоники), Harmonic Amplitude (Амплитуда гармоники), Harmonic Phase (Фаза гармоники).

Параметры основной волны, такие как Частота/Период, Амплитуда/Максимальный уровень, Смещение DC/Минимальный уровень, Начальная фаза, задаются так же, как для синусоидального сигнала.

### Выбор типа гармоники

Данный генератор может продуцировать четные и нечетные гармоники, все порядки гармоник и гармоники, заданные пользователем. После выбора меню задания параметров гармоник, нажмите Type, чтобы выбрать тип гармоники.

- Четные гармоники

Нажмите Type и переключите на Even, генератор подаст основную волну и четные гармоники.

- Нечетные гармоники

Нажмите Type и переключите на Odd, генератор подаст основную волну и нечетные гармоники.

- Последовательные гармоники

Нажмите Туре и переключите на Sequential, генератор подаст основную волну и последующие гармоники.

- Пользовательская

Нажмите Туре и переключите на Custom, можете изменить порядки выходных гармоник. Максимальный порядок - 16.

Чтобы отобразить статус 16 порядков гармоник, используется 16-битное бинарное сообщение, где 1 обозначает запуск определённой гармоники, 0 – остановку. Используйте числовую клавиатуру, чтобы изменить значение каждого бита данных.

 **Примечание:** Начальный бит слева обозначает основную волну, в нем фиксировано значение X, которое нельзя менять. Например, при установке 16-битного сообщения X001 0000 0000 0001, генератор выдаст основную волну, гармонику 4 и 16 порядка.

 **Примечание:** Реальные выходные гармоники определяются значением в поле «Harmonic times (Порядок)».

### Задание порядка гармоник (Harmonic Times)

После выбора меню задания параметров гармоник, нажмите Next, чтобы перейти на следующую страницу. Нажмите Harmonic Times - подсветится соответствующий параметр меню. Если этого не произойдет, нажмите программную клавишу Harmonic Times еще раз. Чтобы ввести значение, поверните ручку на передней панели или воспользуйтесь цифровой клавиатурой, доступны значения с 2 до 16.

### Задание номера гармоник

После выбора меню задания параметров гармоник, нажмите Next, чтобы перейти на следующую страницу. Нажмите клавишу Sequence, пункт меню Number подсветится, если этого не произошло - еще раз нажмите Sequence. У выбранного параметра появится мигающий курсор, после чего можно вводить номер (от 2 до 16). Используйте цифровую клавиатуру или поверните ручку на передней панели.

## Задание амплитуды гармоник

После выбора меню ввода параметров, нажмите Next, чтобы перейти на следующую страницу. Нажмите клавишу Harmonic Amplitude, соответствующий пункт меню подсветится. У выбранного параметра появится мигающий курсор, после чего можно вводить номер. Используйте цифровую клавиатуру или поверните ручку на передней панели.

## Задание фазы гармоник

После выбора меню ввода параметров, нажмите Next, чтобы перейти на следующую страницу. Нажмите клавишу Harmonic Phase, соответствующий пункт меню подсветится. У выбранного параметра появится мигающий курсор, после чего можно вводить номер. Используйте цифровую клавиатуру или поверните ручку на передней панели.

На рисунке 14 представлен пользовательский интерфейс гармонических волн.

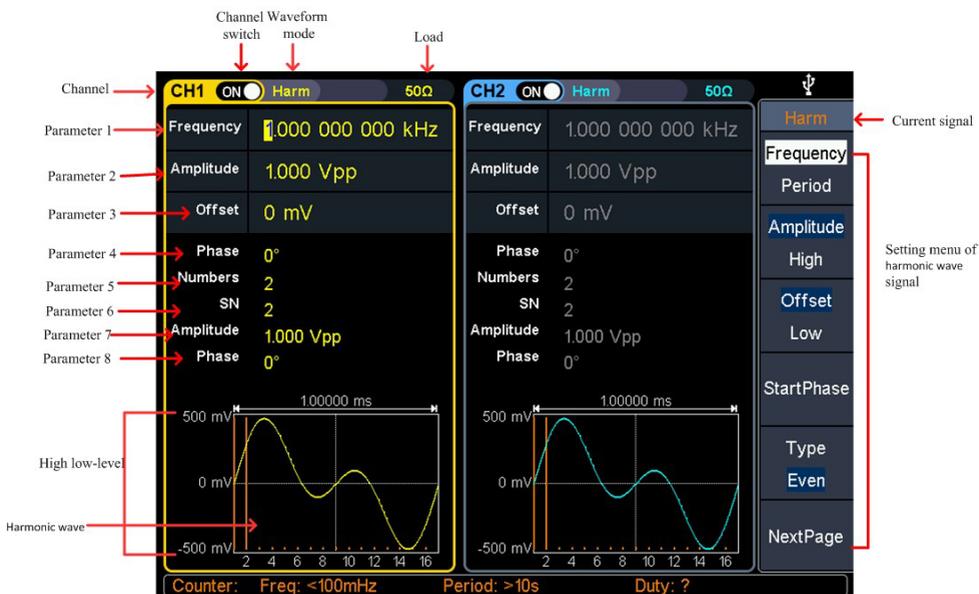


Рисунок 14 - Пользовательский интерфейс гармонических волн

### 3.4. Вывод модулированных сигналов

После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите клавишу F1, чтобы выбрать тип модуляции для вывода модулированного сигнала.

Поддерживаемые типы модуляций: AM (амплитудная модуляция), FM (частотная модуляция), PM (фазовая модуляция), PWM (широотно-импульсная модуляция), ASK (амплитудная манипуляция), PSK (фазовая манипуляция), FSK (частотная манипуляция), 3FSK (3-х частотная манипуляция), 4FSK (4-х частотная манипуляция), BPSK (двухфазная фазовая манипуляция), OSK (колебательная манипуляция).

#### 3.4.1. Амплитудная модуляция (AM)

Форма сигнала выходной модуляции состоит из несущей волны и модулированной волны. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной волной, пилообразной волной или сигналом произвольной формы. При амплитудной модуляции амплитуда носителя изменяется в зависимости от мгновенного напряжения формы сигнала модуляции. Пользовательский интерфейс для амплитудной модуляции показан ниже.

На рисунке 15 представлен пользовательский интерфейс амплитудной модуляции.



Рисунок 15 - Пользовательский интерфейс амплитудной модуляции

## Как задать параметры амплитудной модуляции

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу типа модуляции (Modulation type), используйте ручку для выбора типа модуляции AM, нажмите программную клавишу ОК.
2. Нажмите  , чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Для получения подробной информации, пожалуйста, обратитесь к разделу 3.3.1. «Синусоида». Нажмите  или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите Source (источник), чтобы выбрать источник модуляции. Если выбрано значение External (Внешний), подключите внешний источник сигнала к разъему Ext Mod In на задней панели; после этого настройка завершена. Если выбрано значение Internal (Внутренний), выполните следующие действия.
4. Нажмите Modulation Waveform, чтобы выбрать форму сигнала модуляции. Вы можете выбрать синусоиду, квадрат, пилу, шум или пользовательскую форму сигнала.
5. Нажмите кнопку AM frequency, чтобы установить частоту формы сигнала модуляции. Диапазон амплитудной модуляции составляет от 2 мГц до 100 кГц.
6. Нажмите кнопку Modulation Depth (Глубина модуляции), чтобы установить диапазон вариаций амплитуды выходной формы сигнала модуляции. Глубина модуляции колеблется от 0% до 100%. При 0% модуляции выходная амплитуда составляет половину заданной амплитуды. При 100% модуляции выходная амплитуда равна заданному значению. Для внешних источников глубина AM контролируется уровнем сигнала на разъеме Ext Mod In. +1 В соответствует выбранной в данный момент глубине 100%.

### 3.4.2. Частотная модуляция (FM)

Форма сигнала выходной модуляции состоит из несущей волны и модулированной волны. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной, пилообразной или произвольной волной. При частотной модуляции частота несущей изменяется в зависимости от мгновенного напряжения формы сигнала модуляции. Пользовательский интерфейс для частотной модуляции показан ниже.

На рисунке 16 представлен пользовательский интерфейс частотной модуляции.

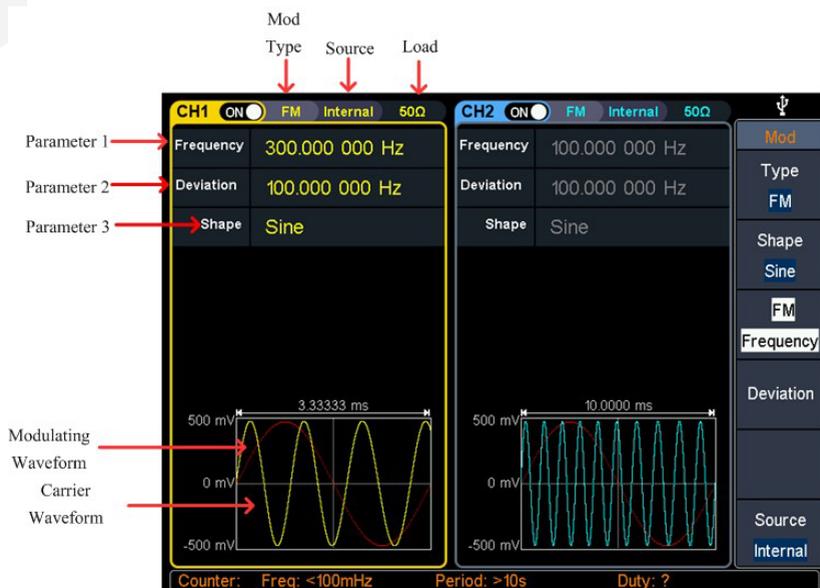


Рисунок 16 - Пользовательский интерфейс частотной модуляции

### Шаги по установке частотной модуляции

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу типа модуляции (Modulation type), ручкой выберите тип модуляции - FM, нажмите программную клавишу OK.
2. Нажмите , чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Для получения подробной информации, пожалуйста, обратитесь к разделу 4.3.1. «Синусоида». Нажмите  или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите Source (источник), чтобы выбрать источник модуляции. Если выбрано значение External (Внешний), подключите внешний источник сигнала к разъему Ext Mod In на задней панели и перейдите к шагу (5).

Если выбрано значение Internal (Внутренний), выполните следующие действия.

4. Нажмите Modulation Waveform, чтобы выбрать форму сигнала модуляции. Вы можете выбрать синусоиду, квадрат, пилу, шум или пользовательскую форму сигнала.
5. Нажмите кнопку Modulation Frequency (Частота модуляции), чтобы установить значение частоты модуляции. Частота модуляции колеблется от 2 МГц до 100 кГц.
6. Нажмите программную клавишу смещения частоты (Frequency Offset), чтобы установить значение смещения частоты. Диапазон смещения частоты:  $2 \text{ МГц} \leq \text{смещение} \leq \text{мин}$  (мин - это меньшее из двух значений: несущая частота или разница между максимальной частотой несущей и несущей частотой.)

