



Генератор сигналов произвольной формы/функций  
серии AFG31000  
Руководство по эксплуатации



077-148-601



Генератор сигналов произвольной формы/функций  
серии AFG31000

Руководство по эксплуатации

[ru.tek.com](http://ru.tek.com)

  
077-148-601

Авторские права © Tektronix. Все права защищены. Лицензированные программные продукты являются собственностью компании Tektronix, её филиалов или её поставщиков и защищены национальным законодательством по авторскому праву и международными соглашениями.

Приборы Tektronix защищены патентами США и других стран, выданными и находящимися на рассмотрении. Информация в этой публикации заменяет все опубликованные ранее материалы. Права на изменение спецификаций и цен сохранены.

ТЕКТРОНИК и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

**Как связаться с компанией Tektronix, Inc.**

Tektronix, Inc.  
14150 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA (США)

Сведения о приборах, продажах, услугах и технической поддержке:

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.
- В других странах мира – см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-сайте [www.tek.com](http://www.tek.com) ([www.tek.com](http://www.tek.com)).

## Гарантия

Компания Tektronix гарантирует, что в течение трёх (3) лет со дня первичного приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в приборе будут обнаружены дефекты, компания Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправный прибор без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит этот прибор на исправный. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. Компоненты, модули и сменные части, используемые компанией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новыми, так и восстановленными с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все заменённые части, модули и приборы становятся собственностью компании Tektronix.

Для получения услуг по гарантийному обслуживанию потребителю следует уведомить компанию Tektronix об обнаружении дефекта до истечения гарантийного срока и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и доставка неисправного оборудования в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производятся владельцем оборудования. Компания Tektronix оплачивает обратную доставку исправного оборудования заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного оборудования по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем оборудования, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Настоящая гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение прибора вызваны неправильной эксплуатацией, ненадлежащим хранением или обслуживанием прибора. Компания Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме представителей Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию прибора; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием прибора или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием компонентов и материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать прибор, подвергшийся модификации или интегрированный в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания прибора.

ЭТА ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ НА ДАННЫЙ ПРИБОР НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЁ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ НИКАКИХ ИНЫХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В ОТНОШЕНИИ ТОВАРНОГО СОСТОЯНИЯ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ПРИБОРА ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ.

В СООТВЕТСТВИИ С НАСТОЯЩИМИ ГАРАНТИЙНЫМИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМИ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОМПАНИИ ТЕКТРОНИХ ПЕРЕД ЗАКАЗЧИКАМИ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ЕДИНСТВЕННО И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ. КОМПАНИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЁ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДСТВОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ ТЕКТРОНИХ ИЛИ ПОСТАВЩИК БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕННЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W16 – 15AUG04]



---

# Оглавление

<b>Список рисунков .....</b>	<b>9</b>
<b>Важная информация по технике безопасности .....</b>	<b>15</b>
Общие правила техники безопасности .....	15
Пожарная безопасность и предотвращение травм .....	16
Предостережения в данном руководстве .....	18
Правила техники безопасности при обслуживании .....	18
Символы и условные обозначения на приборе .....	18
<b>Информация о соответствии .....</b>	<b>21</b>
Соответствие требованиям по ЭМС .....	21
Заявление о соответствии стандартам ЕС – электромагнитная совместимость .....	21
Декларация о соответствии стандартам Австралии и Новой Зеландии по ЭМС .....	22
Соответствие нормам безопасности .....	22
Заявление о соответствии стандартам ЕС – низковольтное оборудование .....	22
Тип оборудования .....	22
Класс безопасности .....	22
Описание степеней загрязнения .....	23
Максимальная степень загрязнения .....	23
Степень защиты IP .....	23
Описание категорий измерения и перенапряжения .....	23
Категория перенапряжения сети .....	23
Воздействие прибора на окружающую среду .....	24
Утилизация прибора по окончании срока службы .....	24
<b>Предисловие .....</b>	<b>25</b>
Введение .....	25
Основные функции и преимущества .....	25
Основные технические характеристики .....	26
Общие характеристики моделей .....	26
Принадлежности .....	27
Стандартные принадлежности .....	27
Дополнительные принадлежности .....	27
Контактная информация .....	27
Расширенная гарантия .....	28
<b>Начало работы .....</b>	<b>29</b>
Перед установкой прибора .....	29
Требования к условиям эксплуатации .....	29
Проверка и защита разъёмов .....	30
Плавающее заземление .....	31

Защита тестируемого устройства .....	32
Эквивалентные выходные схемы .....	33
Защита от перегрева .....	33
Чистка прибора .....	34
<b>Интерфейс прибора .....</b>	<b>34</b>
Вид передней панели .....	34
Кнопки быстрого доступа (передняя панель) .....	35
Настройки по умолчанию .....	37
Изменение настроек сигнала .....	38
Выбор формы сигнала .....	39
Функции базового режима .....	42
Вид задней панели .....	43
Интерфейс USB .....	44
Выбор канала .....	44
Включение и выключение выходов .....	44
Интерфейсы для удалённой связи .....	44
<b>Общее представление о работе прибора .....</b>	<b>47</b>
Включение прибора .....	47
Интерфейс сенсорного экрана .....	48
Экран базового режима по умолчанию .....	49
Экран расширенного режима по умолчанию .....	50
Настройки ArbBuilder .....	51
<b>Функции генератора серии AFG31000 .....</b>	<b>53</b>
Базовый режим .....	53
Выдвигаемые панели сенсорного экрана .....	53
Создание импульсного сигнала .....	55
Открыть/сохранить сигнал произвольной формы .....	57
Создание сигналов шума или напряжения постоянного тока .....	58
Создание пакета сигналов .....	58
Сви́пирование сигнала .....	61
Модуляция сигнала .....	63
Выходной сигнал запуска .....	69
Выравнивание фаз двух каналов .....	70
Настройка импеданса нагрузки .....	72
Изменение полярности сигнала .....	73
Добавление шумов .....	75
Добавление внешнего сигнала .....	77
Создание дифференциального сигнала .....	78
Внешний тактовый опорный сигнал .....	79
Синхронизация нескольких приборов .....	80
USB-накопитель .....	84
Сохранение/Восстановление настроек прибора .....	85
Сохранение снимка экрана .....	85
Учебные пособия .....	85
Учебное пособие: Выбор формы сигнала и изменение настроек .....	86
Учебное пособие: Создание синусоидального сигнала .....	87
Краткое описание InstaView .....	88
Учебное пособие: Порядок использования InstaView .....	88
Изменение настроек .....	97
Расширенный режим .....	99
Режимы вывода сигналов в расширенном режиме .....	100
Список последовательностей в расширенном режиме .....	101
Список сигналов в расширенном режиме .....	102

Панель настроек в расширенном режиме .....	103
Таблица последовательности .....	105
Режим генерирования последовательности .....	106
Миниатюры в расширенном режиме.....	109
Учебное пособие: Расширенный режим .....	109
Учебное пособие по расширенному режиму генерирования сигналов, соединения .....	110
Учебное пособие по расширенному режиму генерирования сигналов, порядок действий .....	110
<b>Меню Сервис .....</b>	<b>119</b>
Настройки меню Система .....	121
Функции диагностики и калибровки.....	126
Интерфейс ввода-вывода.....	129
Настройки Меню защиты .....	130
Настройки меню Микропрограмма.....	131
Лицензия .....	133
<b>Справка .....</b>	<b>133</b>
<b>ArbBuilder .....</b>	<b>134</b>
Создание сигнала произвольной формы .....	135
Создание сигнала стандартной формы.....	135
Создание сигнала по уравнениям.....	136
Открыть сигнал в ArbBuilder .....	145
Построить сигнал в ArbBuilder.....	146
Редактирование сигнала в ArbBuilder .....	147
Отправка сигнала на канал K1/K2 .....	152
Изменение сигнала произвольной формы .....	152
<b>Общие сведения о ПО ArbExpress .....</b>	<b>153</b>
Общие сведения о ПО ArbExpress .....	153
Программное обеспечение ArbExpress .....	154
Основные операции .....	156
<b>Примеры применения .....</b>	<b>161</b>
Примеры применения .....	161
Фигуры Лиссажу.....	161
Измерение характеристик фильтра.....	164
Управление скоростью двигателя при помощи широтно-импульсной модуляции .....	166
Исчезающая несущая (частотная модуляция) .....	168
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>1</b>



---

## Список рисунков

Рисунок 1: передняя панель двухканального генератора серии AFG31000.....	29
Рисунок 2: Вход и выходы на передней панели генератора серии AFG31000 ...	30
Рисунок 3: Плавающее заземление генератора серии AFG31000 .....	31
Рисунок 4: Верхний и нижний предел напряжения .....	32
Рисунок 5: Выходные схемы генераторов AFG .....	33
Рисунок 6: Вид передней панели генератора серии AFG31000 .....	34
Рисунок 7: Активизирована опция Амплитуда .....	36
Рисунок 8: Активизирована опция Высок. (предел) .....	36
Рисунок 9: Сообщение при нажатии кнопки По умолч. ....	37
Рисунок 10: Сенсорный экран .....	40
Рисунок 11: Выбор непрерывного режима работы .....	40
Рисунок 12: Выбор синусоидального сигнала .....	41
Рисунок 13: Выбор сигнала произвольной формы.....	41
Рисунок 14: Выбор сигнала Sin(x)/x .....	42
Рисунок 15: Разъёмы задней панели генератора серии AFG31000.....	43
Рисунок 16: разъёмы USB типа A и B.....	44
Рисунок 17: Выбор прибора на вкладке Talker Listener в ПО TekVISA .....	45
Рисунок 18: двухканальный генератор серии AFG31000, вид спереди .....	47
Рисунок 19: Главная экранная страница сенсорного экрана .....	48
Рисунок 20: Опции интерфейса ввода-вывода .....	48
Рисунок 21: Главный экран одноканального AFG .....	49
Рисунок 22: Главный экран расширенного режима двухканального генератора .....	50
Рисунок 23: Экран последовательности сигналов одноканального генератора .....	50
Рисунок 24: Главный экран ArbBuilder .....	51
Рисунок 25: Выдвигаемая нижняя панель .....	53
Рисунок 26: Таблицы в выдвигаемой нижней панели.....	54
Рисунок 27: Выдвигаемая верхняя панель .....	54
Рисунок 28: Длительность периода импульса .....	55
Рисунок 29: Выдвигаемая нижняя панель .....	57
Рисунок 30: Вкладка ArbBuilder .....	57
Рисунок 31: Пакет импульсов.....	59
Рисунок 32: Стробированный пакетный сигнал.....	60
Рисунок 33: Настройки сигнала в режиме свипирования .....	61

Рисунок 34: Свипированный сигнал на экране осциллографа .....	62
Рисунок 35: Сигнал с амплитудной модуляцией на экране осциллографа .....	63
Рисунок 36: Уравнения для модулированных сигналов .....	64
Рисунок 37: Тип модуляции .....	65
Рисунок 38: Выберите кнопку Импульсн .....	66
Рисунок 39: Выбор режима Модуляция .....	66
Рисунок 40: Настройки источника ШИМ .....	67
Рисунок 41: Настройка девиации .....	67
Рисунок 42: Настройки формы модуляции .....	68
Рисунок 43: Настройка частоты K1 на 5 МГц .....	70
Рисунок 44: Выравнивание фаз K1 и K2 .....	71
Рисунок 45: Копирование данных канала 1 в канал 2 .....	73
Рисунок 46: Изменение полярности сигнала на канале 2 по сравнению с K1 .....	74
Figure 47: Инвертированный синусоидальный сигнал .....	74
Рисунок 48: Сигнал без шума .....	75
Рисунок 49: Сигнал после добавления шума .....	76
Рисунок 50: Внешний сигнал перед добавлением шума .....	77
Рисунок 51: Внешний сигнал после добавления шума .....	78
Рисунок 52: Выдвигаемая нижняя панель .....	78
Рисунок 53: Вкладка K2 и кнопка K1 Дополнение .....	79
Рисунок 54: Вкладка Синх. неск. 1 .....	80
Рисунок 55: Вкладка Синх. неск. 2 .....	81
Рисунок 56: Вкладка Синх. неск. 3 .....	81
Рисунок 57: Вкладка Синх. неск. 4 .....	82
Рисунок 58: Вкладка Синх. неск. 5 .....	82
Рисунок 59: Сигнал ведущего прибора .....	83
Рисунок 60: Сигналы ведущего и ведомого прибора до синхронизации .....	83
Рисунок 61: Сигналы ведущего и ведомого прибора после синхронизации .....	84
Рисунок 62: Оборудования для изучения InstaView .....	89
Рисунок 63: Настройка и подключение генератора AFG31000 с InstaView .....	90
Рисунок 64: Сигнал при импедансе осциллографа 1 МОм .....	90
Рисунок 65: Схема соединения с генератором AFG31000 через Т-коннектор BNC .....	92
Рисунок 66: Комплексная нагрузка .....	92
Рисунок 67: Настройка InstaView на генераторе AFG31000 .....	93
Рисунок 68: Выбор канала 1 .....	93
Рисунок 69: Соединение кабелем BNC для сигнала запуска – InstaView .....	94

Рисунок 70: Диалоговое окно для определения задержки.....	94
Рисунок 71: Смахивание окна предварительного просмотра.....	95
Рисунок 72: Сигнал на входе К1 осциллографа с нагрузкой 1 МОм – InstaView.....	95
Рисунок 73: Комплексная нагрузка, вид исходного сигнала (нагрузка L, C и R) с использованием InstaView.....	96
Рисунок 74: Вид сигнала при комплексной нагрузке.....	96
Рисунок 75: Частота 5 МГц – InstaView.....	97
Рисунок 76: Частота 5 МГц – осциллограф.....	97
Рисунок 77: Амплитуда 2 Вразмах – InstaView.....	98
Рисунок 78: Амплитуда 2 Вразмах – осциллограф.....	98
Рисунок 79: Экран расширенного режима по умолчанию.....	99
Рисунок 80: Экран последовательности сигналов одноканального генератора.....	101
Рисунок 81: Список сигналов.....	102
Рисунок 82: Панель настроек.....	103
Рисунок 83: Масштаб и смещение сигнала на канале.....	103
Рисунок 84: Тактирование.....	104
Рисунок 85: Таблица настроек в расширенном режиме.....	104
Рисунок 86: Таблица настроек в расширенном режиме.....	105
Рисунок 87: Непрерывный режим.....	107
Рисунок 88: Режим с запуском.....	107
Рисунок 89: Режим со стробированием.....	108
Рисунок 90: Миниатюра.....	108
Рисунок 91: Миниатюра.....	109
Рисунок 92: Настройка оборудования.....	110
Рисунок 93: Значок Расширенный на экране домашней страницы.....	110
Рисунок 94: Пустой Список сигналов.....	111
Рисунок 95: Кнопка Предопределён.....	111
Рисунок 96: Выбор сигнала из Списка сигналов.....	112
Рисунок 97: Перетягивание сигналов.....	112
Рисунок 98: Поле Переход, изменение адреса на 1.....	113
Рисунок 99: Внесение изменений.....	113
Рисунок 100: Настройка повторения.....	114
Рисунок 101: Смахивание слева направо для установки метки.....	114
Рисунок 102: Индикаторы, указывающие на то, что включены каналы и генерируется последовательность.....	115

Рисунок 103: Настройки осциллографа .....	115
Рисунок 104: Настройка масштаба для последовательности.....	116
Рисунок 105: Вкладка Тактирование .....	116
Рисунок 106: Вид сигнала с изменёнными настройками на осциллографе .....	117
Рисунок 107: Wait Event (Событие ожидания) – последовательность .....	117
Рисунок 108: Ручной запуск.....	118
Рисунок 109: Кнопка ручного запуска .....	118
Рисунок 110: Сигналы, генерируемые при однократном запуске .....	119
Рисунок 111: Главная страница меню Сервис .....	120
Рисунок 112: Настройки меню Система .....	121
Рисунок 113: Кнопка Сервис.....	122
Рисунок 114: Кнопка Сброс в меню Система.....	123
Рисунок 115: Стирание настроек прибора и сохранённых сигналов.....	124
Рисунок 116: Выбор языка.....	125
Рисунок 117: Диагностика и калибровка .....	126
Рисунок 118: Меню Система, Диагностика и Калибровка .....	127
Рисунок 119: Запуск диагностики системы .....	128
Рисунок 120: Запуск автокалибровки .....	128
Рисунок 121: Опции интерфейса ввода-вывода .....	129
Рисунок 122: Настройки Меню защиты .....	130
Рисунок 123: Меню обновления микропрограммы.....	131
Рисунок 124: Обновление микропрограммы.....	132
Рисунок 125: Обновление лицензии.....	133
Рисунок 126: Главная страница ArbBuilder .....	134
Рисунок 127: Вкладка сигналов на главном экране ArbBuilder .....	135
Рисунок 128: Вкладка Нов. ст. на экране ArbBuilder .....	135
Рисунок 129: Экран стандартных сигналов ArbBuilder.....	136
Рисунок 130: Файл уравнения ArbBuilder с экранной клавиатурой.....	137
Рисунок 131: Экранная клавиатура ArbBuilder .....	138
Рисунок 132: Меню редактора уравнений ПО ArbBuilder .....	142
Рисунок 133: Текстовый редактор уравнений ПО ArbBuilder .....	143
Рисунок 134: Сообщение об успешном выполнении компиляции в ArbBuilder.....	143
Рисунок 135: Окно предварительного просмотра в ArbBuilder .....	144
Рисунок 136: Сигнал синусоидальной формы в ArbBuilder .....	144
Рисунок 137: Опции ArbBuilder .....	145
Рисунок 138: Ввод мышью сигнала в ArbBuilder .....	146

Рисунок 139: Открытый сигнал в ArbBuilder.....	147
Рисунок 140: Панель инструментов редактирования в ПО ArbBuilder .....	147
Рисунок 141: Вырезание выделенных данных сигнала в ArbBuilder .....	147
Рисунок 142: Инверсия сигнала в ArbBuilder .....	148
Рисунок 143: Результат инверсии сигнала в ArbBuilder .....	148
Рисунок 144: Зеркальное отображение сигнала в ArbBuilder .....	149
Рисунок 145: Результат зеркального отображения сигнала в ArbBuilder .....	149
Рисунок 146: Область отображения сигнала в ArbBuilder .....	150
Рисунок 147: Опции Сместить/Повернуть в ПО ArbBuilder .....	151
Рисунок 148: Отправка сигнала на K1/K2 в ArbBuilder .....	152
Рисунок 149: ArbBuilder успешно отправил сообщение.....	152
Рисунок 150: Строка меню ArbExpress .....	155
Рисунок 151: Панель инструментов ArbExpress .....	155
Рисунок 152: Панель быстрого просмотра ArbExpress.....	155
Рисунок 153: Строка состояния ArbExpress.....	155
Рисунок 154: Отображение сигнала в ArbExpress.....	155
Рисунок 155: Область маркеров ArbExpress.....	156
Рисунок 156: Чистый экран в ПО ArbExpress.....	156
Рисунок 157: Создание стандартного сигнала в ПО ArbExpress .....	157
Рисунок 158: Редактор уравнений в ArbExpress .....	158
Рисунок 159: Приложение Расчёт сигнала в ArbExpress.....	159
Рисунок 160: Передача файлов в ArbExpress .....	160
Рисунок 161: Настройка формы сигнала.....	161
Рисунок 162: Фигура Лиссажу на экране .....	162
Рисунок 163: Изменение параметров фигуры Лиссажу.....	162
Рисунок 164: Изменение фазы сигнала K1 на $-19^\circ$ .....	163
Рисунок 165: Изменение формы фигуры Лиссажу.....	163
Рисунок 166: Генератор серии AFG31000, подключённый к осциллографу .....	164
Рисунок 167: Измерение частотных характеристик .....	165
Рисунок 168: Изменение скорости вращения двигателя при изменении коэффициента заполнения .....	166
Рисунок 169: ШИМ.....	167
Рисунок 170: Частота сигнала несущей .....	168
Рисунок 171: Нулевой сигнал несущей .....	169



---

# Важная информация по технике безопасности

## Раздел

Настоящее руководство содержит правила и предостережения, которые следует соблюдать для безопасной эксплуатации прибора и поддержания его в безопасном состоянии.

Информация по безопасному обслуживанию прибора приводится в конце этого раздела. См [Правила техники безопасности при обслуживании](#) (на стр. xviii).