### 3.4.3. Фазовая модуляция (PM)

Форма сигнала выходной модуляции состоит из несущей волны и модулированной волны. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной волной, пилообразной волной или произвольной волной. При фазовой модуляции фаза носителя изменяется в зависимости от мгновенного напряжения формы сигнала модуляции. Пользовательский интерфейс фазовой модуляции показан ниже.

На рисунке 17 представлен пользовательский интерфейс фазовой модуляции.

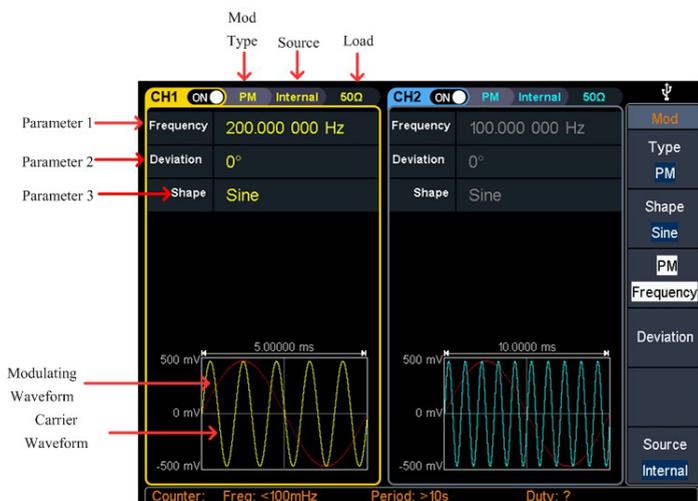


Рисунок 17 - Пользовательский интерфейс фазовой модуляции

## Шаги для установки фазовой модуляции

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу Modulation type (типа модуляции), используйте ручку для выбора типа модуляции и нажмите программную клавишу ОК.
2. Нажмите  , чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Для получения подробной информации, пожалуйста, обратитесь к разделу 4.3.2 «Синусоида». Нажмите  или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите Source (источник), чтобы выбрать источник модуляции. Если выбрано значение External (Внешний), подключите внешний источник сигнала к разъему Ext Mod In на задней панели и перейдите к шагу (5).

Если выбрано значение Internal (Внутренний), выполните следующие действия.

4. Нажмите Modulation Waveform, чтобы выбрать тип формы сигнала модуляции. Вы можете выбрать синусоиду, квадрат, пилу, шум или пользовательскую форму сигнала.
5. Нажмите программную клавишу Phase Modulation Frequency, чтобы установить частоту фазовой модуляции. Диапазон от 2 МГц до 100 кГц.
6. Нажмите клавишу Phase Deviation, чтобы установить отклонение фазы, которое представляет собой смещение фазы, в диапазоне от 0° до 180°.

### 3.4.4. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)

Форма сигнала выходной модуляции состоит из несущей волны и модулированной волны. Функция широтно-импульсной модуляции может быть применена только к модулированному импульсному сигналу, поэтому несущим может быть только импульсный сигнал. При широтно-импульсной модуляции ширина импульса несущей (импульсной волны) изменяется в зависимости от мгновенного напряжения формы сигнала модуляции.

На рисунке 18 представлен пользовательский интерфейс широтно-импульсной модуляции.

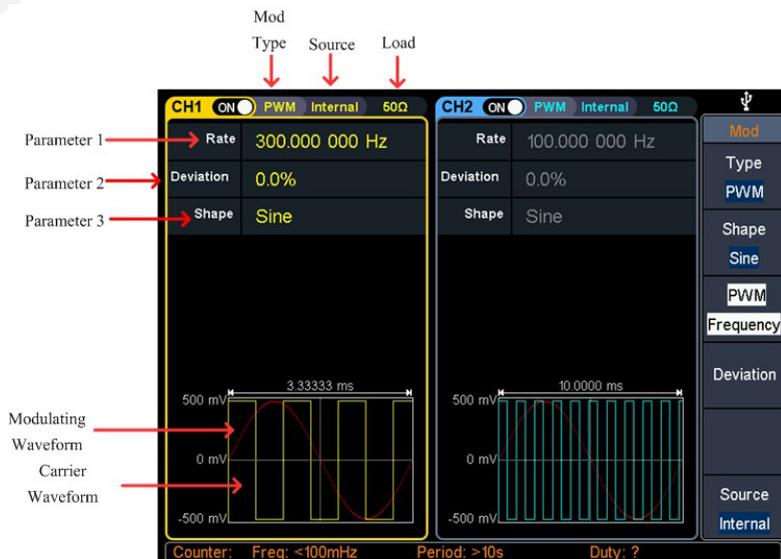


Рисунок 18 - Пользовательский интерфейс широтно-импульсной модуляции

### Шаги для установки широтно-импульсной модуляции

1. Сначала установите импульсный сигнал в качестве несущей, нажмите Mod, чтобы войти в режим модуляции PWM (ШИМ).
2. После нажатия функциональной кнопки Mod нажмите программную клавишу Типа модуляции (Modulation Type), используйте ручку для выбора типа модуляции в качестве PWM и нажмите программную клавишу Enter.
3. Нажмите , чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Для получения подробной информации, пожалуйста, обратитесь к разделу 3.3.4. «Импульсный сигнал». Нажмите  или Mod для возвращения к интерфейсу режима модуляции.
4. Нажмите Source (источник), чтобы выбрать источник модуляции. Если выбрано значение External (Внешний), подключите внешний источник сигнала к разъему Ext Mod In на задней панели и перейдите к шагу (6).

Если выбрано значение Internal (Внутренний), выполните следующие действия.

- Нажмите Modulation Waveform, чтобы выбрать тип формы сигнала модуляции. Вы можете выбрать синусоиду, квадрат, пилу, шум или пользовательскую форму сигнала.
- Нажмите программную клавишу PWM Rate, чтобы установить частоту ШИМ, в диапазоне от 2 МГц до 100 кГц.
- Нажмите программную клавишу Duty Cycle/Deviation, чтобы задать рабочий цикл/отклонение (в зависимости от режима без модуляции меню настройки импульсной волны - это ширина импульса или рабочий цикл). Диапазон значений отклонения/рабочего цикла составляет: от 0 до 99%.

### 3.4.5. Манипулирование амплитудным сдвигом (ASK)

Амплитудная манипуляция - это техника модуляции, при которой амплитуда выходного сигнала смещается между двумя амплитудами: несущей амплитудой и модулирующей амплитудой. Амплитуда несущей волны смещается по отношению к модулирующей амплитуде с указанной скоростью амплитудной манипуляции, а затем возвращается к изначальной амплитуде. Пользовательский интерфейс для амплитудной манипуляции показан ниже.

На рисунке 19 представлен пользовательский интерфейс ASK.

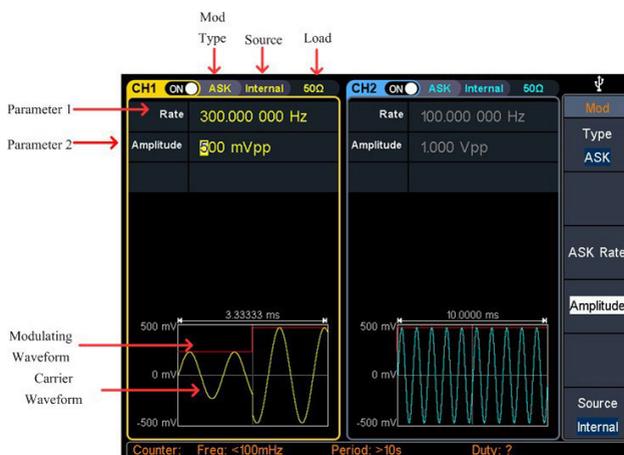


Рисунок 19 - Пользовательский интерфейс ASK

## Задание параметров ASK

1. Нажмите Mod, затем Type, поверните ручку на передней панели для выбора ASK, нажмите OK.
2. Выберите форму волны:  
Несущая волна может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной либо произвольной (кроме DC). Нажмите  ,  ,  или  соответственно, для выбора формы.
3. Задайте параметры несущей волны:  
После нажатия кнопки выбора формы, на экране отобразятся настройки для выбранного режима. Задайте необходимые параметры. Нажмите Mod, чтобы вернуться в режим выбора модуляции.
4. Выберите источник модулирующей волны:  
Нажмите Source, чтобы выбрать Internal (внутренний) или External (внешний) источник модулирующей волны.
  - Если вы выберете Internal (внутренний источник), устанавливается модулирующая волна прямоугольной формы, с рабочим циклом 50%. Нажмите ASK Rate, чтобы установить скорость амплитудной манипуляции - скорость, с которой амплитуда смещается между несущей амплитудой и модулирующей амплитудой. Диапазон: 2 МГц – 1 МГц.
  - При выборе External (внешнего источника), используйте разъем Mod/FSK/Trig на задней панели прибора для подачи внешнего сигнала. Нажмите клавишу Slope (Наклон), чтобы переключаться между Positive (позитивной) и Negative (негативной) полярностью модулирующей волны при контроле выходной амплитуды. Выберите пункт Positive, и генератор подаст максимальную амплитуду несущей волны и модулирующей волны, когда внешний входной сигнал находится на уровне логической единицы, и минимальную амплитуду, когда внешний входной сигнал находится на уровне логического нуля. При выборе негативной полярности логика будет противоположной.
5. Задайте модулирующую амплитуду:  
Нажмите клавишу Amplitude, чтобы задать амплитуду модулирующей волны.

### 3.4.6. Фазовая манипуляция (PSK)

Фазовая манипуляция - техника модуляции, которая заключается в смещении фазы между несущей и модулирующей волной. Фаза несущей волны смещается к фазе модулирующей волны и обратно с заданной скоростью фазовой модуляции. Пользовательский интерфейс для фазовой манипуляции показан ниже.

На рисунке 20 представлен пользовательский интерфейс PSK.

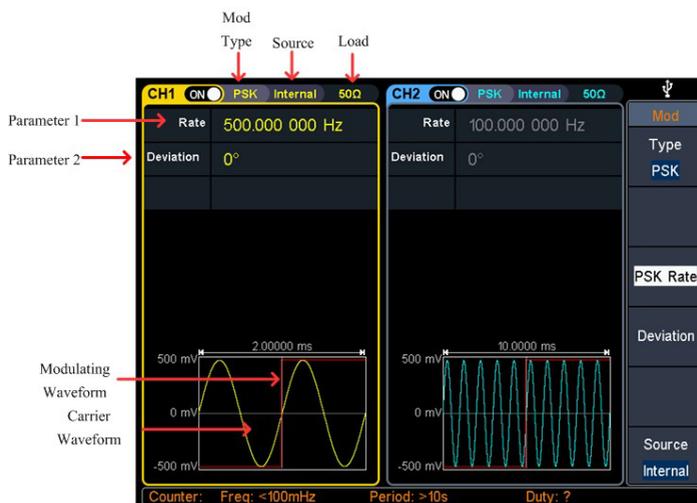


Рисунок 20 - Пользовательский интерфейс PSK

#### Шаги для установки PSK

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу типа модуляции (Modulation type), используйте ручку для выбора, тип модуляции - PSK, нажмите программную клавишу Enter.
2. Нажмите кнопку необходимой формы сигнала на передней панели, чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Нажмите кнопку формы сигнала или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите Source, чтобы выбрать Internal (внутренний) или External (внешний) источник модулирующей волны.

- Если вы выберете Internal (внутренний источник), нажмите клавишу PSK, чтобы установить частоту PSK в диапазоне от 2 МГц до 1 МГц.
  - При выборе External (внешнего источника), используйте разъем Mod/FSK/Trig на задней панели прибора для подачи внешнего сигнала. Нажмите клавишу Slope (Наклон), чтобы переключаться между Positive (позитивной) и Negative (негативной) полярностью. Выберите пункт Positive, и генератор подаст фазу несущей волны, когда внешний входной сигнал находится на уровне логической единицы, и фазу модулирующей волны, когда внешний входной сигнал находится на уровне логического нуля. При выборе негативной полярности логика будет противоположной.
4. Нажмите Phase Deviation, чтобы установить значение девиации фазы. Диапазон составляет от 0° до 360°. Значение по умолчанию равно 0°.

### 3.4.7. Частотная манипуляция (FSK)

Частотная манипуляция - это техника модуляции, при которой выходная частота смещается между двумя предустановленными значениями частоты (несущая частота и частота скачкообразной перестройки). Частота, на которой выход перемещается между двумя частотами, определяется внутренним генератором частот (внутренним источником) или уровнем сигнала (внешним источником) на разьеме Mod/FSK/Trig задней панели. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной, пилообразной или произвольной волной. Пользовательский интерфейс модуляции сдвига частоты показан ниже.

На рисунке 21 представлен пользовательский интерфейс FSK.

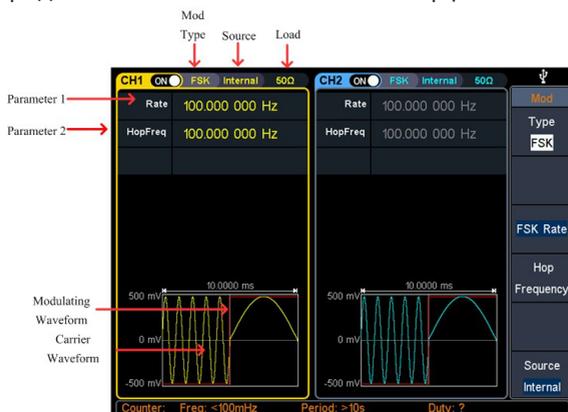


Рисунок 21 - Пользовательский интерфейс FSK

## Шаги для установки модуляции сдвига частоты

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу типа модуляции (Modulation Type), используйте ручку для выбора, тип модуляции FSK, нажмите программную клавишу ОК.
2. Нажмите кнопку необходимой формы сигнала на передней панели, чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Нажмите кнопку формы сигнала или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите Source, чтобы выбрать Internal (внутренний) или External (внешний) источник модулирующей волны.
  - Если вы выберете Internal (внутренний источник), нажмите клавишу FSK, чтобы установить частоту FSK в диапазоне от 2 мГц до 1 МГц.
  - При выборе External (внешнего источника), используйте разъем Mod/FSK/Trig на задней панели прибора для подачи внешнего сигнала. Нажмите клавишу Slope (Наклон), чтобы переключаться между Positive (позитивной) и Negative (негативной) полярностью. Выберите пункт Positive, и генератор подаст частоту несущей волны, когда внешний входной сигнал находится на уровне логической единицы, и скачкообразную частоту, когда внешний входной сигнал находится на уровне логического нуля. При выборе негативной полярности логика будет противоположной.
4. Нажмите программную клавишу Frequency Hopring, чтобы установить значение скачков частоты. Частота несущей волны смещается до частоты скачка со скоростью FSK, а затем возвращается к изначальной частоте.

### 3.4.8. Трехчастотная манипуляция или Шестнадцатеричная частотная манипуляция (3FSK)

Данная манипуляция - это техника модуляции, при которой выходная частота сигнала перемещается между тремя частотами: опорной частотой и двумя частотами скачка. Частота смещения (скорость 3FSK) определяется внутренним уровнем сигнала. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной, пилообразной или произвольной волной. Интерфейс настройки 3FSK приведен ниже.

На рисунке 22 представлен интерфейс настройки 3FSK.

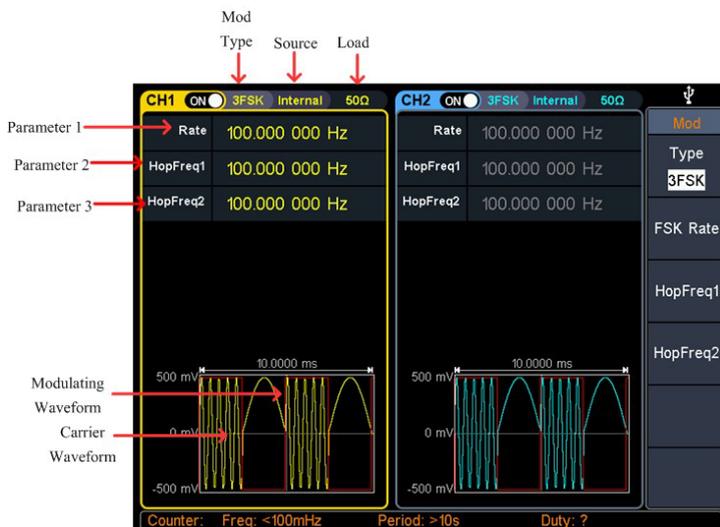


Рисунок 22 - Интерфейс настройки 3FSK

Шаги для установки модуляции сдвига частоты

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу типа модуляции (Modulation Type), используйте ручку для выбора, тип модуляции 3FSK, нажмите клавишу ввода.
2. Нажмите кнопку необходимой формы сигнала на передней панели, чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Нажмите кнопку формы сигнала или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции
3. Нажмите программную клавишу FSK Rate, чтобы установить 3FSK rate, которая может быть установлена от 2 МГц до 1 МГц.
4. Нажмите программные клавиши Frequency Hopping 1 и Frequency Hopping 2, чтобы выбрать настройки частотных скачков.

### 3.4.9. Четырехчастотная манипуляция (4FSK)

Данная манипуляция - это техника модуляции, при которой выходная частота сигнала перемещается между четырьмя предустановленными частотами: опорной частотой и тремя частотами скачков. Частота смещения (скорость 4FSK) определяется внутренним уровнем сигнала в инструменте. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной, пилообразной или произвольной волной. Пользовательский интерфейс модуляции 4FSK показан на рисунке ниже.

На рисунке 23 представлен пользовательский интерфейс 4FSK.

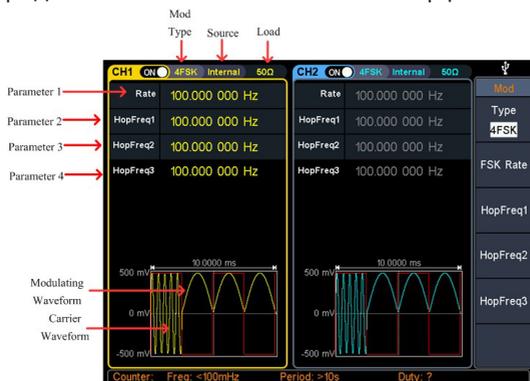


Рисунок 23 - Пользовательский интерфейс 4FSK

Шаги для установки модуляции сдвига частоты

1. После нажатия функциональной клавиши Mod, нажмите программную клавишу типа модуляции (Modulation Type), используйте ручку для выбора типа модуляции 4FSK, нажмите клавишу ввода.
2. Нажмите кнопку необходимой формы сигнала на передней панели, чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Нажмите кнопку формы сигнала или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите FSK Rate, чтобы установить частоту 4FSK в диапазоне от 2 МГц до 1 МГц.
4. Нажмите программные кнопки Frequency Hopping 1, Frequency Hopping 2, Frequency Hopping 3, чтобы выбрать настройки скачков по частоте.

## 3.4.10. Бинарная фазовая манипуляция (BPSK)

Бинарная фазовая манипуляция - это техника модуляции, при которой фаза выходного сигнала перемещается между двумя фазами: несущей и модулирующей. Смещение между фазами происходит с заданной скоростью BPSK от несущей к модулирующей, а затем обратно. Несущая волна может быть синусоидой, квадратной, пилообразной или произвольной волной. Пользовательский интерфейс BPSK показан на рисунке ниже.

На рисунке 24 представлен пользовательский интерфейс с двоичным фазовым сдвигом.



Рисунок 24 - Пользовательский интерфейс с двоичным фазовым сдвигом

## Шаги для установки BPSK

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу Modulation Type типа модуляции, с помощью ручки выберите тип модуляции как BPSK, и нажмите клавишу Enter.
2. Нажмите кнопку необходимой формы сигнала на передней панели, чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Нажмите кнопку формы сигнала или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.
3. Нажмите Code Rate, чтобы задать скорость кода. Диапазон составляет от 2 МГц до 1 МГц.
4. Нажмите Phase Deviation, чтобы выбрать девиацию фазы. Диапазон от 0° до 360°.

5. Нажмите Data Source, чтобы выбрать источник данных, значения: код 01, код 10, код PN15, код PN21.

### 3.4.11. Колебательная манипуляция (OSK)

OSK - это техника модуляции, при которой генератор подает на выход синусоидальный сигнал с перемежающимися колебаниями. Начальная и конечная осцилляция регулируется внутренним уровнем сигнала прибора. Когда внутренний кристаллический осциллятор начинает испускать колебания, генератор подает несущую волну, а когда останавливает колебания - прекращается подача волны на выходе. Носителем может быть только синусоида. Пользовательский интерфейс для OSK показан ниже.

На рисунке 25 представлен осциллирующий пользовательский интерфейс.

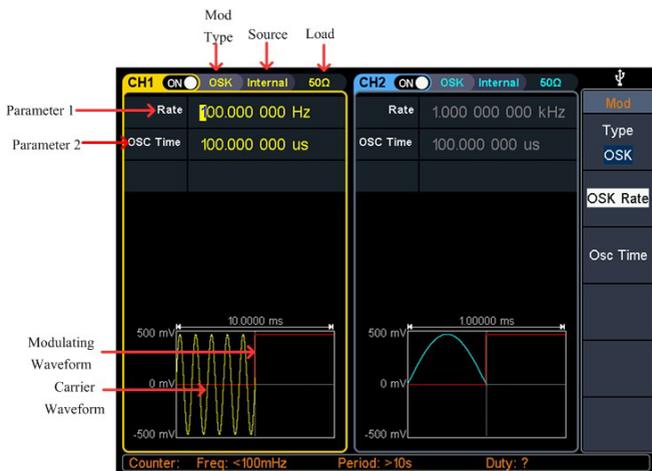


Рисунок 25 - Осциллирующий пользовательский интерфейс

### Шаги для установки OSK

1. После нажатия функциональной клавиши Mod нажмите программную клавишу Modulation Type типа модуляции, с помощью ручки выберите тип модуляции как OSK, и нажмите клавишу Enter.
2. Нажмите , чтобы отобразить форму сигнала и параметры текущей несущей. Вы можете изменить параметры несущей волны. Нажмите  или Mod, чтобы вернуться к интерфейсу режима модуляции.