## Общие правила техники безопасности

Используйте прибор только указанным способом. Внимательно ознакомьтесь с приведёнными правилами техники безопасности во избежание получения травм, повреждения прибора и подключённых к нему устройств. Внимательно прочитайте все инструкции. Сохраняйте это руководство для использования в будущем.

Соблюдайте все местные и общегосударственные нормы и правила безопасности.

Для правильной и безопасной эксплуатации прибора важно соблюдать не только приведённые в настоящем руководстве указания, но и общепринятые процедуры безопасности.

Прибор предназначен для использования только обученным персоналом.

Снимать крышку для ремонта, технического обслуживания или регулировки разрешается только квалифицированным специалистам, осведомлённым об источниках опасности в приборе.

Перед каждым использованием проверяйте прибор с помощью известного источника, чтобы убедиться в его исправности.

Этот прибор не предназначен для обнаружения опасных напряжений.

Используйте средства индивидуальной защиты при работе вблизи проводов под опасным напряжением во избежание поражения электрическим током или дуговым разрядом.

Во время работы с прибором может потребоваться доступ к другим компонентам более крупной системы. Следует ознакомиться с разделами по технике безопасности руководств по работе с другими компонентами системы, с мерами предосторожности и предупреждениями при её эксплуатации.

При использовании этого оборудования в составе системы ответственность за безопасность несёт изготовитель комплектной системы.

## Пожарная безопасность и предотвращение травм

**Используйте соответствующий шнур питания.** Для подключения прибора к сети электроснабжения следует использовать только шнур питания данного прибора, сертифицированный в стране использования.

Не используйте поставляемый в комплекте шнур питания с другими приборами.

**Используйте соответствующее значение напряжения.** Прежде чем включить питание, убедитесь, что переключатель выбора напряжения установлен в правильное положение, соответствующее напряжению в используемом источнике питания, либо измените напряжение, руководствуясь указанными в документе требованиями к питанию.

**Заземляйте прибор.** Прибор заземляется через провод заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током провод заземления должен быть подключён к заземлению. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подсоединение к выходам и входам прибора.

Не отсоединяйте проводник заземления шнура питания.

**Отключение питания.** Отсоединение шнура питания отключает прибор от источника электроэнергии. См. указания по размещению. Устанавливайте прибор таким образом, чтобы иметь постоянный доступ к шнуру для быстрого отсоединения при необходимости.

**Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения.** Не подсоединяйте и не отсоединяйте приборы под напряжением.

Используйте только разъёмы и адаптеры, поставляемые с прибором или рекомендованные компанией Tektronix.

**Соблюдайте допустимые номиналы для всех разъёмов.** Во избежание воспламенения или поражения электрическим током не допускайте превышения допустимых номиналов и указаний в маркировке на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве по эксплуатации прибора. Пользуясь прибором, не превышайте номинальных значений для категории измерений (КАТ.), а также номинального напряжения и тока, которые указаны для отдельного компонента, имеющего самое низкое номинальное значение.

Не подавайте на разъёмы, в том числе на общий вывод, напряжение, превышающее номинальное допустимое для этих разъёмов.

Плавающий потенциал общей клеммы не должен превышать номинальное напряжение для этой клеммы.

**Не используйте прибор со снятыми элементами корпуса.** Эксплуатация прибора со снятыми кожухом, или защитными панелями, или с открытым корпусом не допускается. Возможен риск поражения опасным напряжением.

**Не прикасайтесь к оголённым участкам электрических цепей.** Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и элементам под напряжением.

**Не используйте прибор при наличии сомнений в его исправности.** Если есть сомнения в исправности прибора, следует выполнить его диагностику с привлечением квалифицированного специалиста по техническому обслуживанию.

Отключите повреждённый прибор. Использование повреждённого или неправильно работающего прибора не допускается. При наличии сомнений в безопасности прибора выключите его и отсоедините шнур питания. Нанесите на прибор чёткую маркировку для предотвращения его дальнейшей эксплуатации.

Осмотрите прибор перед использованием. Убедитесь в отсутствии повреждений и наличии всех комплектующих деталей.

Используйте только указанные в спецификации запасные части.

**Пользуйтесь средствами для защиты зрения.** При наличии интенсивных световых потоков или лазерного излучения используйте средства для защиты глаз.

**Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.** При перемещении прибора из холодного в тёплое помещение возможна конденсация влаги.

**Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.**

**Обеспечьте надлежащую вентиляцию.** Дополнительные сведения по обеспечению надлежащей вентиляции при установке прибора содержатся в инструкциях по установке в руководстве.

Не закрывайте доступ к вентиляционным отверстиям и щелям. Не вставляйте какие-либо предметы в отверстия.

**Обеспечьте безопасные условия в рабочей зоне.** Устанавливайте прибор таким образом, чтобы было удобно наблюдать за дисплеем и индикаторами.

Избегайте неправильного или продолжительного использования клавиатур, указателей и кнопочных панелей. Неправильное или продолжительное использование клавиатуры или указателя может привести к серьёзной травме.

Обеспечьте соответствие рабочей зоны эргономическим стандартам. Для предотвращения туннельного синдрома проконсультируйтесь со специалистом по эргономике.

Соблюдайте осторожность при подъёме и переносе прибора. Прибор снабжен ручками для подъёма и переноски.

Используйте только приспособления Tektronix для крепления в стойку, указанное для этого прибора.

**Содержите прибор в чистоте в сухом месте.** Перед чисткой прибора отключите все источники входных сигналов. Периодичность проверки прибора определяется условиями его эксплуатации. Чтобы очистить наружные поверхности, выполните следующие действия:

1. Удалите пыль с поверхности прибора при помощи салфетки без ворса. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать прозрачный стеклянный фильтр экрана.
2. Для очистки прибора пользуйтесь мягкой влажной салфеткой. Для более эффективной очистки подходит 75-процентный водный раствор изопропилового спирта.



---

**ОСТОРОЖНО!** При чистке наружной поверхности не допускайте проникновения влаги внутрь прибора. Не используйте чистящего раствора больше, чем требуется для смачивания ткани или щётки. Чтобы избежать повреждения поверхности прибора, не следует использовать для очистки аэрозоли, жидкости, растворители, абразивные или химические вещества.

---

## Предостережения в данном руководстве

В настоящем руководстве используются следующие условные обозначения:



---

**ВНИМАНИЕ!** Предупреждения о действиях и условиях, опасных для жизни или способных нанести вред здоровью.

---



---

**ОСТОРОЖНО!** Предостережения о действиях и условиях, способных привести к повреждению данного прибора или другого оборудования.

---

## Правила техники безопасности при обслуживании

В этом разделе приводится дополнительная информация, требуемая для безопасного обслуживания прибора. Обслуживание прибора следует поручать только квалифицированным специалистам. Прежде чем выполнять какие-либо процедуры по обслуживанию, ознакомьтесь с *Правилами техники безопасности при сервисном обслуживании* и с «Общими правилами техники безопасности».

**Во избежание поражения электрическим током.** Не прикасайтесь к оголённым соединениям.

**Не выполняйте техническое обслуживание в одиночку.** При выполнении работ по обслуживанию или настройке внутри прибора рядом должен находиться напарник, способный оказать первую помощь и выполнить реанимационные мероприятия.

**Отсоедините шнур питания.** Во избежание поражения электрическим током выключайте прибор и отсоединяйте шнур питания от сети перед снятием крышек и панелей или открытием корпуса для технического обслуживания.

**Соблюдайте меры предосторожности при обслуживании прибора под напряжением.** В приборе могут присутствовать опасные напряжения и токи. Перед снятием защитных панелей, пайкой или заменой компонентов отключите питание, извлеките батарею (при наличии) и отсоедините измерительные провода.

**Проверка безопасности прибора после ремонта.** По завершении ремонта всегда проверяйте целостность цепи заземления и электрическую прочность изоляции.

## Символы и условные обозначения на приборе

Список возможных обозначений на приборе приведен ниже:

- Обозначение «ОПАСНО!» указывает на непосредственную опасность получения травмы.
- Обозначение «ВНИМАНИЕ!» указывает на риск получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.
- Обозначение «ОСТОРОЖНО!» указывает на риск повреждения данного прибора и другого имущества.



Если этот символ имеется на корпусе прибора, следует обратиться к руководству по работе с ним для выяснения характера потенциальной опасности и требуемых мер предосторожности. (Этот символ может использоваться в руководстве для указания на предельные допустимые значения).

На приборе могут быть размещены следующие символы:



ОСТОРОЖНО!  
См. руководство



Клемма  
заземления



Заземление  
шасси



Контактный  
вывод защитного  
заземления



Отключено от сети  
(питание) ВЫКЛ.



Подключено к сети  
(питание) ВКЛ.



Выкл.



Вкл.



ВНИМАНИЕ!  
Высокое  
напряжение



В этом разделе указаны стандарты по электромагнитной совместимости (ЭМС), безопасности и охране окружающей среды, требованиям которых соответствует настоящий прибор.

## Соответствие требованиям по ЭМС

### Заявление о соответствии стандартам ЕС – электромагнитная совместимость

Прибор соответствует требованиям директивы 2014/30/ЕС по электромагнитной совместимости. Проверен на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в Official Journal of the European Communities):

**ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 (EN61326-1 : 2013, EN61326-2-1 : 2013** Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного [применения](#)<sup>1,2,3</sup>. Требования электромагнитной совместимости.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Оборудование может не соответствовать требованиям устойчивости к помехам перечисленных применимых стандартов из-за электромагнитных наводок на подключённые измерительные провода и (или) пробники. Для минимизации влияния электромагнитных помех следует уменьшать площадь образуемого неэкранированными участками сигнальных проводников и соответствующими обратными проводниками контура и размещать проводники по возможности дальше от источников электромагнитного излучения. Свивка неэкранированных измерительных проводов является эффективным способом уменьшения площади контура. Обратный проводник заземления пробника следует выбирать минимальной длины и размещать его по возможности ближе к корпусу пробника. На некоторых пробниках для этого имеются специальные переходники наконечников пробника. Во всех случаях следует соблюдать все рекомендации по технике безопасности для используемых пробников или проводов.

---

- CISPR 11:2009+A1 2010. Обычные и наведённые излучения, группа 1, класс А
- ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008). Устойчивость к электростатическим разрядам
- ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006+A1:2007+A2:2010). Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю
- ГОСТ IEC 61000-4-4-2016 (IEC 61000-4-4:2012). Испытание на устойчивость к электрическим быстрым переходным процессам (пачкам)
- ГОСТ IEC 61000-4-5-2017 (IEC 61000-4-5:2014+A1:2017). Испытание на устойчивость к выбросу напряжения
- ГОСТ Р 51317.4.6-99 (IEC 61000-4-6:2013). Устойчивость к кондуктивным помехам, наведённым радиочастотными электромагнитными полями
- ГОСТ 30804.4.11-2013 (IEC 61000-4-11:2004+A1:2017). Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания

---

<sup>1</sup> Прибор предназначен для использования только в нежилых помещениях. При использовании в жилых помещениях прибор может создавать электромагнитные помехи.

<sup>2</sup> При подключении оборудования к тестируемому объекту могут появиться излучения, превышающие уровни, установленные данными стандартами.

<sup>3</sup> Для обеспечения соответствия требованиям перечисленных стандартов по электромагнитной совместимости следует использовать высококачественные экранированные интерфейсные кабели.

**ГОСТ 30804.3.2-2013 (EN 61000-3-2:2014).** Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе)

**ГОСТ IEC 61000-3-3-2015 (EN 61000-3-3:2013).** Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера

## **Декларация о соответствии стандартам Австралии и Новой Зеландии по ЭМС**

Соответствует следующему стандарту электромагнитной совместимости для радиосвязи в соответствии с АСМА:

CISPR 11:2009. Обычные и наведённые излучения, группа 1, класс А, в соответствии с EN 61326-1:2013.

## **Соответствие нормам безопасности**

В этом разделе перечислены стандарты безопасности, которым соответствует прибор, и другая информация по безопасности.

## **Заявление о соответствии стандартам ЕС – низковольтное оборудование**

Проверено на соответствие следующему стандарту (указанному в Официальном журнале ЕС – Official Journal of the European Union):

Директива по низковольтному оборудованию

- ГОСТ IEC 61010-1-2014 (EN 61010-1-2010). Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования, часть 1. Общие требования.
- ГОСТ IEC 61010-2-030-2013 (EN 61010-2-030-2010). Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 2-030. Частные требования к испытательным и измерительным цепям.

## **Тип оборудования**

Испытательное и измерительное оборудование.

## **Класс безопасности**

Класс 1 – заземлённый прибор.

## Описание степеней загрязнения

Степень загрязнения, возникающего вблизи прибора и внутри него. Обычно полагают, что параметры среды внутри и снаружи изделия одинаковы. Прибор следует использовать только в среде, параметры которой допустимы для его эксплуатации.

- Уровень загрязнения 1. Загрязнение отсутствует или возможно только сухое непроводящее загрязнение. Приборы в этом исполнении обычно помещают в герметически закрытый корпус или устанавливают в чистых помещениях.
- Уровень загрязнения 2. Обычно присутствует только сухое непроводящее загрязнение. Иногда может наблюдаться временная проводимость, вызванная конденсацией влаги. Такие условия типичны для жилых и рабочих помещений. Временная конденсация влаги наблюдается только в тех случаях, когда прибор не находится в эксплуатации.
- Уровень загрязнения 3. Проводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое становится проводящим при конденсации влаги. Это характерно для закрытых помещений, поддержание температуры и влажности в которых отсутствует. Зона защищена от прямых солнечных лучей, дождя и ветра.
- Уровень загрязнения 4. Загрязнение, порождающее постоянную проводимость через частицы пыли, дождевые капли или кристаллы снега. Типичные условия вне помещений.

## Максимальная степень загрязнения

Степень загрязнения 2 (по ГОСТ IEC 61010-1-2014). Рассчитано на использование исключительно в сухих помещениях.

## Степень защиты IP

IP20 (по ГОСТ 14254-2015 [IEC 60529]).

## Описание категорий измерения и перенапряжения

Измерительные клеммы данного прибора могут использоваться для измерения сетевого напряжения одной или нескольких из перечисленных ниже категорий (см. указанные на приборе и в руководстве предельные допустимые значения).

- Категория II. Непосредственно подключённые к распределительной сети здания цепи в точках их использования (розетки и подобные устройства).
- Категория III. В электропроводке и распределительных системах зданий.
- Категория IV. У источников электроснабжения зданий.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Только цепи электропитания от сети имеют категорию перенапряжения. Категорию измерения имеют только измерительные цепи. Другие цепи прибора не имеют категорий.

---

## Категория перенапряжения сети

Категория перенапряжения II (по ГОСТ IEC 61010-1-2014).

## Воздействие прибора на окружающую среду

В этом разделе содержится информация о возможном влиянии прибора на окружающую среду.

## Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов необходимо соблюдать приведённые ниже правила:

**Утилизация оборудования.** Для изготовления этого прибора использовалась добыча и переработка природных ресурсов. Прибор может содержать опасные для окружающей среды и здоровья людей вещества в случае его неправильной утилизации по окончании срока службы. Во избежание попадания таких веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется обеспечить максимально полное повторное использование материалов при утилизации данного прибора.



Этот символ означает, что прибор соответствует требованиям Европейского союза, приведённым в директивах 2012/19/EU и 2006/66/EC об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Информацию по утилизации см. в разделе «Поддержка/Обслуживание» на веб-сайте Tektronix ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)) ([ru.tek.com](http://ru.tek.com) [[ru.tek.com](http://ru.tek.com)]).

**Утилизация батарей.** В этом приборе имеется миниатюрный литиевый пуговичный элемент питания. При утилизации или переработке отработавшего элемента питания соблюдайте требования нормативных актов местных органов исполнительной власти.

Материалы, содержащие перхлорат. В этом приборе имеется один или несколько литиевых элементов типа CR. В соответствии с законодательством штата Калифорния литиевые аккумуляторы типа CR входят в список содержащих перхлорат изделий и требуют особого обращения. Дополнительные сведения см. на странице [www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate](http://www.dtsc.ca.gov/hazardouswaste/perchlorate).

**Транспортировка аккумуляторных батарей.** Содержание лития в миниатюрном первичном пуговичном литиевом элементе питания, установленном в этом приборе, не превышает 1 г на один элемент, и согласно информации производителя, элемент питания этого типа соответствует применимым требованиям Руководства ООН по испытаниям и критериям, часть III, подраздел 38.3. Перед повторной отправкой прибора любым видом транспорта проконсультируйтесь с транспортной компанией, чтобы уточнить требования к транспортировке литиевых батарей, применимые к конфигурации вашего прибора, а также требования к повторной упаковке и маркировке

## Введение

Благодарим вас за то, что вы выбрали прибор Tektronix. Генераторы сигналов произвольной формы/функций (AFG) серии 31000 – это высокопроизводительные приборы со встроенными приложениями для генерации сигналов, технологией InstaView™ для мониторинга сигналов в режиме реального времени и усовершенствованным интерфейсом пользователя, повышающим эффективность тестирования.

В этом руководстве приводятся сведения о соответствии и безопасном использовании, способах подключения и электропитании прибора, а также общие сведения о его возможностях, органах управления и основных функциях.

## Основные функции и преимущества

Генераторы сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 – это приборы для генерирования импульсных сигналов и функций с возможностями генерации сигналов произвольной формы.

Основные функции и преимущества этих приборов:

- Два режима управления – при помощи ёмкостного сенсорного экрана с диагональю девять дюймов или кнопок передней панели с ручкой – обеспечивают удобство эксплуатации и универсальность прибора.
- Технология InstaView™ позволяет просматривать фактические сигналы тестируемого устройства в режиме реального времени без необходимости использования осциллографа и пробника. Это устраняет неопределённость, создаваемую рассогласованием импеданса.
- Несложное древо меню обеспечивает быстрый и простой поиск, установку и изменение настроек.
- Встроенный модуль ArbBuilder для создания и редактирования сигналов произвольной формы исключает необходимость в подключении к ПК или использовании USB-накопителя для загрузки сигналов произвольной формы.
- Выход прибора защищён от превышения напряжения и тока, что существенно снижает риск повреждения прибора.

## Основные технические характеристики

Генераторы серии AFG31000 – это приборы для генерации импульсных сигналов и функций с возможностями генерации сигналов произвольной формы. Прибор обладает следующими техническими характеристиками:

- Модели с одним или двумя каналами.
- Диапазон амплитуд выходных сигналов: от 1 мВ<sub>размах</sub> до 10 В<sub>размах</sub> при нагрузке 50 Ом.
- Базовый режим прямого цифрового синтеза (DDS).
- Синусоидальные сигналы с частотой до 25 МГц, 50 МГц, 100 МГц, 150 МГц или 250 МГц (в зависимости от модели AFG).
- Частота дискретизации до 250 Мвыб/с, 500 Мвыб/с (только в расширенном режиме), 1 Гвыб/с или 2 Гвыб/с.
- АЦП с разрешением по вертикали 14 бит.
- В базовом режиме генераторы AFG поддерживают следующие режимы работы: непрерывный, модуляция, свипирование и пакетный.
- Объем памяти сигналов в базовом режиме составляет 128 тыс. точек на канал.
- В расширенном режиме поддерживаются следующие режимы работы: непрерывный, последовательность, со стробированием и с запуском.
- В расширенном режиме объем памяти сигналов произвольной формы составляет 16 млн точек на канал (предлагается опция расширения памяти до 128 млн точек, привязываемая к лицензии на прибор).
- До 256 шагов в режиме последовательности с циклическим воспроизведением, переходами по событию запуска и ожидания.
- Тактовый генератор дискретизации с перестройкой частоты от 1 мквыб/с до 2 Гвыб/с.
- Минимальная длина сигнала: 168 точек со степенью детализации одна точка.

## Общие характеристики моделей

В этом руководстве содержится информация об эксплуатации следующих приборов.

**Table 1: Модели AFG31000**

Модель	Диапазон частот	Частота дискретизации	Число каналов	Объем памяти сигналов	Опции
AFG31021	25 МГц	250 Мвыб/с	1	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31022	25 МГц	250 Мвыб/с	2	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31051	50 МГц	1 Гвыб/с	1	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31052	50 МГц	1 Гвыб/с	2	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31101	100 МГц	1 Гвыб/с	1	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31102	100 МГц	1 Гвыб/с	2	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31151	150 МГц	2 Гвыб/с	1	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31152	150 МГц	2 Гвыб/с	2	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31251	250 МГц	2 Гвыб/с	1	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал
AFG31252	250 МГц	2 Гвыб/с	2	16 Мвыб/канал	128 Мвыб/канал

Каждая модель AFG31000 обладает функциями двух генераторов:

- генератора сигналов функций с частотой от 25 МГц до 250 МГц;
- генератора импульсов с частотой от 20 МГц до 160 МГц.