- Нажмите кнопку key frequency и установите значение параметра. Диапазон составляет от 2 МГц до 1 МГц.
- Нажмите Vibration Time, чтобы выбрать время осцилляции, в диапазоне от 8 нс до 499.75 мс

### 3.5. Вывод качающейся частоты (Sweep)

В режиме качания частоты (развертки) частота выводится от начальной до конечной частоты в соответствии с установленным пользователем временем качания (развертки). Качание может быть выполнено только с использованием синусоиды, квадратной, пилообразной или произвольной волны.

На рисунке 26 представлен пользовательский интерфейс режима качания частоты.

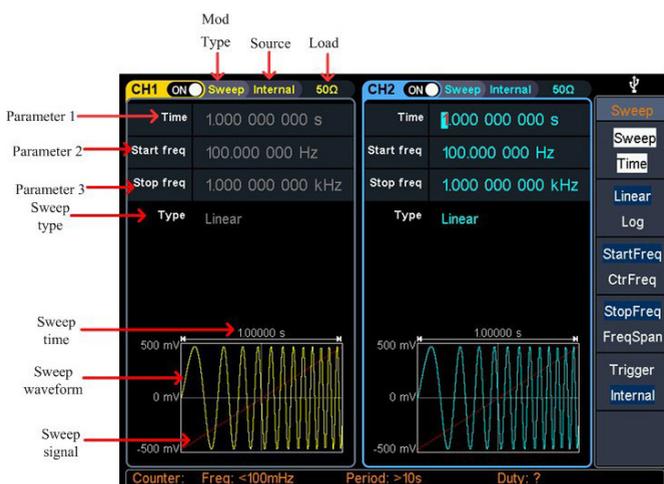


Рисунок 26 - Пользовательский интерфейс режима качания частоты

Действия по настройке режима качания

- В интерфейсе синусоиды, квадратной, пилообразной или произвольной волны нажмите функциональную клавишу Sweep, чтобы войти в режим сканирования.
- Нажмите , , , или  для выбора формы сигнала качания и измените параметры выбранной формы волны.

3. Нажмите Sweep Time, чтобы установить время сканирования, которое представляет собой количество секунд от начальной частоты до частоты остановки. Диапазон составляет от 1 мс до 500 с.
4. Нажмите программную клавишу Sweep/Logarithmic Scan, чтобы переключить тип сканирования (Линейное/Логарифмическое). При выборе линейной развертки выходная частота изменяется линейно во время сканирования; при выборе логарифмической развертки выходная частота изменяется по логарифмическому закону.
5. Нажмите программную клавишу Start Frequency / Center Frequency, чтобы выбрать начальную или центральную частоту и установить соответствующее значение. Нажмите программную клавишу End Frequency/ Frequency Range чтобы выбрать конечную частоту или частотный диапазон и задать соответствующее значение. Значения минимальной и максимальной частоты для разных типов волн приведены в таблице ниже:

Значения минимальной и максимальной частоты для разных типов волн представлены в таблице 16.

Таблица 16 - Значения минимальной и максимальной частоты для разных типов волн

Параметр	Тип волны			
	Синусоида	Квадратная	Пилообразная	Произвольная
Минимальная частота запуска/остановки	1МГц			
Максимальная частота запуска/остановки	250МГц	50МГц	5МГц	15 МГц (встроенные формы) 50 МГц (настраиваемые пользователем волны)

6. Нажмите программную клавишу Trigger Source, чтобы выбрать источник триггера. Для режима качания доступно три типа триггера:
  - Internal (Внутренний) - это внутренний источник сигнала.
  - External (внешний) - это внешний источник от разъема Mod/FSK/Trig на задней панели. При выборе внешнего источника триггера, необходимо указать наклон: положительный или отрицательный. При выборе положительного наклона вывод сигнала запуска будет происходить по восходящему фронту. При выборе отрицательного наклона вывод сигнала запуска будет происходить по ниспадающему фронту.
  - При выборе режима Manual (ручной запуск), каждый раз, когда вы нажимаете кнопку Trigger передней панели, находясь в интерфейсе развертки, запускается качание частоты (сканирование).

### 3.6. Генерация пачки сигналов

Набор импульсов, передаваемых вместе, называется «пакетом (пачкой)». Различные генераторы обозначают этот функционал термином BURST.

Чтобы сгенерировать различные пачки сигналов нажмите функциональную клавишу Burst (Пакет). Пачки могут содержать несколько циклов волн (пакет N-Cycle), или контролироваться внешними стробирующими сигналами (Gated Burst). Можно использовать синусоидальные, квадратные, пилообразные, импульсные или произвольные волновые функции (этот режим недоступен для шумовых волн и гармоник).

#### 3.6.1. Пакет N-циклов

Пакет N-циклов содержит заданное количество циклов волн, каждый из которых инициии-руется триггерным сигналом.

На рисунке 27 представлен пользовательский интерфейс пакета N-циклов.

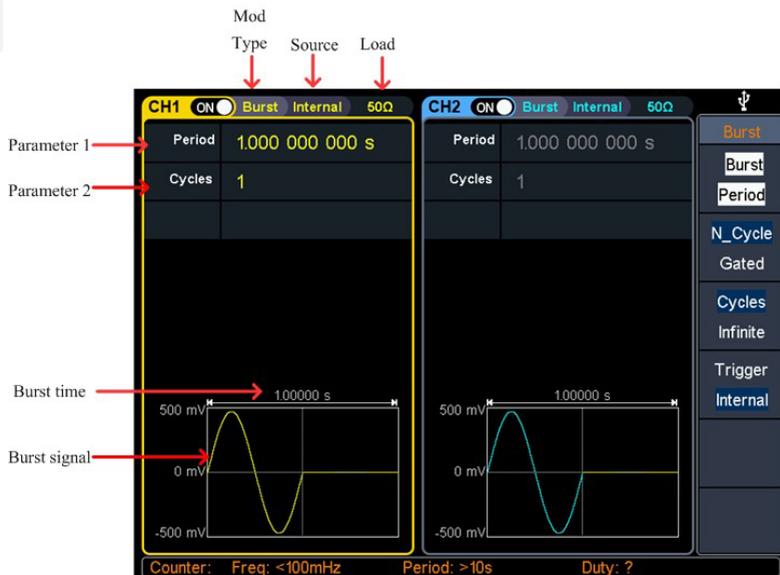


Рисунок 27 - Пользовательский интерфейс пакета N-циклов

1. В интерфейсе синусоиды, прямоугольной волны, пилообразной, импульсной или произвольной волны нажмите функциональную клавишу **Burst** для формирования пакета сигналов.
2. Нажмите , , ,  или  для выбора формы сигнала в пакете и настройте параметры сигнала (см. раздел 3.3 «Настройка формы сигнала»).

**! Примечание:** Перед настройкой параметров формы сигнала необходимо сначала выбрать канал, который вы хотите настроить. Нажмите CH1 или CH2, чтобы выбрать канал, и соответствующая область в пользовательском интерфейсе будет подсвечена.

3. Нажмите программную клавишу **N Cycle/Gate**, чтобы переключиться в режим **N Cycle**.
4. Нажмите программную клавишу **Trigger Period**, чтобы установить период пакета. Можно выбрать значение от 10 нс до 500 с ( $\text{Min} = \text{Cycles} * \text{Period}$ ).

5. Нажмите программную клавишу Cycles/Infinite, чтобы задать число циклов, которое представляет собой число циклов формы сигнала, выводимых для каждого импульсного потока N-цикла. Диапазон составляет от 1 до 50 000 циклов. Если выбран параметр Infinite, форма сигнала выводится непрерывно до тех пор, пока не будет получено триггерное событие.

 **Примечание:** В режиме Burst верхний предел несущей частоты составляет половину максимальной частоты исходной несущей.

 **Предупреждение:**

1. При необходимости период пакетного режима увеличится, чтобы вместить указанное количество циклов.
2. Для бесконечного числа циклов требуется внешний или ручной источник триггера.

6. Нажмите программную клавишу Source, чтобы выбрать источник. Для режима пачек доступно три типа триггера:

- Internal (Внутренний) - это внутренний источник сигнала.
- External (внешний) - это внешний источник от разъема Mod/FSK/Trig на задней панели. При выборе внешнего источника триггера, необходимо указать наклон: положительный или отрицательный. При выборе положительного наклона вывод сигнала запуска будет происходить по восходящему фронту. При выборе отрицательного наклона вывод сигнала запуска будет происходить по ниспадающему фронту.
- При выборе режима Manual (ручной запуск), каждый раз, когда вы нажимаете кнопку Trigger передней панели, находясь в интерфейсе N cycle burst, запускается генерация пачек.

### 3.6.2. Установка стробированного пакета

В режиме стробированного пакета используются сигналы из внешних источников, чтобы контролировать пакетные импульсы.

На рисунке 28 представлен пользовательский интерфейс стробированного пакета.

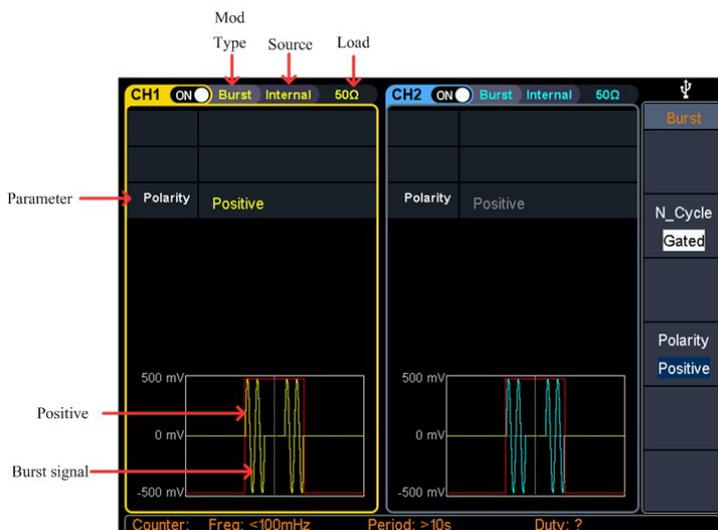


Рисунок 28 - Пользовательский интерфейс стробированного пакета

1. В интерфейсе синусоиды, прямоугольной волны, пилообразной, импульсной или произвольной волны нажмите функциональную клавишу Burst для формирования пакета сигналов.
2. Нажмите , , ,  или  для выбора формы сигнала в пакете и настройте параметры сигнала (см. раздел 3.3 «Настройка формы сигнала»).