Приборы серии AFG31000 также обеспечивают 14-битное разрешение по вертикали.

## Принадлежности

### Стандартные принадлежности

Распакуйте прибор и проверьте его комплектность по списку стандартных принадлежностей. Актуальную информацию можно найти на [веб-сайте Tektronix](#).

В следующей таблице перечислены предлагаемые для поставки шнуры питания.

**Table 2: Предлагаемые шнуры питания**

Опция	Регион	Характеристики	Номер по каталогу
A0	Северная Америка	120 В, 60 Гц	161-0066-00
A1	Европа, универсальный	220 В, 50 Гц	161-0066-09
A2	Великобритания	240 В, 50 Гц	161-0066-10
A3	Австралия	240 В, 50 Гц	161-0066-13
A5	Швейцария	220 В, 50 Гц	161-0154-00
A6	Япония	100 В, 50/60 Гц	161-0298-00
A10	Китай	50 Гц	161-0304-00
A11	Индия	50 Гц	161-0400-00
A12	Бразилия	60 Гц	161-0357-00
A99	Н/П	без шнура питания	Н/П

### Дополнительные принадлежности

Для этого прибора рекомендуются следующие дополнительные принадлежности.

**Table 3: Дополнительные принадлежности**

Описание	Номер по каталогу
Кабель BNC с сопротивлением 50 Ом, с двойным экраном, длина 250 см	012-1256-XX
Интерфейсный кабель GPIB, с двойным экраном, длина 200 см	012-0991-XX

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости, указанным в технических характеристиках, гарантируется только при использовании высококачественных экранированных кабелей. Оплётка таких кабелей обычно состоит из фольги и плетения. На обоих концах кабеля имеются защищённые разъёмы с низким импедансом.

## Контактная информация

Если после ознакомления с информацией в данном документе у вас возникнут вопросы, обратитесь в местный офис компании Tektronix, к торговому партнеру или дистрибьютору компании. Можно также позвонить в штаб-квартиру Tektronix в Северной Америке по телефону 1-800-833-9200. Контактные данные для вашего региона см. на веб-сайте [tek.com](http://tek.com) ([www.tek.com](http://www.tek.com)).

## Расширенная гарантия

Для многих приборов возможно предоставление дополнительных лет гарантийного обслуживания. Такие контракты защищают владельца от непредусмотренных расходов на обслуживание при стоимости, равной лишь небольшой части стоимости ремонта. Расширенная гарантия предоставляется на новые и существующие приборы. За дополнительной информацией обращайтесь в местный офис компании Tektronix, к торговому партнеру или дистрибьютору компании (см. [Контактную информацию](#) [на стр. 27]).

## Перед установкой прибора

Проверьте отсутствие внешних повреждений упаковки прибора. Если картонная коробка повреждена, известите об этом транспортную компанию-перевозчика. Извлеките прибор из упаковки и убедитесь, что он не поврежден при транспортировке. Убедитесь, что в коробке содержатся прибор и стандартные принадлежности прибора.

## Требования к условиям эксплуатации

При установке прибора на тележке или в стойке соблюдайте требования к зазорам:

- С боков: 50 мм
- Сзади: 50 мм

Перед началом работы с прибором убедитесь, что температура окружающей среды находится в пределах от 0 до 50 °C.



Рисунок 1: передняя панель двухканального генератора серии AFG31000



**ОСТОРОЖНО!** Чтобы обеспечить надлежащее охлаждение, не загораживайте обе боковые панели прибора.

## Проверка и защита разъёмов

Источник питания должен иметь следующие характеристики: напряжение от 100 до 240 В и частота от 47 до 63 Гц.

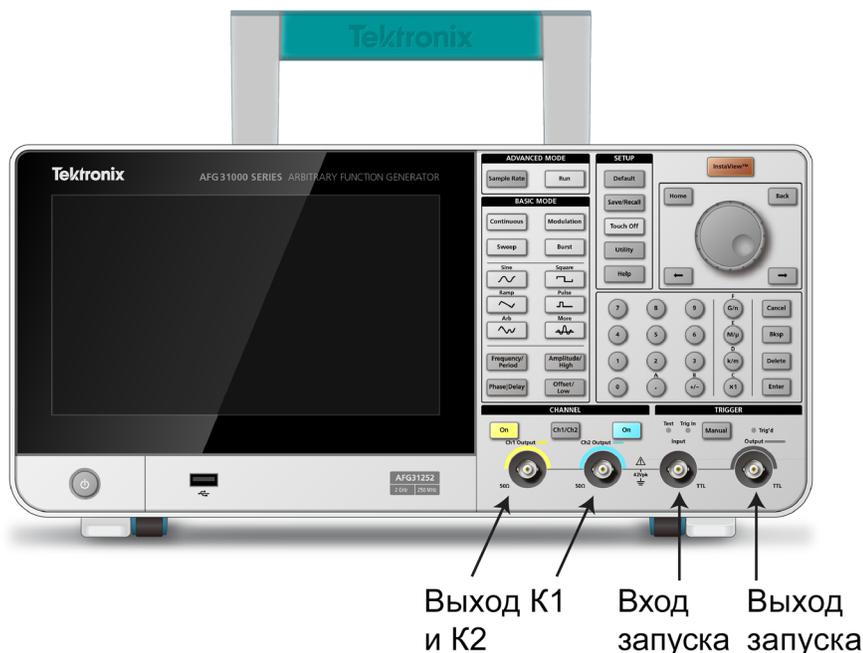


**ВНИМАНИЕ!** Для снижения риска воспламенения или поражения током, что может привести к травме или смертельному исходу, убедитесь, что колебания напряжения питания в сети переменного тока не превышают 10 % от предельных значений диапазона рабочего напряжения.

**Для проверки входных и выходных разъёмов:**

1. Найдите выходные разъёмы на передней панели.
2. Найдите входные разъёмы на передней панели.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы не допустить ошибки, при подключении кабеля не путайте входной разъём с выходными.



**Рисунок 2: Вход и выходы на передней панели генератора серии AFG31000**

Входной и выходные разъёмы являются плавающими входом и выходами (более подробно см. в п. [Плавающее заземление](#) [на стр. 31]).



**ВНИМАНИЕ!** Во избежание поражения электрическим током, что может привести к травме или смертельному исходу, не прикасайтесь к напряжению, превышающее 42 В<sub>пиковое</sub> к заземлению любого разъёма VNC или к заземлённому шасси.



**ОСТОРОЖНО!** Не закорачивайте контакты выводов и не подавайте внешнее напряжение на выходные разъёмы, так как это может привести к повреждению прибора. Не подавайте напряжение больше +5 В на вход сигнала запуска – это тоже может привести к повреждению прибора.

## Плавающее заземление

Поскольку между общим заземлением (общим для входного и выходных каналов) генератора серии AFG31000 и заземлением шасси (шасси прибора и проводом заземления разъёма питания от сети переменного тока) предусмотрена гальваническая развязка, можно выполнить плавающее соединение прибора с другим оборудованием.

Все разъёмы выходных сигналов подсоединяются к общему заземлению, а разъём интерфейса дистанционного управления – к заземлению шасси.



**ВНИМАНИЕ!** Чтобы избежать поражения электрическим током, необходимо, чтобы при эксплуатации прибора сумма плавающего и выходного напряжений прибора не превышала 42 В<sub>пиковое</sub>. Кроме того, при работе с оборудованием и прибором не касайтесь центральной части разъёма BNC.



**ОСТОРОЖНО!** Максимальное номинальное напряжение между шиной общего заземления и заземлением шасси составляет 42 В<sub>размах</sub> (напряжение постоянного тока + пиковое напряжение переменного тока). Если разность потенциалов между шиной общего заземления и заземлением шасси превышает 42 В<sub>размах</sub>, включается внутренняя схема защиты, обеспечивающая защиту цепей. Однако, если напряжение длительно превышает 42 В<sub>размах</sub>, оно может привести к повреждению внутренних цепей прибора.

При наличии разности потенциалов между заземлением шасси и общим заземлением, ток короткого замыкания, протекающий от выхода до шины заземления, вызывает размыкание внутреннего плавкого предохранителя и работа цепи выходного сигнала прекращается. В случае срабатывания предохранителя необходимо обратиться в сервисную службу компании Tektronix. При наличии разности потенциалов между общим заземлением и заземлением шасси, ток короткого замыкания, протекающий между ними, может достигнуть значительной величины, что приведёт к повреждению внутренних или внешних цепей.

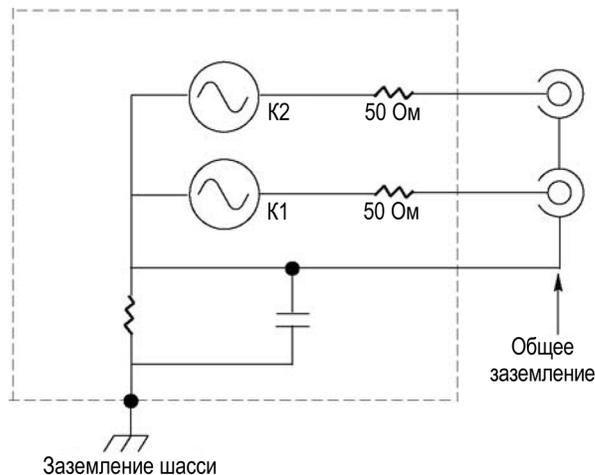


Рисунок 3: Плавающее заземление генератора серии AFG31000

## Защита тестируемого устройства

Соблюдайте осторожность при подсоединении выхода канала прибора к тестируемому устройству. Чтобы не повредить тестируемое устройство, перед настройкой верхнего и нижнего предельного значения напряжения выполните следующие шаги.

**Для защиты тестируемого устройства:**

1. Просмотрите значения верхнего и нижнего уровней напряжения для K1 и K2.
2. Смахните нижнюю панель вверх и выберите канал **K1** или **K2**.
3. Проверьте правильность настройки предельных значений для тестируемого устройства.

Верхний предел по умолчанию	+500 мВ
Нижний предел по умолчанию	-500 мВ

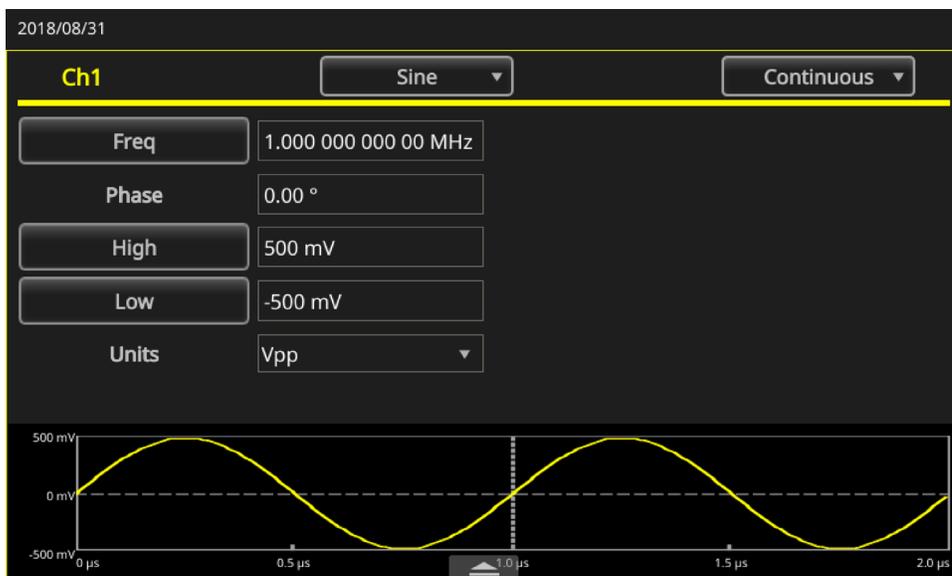


Рисунок 4: Верхний и нижний предел напряжения

## Эквивалентные выходные схемы

На следующем рисунке изображены эквивалентные выходные схемы для генераторов сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000:

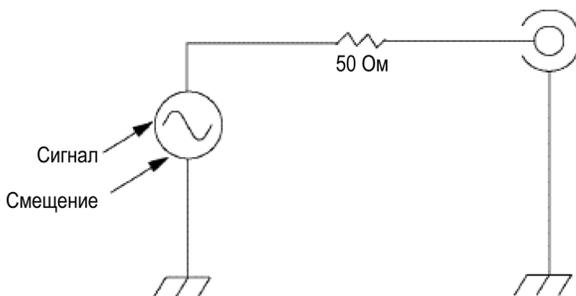


Рисунок 5: Выходные схемы генераторов AFG

Ниже в таблице показан диапазон значений (максимальный и минимальный уровни) синусоидального сигнала при разном импедансе нагрузки ( $L$ ). Размах значений зависит от импеданса нагрузки.

Table 4: Диапазон значений выходного синусоидального сигнала

Приборы	Минимальная амплитуда	Максимальная амплитуда
31021	от -5 до +5 В (10 Вразмах)	от -10 до +10 В (20 Вразмах)
31022	от -5 до +5 В (10 Вразмах)	от -10 до +10 В (20 Вразмах)
31051	от -5 до +5 В (10 Вразмах)	от -10 до +10 В (20 Вразмах)
31052	от -5 до +5 В (10 Вразмах)	от -10 до +10 В (20 Вразмах)
31101	от -5 до +5 В (10 Вразмах)	от -10 до +10 В (20 Вразмах)
31102	от -5 до +5 В (10 Вразмах)	от -10 до +10 В (20 Вразмах)
31151	от -2,5 до +2,5 В (5 Вразмах)	от -5 до +5 В (10 Вразмах)
31152	от -2,5 до +2,5 В (5 Вразмах)	от -5 до +5 В (10 Вразмах)
31251	от -2,5 до +2,5 В (5 Вразмах)	от -5 до +5 В (10 Вразмах)
31252	от -2,5 до +2,5 В (5 Вразмах)	от -5 до +5 В (10 Вразмах)

## Защита от перегрева

В приборе AFG31000 предусмотрен контроль внутренней температуры. Если внутренняя температура приближается к пороговому уровню, появляется предупредительное сообщение, а выход сигнала автоматически отключается.

При появлении предупредительного сообщения проверьте следующее:

- Выполняется ли требование к температуре окружающей среды.
- Выполняется ли требование к зазорам для охлаждения.
- Нормально ли работает вентилятор прибора.

## Чистка прибора

Периодичность проверки прибора определяется условиями его эксплуатации. Для очистки наружных поверхностей прибора выполните следующие шаги:

1. Перед чисткой отсоедините шнур питания от задней панели прибора.
2. Удалите пыль с наружных поверхностей прибора при помощи салфетки без ворса. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать дисплей.
3. Для очистки прибора пользуйтесь мягкой салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для более эффективной очистки воспользуйтесь 70-процентным раствором изопропилового спирта. Чтобы избежать повреждения прибора, не следует использовать для очистки абразивные или химические вещества. Не допускайте попадания влаги внутрь прибора. Не используйте спирта больше, чем это необходимо для увлажнения ткани.

## Интерфейс прибора

### Вид передней панели

Ниже на рисунке показана передняя панель двухканальной модели.

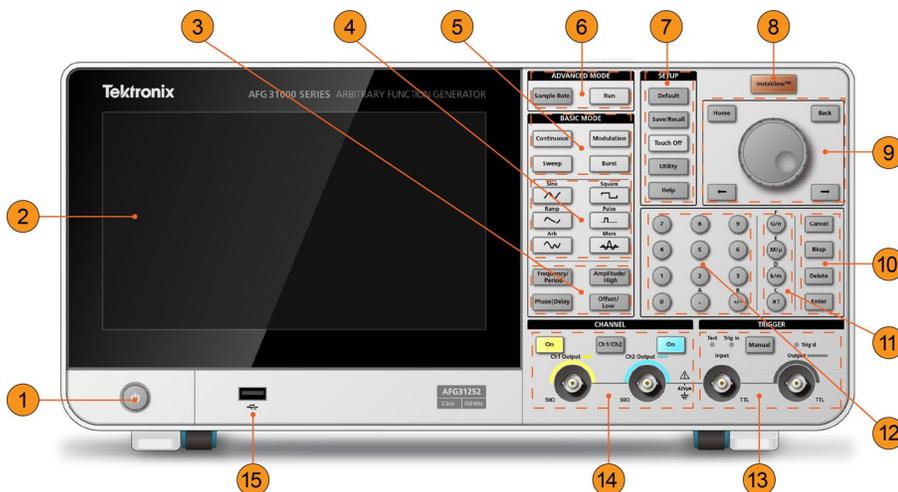


Рисунок 6: Вид передней панели генератора серии AFG31000

1. Выключатель питания
2. Сенсорный экран
3. Кнопки быстрого доступа: Частота/Период, Амплитуда/Высок., Фаза/Задерж., Смещен./Низк.
4. Кнопки формы сигнала: Синус, Пила, Произвольн., Прямоугольн., Импульсн. и Дополн.
5. Кнопки базового режима работы: Непрерывн., Свипир., Модуляция и Пачка

6. Кнопки расширенного режима работы: Част.дискрет. и Запуск
7. Кнопки настройки: По умолч., Сохр./Восст., Выкл.сенсор., Сервис и Справка
8. Кнопка InstaView (измерения сигнала в режиме реального времени)
9. Панель навигации: поворотная ручка (при её вращении изменяется значение выбранного параметра); кнопка Начало (для возврата к начальному напряжению на экране); кнопка Назад (для переключения между режимами AFG, расширенным, а также к ArbBuilder, Справка и Сервис); кнопки со стрелкой влево и вправо (для перемещения курсора влево и вправо при редактировании настроек)
10. Кнопки Отмена, Возврат, Удалить и Ввод (используемые с цифровой клавиатурой)
11. Кнопки редактирования настроек: G/n (гига/нано), M/ $\mu$  (мега/микро), k/m (кило/милли) и x1 (используемые при редактировании настроек)
12. Цифровая клавиатура
13. Кнопка Триггер, светодиоды и разъёмы
14. Кнопки каналов и разъёмы
15. Вход USB (разъём типа A)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Кнопки быстрого доступа предназначены для более опытных пользователей. Кнопки быстрого доступа позволяют выбрать настройку и ввести цифровое значение, используя элементы управления передней панели или сенсорного экрана.

---

## Кнопки быстрого доступа (передняя панель)

Кнопки быстрого доступа позволяют выбрать параметр настройки и ввести цифровое значение, используя элементы управления передней панели. При помощи кнопок быстрого доступа можно перемещаться между функциями и выбирать настройки сигналов, не пользуясь меню сенсорного экрана.

Кнопки быстрого доступа расположены на передней панели прибора под кнопками базового режима работы:

- Частота/Период
- Амплитуда/Высок.
- Фаза|Задерж.
- Смещен./Низк.

В следующем примере используется синусоидальный сигнал.

**Чтобы воспользоваться кнопкой Амплитуда/Высок.:**

1. На сенсорном экране выберите значок **Базовый**.
2. Нажмите кнопку быстрого доступа **Амплитуда/Высок.** (активизируется опция Амплитуда).
3. Нажмите кнопку быстрого доступа Амплитуда/Высок. повторно, при этом активизируется опция Высок.