**! Примечание:** Перед настройкой параметров формы сигнала необходимо сначала выбрать канал, который вы хотите настроить. Нажмите CH1 или CH2, чтобы выбрать канал, и соответствующая область в пользовательском интерфейсе будет подсвечена.

3. Нажмите программную клавишу N Cycle/Gate, чтобы переключиться на режим стробирования (Gate).
4. Нажмите программную клавишу Polarity, чтобы выбрать полярность строба «Positive (Положительная)» или «Negative (Отрицательная)». Значение по умолчанию - положительное.

Полярность строба доступна только в режиме стробированного пакета. Прибор выдает пачку сигналов, когда сигнал затвора на разъеме Mod/FSK/Trig на задней панели имеет значение «Высокий» или «Низкий».

### 3.7. Частотомер

Частотомер измеряет сигналы в диапазоне частот от 100 мГц до 200 МГц. Для приема входного сигнала частотомера используется разъем 10MHz In/Out/Counter на задней панели. Частотомер включен по умолчанию, если только разъем не настроен на вход или выход внешних тактовых импульсов.

1. Нажмите функциональную клавишу Counter передней панели, чтобы войти в интерфейс частотомера.
2. Подключите тестируемый сигнал к разъему 10MHz In/Out/Counter на задней панели.
3. Нажмите программную клавишу Coupling, чтобы установить режим связи по входу: связь по переменному току (AC) или по постоянному току (DC).
4. Нажмите программную клавишу Sensitivity (Чувствительность), чтобы переключить уровни чувствительности: low, medium или high (низкий, средний или высокий).

Для сигналов малой амплитуды выбирается средняя или высокая чувствительность.

Для низкочастотных сигналов с большой амплитудой или сигналов с пологими фронтами выбирается низкая чувствительность, что дает более точные результаты измерений.

5. Нажмите программную клавишу HF Suppression (подавление ВЧ), чтобы включить или выключить подавление высокочастотных компонентов сигнала.

При измерении низкочастотных сигналов с частотой менее 1 кГц включите высокочастотное подавление для фильтрации высокочастотных шумовых помех; отключайте высокочастотное подавление при измерении высокочастотных сигналов с частотами более 1 кГц.

6. Нажмите программную клавишу «Trigger Level (Уровень триггера)». Поверните ручку, чтобы изменить текущее значение положения курсора, нажмите клавиши со стрелками, чтобы переместить курсор влево или вправо; или используйте цифровую клавиатуру, чтобы ввести значение, а затем выберите нужную единицу измерения в меню справа. Уровень триггера может быть задан в пределах от -2,5 В до 2,5 В.

После завершения настройки частотомер будет измерять тестируемый сигнал с текущими настройками. Если показания нестабильны, повторяйте приведенную выше настройку до тех пор, пока показания не станут стабильными.

В интерфейсе частотомера будут показаны: частота, период, рабочий цикл, положительная ширина импульса и отрицательная ширина импульса.

### 3.8. Настройка вспомогательных функций

Нажмите функциональную клавишу Utility, чтобы войти в меню параметров системы. Пользователь может задать параметры отображения генератора сигналов, настройки CH1/2, настройки интерфейса и системные параметры. Нажмите еще раз, чтобы выйти из меню параметров системы.

#### 3.8.1. Настройка дисплея

##### 3.8.1.1. Регулировка яркости

1. Нажмите программную клавишу Utility (Утилиты), выберите Display Settings (Параметры дисплея) и нажмите программную клавишу Backlight, чтобы выбрать настройку подсветки дисплея.
2. Поверните ручку, чтобы изменить текущее значение положения курсора, нажмите клавиши со стрелкой, чтобы переместить курсор влево или вправо или используйте цифровую клавиатуру, чтобы ввести процент яркости. Диапазон яркости составляет от 0% до 100%.

##### 3.8.1.2. Заставка

Если во время заданного времени заставки прибор не используется, экран переходит в режим защиты (гаснет). Нажмите любую клавишу, чтобы отобразить интерфейс операции.

1. Нажмите программную клавишу Utility, выберите Display Settings (Параметры дисплея) и нажмите программную клавишу Screen Saver, чтобы выбрать режим экранной заставки ON/OFF (Вкл/Выкл.)
2. После включения заставки установите время. Поверните ручку, чтобы изменить текущее значение положения курсора, нажмите клавиши со стрелкой   , чтобы переместить курсор влево или вправо или используйте цифровую клавиатуру для ввода времени в минутах, диапазон времени заставки составляет от 1 до 999 минут.

### 3.8.1.3. Разделитель

Пользователь может установить разделитель групп цифр, отображаемых данных экрана.

1. Нажмите программную клавишу Utility. Нажмите программную клавишу Display Settings и нажмите Delimiter.
2. Нажмите Separator чтобы переключаться между запятыми, пробелами и отсутствием разделителей.

Comma (Запятая)	Separator: 1.000,000,0
Space (Пробел)	Separator: 1.000 000 0
None (Нет)	Separator: 1.0000000

### 3.8.1.4. Дата

1. Нажмите программную клавишу Utility, выберите Display Settings и нажмите Date, чтобы выбрать Дату.
2. Поверните ручку, чтобы изменить текущее значение положения курсора, нажмите клавишу со стрелкой   для перемещения курсора влево или вправо.

## 3.8.2. Настройка связи

1. Нажмите функциональную клавишу утилиты (Utility), выберите настройку интерфейса (interface setting) и нажмите программную клавишу USB-устройство. Задайте тип протокола связи интерфейса USB-устройства на задней панели:
  - PC(ПК): Это внутренний протокол связи. Выберите этот параметр при подключении к программному обеспечению компьютера через интерфейс USB-устройства.
  - USBTMC: выберите этот параметр, когда вам нужно использовать стандарт протокола связи USBTMC.
2. Нажмите кнопку Network Settings (Настройки сети), чтобы перейти в меню следующего уровня: IP-адрес, шлюз, маска подсети, порт. Физический адрес, отображаемый в интерфейсе, не может быть изменен. После установки параметров сети, вам нужно подождать, пока устройство перезагрузится.
  - Нажмите IP Address, чтобы ввести значение с помощью цифровой клавиатуры или поворотом ручки. IP-адрес имеет формат nnn.nnn.nnn.nnn. Первый nnn изменяется от 1 до 223 (кроме 127), а остальные три nnn изменяются от 0 до 255. Рекомендуется уточнить у администратора сети доступный IP-адрес.
  - Нажмите Gateway и выберите Шлюз. Используйте цифровую клавиатуру и ручки для ввода нужного адреса шлюза. Формат шлюза по умолчанию - nnn.nnn.nnn.nnn. Первый nnn меняется от 1 до 223 (кроме 127), а остальные три nnn в диапазоне от 0 до 255. Рекомендуется уточнить у администратора сети доступный IP-адрес.
  - Нажмите программную клавишу Subnet Mask, чтобы выбрать маску подсети. Используйте цифровую клавиатуру и клавиши ручки для ввода требуемого адреса маски подсети. Формат шлюза по умолчанию - nnn.nnn.nnn.nnn. Где nnn устанавливается в диапазоне от 0 до 255. Рекомендуется уточнить у администратора сети доступный IP-адрес.
  - Нажмите Port, чтобы выбрать порт. Используйте цифровую клавиатуру и ручки для ввода требуемого значения порта, которое находится в диапазоне от 0001 до 4000.

## 3.8.3. Настройка системы

### 3.8.3.1. Выберите язык

Нажмите функциональную клавишу Utility, далее System Settings чтобы выбрать системные настройки, и нажмите программную клавишу Language (язык), чтобы переключить язык.

### 3.8.3.2. Звуковой сигнал

Нажмите функциональную клавишу Utility, далее System Settings чтобы выбрать системные настройки, и нажмите программную клавишу Beep (звукового сигнала), чтобы выбрать режим звукового сигнала "On" или "Off".

### 3.8.3.3. Источник тактовой частоты

Предусмотрен внутренний источник тактовой частоты, также принимается внешний источник тактовой частоты от входа [10MHz In/Out/Counter] на задней панели.



**Предупреждение:** Амплитуда входного сигнала, подаваемого с внешнего источника тактовой частоты на разъем [10MHz In/Out/Counter] должна превышать 1 В.

Нажмите программную клавишу Utility, выберите System Settings, нажмите Clock Source чтобы выбрать источник тактовых импульсов, а затем нажмите программную клавишу Internal/External для переключения.



**Предупреждение:** По умолчанию используется внутренний источник тактовой частоты. Когда требуется внешний источник тактовых импульсов, эта функция переключается на внешний источник. При этом источник тактовых импульсов принудительно устанавливается на внешний. Когда включен выход тактовой частоты, источник тактовой частоты должен быть переключен на внутренний, при этом функция частотомера отключается.

### 3.8.3.4. Тактовый выход

Нажмите функциональную кнопку Utility, выберите System Settings, нажмите программную клавишу Clock Output, нажмите кнопку меню «Clock Output», а затем нажмите программную клавишу On/Off, чтобы включить/выключить выход тактовой частоты.

### 3.8.4. Сохранение/вызов настроек инструмента

Настройки прибора могут быть сохранены в виде файлов во внутренней памяти или на внешнем USB-накопителе. Во внутренней памяти прибора можно сохранить до 16 настроек прибора. Чтобы сохранить дополнительные настройки, используйте запоминающее устройство USB. Файл настроек, сохраненный на USB-накопителе, использует расширение CFG. Сохраненные настройки могут быть вызваны из файлов внутренней памяти или USB-накопителя.

Этапы работы:

1. Нажмите функциональную клавишу Preset на передней панели, чтобы войти в меню настроек, и нажмите программную клавишу «Save/Read Settings (Сохранить/Прочитать настройки)», чтобы войти в интерфейс выбора памяти.
  - Если вы хотите сохранить настройки во встроенной памяти, выберите INTER и нажмите программную клавишу Enter. Поверните ручку, чтобы выбрать файл установки, и нажмите программную клавишу Save (Сохранить). (Размер файла отображается в правой части установочного файла. Если отображается 0B, это означает, что файл пуст.)

 **Примечание:** Нажмите программную клавишу Security и нажмите программную клавишу OK, чтобы очистить все настройки во внутренней памяти.

- Если вы хотите сохранить настройки на USB-накопитель, вам необходимо подключить запоминающее устройство USB к порту на передней панели. Поверните ручку, чтобы выбрать USBDEVICE. Инструмент отобразит каталоги папок и файлов в USB-накопителе. Вы можете повернуть ручку, чтобы выбрать папку или файл. Нажмите Enter, чтобы войти в выбранную папку. Чтобы вернуться в родительский каталог, нажмите клавишу Back.