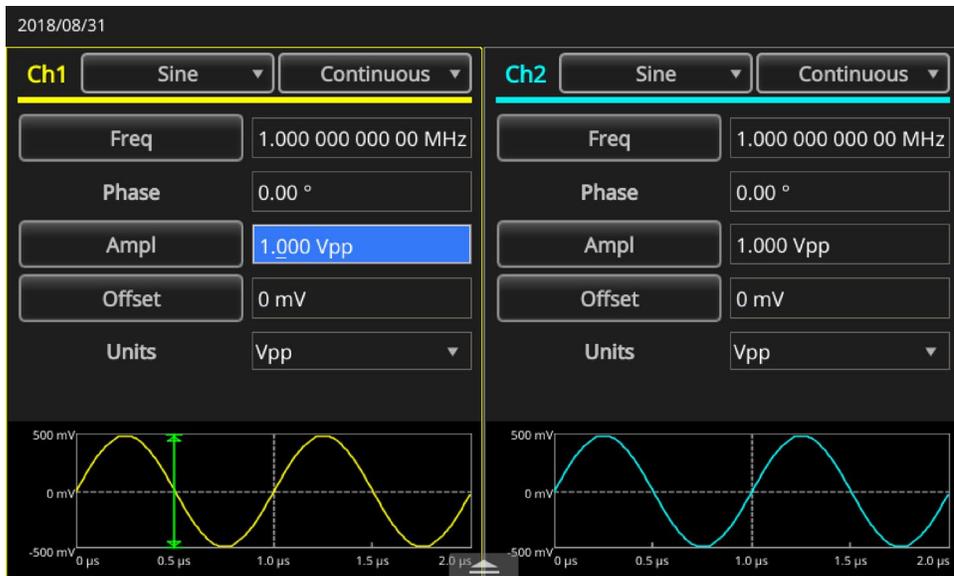


Рисунок 7: Активизирована опция Амплитуда

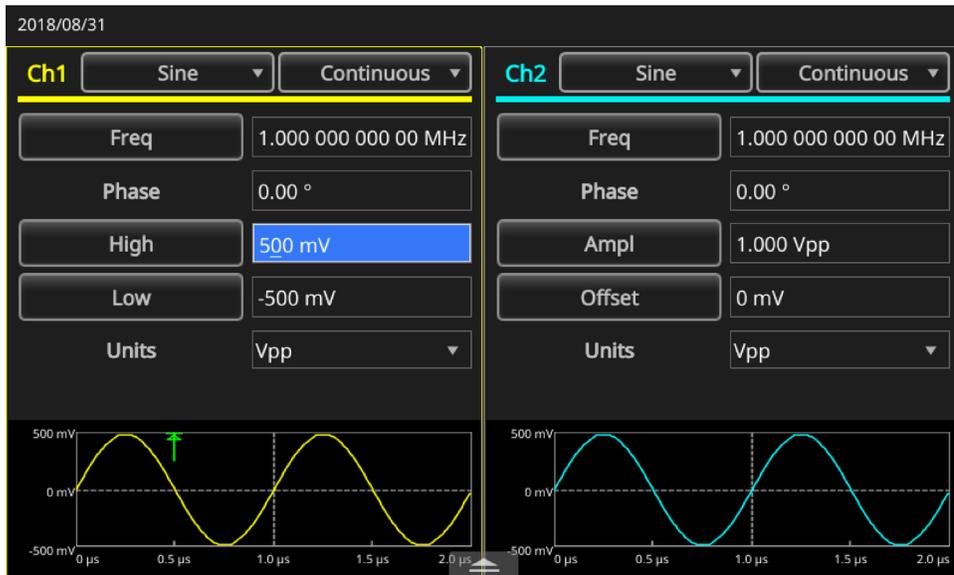


Рисунок 8: Активизирована опция Высок. (предел)

## Настройки по умолчанию

Для восстановления в настройках прибора значений по умолчанию используйте кнопку **По умолч.**, расположенную на передней панели.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При нажатии кнопки По умолч. на передней панели не восстанавливаются следующие настройки: выбор языка; настройки питания; системные настройки (контраст экрана, экранная заставка, щёлкающий звук и бипер); сохранённые настройки и данные сигналов произвольной формы; данные калибровки; настройки GPIB и Интернет, а также защита доступа.

*Для восстановления настроек по умолчанию:*

1. Нажмите кнопку **По умолч.** На экране появится всплывающий запрос подтверждения.
2. Нажмите **ОК**, чтобы восстановить настройки по умолчанию, или **Отмена**, чтобы отказаться.

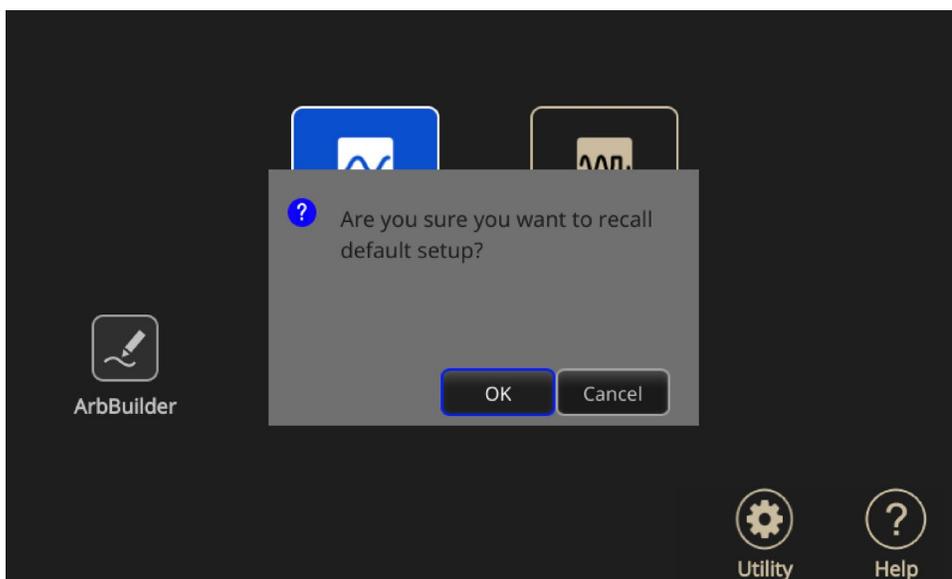


Рисунок 9: Сообщение при нажатии кнопки По умолч.

## Изменение настроек сигнала

При включении прибора на выходе появляется сигнал по умолчанию – сигнал синусоидальной формы частотой 1 МГц с амплитудой 1 В<sub>размах</sub>. Ниже показано, как можно изменить частоту и амплитуду исходного выходного сигнала.

**Чтобы изменить настройки сигнала:**

1. Нажмите на передней панели кнопку **По умолч.**, чтобы вывести на экран выходной сигнал по умолчанию.
2. После появления сообщения **Загрузить настройку по умолчанию?**, выберите **ОК** или **Отмена**.
3. Проверьте, выбран ли параметр **Частота**. Если нет, выберите опцию **Период** на экране K1 и замените параметр на Частота или нажмите кнопку быстрого доступа **Частота/Период** на передней панели. Теперь параметр Частота активизирован. Значение можно изменить при помощи цифровой клавиатуры или поворотной ручки.
4. Нажмите кнопку быстрого доступа **Частота/Период** повторно, чтобы переключиться на параметр **Период**.
5. Затем измените амплитуду. Нажмите кнопку быстрого доступа **Амплитуда/Высок**. Теперь активным является параметр Амплитуда. Значение можно изменить при помощи цифровой клавиатуры или поворотной ручки.
6. Повторно нажмите кнопку быстрого доступа **Амплитуда/Высок.**, чтобы переключиться на параметр **Верхний уровень**. Значение можно изменить при помощи цифровой клавиатуры или поворотной ручки.
7. Чтобы изменить единицы измерения амплитуды, нажмите стрелку вниз, расположенную рядом с опцией **Единицы измерения**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** По умолчанию выбирается В<sub>размах</sub>.

В следующей таблице приводится соотношение между единицами измерения В<sub>размах</sub>, В<sub>ср. кв.</sub> и дБм при синусоидальном сигнале и нагрузке 50 Ом.

**Table 5: Соотношение между единицами измерения В<sub>размах</sub>, В<sub>ср. кв.</sub> и дБм при нагрузке 50 Ом**

В <sub>размах</sub>	В <sub>ср. кв.</sub>	дБм
20,00 В <sub>размах</sub>	7,07 В <sub>ср. кв.</sub>	+30,00 дБм
10,00 В <sub>размах</sub>	3,54 В <sub>ср. кв.</sub>	+23,98 дБм
2,828 В <sub>размах</sub>	1,00 В <sub>ср. кв.</sub>	+13,01 дБм
2,000 В <sub>размах</sub>	707 В <sub>ср. кв.</sub>	+10,00 дБм
1,414 В <sub>размах</sub>	500 В <sub>ср. кв.</sub>	+6,99 дБм
632 мВ <sub>размах</sub>	224 мВ <sub>ср. кв.</sub>	+0,00 дБм
283 мВ <sub>размах</sub>	100 мВ <sub>ср. кв.</sub>	-6,99 дБм
200 мВ <sub>размах</sub>	70,7 мВ <sub>ср. кв.</sub>	-10,00 дБм
10,0 мВ <sub>размах</sub>	3,54 мВ <sub>ср. кв.</sub>	-36,02 дБм

## Выбор формы сигнала

В приборе предусмотрены 12 стандартных форм сигналов: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный,  $\sin(x)/x$ , шум, DC (напряжение постоянного тока), функция Гаусса, функция Лоренца, нарастающая экспонента, убывающая экспонента и гаверсинус. Кроме того, при помощи прибора можно сохранять и воспроизводить заданные пользователем сигналы произвольной формы. Пользователи могут создавать, редактировать и сохранять свои сигналы (подробнее см. в п. [Настройки ArbBuilder](#) [на стр. 51]).

Кроме того, можно создавать модулированные сигналы, используя меню Модуляция в группе Режим работы. Ниже в таблице приведены сочетания типов модуляции и форм выходного сигнала.

**Table 6: Типы модуляции и формы выходного сигнала.**

Режим работы	Синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, произвольный, $\sin(x)/x$ , функция Гаусса, функция Лоренца, нарастающая экспонента, убывающая экспонента, гаверсинус	Импульсный	Шум, напряжение постоянного тока
Непрерывн.	•	•	•
Модуляция			
АМ	•		
ЧМ	•		
ФМ	•		
ЧМн	•		
ШИМ		•	
Свибир.	•		
Пачка	•	•	

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Когда прибор работает в режиме генерации сигнала произвольной формы, настройка размаха напряжения ( $V_{\text{размах}}$ ) на приборе показывает размах напряжения ( $V_{\text{размах}}$ ) нормализованного сигнала. Когда прибор работает в режиме генерации сигналов  $\sin(x)/x$ , функция Гаусса, функция Лоренца, нарастающая экспонента, убывающая экспонента или гаверсинус, размах напряжения ( $V_{\text{размах}}$ ) определяется как удвоенное расстояние от нуля до пикового значения.

*Для выбора формы выходного сигнала:*

1. Выберите кнопку режима работы **Базовый**. Затем можно выбрать один из четырёх стандартных сигналов в выпадающем меню на сенсорном экране либо при помощи кнопок передней панели.

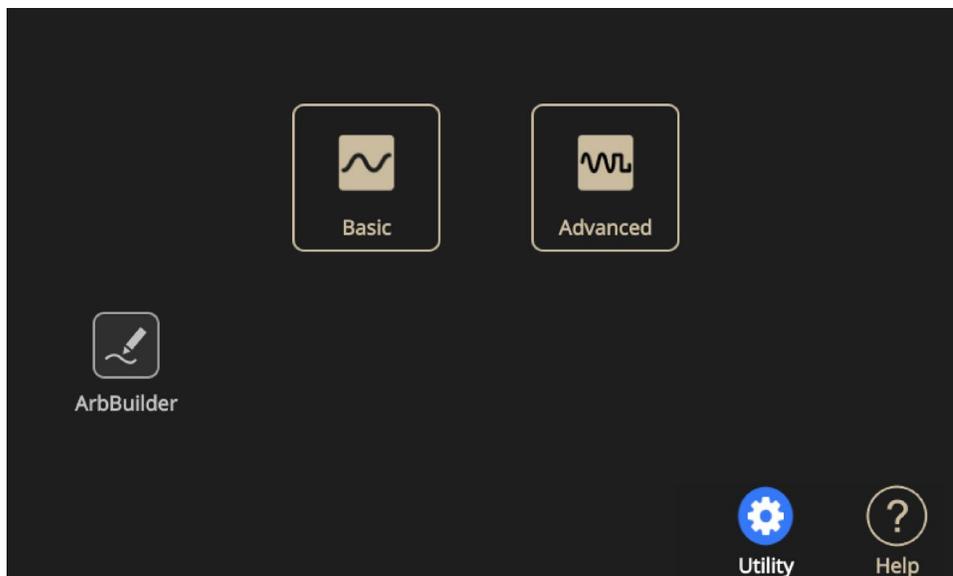


Рисунок 10: Сенсорный экран

2. Выберите кнопку режима работы **Непрерывн.** в выпадающем меню на сенсорном экране либо при помощи кнопок передней панели.

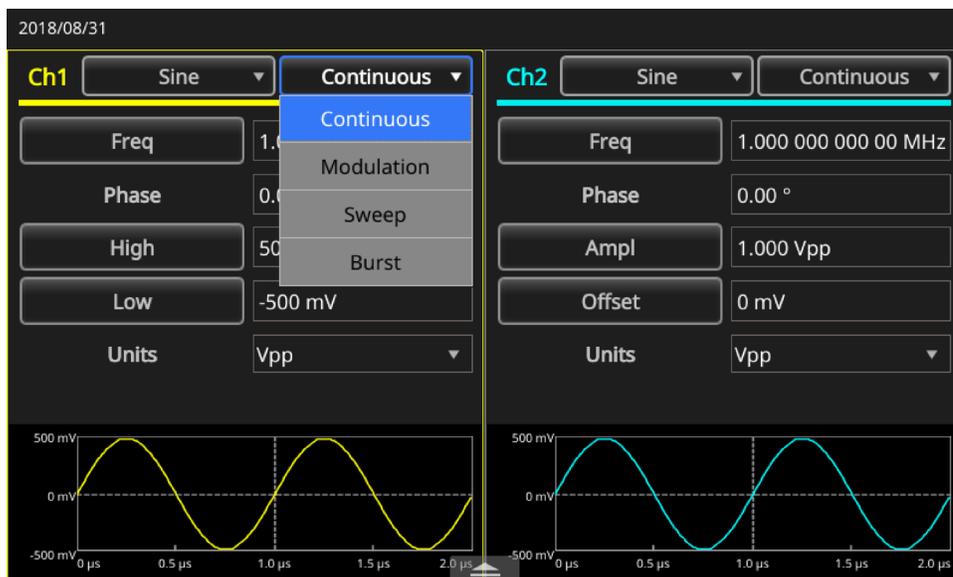


Рисунок 11: Выбор непрерывного режима работы

3. Воспользовавшись выпадающим меню на сенсорном экране либо кнопками передней панели, выберите форму сигнала **Синус**.

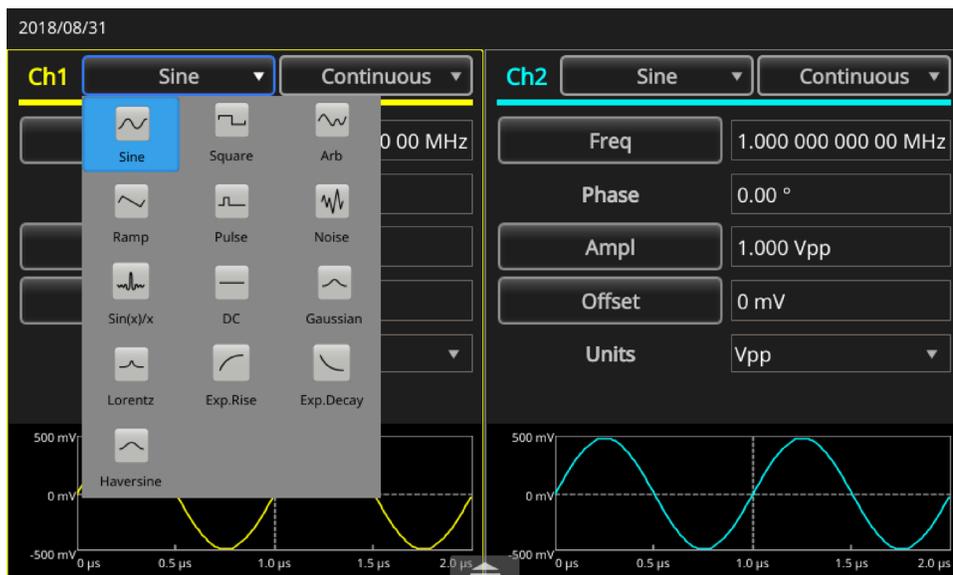


Рисунок 12: Выбор синусоидального сигнала

4. Чтобы изменить форму сигнала, перейдите на выпадающее меню или воспользуйтесь кнопками передней панели и выберите кнопку **Произвольн.**

Чтобы выбрать другую доступную форму сигнала, такую как Sin(x)/x, шум, DC или функция Гаусса, перейдите на выпадающее меню формы сигналов и выберите сигнал.

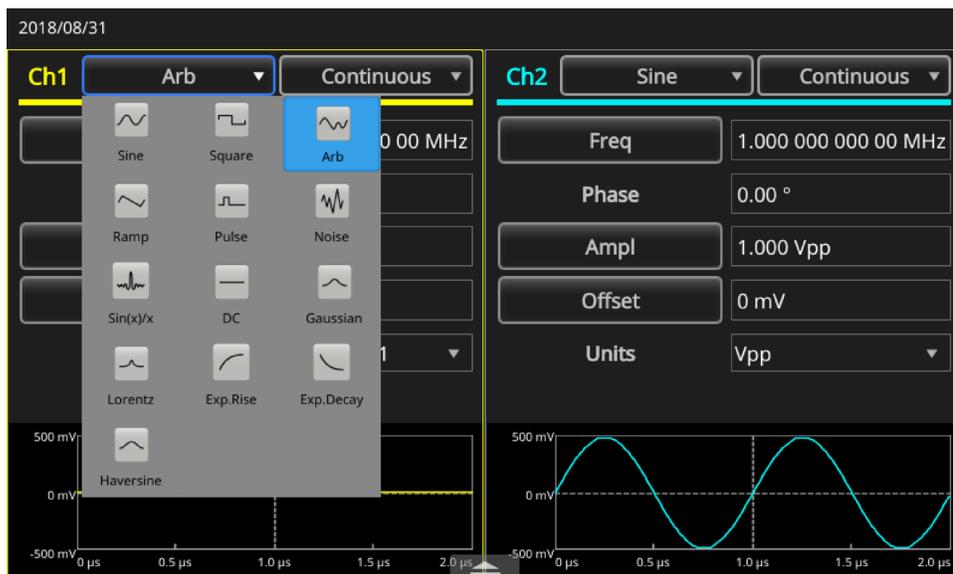


Рисунок 13: Выбор сигнала произвольной формы

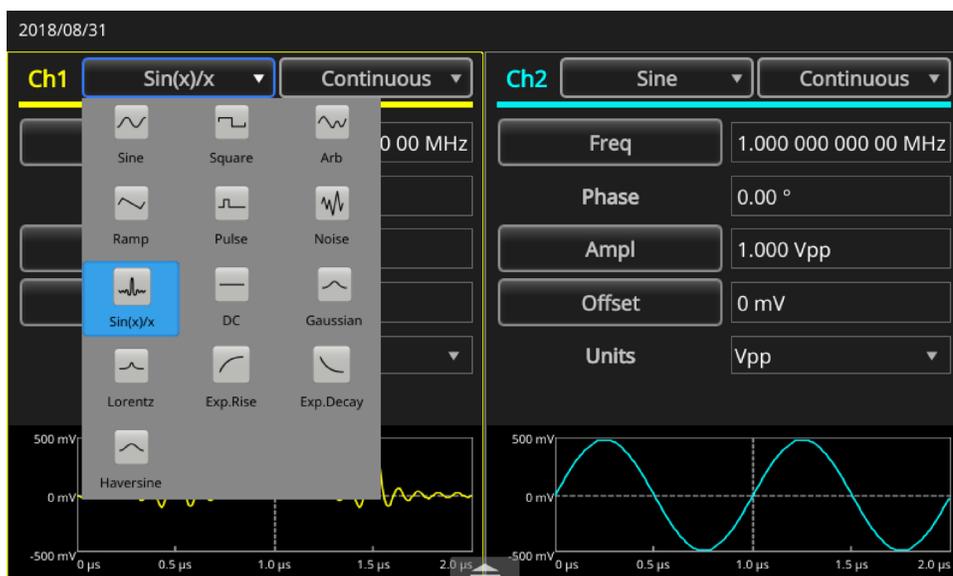


Рисунок 14: Выбор сигнала Sin(x)/x

## Функции базового режима

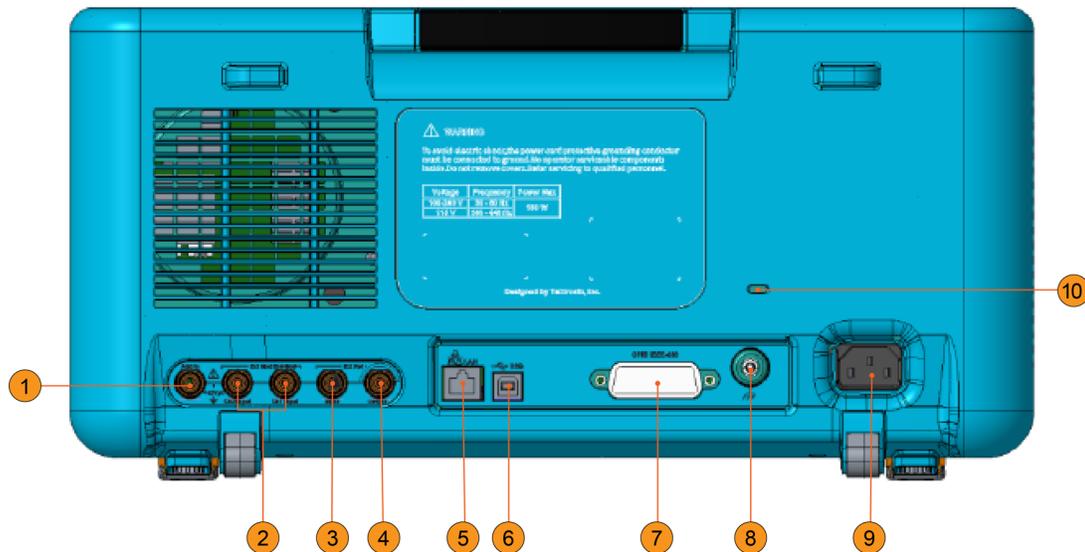
В группе Базового режима работы на передней панели находятся следующие кнопки:

- Непрерывн.
- Модуляция
- Свипир.
- Пачка

При помощи этих кнопок можно выбрать метод генерации сигнала прибором. Дополнительная информация размещена в п. [Выбор формы сигнала](#) (на стр. 39) и [Вид передней панели](#) (на стр. 34).