2. После выбора пути к хранилищу нажмите программную клавишу Save as (Сохранить как), и на экране появится клавиатура ввода. Поверните ручку, чтобы выбрать символ. Нажмите программную клавишу uppercase/lowercase, чтобы переключить регистр символов клавиатуры. Нажмите программную клавишу Select, чтобы ввести текущий символ. Нажмите программную клавишу Delete, чтобы удалить последний введенный символ. Нажмите программную клавишу Finish, чтобы завершить редактирование. Текущие настройки инструмента будут сохранены в текущем пути в формате файла cfg.
3. Чтобы вызвать настройки, выберите нужный файл и нажмите программную клавишу Call up.

### 3.8.4.1. Сброс настроек к заводским

Нажмите функциональную клавишу Preset, затем программную клавишу Reset и далее нажмите клавишу Enter (ВВОД), чтобы установить заводские настройки.

Список настроек по умолчанию представлен в таблице 17.

Таблица 17 - Список настроек по умолчанию

Имя	Описание
Конфигурация вывода	
Выход сигнала канала CH1	OFF
Выход сигнала канала CH1	OFF
Функция	Sine
Частота	1 кГц
Амплитуда/смещение	1 Впп / 0 В постоянного тока
Конфигурация формы сигнала	
Частота	1.000 кГц
Период	1.000 мс
Амплитуда	1.000 Впп
Смещение	0.000 В
Высокий уровень	500 мВ

Низкий уровень	-500 мВ
Начальная фаза	0 градусов
Симметрия	50 %
Длительность импульса	500.000 мкс
Рабочий цикл	50.00 %
Время нарастания	1.953125 мкс
Время спада	1.953125 мкс
Встроенная волна	X <sup>2</sup>
Тип гармонической волны	Четная гармоника
Порядок гармонических волн	2
Число	2
Амплитуда гармонической волны	1.000 Впп
Фаза гармонической волны	0 град
Форма сигнала модуляции	
Тип модуляции	AM
Модулированная форма сигнала	Sine
Частота Амплитудной модуляции	100.000 Гц
Глубина модуляции	100 %
Источник	Внутренний
Частота частотной модуляции	100.000 Гц
Смещение частоты	100.000 Гц
Частота фазовой модуляции	100.000 Гц
Девияция фазы	0 град
Скорость ШИМ	100.000 Гц
Девияция рабочего цикла	0.0 %
Скорость ASK	100.000 Гц
Амплитуда ASK	1.000 Впп
Скорость PSK	100.000 Гц
Девияция фазы PSK	0 град
Скорость FSK	100.000 Гц
Скачкообразная перестройка частоты	100.000 Гц
Скачкообразная перестройка частоты 1	100.000 Гц

Скачкообразная перестройка частоты 2	100.000 Гц
Скачкообразная перестройка частоты 3	100.000 Гц
Скорость кода	100.000 Гц
Девиация фазы BPSK	180 градусов
Источник данных	Код PN15
Частота ключа	100.000 Гц
Время осцилляции	100.000 мкс
Качание частоты	
Время качания	1.000 с
Метод качания	Линейная развертка
Начальная частота	100.000 Гц
Конечная частота	1.000 кГц
Центральная частота	550.000 Гц
Диапазон частот	900.000 Гц
Источник триггера	Внутренний
Наклон	Положительный
Пакет	
Интервал триггера	1.000 с
Режим пакета	Цикл N
Количество циклов	1
Источник триггера	Внутренний
Наклон	Положительный
Полярность	Положительная
Частотомер	
Связь по входу	АС
Чувствительность	Низкая
Высокочастотное подавление	ON
Уровень триггера	0.000 В
Редактирование	

Количество точек формы сигнала	1000
Интерполяция	OFF
Шаблон	Пустой
Сохранение/вызов настроек прибора	
Сброс настроек	Заводские настройки
Настройка включения питания	Настройка последнего времени
Пользовательские настройки	Setup0
Другие настройки	
Подсветка	100%
Заставка экрана	включена
Время заставки	30 минут
Разделитель	пробел
Синхронизация CH1	Отключена
Синхронизация CH2	Отключена
Нагрузка CH1	50 Ом
Нагрузка CH2	50 Ом
USB-устройство	USBTMC
IP-адрес	192.168.1.99
Шлюз	192.168.1.1
Маска подсети	255.255.255.000
Порт	3000
Язык	В зависимости от партии и страны поставки
Зуммер	включен
Источник тактовых импульсов	внутренний
Синхронизация каналов	
Фиксация частоты	Off
Фиксация амплитуды	Off

### **3.9. Использование встроенной справки**

1. Чтобы получить справку по любым кнопкам передней панели или программным клавишам меню, сначала нажмите программную клавишу Help передней панели, а затем нажмите кнопку, по которой вам нужна помощь.
2. Нажмите программную клавишу Help еще раз, чтобы выйти из интерфейса справки.

## 4. Связь с ПК

Прибор поддерживает связь с компьютером через порт USB или порт LAN. Используя программное обеспечение Waveform Editor, установленное на компьютере, можно управлять выходом генератора сигналов.

Перед подключением генератора сигналов к ПК установите программное обеспечение с диска, входящего в комплект поставки прибора.

Выберите один из следующих вариантов подключения:

### 4.1. Использование USB-порта

1. Установите тип протокола USB-устройства генератора сигналов: нажмите Utility → I/O Setup → USBDEV, переключитесь на ПК.
2. Подключение: подключите генератор сигналов через порт USB Device на задней панели к USB-порту компьютера с помощью USB-кабеля.
3. Установите драйвер: запустите программное обеспечение Waveform Editor на компьютере, нажмите клавишу F1, чтобы просмотреть встроенную справочную документацию. Следуйте инструкциям по установке драйвера. Путь к драйверу - это папка USBDRV в каталоге, где находится коммуникационное программное обеспечение редактора осциллограмм, например «C:\Program Files (x86)\DS\_Wave\Waveform Editor\USBDRV».
4. Настройка порта связи хост-компьютера: Откройте программное обеспечение Waveform Editor, нажмите «Связь» в строке меню, выберите «Порты-Настройки», в диалоговом окне настроек выберите порт связи «USB». После успешного подключения строка состояния подключения в правом нижнем углу программного интерфейса становится зеленой.

## 4.2. Использование порта LAN

### 4.2.1. Прямое подключение

1. Подключение. Подключите один конец сетевого кабеля к разъему LAN на задней панели генератора сигналов; другой конец подключите к разъему LAN компьютера.
2. Задайте параметры сети компьютера. Поскольку генератор сигналов не поддерживает автоматическое получение IP-адреса, вам нужно указать IP самостоятельно.
3. Задайте параметры сети главного компьютера. Запустите редактор осциллограмм на компьютере. В меню «Communications (Связь)» в разделе «Порты-Настройки», выберите порт связи «LAN», IP-адрес устанавливается таким же, как и первые три поля сетевого IP компьютера на шаге (2), а последнее поле имеет другой IP-адрес. Порт может быть установлен на любое значение от 0 до 4000. Однако, поскольку порты ниже 2000 часто заняты, рекомендуется установить его на 2000 или выше.

На рисунке 29 представлена настройка сетевых параметров хост-компьютера.

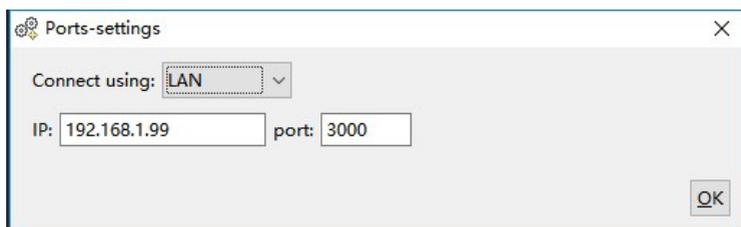


Рисунок 29 - Настройка сетевых параметров хост-компьютера

4. Задайте параметры сети генератора сигналов. В генераторе сигналов нажмите Utility → I/O Setup → Network setting, чтобы войти в подменю. Установите IP-адрес и порт; они должны быть такими же как на шаге (3). Соединение выполнено успешно, если после завершения работы и перезагрузки, данные могут быть получены нормально в программном обеспечении на ПК.

## 4.2.2. Подключение через маршрутизатор

1. Подключение. Подключите один конец сетевого кабеля к разъему LAN на задней панели генератора сигналов; другой конец подключите к разъему LAN компьютера. Компьютер также должен быть подключен к маршрутизатору.
2. Задайте параметры сети компьютера. Поскольку генератор сигналов не поддерживает автоматическое получение IP-адреса, вам нужно указать IP самостоятельно. Параметры шлюза и маски подсети по умолчанию должны совпадать с параметрами маршрутизатора.
3. Задайте параметры сети главного компьютера. Запустите программное обеспечение Waveform Editor на компьютере. В меню «Communications (Связь)» в разделе «Порты-Настройки», выберите порт связи «LAN», IP-адрес устанавливается таким же, как и первые три поля сетевого IP компьютера на шаге (2), а последнее поле имеет другой IP-адрес. Порт может быть установлен на любое значение от 0 до 4000. Однако, поскольку порты ниже 2000 часто заняты, рекомендуется установить его на 2000 или выше.

На рисунке 30 представлена настройка сетевых параметров хост-компьютера.

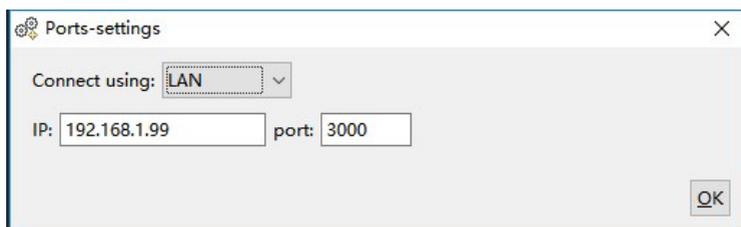


Рисунок 30 - Настройка сетевых параметров хост-компьютера

4. Задайте параметры сети генератора сигналов. В генераторе сигналов нажмите Utility → I/O Setup → Network setting, чтобы войти в подменю. Установите IP-адрес и порт; они должны быть такими же как на шаге (3). Соединение выполнено успешно, если после завершения работы и перезагрузки, данные могут быть получены нормально в программном обеспечении на ПК.

Инструкции по работе с программой Waveform Editor можно вызвать с помощью клавиши F1 непосредственно в программном обеспечении.

## 5. Устранение неполадок

1. Если прибор не включается и при нажатии на кнопку питания экран не отображается, выполните следующие действия:
  - Проверьте, подключен ли прибор к сети питания.
  - Убедитесь, что селектор напряжения питания находится в правильном положении.
  - Убедитесь, что предохранитель на разъеме питания соответствует заданному типу и номиналу и цел (может быть открыт плоской отверткой).
  - После завершения вышеуказанных проверок перезапустите прибор.
  - Если прибор не включился, обратитесь в авторизованный сервисный центр или к своему поставщику.
2. Измеренное значение амплитуды выходного сигнала не совпадает с отображаемым значением:

Убедитесь, что фактическое значение нагрузки сигнала соответствует значению нагрузки, установленному в системе. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, обратитесь к разделу 3.2.4. «Установка нагрузки».