## Вид задней панели

Ниже приводится изображение разъёмов панели и описание разъёмов согласно позициям.



**Рисунок 15: Разъёмы задней панели генератора серии AFG31000**

1. **Доп.вх.:** входной разъём BNC, позволяющий добавлять внешний сигнал к выходному сигналу канала K1.
2. **Внеш.вх.мод.:** два разъёма BNC для внешних входных сигнала модуляции (для канала 1 и канала 2). Уровень входного сигнала, поступающего на эти разъёмы, управляет настройками модуляции. Входы каналов 1 и 2 независимы.
3. **Внеш.опор.вх.:** входной разъём BNC для внешнего опорного сигнала. Входной разъём для внешних опорных сигналов используется при синхронизации нескольких генераторов сигналов произвольной формы/функций или генератора серии AFG31000 с другим прибором.
4. **Внеш.опор.вых.:** выходной разъём BNC для внешнего опорного сигнала. Выходной разъём для внешних опорных сигналов используется при синхронизации нескольких генераторов сигналов произвольной формы/функций или генератора серии AFG31000 с другим прибором.
5. **LAN:** предназначен для подсоединения прибора к сети. Соединение выполняется кабелем 10 BASE-T или 100 BASE-T.
6. **USB (Тип B):** для соединения с USB-контроллером.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** USB-разъём на передней панели является USB-разъёмом типа A.

7. **GPIB:** используется для управления прибором при помощи команд GPIB.
8. **Винт заземления шасси:** используется для заземления прибора (№ резьбы 6-32, длина 6,35 мм или меньше).
9. **Разъём для шнура питания:** для подсоединения шнура питания, который подключается к источнику питания переменного тока.
10. **Слот безопасности:** позволяет использовать стандартный (Kensington) пристыжной трос с замком для портативного компьютера для обеспечения безопасного хранения прибора.

## Интерфейс USB

Прибор можно подключить к ПК при помощи USB-кабеля. Для подключения прибора к ПК нужен разъём USB типа A со стороны компьютера и разъём типа B со стороны прибора. Интерфейс обеспечивает связь с прибором.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Разъём USB типа A на передней панели предназначен для подключения запоминающего устройства; разъём USB типа B находится на задней панели.

---

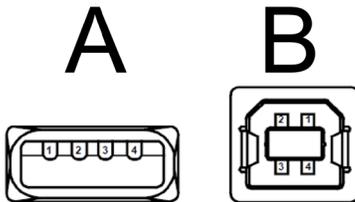


Рисунок 16: разъёмы USB типа A и B

## Выбор канала

Управление экраном осуществляется кнопкой выбора канала **K1/K2**, которая находится на передней панели. С её помощью выполняется переключение между двумя каналами.

## Включение и выключение выходов

В двухканальных моделях можно включать или отключать выход сигнала независимо для канала 1 и канала 2. В любое время можно включить один из двух каналов либо включить оба канала.

**Чтобы включить выход сигнала:**

1. Нажмите на передней панели кнопку **Выход K1**. Если включена подсветка кнопки, выход включён.
2. Если используется двухканальная модель, нажмите кнопку **Выход K2** на передней панели. Если включена подсветка кнопки, выход включён.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Сигнал можно настроить при отключённых выходах. Это позволяет свести к минимуму вероятность подачи неправильного сигнала на тестируемое устройство.

---

## Интерфейсы для удалённой связи

Для сопряжения прибора с сетями связи используются разъёмы USB, GPIB и LAN, которые находятся на задней панели. Связь с прибором обеспечивается программным обеспечением ПО TekVISA, которое можно загрузить с веб-сайта [ru.tek.com](http://ru.tek.com), (<http://ru.tek.com/keithley>). Одновременно можно пользоваться только одним интерфейсом. При помощи интерфейса можно отправлять на генератор команды с удалённого устройства.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Более подробная информация и описание списка команд для генератора сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 содержится в *Руководстве по программированию*.

---

Ниже приводится пример применения стандартной удалённой команды. Эта команда блокирует переднюю панель и операции, выполняемые при помощи передней панели генератора. Команда предназначена для интегрированных систем или массового производства, где, как правило, приборами управляют компьютеры.

Удалённая команда для блокировки прибора:

```
SYSTem:KLOCK[:STATe]
```

Удалённая команда для разблокировки прибора:

```
SYSTem:KUNLOCK[:STATe]
```

**Для того чтобы заблокировать прибор удалённой командой:**

1. Подключите компьютер к генератору сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 при помощи кабеля USB или LAN.
2. Установите на компьютер ПО TekVISA (загрузить ПО можно с веб-сайта [ru.tek.com/manuals](http://ru.tek.com/manuals) [[ru.tek.com/manuals](http://ru.tek.com/manuals)]).
3. После установки TekVISA откройте вкладку OpenChoice Talker Listener и выберите требуемый прибор. Если в списке приборов нет требуемого прибора, проверьте соединение кабеля, а также IP-адрес, если используется LAN.

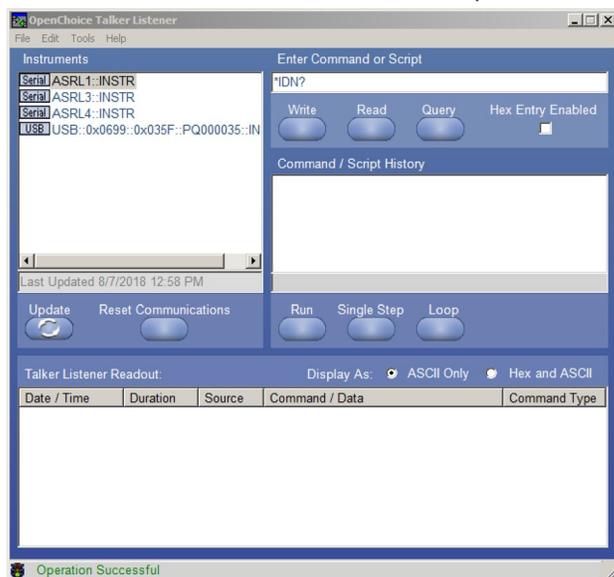
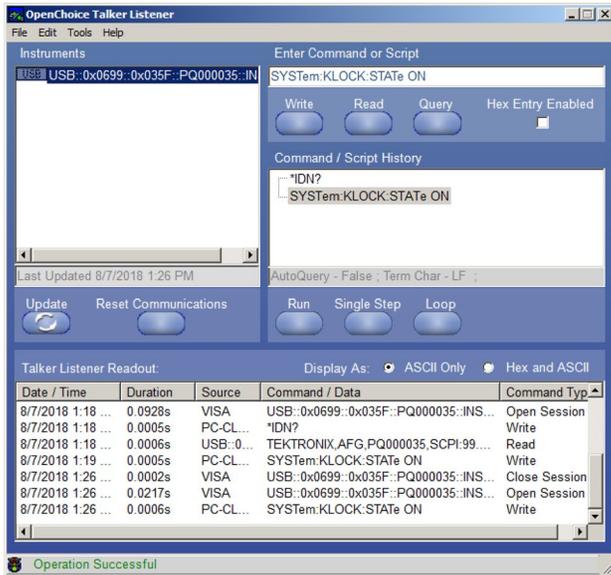


Рисунок 17: Выбор прибора на вкладке Talker Listener в ПО TekVISA

4. Из списка приборов выберите требуемый прибор.
5. Команда запроса идентификации \*IDN? уже введена в поле команд. Нажмите кнопку Query (Запрос) и считайте результат в поле данных вкладки Talker Listener.
6. В поле команд введите команду SYSTem:KLOCK:STATe ON. Если нажать кнопку Write (Запись), эта команда будет записана в генератор сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000.



7. Нажмите любую кнопку на передней панели, и вы увидите, что ничего не меняется. Клавиатура передней панели также заблокирована.

## Включение прибора

Ниже описывается порядок подключения прибора к источнику питания, а также включения и выключения прибора.

### Подсоединение шнура питания:

1. Убедитесь в том, что выключатель питания на передней панели находится в положении «Выкл.»
2. Подключите гнездовой разъем поставляемого в комплекте шнура питания к штекерному разъёму питания переменного тока на задней панели прибора.
3. Подключите штекер шнура питания к заземлённой розетке переменного тока.

### Порядок включения прибора

1. Включите прибор, нажав выключатель питания на передней панели.

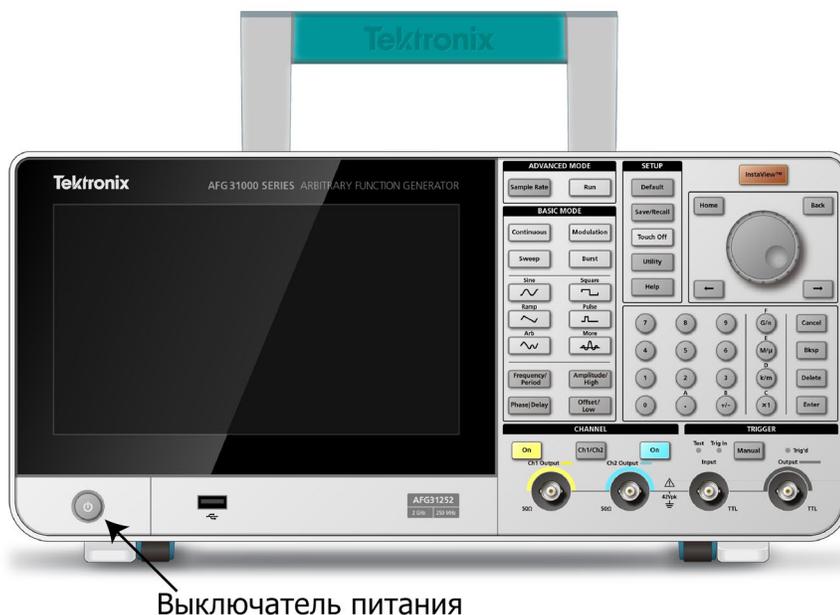


Рисунок 18: двухканальный генератор серии AFG31000, вид спереди

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Прежде чем пользоваться прибором, дождитесь, пока на экране, находящемся на передней панели, не появится информация о том, что прибор прошёл все самопроверки, выполняемые при включении питания.

## Интерфейс сенсорного экрана

На следующих рисунках изображены основные экранные страницы сенсорного экрана.

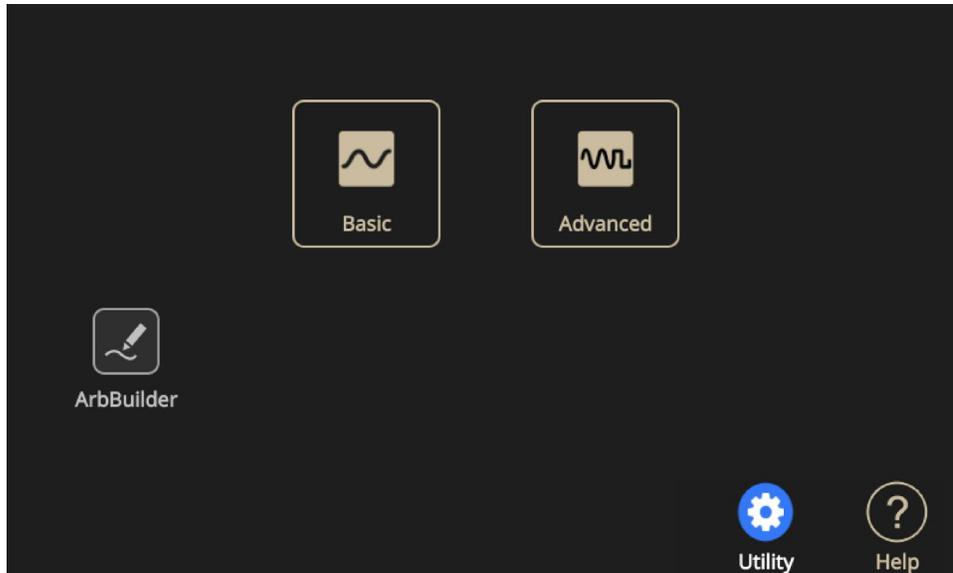


Рисунок 19: Главная экранная страница сенсорного экрана

На панели Интерфейс ввода-вывода экрана можно изменить способ связи прибора с компьютером или другими приборами. Кроме того, она даёт доступ к сетевым параметрам для прибора. Подробнее этот экран описывается в пункте «Интерфейс ввода-вывода».

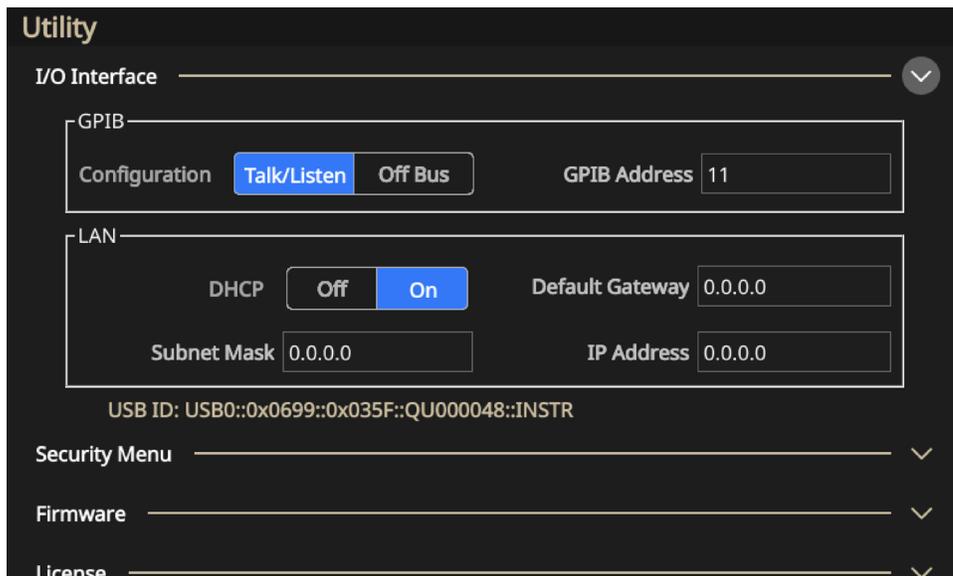


Рисунок 20: Опции интерфейса ввода-вывода

## Экран базового режима по умолчанию

На экране AFG по умолчанию можно изменять следующие параметры:

- Сигнал
- Базовая функция (непрерывный, модуляция, свипирование или пакетный)
- Частота
- Пределы напряжения
- Фаза
- Единицы измерения ( $V_{\text{размах}}$ ,  $V_{\text{ср. кв.}}$  или дБм)

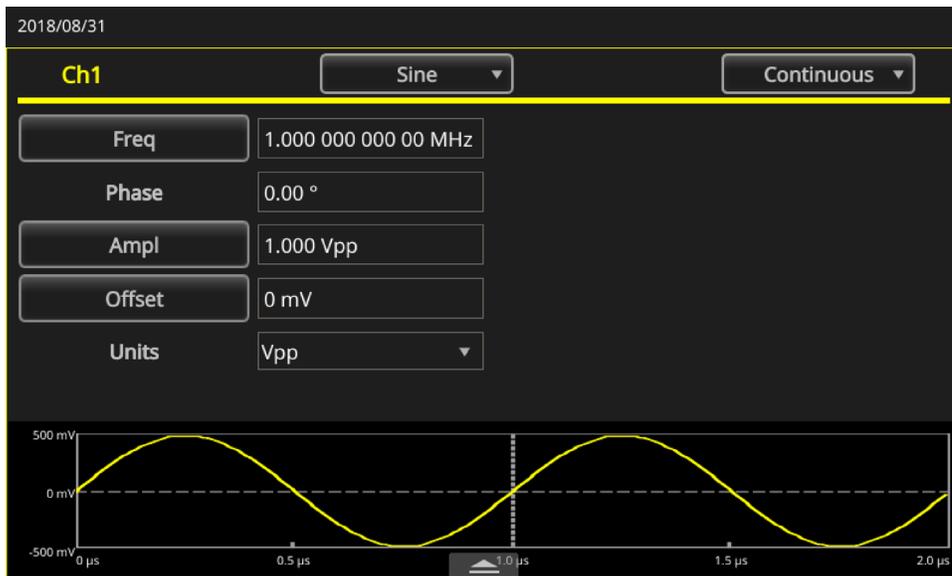


Рисунок 21: Главный экран одноканального AFG

## Экран расширенного режима по умолчанию

На экране расширенного режима по умолчанию можно:

- Выбрать другие доступные формы сигналов.
- Открыть сохранённую последовательность сигналов, выбрав кнопку **Последовательность**. Сигналы отображаются в Списке сигналов с указанием их имени и длины. Сигнал также можно вставить в таблицу последовательности как один шаг. Каждый шаг определяется как цикл или ветвь (ожидание, скачок или переход), которые запускаются по разным событиям. Секвенсор может определить до 256 шагов и до 16 МБ сигналов для каждого канала (128 МБ в качестве опции).
- Создать и сохранить новую последовательность сигналов.

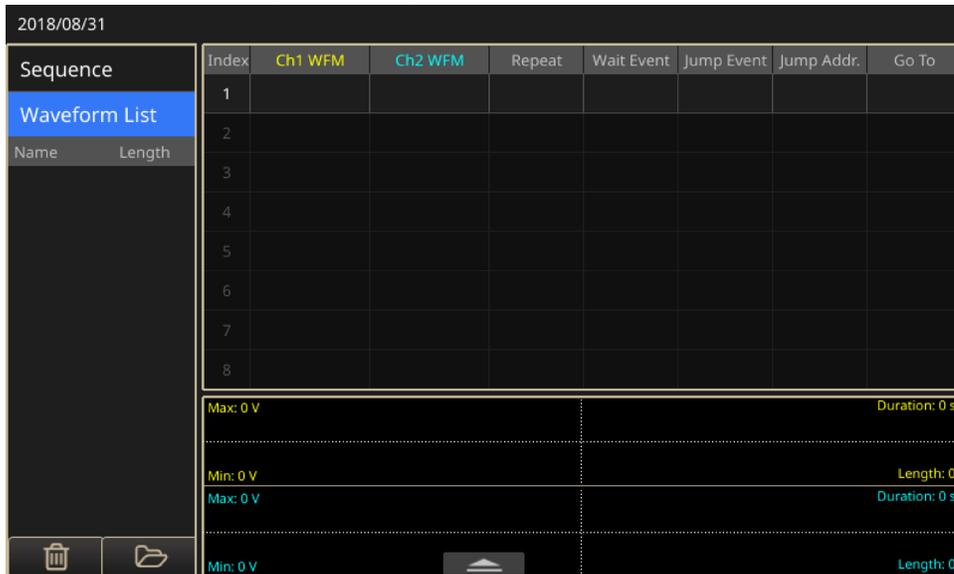


Рисунок 22: Главный экран расширенного режима двухканального генератора

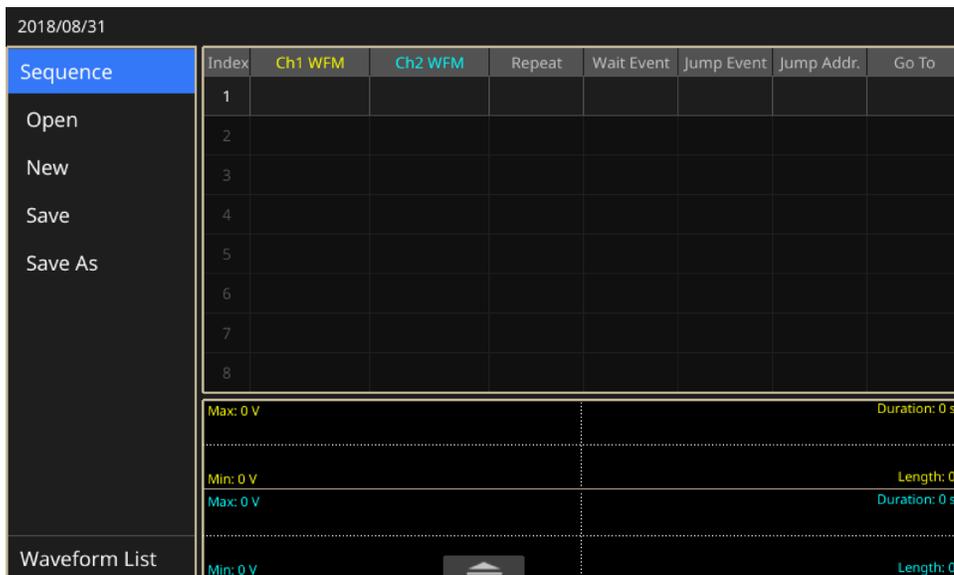


Рисунок 23: Экран последовательности сигналов одноканального генератора

## Настройки ArbBuilder

При помощи модуля ArbBuilder можно открывать ранее созданные или создавать новые сигналы. Если выбрать значок ArbBuilder и открыть ArbBuilder, на нижней панели экрана появятся следующие опции:

- **Файл:** позволяет открыть, сохранить, изменить или создать новый стандартный сигнал или новое уравнение.
- **Постр.:** построение сигнала перемещением мыши по горизонтали и вертикали. Можно выполнить построение точками.
- **Изменить:** редактирование сигнала.
- **Отпр.:** отправка сигнала на выбранный канал.
- **Выход:** выход из ArbBuilder.



Рисунок 24: Главный экран ArbBuilder



# Функции генератора серии AFG31000

## Базовый режим

Генератор сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 может работать в двух режимах работы – базовом и расширенном (последовательности).

- В режиме [Базовый](#) прибор работает со специальным интерфейсом пользователя, который аналогичен применяемому в стандартных генераторах сигналов произвольной формы/функций. Управление генерированием функций и сигналов произвольной формы осуществляется минимальным числом операций с кнопками с использованием несложного древа меню. Переход от одной частоты к другой можно выполнять, не беспокоясь о длине сигнала и частоте дискретизации. Это очень удобно при работе с аналоговыми устройствами, например при определении частотных характеристик фильтров/усилителей, или цифровыми устройствами, когда нужно часто менять тактовую частоту.
- В режиме [Расширенный](#) можно генерировать сигналы большой длины или сигналы со сложным тактированием.

## Выдвигаемые панели сенсорного экрана

Выдвигаемые панели размещены на многих экранных страницах сенсорного экрана, включая страницы Базовый, Расширенный и ArgBuilder.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Доступ к выдвигаемым панелям не предусмотрен на экранах Начало и Сервис.

Просмотрите следующие рисунки, чтобы понять, как смахивать панели, чтобы получить доступ к дополнительным функциям и данным.

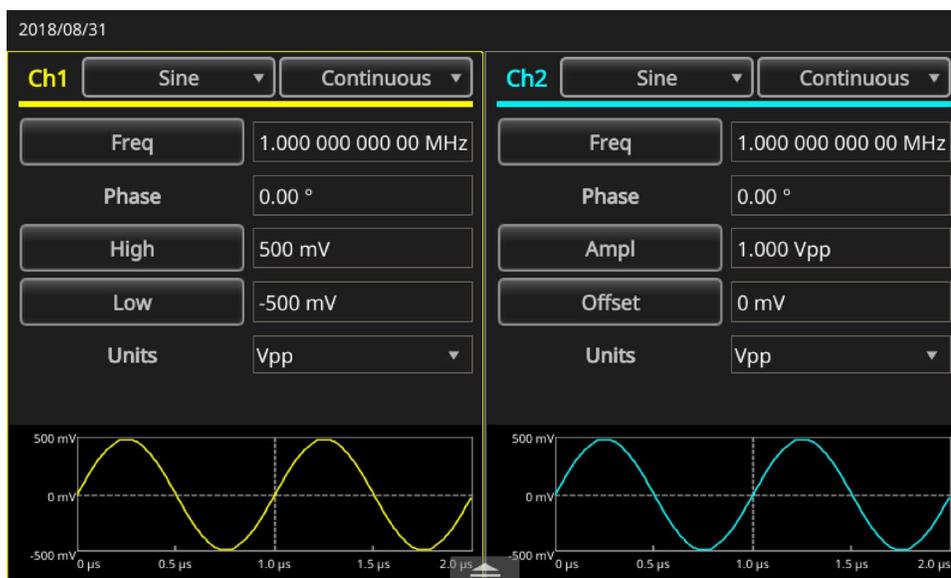


Рисунок 25: Выдвигаемая нижняя панель

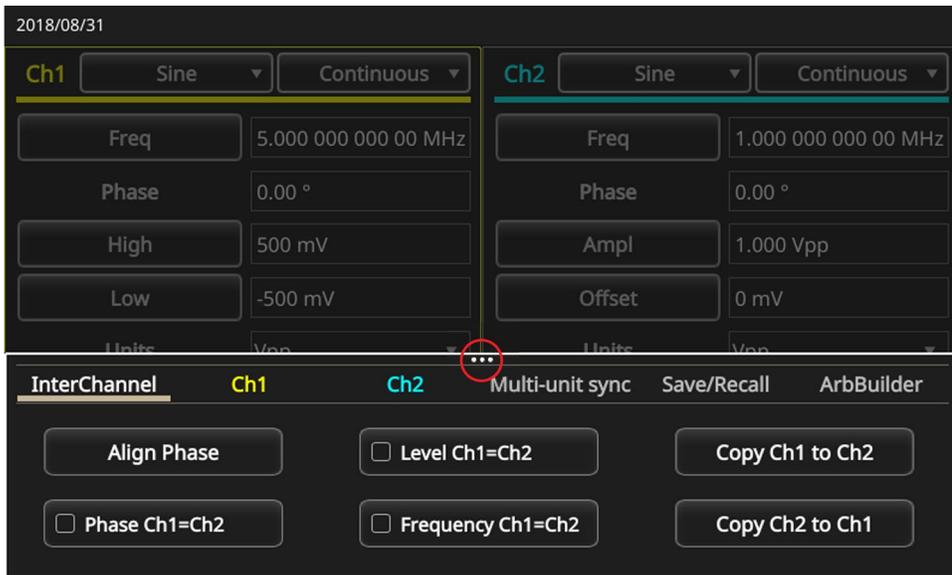


Рисунок 26: Таблицы в выдвигаемой нижней панели

Смахивание

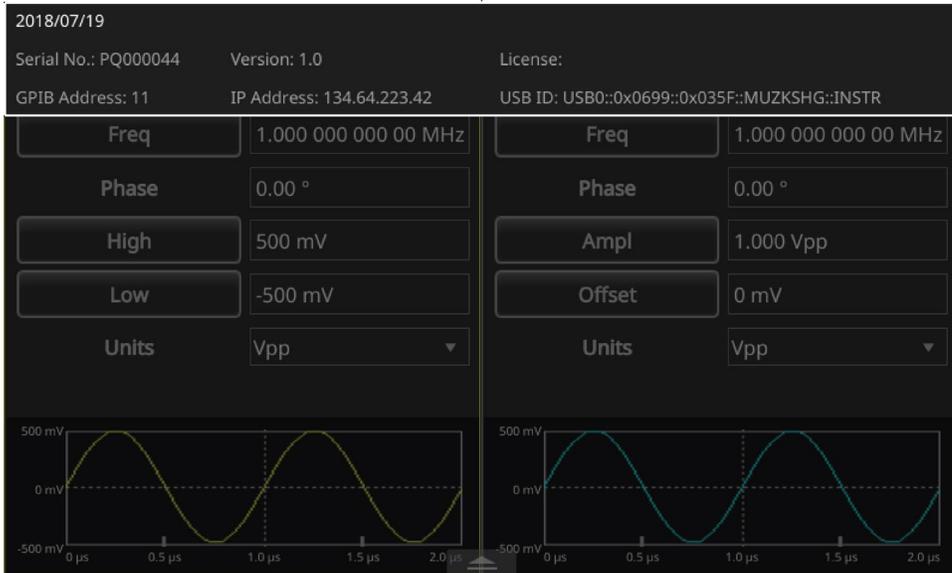


Рисунок 27: Выдвигаемая верхняя панель

## Создание импульсного сигнала

*Чтобы создать импульсный сигнал:*

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите стрелку раскрывающегося списка для перехода к опциям формы сигнала.
3. Выберите кнопку **Импульсн.**
4. Выберите кнопку **Частота** на сенсорном экране для перехода от опции Частота к опции Период.
5. На сенсорном экране выберите кнопку **Кэфф. заполнения** и при помощи цифровой клавиатуры сенсорного экрана введите значение настройки.
6. Повторно щёлкните на кнопку **Кэфф. заполнения** для перехода от опции Кэфф. заполнения к опции Ширина. Введите значение настройки Ширины.
7. Выберите опцию **Передний и задний** и введите значения настройки для переднего и заднего фронта.

## Формулы описания импульсного сигнала

Следующий рисунок и формула помогают объяснить связь между периодом, скважностью, шириной импульса, а также длительностью переднего и заднего фронта импульса.

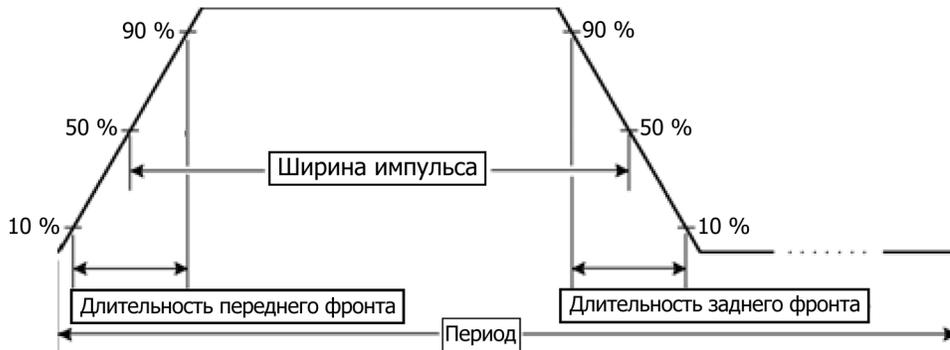


Рисунок 28: Длительность периода импульса

Следующие формулы служат для описания импульсных сигналов и определяют длительность переднего фронта, длительность заднего фронта, период и ширину импульса.

$IEdge$  = длительность переднего фронта

$tEdge$  = длительность заднего фронта

**Максимальная длительность переднего фронта.** Это значение представляет собой минимальное из трёх результатов в каждом примере.

Если режим работы Непрерывный:

$Temp1 = 0,8 * 2,0 * \text{ширина} - tEdge;$

$Temp2 = (\text{период} - \text{ширина}) * 0,8 * 2,0 - tEdge;$

$Temp3 = 0,625 * \text{период}.$

Если режим работы не Непрерывный:

$Temp1 = 0,8 * 2,0 * \text{ширина} - tEdge;$

$Temp2 = (\text{период} - \text{перед.фронт} - \text{ширина}) * 0,8 * 2,0 - tEdge$

$Temp3 = 0,625 * \text{период}.$

**Максимальная длительность заднего фронта.** Это значение представляет собой минимальное из трёх результатов в каждом примере.

Если режим работы Непрерывный:

$Temp1 = 0,8 * 2,0 * \text{ширина} - IEdge$

$Temp2 = (\text{период} - \text{ширина}) * 0,8 * 2,0 - IEdge$

$Temp3 = 0,625 * \text{период}.$

Если режим работы не Непрерывный:

$Temp1 = 0,8 * 2,0 * \text{ширина} - IEdge$

$Temp2 = (\text{период} - \text{перед.фронт} - \text{ширина}) * 0,8 * 2,0 - IEdge$

$Temp3 = 0,625 * \text{период}.$

## Открыть/сохранить сигнал произвольной формы

Сигналы произвольной формы можно сохранять во внутренней памяти прибора или на USB-накопителе. Если нужно сохранить больше сигналов, можно воспользоваться USB-накопителем, который устанавливается в порт USB.

*Для того чтобы открыть сигнал:*

1. Выберите на сенсорном экране значок **Базовый**.
2. На сенсорном экране смахните вверх белую стрелку, которая находится внизу экрана, и перейдите на вкладку **ArbBuilder** (подробнее см. в п. [Выдвигаемые панели сенсорного экрана](#) [на стр. 53]).

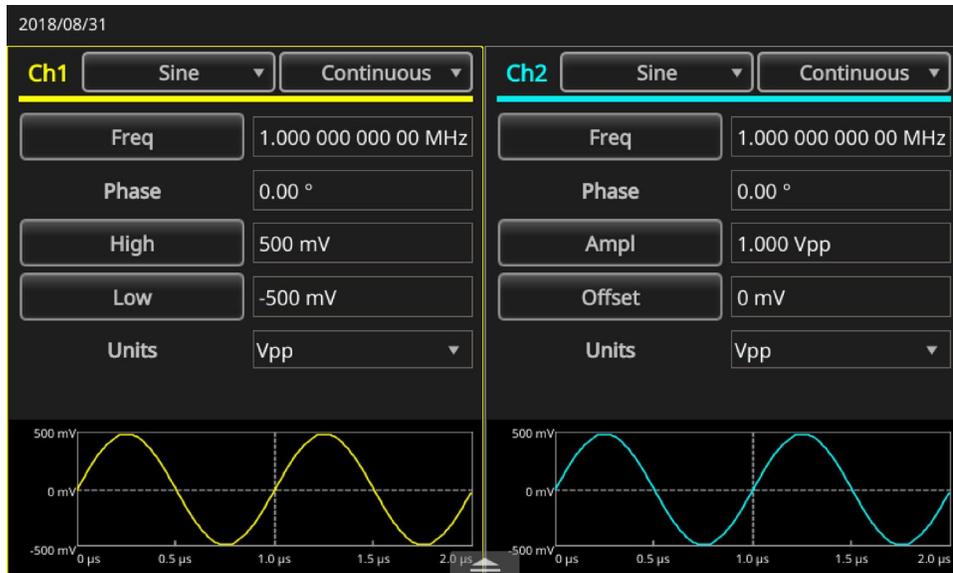


Рисунок 29: Выдвигаемая нижняя панель

3. Выберите кнопку **Открыть**.

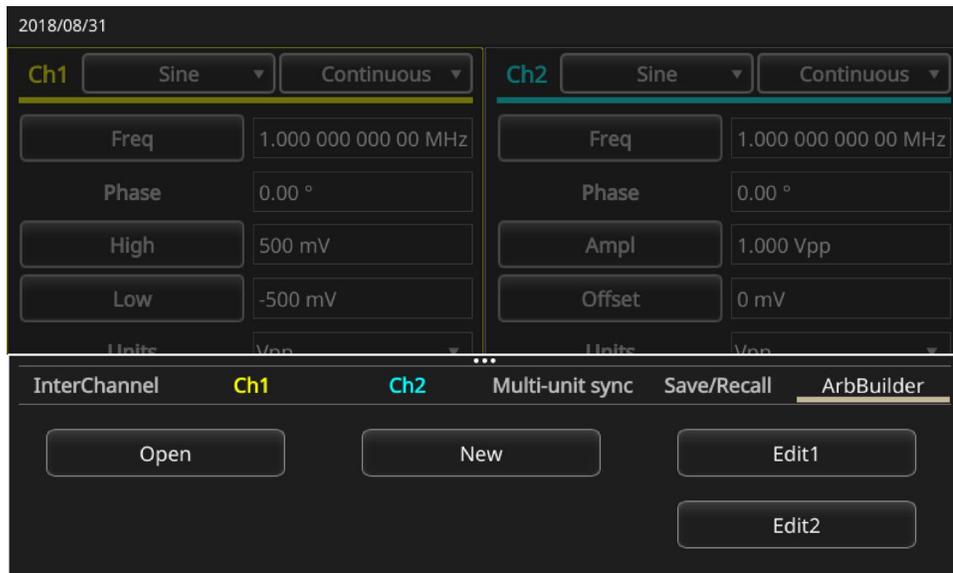


Рисунок 30: Вкладка ArbBuilder

**Чтобы сохранить сигнал:**

1. При открытом на экране сигнале выберите кнопку **Файл**.
2. Если в меню нет кнопки Файл, в нём будут кнопки Сохранить и Сох. как. Если нужно изменить имя и местоположение сохраняемого файла, выберите опцию **Сох. как**. Если файл сохраняется с прежним именем, выберите кнопку **Сохранить**.

## **Создание сигналов шума или напряжения постоянного тока**

**Чтобы создать сигнал шума:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите имя сигнала в выпадающем меню K1 на сенсорном экране.
3. Выберите кнопку **Шум**.

**Чтобы создать сигнал DC (напряжения постоянного тока):**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите имя сигнала в выпадающем меню K1 на сенсорном экране.
3. Выберите кнопку **DC**.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Модуляция и свипирование сигнала шума невозможны.

---

## **Создание пакета сигналов**

Прибор может выдавать на выходе пакет сигналов, состоящий из стандартных сигналов, например синусоидальной, прямоугольной, пилообразной, импульсной или произвольной формы. Прибор позволяет использовать следующие типы пакетных режимов.

## Создание пакетного сигнала по сигналу запуска

Если прибор получает входной сигнал запуска от внутреннего или внешнего источника запуска, удалённую команду или если нажата кнопка запуска Ручной, на выход прибора подаётся заданное число циклов сигнала (по счётчику пакетов импульсов).

В примере ниже описывается порядок создания сдвоенного импульса в пакетном режиме.

**Чтобы создать пакетный сигнал по сигналу запуска:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите кнопку **Непрерывный** в выпадающем меню K1 на сенсорном экране.
3. Выберите кнопку **Пачка**.
4. Чтобы определить настройки Режим, подтвердите, что выбрана опция **1-цикл, N-циклов** или **Непрерывн. циклы**, что означает, что включён пакетный режим с запуском.
5. Чтобы создать сдвоенный импульс, установите настройку **Цикл (N-циклов)** на 2. На следующем рисунке видно, что этот сигнал является выходным сигналом, сгенерированным по сигналу запуска.