Если вы столкнулись с другими проблемами, попробуйте сбросить настройки или перезагрузите прибор. Если неисправность не устранена, обратитесь в сервисный центр.

## 6. Техническое обслуживание

### Общий уход

Не храните и не оставляйте прибор в местах, где жидкокристаллический дисплей может подвергаться воздействию прямых солнечных лучей в течение длительного времени.



**Внимание:** Во избежание повреждения прибора не подвергайте его воздействию аэрозолей, жидкостей или растворителей.

### Очистка

Проверяйте прибор так часто, как того требуют условия эксплуатации. Чтобы очистить прибор снаружи, выполните следующие действия:

1. Сотрите пыль с поверхности инструмента мягкой тканью. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать прозрачный защитный экран ЖК-дисплея при очистке.
2. Перед очисткой инструмента отключите питание. Протрите прибор влажной, но не оставляющей каплю мягкой тканью. Для очистки рекомендуется использовать чистую воду или мягкодействующее моющее средство. Во избежание поврежде-ния прибора не используйте агрессивные чистящие средства.



**Предупреждение:** Во избежание поражения электрическим током или короткого замыкания, вызванного влагой, перед повторным включением прибора убедитесь, что он полностью высушен.

## **6.1. Техническая поддержка**

Для получения технической поддержки отправляйте свои вопросы по адресу: [info@novapribor.ru](mailto:info@novapribor.ru)

## **6.2. Сведения о содержании драгметаллов**

Сведений о содержании драгоценных металлов нет.

## **6.3. Утилизация**

Особых условий утилизации не требует.

## 7. Хранение и транспортировка

Хранение генераторов сигналов может быть кратковременным (гарантийным) и длительным.

Как при кратковременном, так и при длительном хранении генератор сигналов необходимо размещать в рабочем положении на стеллаже в упаковке на уровне не выше 1,5 м от пола и не ближе 2 м от дверей, вентиляционных отверстий и отопительных устройств.

Генераторы сигналов требуют бережного обращения и ухода в процессе эксплуатации, хранения и транспортировки.

- Прибор должен храниться в упаковке изготовителя при температуре -20 – 60°C и относительной влажности не более 90%.
- Должна быть обеспечена защита от попадания пыли, влаги и паров веществ, вызывающих коррозию.
- При транспортировке воздушным транспортом прибор должен быть размещен в отапливаемом герметичном отсеке.

### 7.1. Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие выпускаемого генератора сигналов всем требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных эксплуатационной документацией.

Гарантийный срок – 1 год.

## 8. Приложение

### 8.1. Методика поверки



## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов произвольной формы VERDO GW1000 (далее – генераторы), изготавливаемые в модификациях GW1401, GW1402, GW1403, GW1404, GW1405, GW1501, GW1502, GW1503, GW1504, GW1505 компанией “Fujian Lilliput Optoelectronics Technology Co., Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), указанные в описании типа поверяемых средств измерений.

1.3 При поверке генераторов обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным эталонам:

– ГЭТ 1–2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022г. № 2360;

– ГЭТ 13–2023 в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

– ГЭТ 89–2008 в соответствии с приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц».

1.4 Операции поверки выполняются методами прямых измерений величин.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.4, 8.5
Проверка программного обеспечения	да	да	8.5
Определение метрологических характеристик	да	да	9
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	9
Определение погрешности установки частоты выходного сигнала	да	да	9.1
Определение погрешности установки синусоидального напряжения на частоте 1 кГц	да	да	9.2
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	да	да	9.3
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)	да	да	9.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение длительности фронта и спада импульсов сигнала прямоугольной формы	да	да	9.5
Определение коэффициента гармоник	да	да	9.6

2.2 Периодическая поверка по запросу пользователя может выполняться для отдельных каналов генератора.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395–80 и с учетом условий применения генератора, а также средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении от +18 до +28 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно–правовыми актами в области аккредитации. Специалист, выполняющий поверку, должен быть аттестован по группе электробезопасности не ниже 4 (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»).

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
раздел 3 Контроль условий проведения поверки	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °С в диапазоне от 0 до +50 °С; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 3$ % в диапазоне от 40 до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа в диапазоне от 86 до 106 кПа.	Термогигрометр ИВА–6Н–Д; рег. № 46434–11
п.9.1 Определение погрешности установки частоты выходного сигнала	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, приказ Росстандарта от 26.09.2022 г № 2360. Относительная погрешность воспроизведения частоты 10 МГц в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-11}$ .	Стандарт частоты рублиновый FS725; рег. № 31222–06

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	Количество разрядов индикации частоты 10 МГц не менее 8; вход внешней синхронизации 10 МГц.	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000; рег. № 51532–12
п.9.2 Определение погрешности установки синусоидального напряжения на частоте 1 кГц п.9.3 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, приказ Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520. Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения, приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706. Измерение постоянного напряжения: – верхний предел 100 мВ, предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot D_U)$ ; – верхний предел 1 В, предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 7 \cdot 10^{-6} \cdot D_U)$ ; – верхний предел 10 В, предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot U + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D_U)$ ; где U – значение измеряемого напряжения; $D_U$ – верхний предел диапазона. Измерение переменного напряжения на частоте 1 кГц: – предел допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot U + 3 \cdot 10^{-4} \cdot D_U)$ ; где U – значение измеряемого напряжения; $D_U$ – верхний предел диапазона.	Мультиметр цифровой Keithley 2000; рег. № 75241–19
п.9.4 Определение неравномерности амплитудно–частотной характеристики (АЧХ)	Относительная погрешность измерения уровня мощности на частотах от 1 кГц до 250 МГц в пределах $\pm 3,1\%$	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T; рег. № 69958–17
п.9.5 Определение длительности фронта и спада импульсов сигнала прямоугольной формы	Минимальный коэффициент развертки – 1 нс/дел. Пределы относительной погрешности измерения временных интервалов не более $\pm 0,002\%$ .	Осциллограф цифровой Tektronix TDS3064B; рег. № 28770–05
п. 9.6 Определение коэффициента гармоник	Абсолютная погрешность измерения коэффициента гармоник $K_g$ сигнала в диапазоне частот от 200 Гц до 19,9 кГц на шкале 0,1 % не более $\pm 0,025\%$	Измеритель нелинейных искажений автоматический С6–11; рег. № 9081–83

5.2 Возможно применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019–80.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководствах по эксплуатации генераторов и средств поверки.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 При проведении внешнего осмотра генератора проверяются:

- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- исправность органов управления, четкость фиксации их положений;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции.

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого генератора, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед началом выполнения дальнейших операций поверки следует изучить руководство по эксплуатации генератора, а также руководства по эксплуатации средств поверки.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Перед началом выполнения дальнейших операций используемые средства поверки и поверяемый генератор должны быть подключены к сети 230 В, 50 Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева генератора 30 минут.

8.4 При опробовании генератор проверяется на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверить управление, изменяя настройки в различных режимах, включение и отключение генерации сигнала, установку параметров при различных формах сигналов.

8.5 Проверка программного обеспечения.

Проверка программного обеспечения производится нажатием кнопки **Utility**. В окне должны отобразиться идентификационные данные генератора и установленного программного обеспечения (GW Firmware).

Идентификационный номер версии программного обеспечения, должен быть:

- не ниже V5.1.0 для модификаций GW1401 – GW1405;
- не ниже V3.1.1 для модификаций GW1501 – GW1505.

8.6 При наличии несоответствий генератор поверке не подлежит, он должен быть направлен заявителю поверки для проведения ремонта.

## **9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Определение метрологических характеристик генератора выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 9.1 ÷ 9.6.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки.

Допускается фиксировать результаты измерений качественно без указания действительных измеренных значений, если заявителем поверки не предъявлен запрос по их представлению в протоколе поверки.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате генератор следует направить заявителю поверки (пользователю) для проведения регулировки и/или ремонта.

## 9.1 Определение погрешности установки частоты выходного сигнала

9.1.1 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Для этого необходимо нажать клавишу **Preset**. Выбрать вариант установки **Reset Set: Factory**, нажать **Reset** и далее **OK**.

9.1.2 Соединить кабелем BNC(m-m) вход синхронизации “**Ext Ref Freq Input**” частотомера с выходом “**10 MHz**” стандарта частоты FS725.

9.1.3 Соединить кабелем BNC(m-m) выход “**Out1**” генератора с входом частотомера Tektronix FCA3000.

9.1.4 Выбрать канал клавишей **CH1**. Установить на канале сигнал синусоидальной формы клавишей  (**Sine**), частоту (**Frequency**) 10 МГц и амплитуду выходного сигнала (**Amplitude**) 1 В (значение от пика до пика, **Vpp**). Включить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала.

9.1.5 Выполнить отсчет на частотомере, записать его в столбец 2 таблицы 9.1.

9.1.6 Выключить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала. Отсоединить кабели от оборудования.

Таблица 9.1 – Погрешность установки частоты выходного сигнала

Установленное значение частоты, МГц	Измеренное значение частоты Физм, МГц	Нижний предел допускаемых значений $F_{мин}$ , МГц	Верхний предел допускаемых значений $F_{макс}$ , МГц
1	2	3	4
10, 000 000			

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренное значение частоты должно находиться в пределах допускаемых значений  $F_{мин}$  и  $F_{макс}$ , указанных в столбцах 3 и 4 таблицы 9.1.

Пределы допускаемых значений частоты рассчитать на основе формулы абсолютной погрешности частоты  $\Delta_F$  по приведенным в описании типа метрологическим характеристикам генератора, следующим образом:

$$F = 10 \text{ МГц};$$

$$F_{мин} = (F - \Delta_F);$$

$$F_{макс} = (F + \Delta_F);$$

$$\Delta_F = (2 \cdot 10^{-6} + Y \cdot 1 \cdot 10^{-6}) \cdot F - \text{для модификаций GW1401 – GW1405};$$

$$\Delta_F = (1 \cdot 10^{-6} + Y \cdot 1 \cdot 10^{-6}) \cdot F - \text{для модификаций GW1501 – GW1505};$$

где  $Y$  – значение, округлённое в большую сторону целое количество лет после выпуска генератора из производства или последней заводской подстройки частоты опорного генератора.

## 9.2 Определение погрешности установки синусоидального напряжения на частоте 1 кГц

9.2.1 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Для этого необходимо нажать клавишу **Preset**. Выбрать вариант установки **Reset Set: Factory**, нажать **Reset** и далее **OK**.

9.2.2 Установить на мультиметре режим **ACV**.

9.2.3 Используя адаптер BNC(f) – banana(m) и проходную нагрузку BNC 50 Ом, соединить кабелем BNC(m–m) разъем “**Out1**” генератора с гнездами “**HI**”, “**LO**” мультиметра, соблюдая полярность.

9.2.4 Установить выходное сопротивление канала генератора 50 Ом. Для этого необходимо нажать клавишу **Utility**, выбрать **CH1/2 Set** и установить **CH1Load: 50 ohm**.