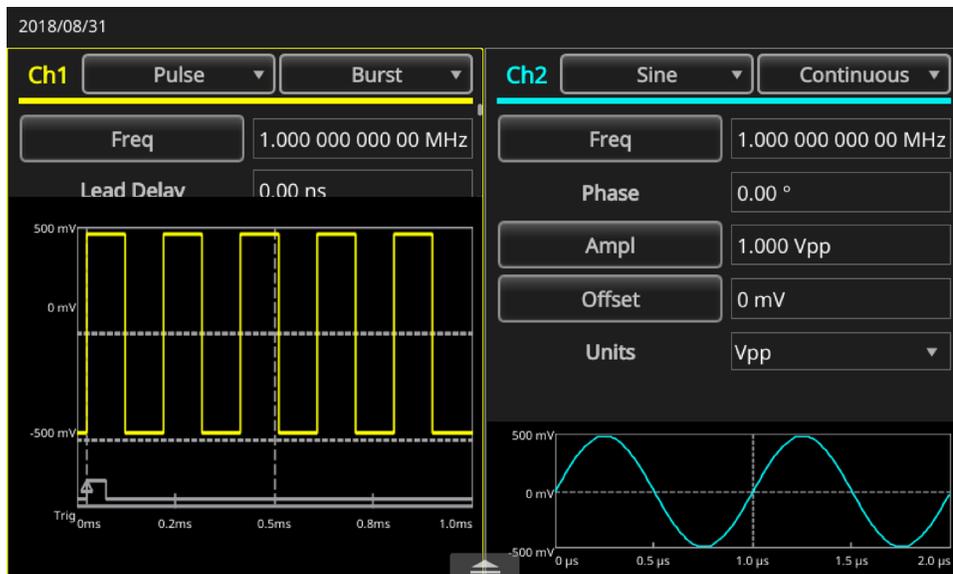


Рисунок 31: Пакет импульсов

## Создание стробированного пакетного сигнала

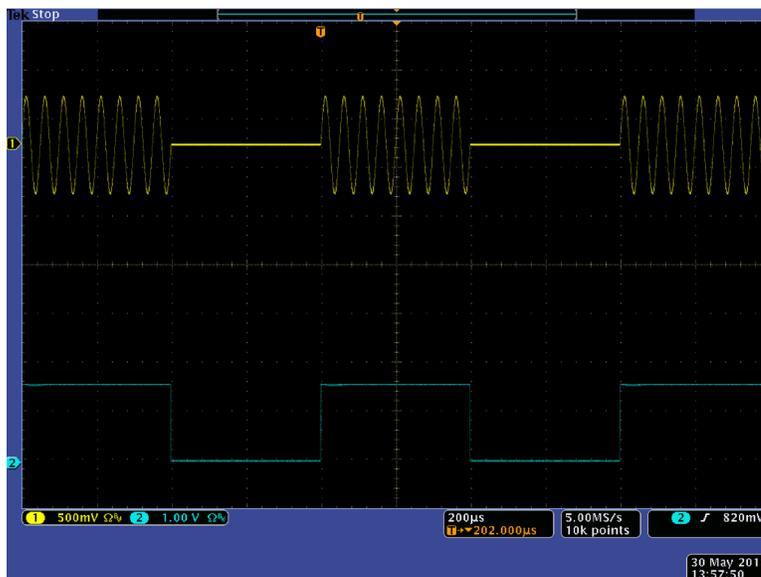
Прибор выдаёт непрерывный сигнал, когда получен эффективный внешний стробирующий сигнал, когда нажата кнопка запуска Ручной, когда подана удалённая команда или в течение 50 % выбранного интервала внутреннего запуска.

В пакетном режиме со стробированием выходной сигнал включается или отключается в зависимости от внутреннего стробирующего сигнала или внешнего сигнала, поданного на входной разъём запуска на передней панели прибора. Когда стробирующий сигнал истинный (высокий уровень) или нажата кнопка запуска Ручной на передней панели, прибор генерирует непрерывный сигнал.

*Для создания стробированного пакетного сигнала:*

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите кнопку **Синус** в выпадающем меню K1 на сенсорном экране.
3. Выберите кнопку **Пачка**.
4. Убедитесь, что выбран режим **Стробированная зона**, что означает, что включён пакетный режим со стробированием.

На следующем рисунке изображён экран осциллографа. Верхний сигнал является выходным сигналом запуска. Снизу находится стробированный сигнал.



**Рисунок 32: Стробированный пакетный сигнал**

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В приборе предусмотрены следующие источники сигнала запуска для пакетного режима: внутренний или внешний сигнал запуска; ручной запуск либо удалённая команда. Сразу после выбора опции Стробированная зона настройки счётчика пакета импульсов игнорируются.

## Сви́пирование сигнала

В режиме сви́пирования прибор генерирует выходной сигнал, частота которого изменяется по линейному или логарифмическому закону.

В этом режиме можно задать следующие настройки (воспользуйтесь прокруткой вниз, чтобы просмотреть все опции):

- Начальная частота
- Конечная частота
- Амплитуда
- Смещение
- Единицы измерения
- Время сви́пирования
- Время возврата
- Центральная частота
- Интервал
- Время удержания

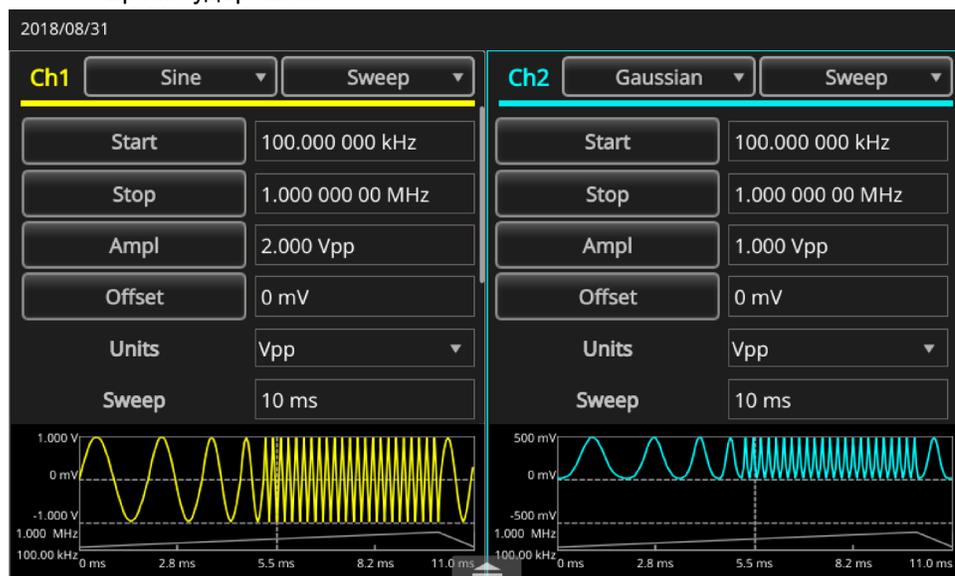
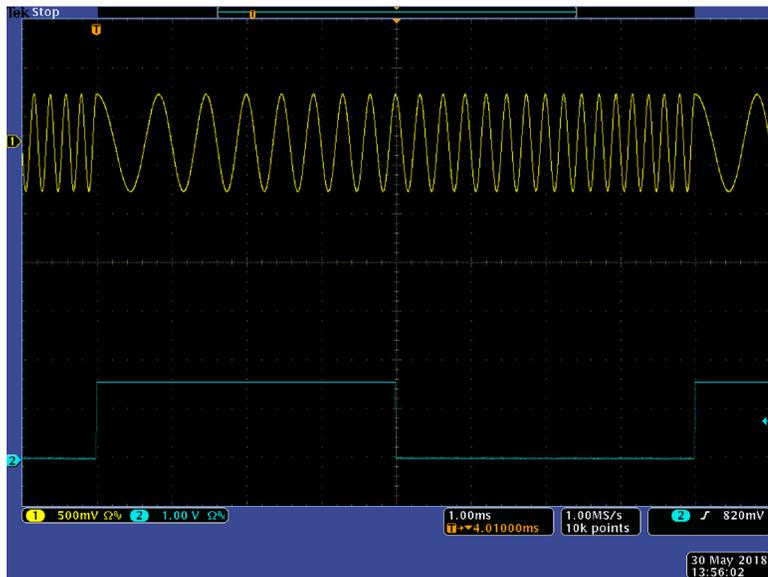


Рисунок 33: Настройки сигнала в режиме сви́пирования

**Чтобы выполнить свипирование сигнала:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Убедитесь, что на сенсорном экране для K1 выбран сигнал **Синус**. В этом примере в качестве выходного сигнала (сигнала несущей) используется сигнал синусоидальной формы.
3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. Выберите кнопку **Свипир..**. В меню свипирования можно задать начальную частоту, конечную частоту, время свипирования и время возврата. Время возврата – это количество времени, необходимое для перехода от конечной частоты к начальной частоте.

На следующем рисунке изображён примерный экран осциллографа. Сигнал в верхней части экрана – это пример свипированного сигнала. Сигнал снизу – выходной сигнал запуска.



**Рисунок 34: Свипированный сигнал на экране осциллографа**

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При свипировании по частоте можно выбрать синусоидальную, прямоугольную, пилообразную или произвольную форму сигнала. Импульсные сигналы, сигналы шума и напряжения постоянного тока выбрать невозможно. Сразу после выбора режима свипирования начинается качание частоты от начальной частоты до конечной частоты свипирования. Если начальная частота меньше конечной частоты, прибор выполняет свипирование от низкой частоты к высокой. Если начальная частота выше конечной частоты, прибор выполняет свипирование от высокой частоты до низкой частоты.

## Модуляция сигнала

В следующем примере описывается порядок модуляции сигнала при помощи кнопки Модуляция.

*Для генерирования сигнала с амплитудной модуляцией:*

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Убедитесь, что на сенсорном экране для K1 выбран сигнал **Синус**. В этом примере в качестве выходного сигнала (сигнала несущей) используется сигнал синусоидальной формы.
3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. Выберите кнопку **Модуляция**.
5. Прокрутите панель вниз, чтобы найти опцию Тип модуляции, и замените её параметр на **АМ**.
6. Для настройки Источник АМ выберите параметр **Внутренний**.
7. Прокрутите панель вниз, чтобы найти настройку Частота АМ.
8. Для настройки Глубины укажите глубину в процентах.

На следующем рисунке изображён типичный сигнал с амплитудной модуляцией, отображаемый на экране осциллографа.

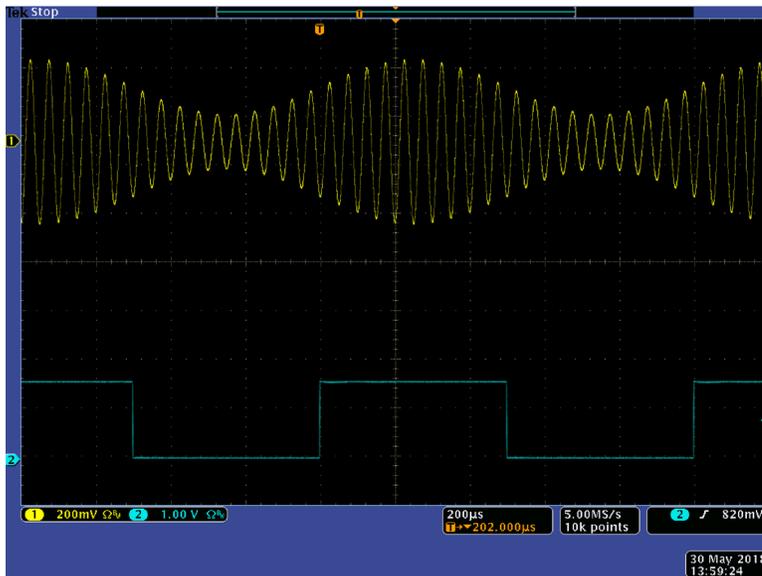


Рисунок 35: Сигнал с амплитудной модуляцией на экране осциллографа

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Пользуясь шагами, указанными выше, можно сгенерировать сигналы с частотной модуляцией (ЧМ) или фазовой модуляцией (ФМ). Для несущего сигнала нельзя выбрать сигналы следующей формы: Импульсн. Шум и DC. В качестве источника АМ можно выбрать внутренний или внешний сигнал. Если выбран внешний источник и установлена глубина модуляции, равная 120 %, выходной сигнал будет иметь максимальную амплитуду тогда, когда на разъём ВНЕШ.ВХ.МОД., находящийся на задней панели, подаётся сигнал  $\pm 1 V_{\text{размах}}$ . Форму модуляции можно выбрать из внутренней памяти или USB-накопителя.

Ниже приведены выражения для амплитуды выходного сигнала при разных типах модуляции: АМ, ЧМ и ФМ (в этом примере синусоидальный сигнал используется и для несущей, и для модулирующего сигнала):

$$\text{AM: Output}(V_{p-p}) = \frac{A}{2.2} \left( 1 + \frac{M}{100} \sin(2\pi f_m t) \right) \sin(2\pi f_c t)$$

$$\text{FM: Output}(V_{p-p}) = A \sin(2\pi (f_c + D \sin(2\pi f_m t)) t)$$

$$\text{PM: Output}(V_{p-p}) = A \sin\left(2\pi f_c t + 2\pi \frac{P}{360} \sin(2\pi f_m t)\right)$$

**Рисунок 36: Уравнения для модулированных сигналов**

В следующей таблице даны определения переменным, используемым в вышеуказанных уравнениях.

Амплитуда несущей	A [Вразмах]
Частота несущей	$f_c$ [Гц]
Частота модуляции	$f_m$ [Гц]
Время	t [с]
Глубина амплитудной модуляции	m [%]
Девияция ЧМ	D [Гц]
Девияция ФМ	P [градус]

В следующей таблице показано соотношение между глубиной модуляции и максимальной амплитудой для амплитудной модуляции (выбран внутренний источник модуляции).

Глубина	Максимальная амплитуда
120 %	A (Вразмах)
100 %	A (Вразмах) * 0,909
50 %	A (Вразмах) * 0,682
0 %	A (Вразмах) * 0,455

## Частотная манипуляция сигнала

Частотная манипуляция (ЧМн) – это вид манипуляции, при которой частота выходного сигнала скачкообразно изменяется между двумя частотами: Частотой несущего сигнала и Частотой скачка. Ниже описывается порядок генерации частотно-манипулированного сигнала.

**Для генерирования частотно-манипулированного сигнала:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Убедитесь, что на сенсорном экране для K1 выбран сигнал **Синус**. В этом примере в качестве выходного сигнала (сигнала несущей) используется сигнал синусоидальной формы.
3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. Выберите кнопку **Модуляция**.
5. Прокрутите панель вниз, чтобы найти опцию Тип модуляции, и замените её параметр на **ЧМн**.
6. Для настройки источника Ист.ЧМн выберите параметр **Внутренний** или **Внешний**. Если выбрать параметр Внешний, то параметр Сдвиг частоты манипуляции игнорируется.
7. Введите значение настройки Частоты скачка. Частота несущего сигнала смещается до Частоты скачка с выбранной скоростью Сдвига частоты манипуляции, а затем возвращается к значению исходной частоты.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Генераторы сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 генерируют ЧМн сигналы с непрерывной фазой.

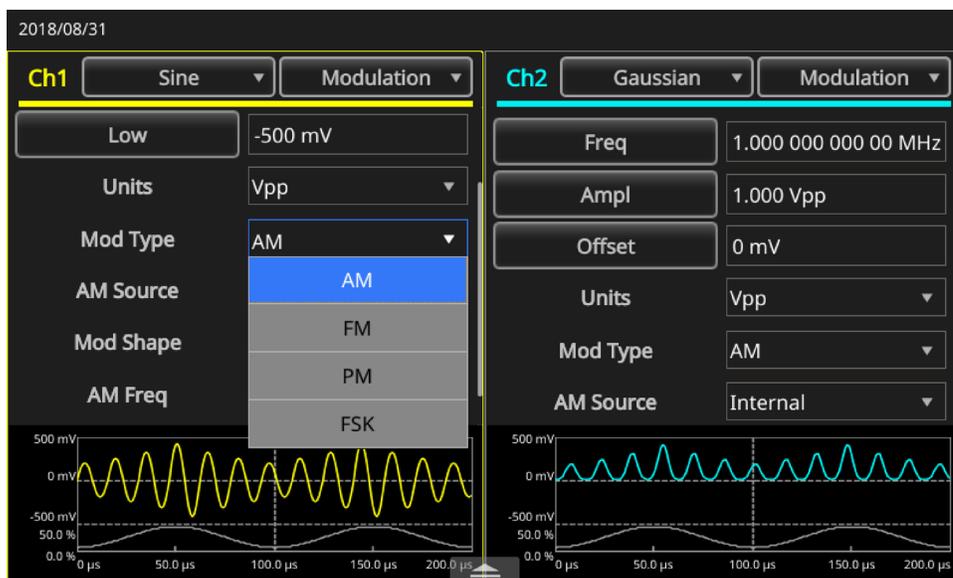


Рисунок 37: Тип модуляции

## Широтно-импульсная модуляция сигнала

Для генерирования сигнала с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ):

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите кнопку **Импульс** в выпадающем меню K1 на сенсорном экране.

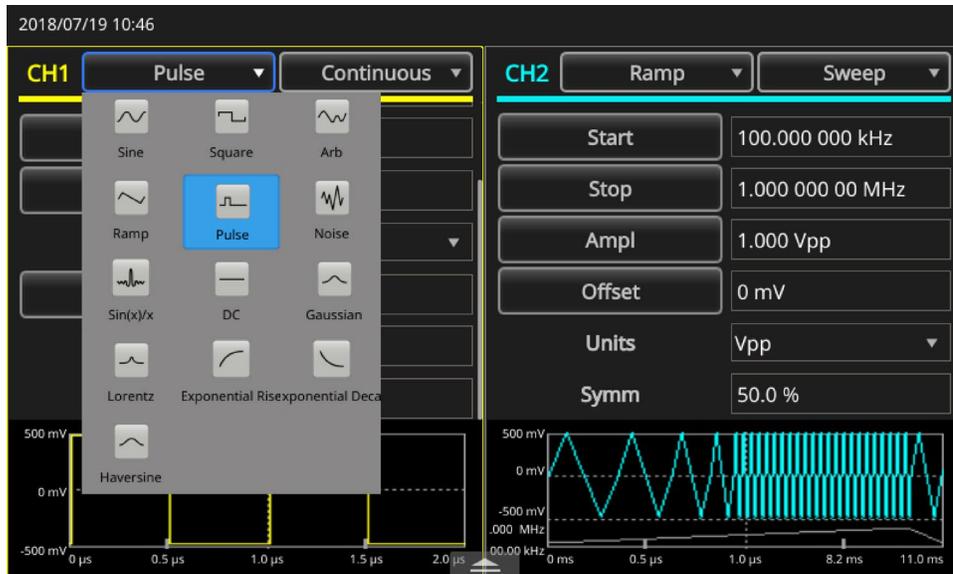


Рисунок 38: Выберите кнопку Импульс

3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. Выберите кнопку **Модуляция**.



Рисунок 39: Выбор режима Модуляция

5. Для настройки источника Ист.ШИМ выберите параметр **Внутренний** или **Внешний**.



Рисунок 40: Настройки источника ШИМ

6. Установите значение параметра Девиация в процентах (девиация ШИМ).



Рисунок 41: Настройка девиации

7. Определите форму модуляции.



Рисунок 42: Настройки формы модуляции

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Более подробное описание примера применения этого типа модуляции см. в п. [Управление скоростью двигателя при помощи широтно-импульсной модуляции](#) (на стр. 166).

## Выходной сигнал запуска

В двухканальных моделях прибора выходной сигнал запуска и сигнал прибора привязаны к режиму работы и функции, которые выбраны на вкладке K1.

**Чтобы настроить выходной сигнал запуска:**

1. Соедините разъем Выход запуска канала K1, который находится в группе ТРИГГЕР на передней панели прибора серии AFG31000, и входной разъем внешнего источника запуска осциллографа. С разъема Выход группы ТРИГГЕР снимается сигнал запуска, подаваемый на осциллографы.
2. Выберите значок **Базовый**.
3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. В выпадающем меню на сенсорном экране выберите форму сигнала **Прямоугольн..**. Выходной сигнал запуска представляет собой сигнал прямоугольной формы с нарастающим фронтом в начале каждого периода. Когда частота выходного сигнала выше 4,9 МГц, действуют определённые ограничения.
5. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим **Свиппир..** Когда для режима свиппирования установлен параметр Повторение или Запуск и выбран внутренний источник запуска, выходной сигнал запуска представляет собой сигнал прямоугольной формы с нарастающим фронтом в начале каждого качания.
6. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим **Модуляция**. Когда выбран внутренний источник сигнала модуляции, выходной сигнал запуска представляет собой сигнал прямоугольной формы с частотой модулирующего сигнала. При выборе внешнего источника модуляции выход сигнала запуска отключается.
7. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим **Пачка**. Когда выбран внутренний источник сигнала запуска, выходной сигнал запуска представляет собой последовательность сигналов прямоугольной формы с нарастающим фронтом в начале каждого пакета. Если выбран внешний источник запуска, уровень выходного сигнала запуска высокий при высоком уровне входного сигнала запуска.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если настройка частоты выходного сигнала больше 4,9 МГц, частота выходного сигнала на разъеме Выход группы ТРИГГЕР в определённое число раз меньше частоты, превышающей 4,9 МГц.