9.2.5 Выбрать канал клавишей **CH1**. Установить на канале сигнал синусоидальной формы клавишей  (**Sine**), частоту (**Frequency**) 1 кГц и напряжение смещения (**Offset**) 0 В. Включить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала.

9.2.6 Устанавливать значения амплитуды выходного сигнала генератора, как указано в столбце 1 таблицы 9.2. Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 9.2.

9.2.7 Выключить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала. Отсоединить кабель от оборудования.

9.2.8 Выполнить аналогичные действия по пунктам 9.2.3 – 9.2.7 для канала **CH2**.

Таблица 9.2 – Погрешность установки синусоидального напряжения на частоте 1 кГц

Установленное значение амплитуды, скз <sup>1)</sup>	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения, скз <sup>1)</sup>		Верхний предел допускаемых значений
		Канал CH1	Канал CH2	
1	2	3	4	5
20,0 мВ	19,446 мВ			20,554 мВ
0,3 В	0,29664 В			0,30336 В
0,7 В	0,69264 В			0,70736 В
1,5 В	1,48464 В			1,51536 В
2,5 В	2,4746 В			2,5254 В
3,5 В	3,4646 В			3,5354 В

Примечание:  
1) скз – среднеквадратичное значение амплитуды выходного сигнала генератора (**Vrms**)

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения переменного напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 5 таблицы 9.2.

Пределы допускаемых значений соответствуют указанным в описании типа средства измерений и в документации изготовителя.

### 9.3 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

9.3.1 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Для этого необходимо нажать клавишу **Preset**. Выбрать вариант установки **Reset Set: Factory**, нажать **Reset** и далее **OK**.

9.3.2 Установить на мультиметре режим **DCV**.

9.3.3 Используя адаптер BNC(f) – banana(m) и проходную нагрузку BNC 50 Ом, соединить кабелем BNC(m–m) разъем “**Out1**” генератора с гнездами “**HI**”, “**LO**” мультиметра, соблюдая полярность.

9.3.4 Установить выходное сопротивление канала генератора 50 Ом. Для этого необходимо нажать клавишу **Utility**, выбрать **CH1/2 Set** и установить **CH1Load: 50 ohm**.

9.3.5 Выбрать канал клавишей **CH1**. Установить на канале частоту (**Frequency**) 1 кГц и амплитуду выходного сигнала (**Amplitude**) 1 мВ (значение от пика до пика). Включить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала.

9.3.6 Устанавливать на приборе значения напряжения смещения (**Offset**), как указано в столбце 1 таблицы 9.3. Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 9.3.

9.3.7 Выключить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала. Отсоединить кабель от оборудования.

9.3.8 Выполнить аналогичные действия по пунктам 9.3.3 – 9.3.7 для канала **CH2**.

Таблица 9.3 – Погрешность установки постоянного напряжения смещения

Установленное значение напряжения смещения, В	Нижний предел допускаемых значений, В	Измеренное значение напряжения смещения, В		Верхний предел допускаемых значений, В
		Канал CH1	Канал CH2	
1	2	3	4	5
+4,999	+4,9480			+5,0500
0,0000	-0,0010			+0,0010
-4,999	-5,0500			-4,9480

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения напряжения смещения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 2 и 5 таблицы 9.3.

Пределы допускаемых значений соответствуют указанному в описании типа средства измерений и в документации изготовителя.

#### 9.4 Определение неравномерности АЧХ

9.4.1 Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности СВЧ с количеством усреднений 16, выполнить установку нуля.

9.4.2 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Для этого необходимо нажать клавишу **Preset**. Выбрать вариант установки **Reset Set: Factory**, нажать **Reset** и далее **OK**.

9.4.3 Используя адаптер SMA(f) – BNC(m), присоединить на разъем “**Out1**” генератора измерительный преобразователь ваттметра СВЧ.

9.4.4 Установить выходное сопротивление канала генератора 50 Ом. Для этого необходимо нажать клавишу **Utility**, выбрать **CH1/2 Set** и установить **CH1Load: 50 ohm**.

9.4.5 Выбрать канал клавишей **CH1**. Установить на канале сигнал синусоидальной формы клавишей  (**Sine**), амплитуду выходного сигнала (**Amplitude**) 1 В (значение от пика до пика), напряжение смещения (**Offset**) 0 В. Установить первое значение частоты из таблицы 9.4 на генераторе и ваттметре СВЧ. Включить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала.

9.4.6 Ввести на ваттметре СВЧ функцию относительных измерений. При этом должно индифицироваться значение 0,00 дБ.

9.4.7 Устанавливать на генераторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 9.4 до верхнего значения частоты генератора, зависящего от его модификации. Вводить соответствующие значения частоты на ваттметре СВЧ. Записывать отсчеты ваттметра СВЧ в столбец 2 таблицы.

9.4.8 Отключить на ваттметре функцию относительных измерений. Выключить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала. Отсоединить ваттметр СВЧ от генератора.

Таблица 9.4.1 – Неравномерность АЧХ для модификаций GW1401 – GW1405

Установленное значение частоты, МГц	Измеренное значение неравномерности АЧХ, дБ		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, дБ
	Канал CH1	Канал CH2	
1	2	3	4
0,1	Rel	Rel	–
0,001			±0,25
1,00			±0,25
10,00			±0,25
30,00			±0,30
60,00			±0,30
80,00			±0,50
100,00			±0,50

Таблица 9.4.2 – Неравномерность АЧХ для модификаций GW1501 – GW1505

Установленное значение частоты, МГц	Измеренное значение неравномерности АЧХ, дБ		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, дБ
	Канал CH1	Канал CH2	
1	2	3	4
0,1	Rel	Rel	–
0,001			±0,30
1,00			±0,30
10,00			±0,30
30,00			±0,30
60,00			±0,30
80,00			±0,50
100,00			±0,50
160,00			±1,00
200,00			±1,50
250,00			±1,50

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения неравномерности АЧХ должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 9.4.1 (9.4.2).

Пределы допускаемых значений соответствуют указанным в описании типа средства измерений и в документации изготовителя.

## 9.5 Определение длительности фронта и спада импульсов сигнала прямоугольной формы

9.5.1 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Для этого необходимо нажать клавишу **Preset**. Выбрать вариант установки **Reset Set: Factory**, нажать **Reset** и далее **OK**.

9.5.2 Соединить кабелем BNC(m-m) разъем “**Out1**” генератора с входом осциллографа “**CH1**”.

9.5.3 Установить выходное сопротивление канала генератора 50 Ом. Для этого необходимо нажать клавишу **Utility**, выбрать **CH1/2 Set** и установить **CH1Load: 50 ohm**.

9.5.4 Выбрать канал генератора клавишей **CH1**. Установить на канале сигнал прямоугольной формы клавишей  (**Square**), частоту (**Frequency**) 10 МГц амплитуду выходного сигнала (**Amplitude**) 1 В (значение от пика до пика), напряжение смещения (**Offset**) 0 В. Включить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала.

9.5.5 Установить на осциллографе входное сопротивление 50 Ом, настроить измерения длительности фронта и спада импульсов **Rise/Fall Time (Reference levels: 10/90%)**.

9.5.6 Сделать на осциллографе установки коэффициентов отклонения и развертки таким образом, чтобы амплитуда сигнала составляла несколько делений вертикальной шкалы, а наблюдаемый фронт (спад) импульса имел длительность несколько делений горизонтальной шкалы. Для переключения между фронтом и спадом импульса использовать функцию **Trigger: Slope (Positive/Negative)**.

9.5.7 Зафиксировать измеренные значения длительности фронта и спада импульсов (**Rise Time, Fall Time**), вычислить и записать в столбцы 1 и 2 таблицы 9.5 действительные значения длительности фронта (спада) импульсов по формуле:

$$\tau_{\text{ген}} = \sqrt{\tau_{\text{изм}}^2 - \tau_{\text{осц}}^2},$$

где  $\tau_{\text{изм}}$  – значение длительности фронта (спада), измеренное осциллографом, нс;

$\tau_{\text{осц}}$  – собственное время нарастания переходной характеристики осциллографа, нс.

9.5.8 Выключить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала. Отсоединить кабель от оборудования.

9.5.9 Выполнить аналогичные действия по пунктам 9.5.2 – 9.5.8 для канала **CH2**.

Таблица 9.5. Длительность фронта и спада прямоугольных импульсов

Измеренные значения, нс				Верхний предел допустимых значений, нс
фронт		спад		
Канал CH1	Канал CH2	Канал CH1	Канал CH2	
1	2	3	4	5
для модификаций GW1401 – GW1405				8,0
для модификаций GW1501 – GW1505				5,0

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения длительности фронта (спада) импульсов не должны превышать верхний предел допустимых значений, указанный в столбце 5 таблицы 9.5. Верхний предел допустимых значений соответствует указанному в описании типа средства измерений и в документации изготовителя.

## 9.6 Определение коэффициента гармоник

9.6.1 Подготовить к работе измеритель нелинейных искажений в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.6.2 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Для этого необходимо нажать клавишу **Preset**. Выбрать вариант установки **Reset Set: Factory**, нажать **Reset** и далее **OK**.

9.6.3 Соединить кабелем BNC(m–m) разъем “**Out1**” генератора с входом измерителя нелинейных искажений.

9.6.4 Установить на измерителе нелинейных искажений предел измерения гармоник 0,1 %.

9.6.5 Установить высокоомное выходное сопротивление канала генератора. Для этого необходимо нажать клавишу **Utility**, выбрать **CH1/2 Set** и установить **CH1Load: High Z**.

9.6.6 Выбрать канал клавишей **CH1**. Установить на канале сигнал синусоидальной формы клавишей  (**Sine**), амплитуду выходного сигнала (**Amplitude**) 1 В (значение от пика до пика), напряжение смещения (**Offset**) 0 В. Включить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала.

9.6.7 Устанавливать на генераторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 9.6. Записывать отсчеты измерителя нелинейных искажений в столбце 2 таблицы.

9.6.8 Выключить генерацию сигнала клавишей **On/Off** канала. Отсоединить кабель от оборудования.

9.6.9 Выполнить аналогичные действия по пунктам 9.6.3 – 9.6.8 для канала **СН2**.

Таблица 9.6. Коэффициент гармоник

Установленное значение частоты, кГц	Измеренное значение коэффициента гармоник, %		Верхний предел допускаемых значений, %
	Канал СН1	Канал СН2	
1	2	3	4
0,20			0,08
19,90			

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения коэффициента гармоник не должны превышать верхний предел допускаемых значений, указанный в столбце 4 таблицы 9.6.

Верхний предел допускаемых значений соответствует указанному в описании типа средства измерений и в документации изготовителя.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращенном объеме (пункт настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах, для которых была выполнена поверка.

10.2 При положительных результатах поверки по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке на бумажном носителе.

10.3 При положительных результатах поверки на поверяемое средство измерений пользователь наносит знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

10.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

10.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверяемого средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.