**Table 7: Настройка частоты выходного сигнала**

Настройка частоты выходного сигнала (МГц)	Частота выходного сигнала запуска (МГц)
~ 4,900 000 000 00	Fs
от 4,900 000 000 01 до 14,700 000 000 0	Fs/3
от 14,700 000 000 1 до 24,500 000 000 0	Fs/5
от 24,500 000 000 1 до 34,300 000 000 0	Fs/7
от 34,300 000 000 1 до 44,100 000 000 0	Fs/9
от 44,100 000 000 1 до 50,000 000 000 0	Fs/11
50,000 000 000 1 ~	Нет сигнала

**Table 8: (Fs – значение настройки частоты)**

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Когда прибор генерирует непрерывный сигнал с частотой более 50 МГц, сигнал запуска на разъеме Выход группы ТРИГГЕР отсутствует. Когда прибор генерирует сигнал модуляции, он не может генерировать сигнал запуска на Выходе группы ТРИГГЕР, если для источника модуляции выбран параметр Внешний.

## Выравнивание фаз двух каналов

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Этот раздел касается только двухканальных моделей приборов серии AFG31000.

Генераторы сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 при изменении частоты используют метод непрерывной фазы. Изменение частоты сигнала на одном канале влияет на разность фаз между двумя каналами.

Например, если прибор генерирует синусоидальный сигнал с частотой 5 МГц на обоих каналах (K1 и K2), фазы сигналов обоих каналов одинаковы. Если частота в канале K2 изменяется до 10 МГц, а затем возвращается к 5 МГц, фаза сигнала на канале K2 не возвращается к исходному значению. Чтобы изменить разность фаз между двумя каналами, нужно остановить генерирование сигналов и запустить его заново. Для изменения разности фаз в приборе предусмотрена функция Фазовый сдвиг.

Ниже приводится описание порядка настройки выравнивания фаз в двухканальной модели. В этом примере используется непрерывный синусоидальный сигнал с частотой 5 МГц. Убедитесь, что для обоих каналов установлено значение фазы 0 градусов.

**Для выравнивания настроек сигналов обоих каналов:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. На сенсорном экране измените настройку опции Частота K1 на **10 МГц**, а затем на **5 МГц**. Обратите внимание, что частота и фаза сигнала на K2 не изменяются.

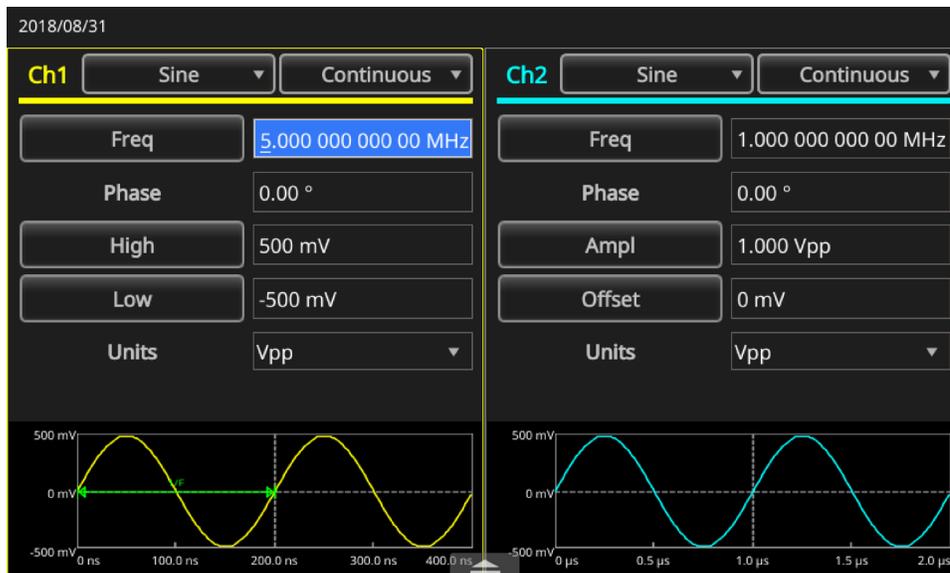
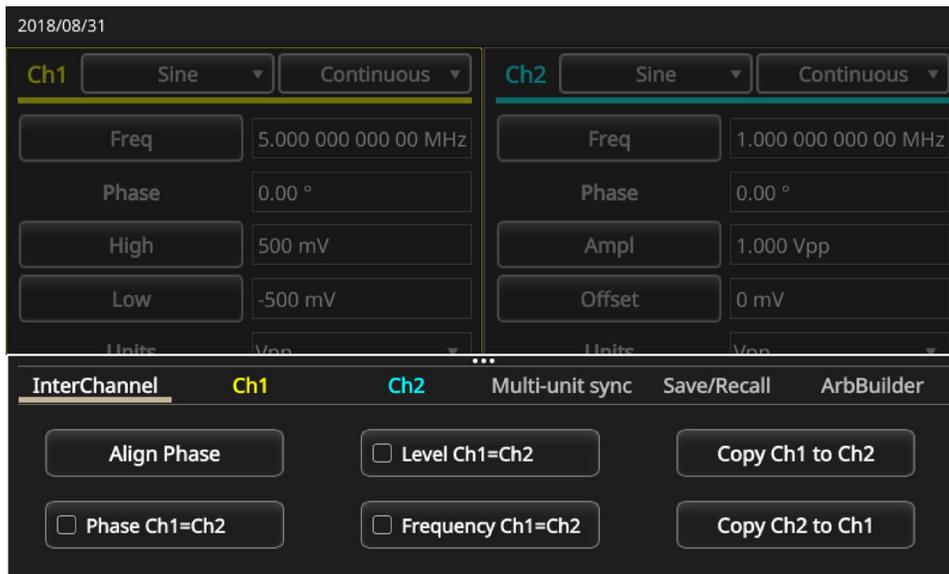


Рисунок 43: Настройка частоты K1 на 5 МГц

3. Смахните вверх стрелку, которая находится внизу экрана, и выберите вкладку **Межканальн.**
4. Чтобы выровнять фазы K1 и K2, выберите кнопку **Фазовый сдвиг**.



**Рисунок 44: Выравнивание фаз K1 и K2**

После выравнивания фазы канала 1 или канала 2 прибор прекращает генерирование сигналов, настраивает фазы сигналов на обоих каналах и автоматически возобновляет генерирование сигналов.

### Амплитуда

Чтобы настроить амплитуду сигнала на K1 и K2 на одинаковое значение, выберите кнопку **Уровень K1=K2**.

### Частота/Период

Чтобы настроить частоту сигнала на K1 и K2 на одинаковое значение, выберите кнопку **Частота K1=K2**.

## Настройка импеданса нагрузки

Выходной импеданс генератора сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 составляет 50 Ом. Если подключить нагрузку, отличающуюся от 50 Ом, отображаемые значения Амплитуды, Смещения и Высок./Низк. будут отличаться от соответствующих параметров напряжения на выходе. Чтобы отображаемые значения соответствовали параметрам выходного напряжения, необходимо задать импеданс нагрузки. Чтобы настроить импеданс нагрузки, воспользуйтесь выдвигаемой панелью, находящейся в нижней части экрана.

*Чтобы настроить импеданс нагрузки:*

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Смахните вверх стрелку, которая находится внизу экрана, и выберите вкладку **K1**.
3. Выберите кнопку **Нагрузка**, а затем параметр **Нагрузка, Высокий Z** или **50/100**.
4. Для импеданса нагрузки можно установить любое значение в диапазоне от 1 Ом до 50 Ом.

Если для импеданса нагрузки установлено значение, отличное от 50 Ом, это значение отображается как характеристика состояния выхода.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Импеданс нагрузки используется для выбора значений амплитуды, величины смещения и настройки верхнего и нижнего уровня сигнала. Если выбрано высокое значение импеданса и в качестве единицы измерения амплитуды выходного сигнала указывается дБм, единица измерения автоматически изменяется на Вразмах.

---

## Изменение полярности сигнала

Чтобы изменить полярность сигнала, воспользуйтесь выдвижной панелью, находящейся в нижней части экрана. В следующем примере показано, как получить дифференциальный сигнал при помощи функции инвертирования сигнала двухканальной модели.

**Чтобы изменить полярность сигнала:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Выберите форму сигнала **Синус**.
3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. Смахните вверх стрелку, находящуюся в нижней части сенсорного экрана.
5. На вкладке **Межканальн.** выберите кнопку **Коп. данн. K1 в K2**. Когда появится запрос о подтверждении копирования настроек, выберите **ОК**.

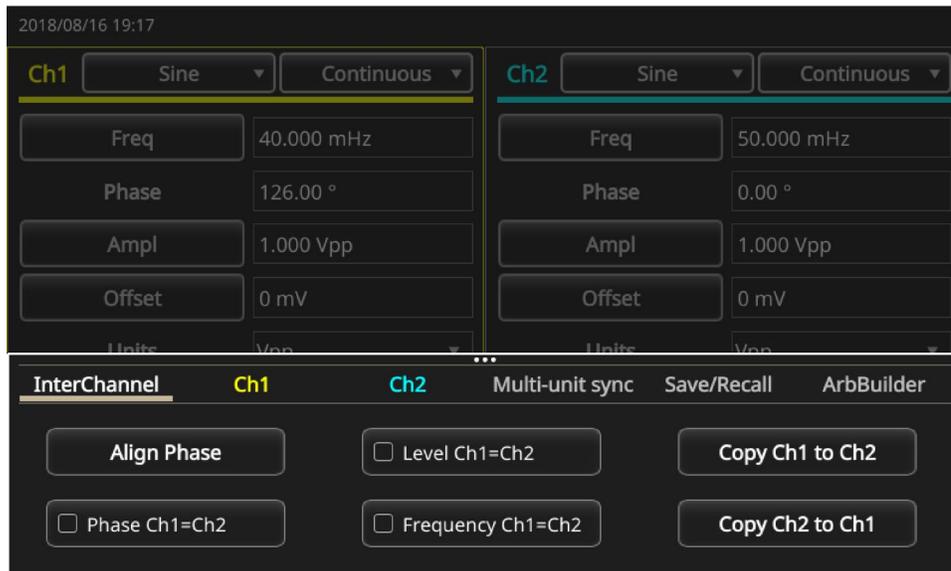
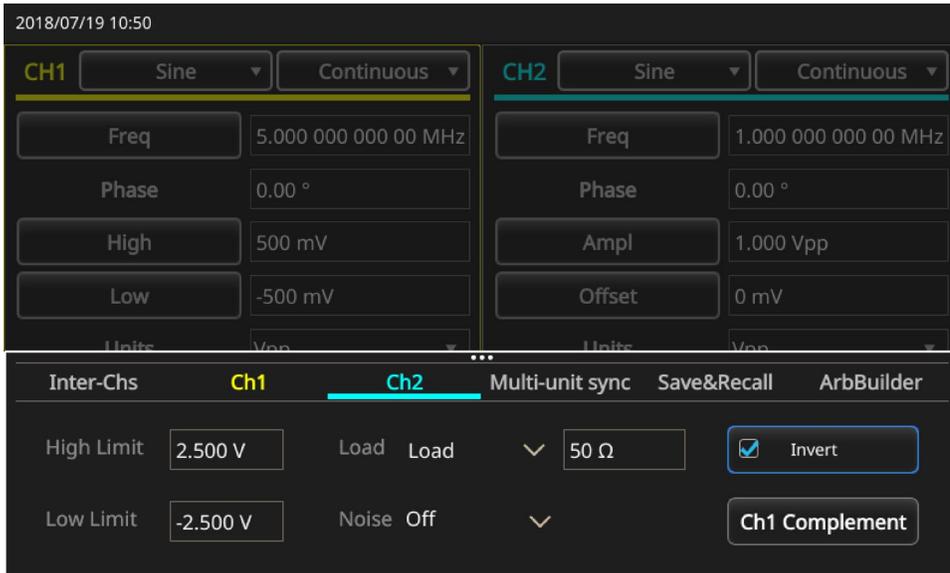


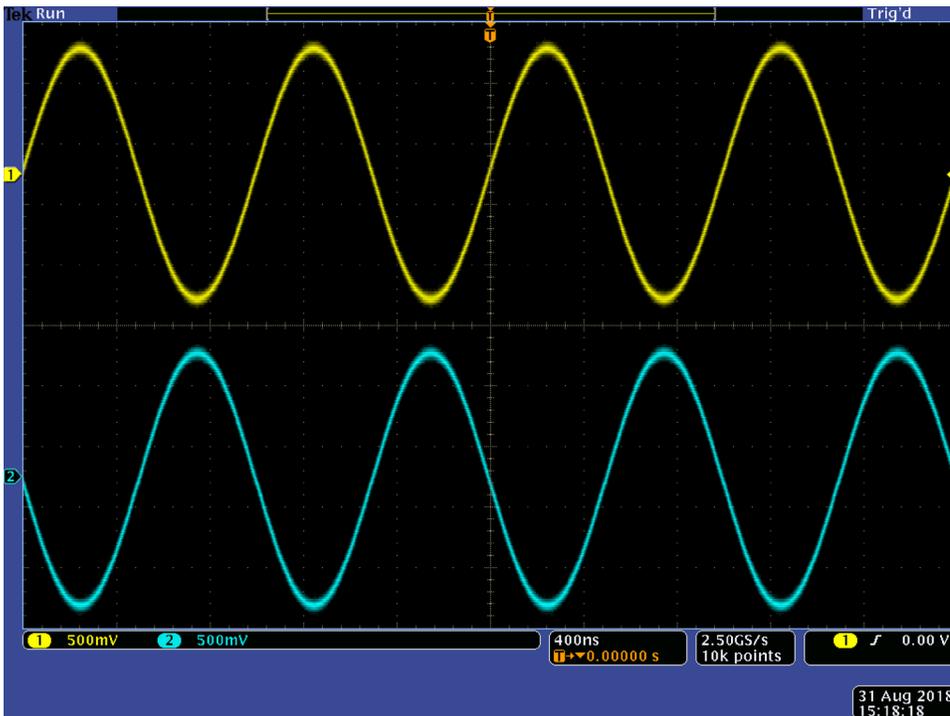
Рисунок 45: Копирование данных канала 1 в канал 2

- На вкладке **K2** выберите кнопку **Инверсия**. Смахните меню вниз, чтобы просмотреть данные обоих каналов.



**Рисунок 46: Изменение полярности сигнала на канале 2 по сравнению с К1**

Обратите внимание, что на панели в нижней части вкладки K1 и K2 изображены инвертированные сигналы. Такую же инверсию можно выполнить для любых сигналов в зависимости от требований заказчика.



**Figure 47: Инвертированный синусоидальный сигнал**

## Добавление шумов

Чтобы добавить внутренний сигнал шума, воспользуйтесь выдвижной панелью, находящейся в нижней части экрана.

**Чтобы добавить шум:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. На сенсорном экране выберите форму сигнала **Синус**.
3. В выпадающем меню K1 на сенсорном экране выберите режим работы **Непрерывный**.
4. Смахните вверх стрелку, находящуюся в нижней части сенсорного экрана.
5. На вкладке K1 выберите для опции Шум параметр **Вкл.**
6. Выберите значение под опцией Шум и введите уровень шума.

На следующем рисунке изображён сигнал перед добавлением шума.

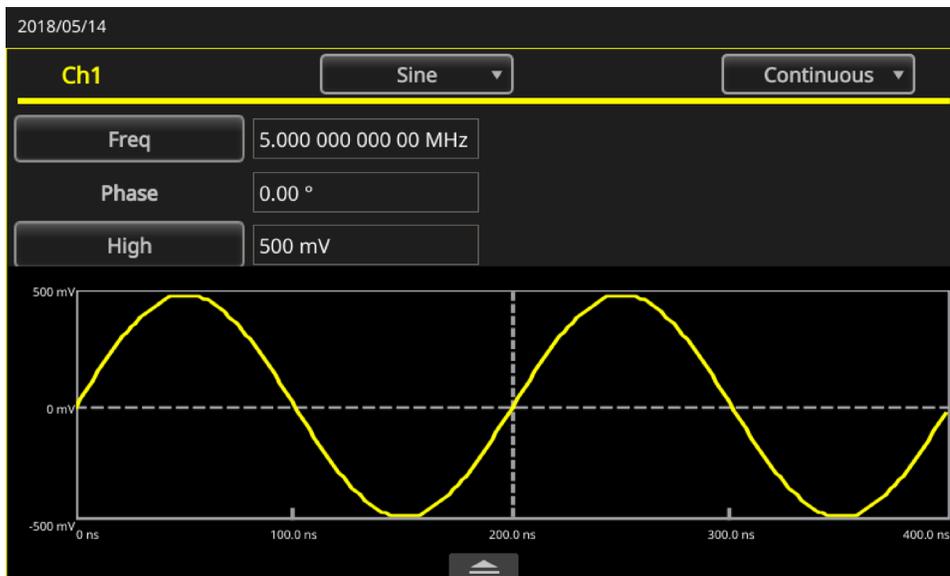


Рисунок 48: Сигнал без шума

На рисунке ниже изображён сигнал после добавления шума.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Во избежание выхода за пределы из-за добавления шума амплитуда выходного сигнала автоматически уменьшается вдвое.

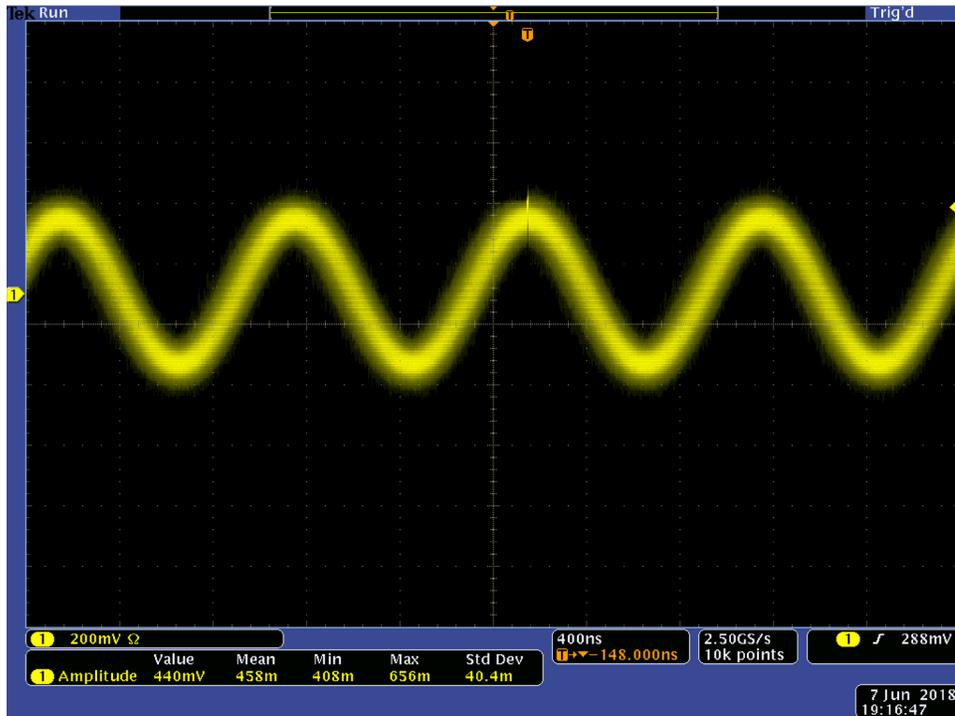


Рисунок 49: Сигнал после добавления шума

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для добавления шумов используется встроенный (цифровой) генератор шумов. Сигналы шумов для K1 и K2 независимы друг от друга. После нажатия на передней панели кнопки Выход канала для включения выхода, состояние выхода меняется с Выкл. на Шум. Если для опции Шум выбран параметр Вкл., амплитуда выходного сигнала уменьшается на 50 %.

## Добавление внешнего сигнала

На задней панели генератора произвольных сигналов/функций серии AFG31000 находится разъём Доп.вх., позволяющий добавлять внешний сигнал к выходному сигналу канала K1.

### Для добавления внешнего сигнала:

1. Подсоедините источник внешнего сигнала к разъёму Доп.вх. на задней панели прибора.
2. Выберите значок **Базовый**.
3. Смахните вверх стрелку, находящуюся в нижней части сенсорного экрана.
4. На вкладке **K1** выберите кнопку **Добавление внеш.сигнала**.
5. Нажмите кнопку **Выход K1** на передней панели.

На следующих рисунках приводятся примеры внешних сигналов до и после добавления шума, получаемого от внешнего источника. На первом рисунке изображён внешний сигнал. На втором рисунке изображён прямоугольный сигнал после добавления внешнего сигнала шума.

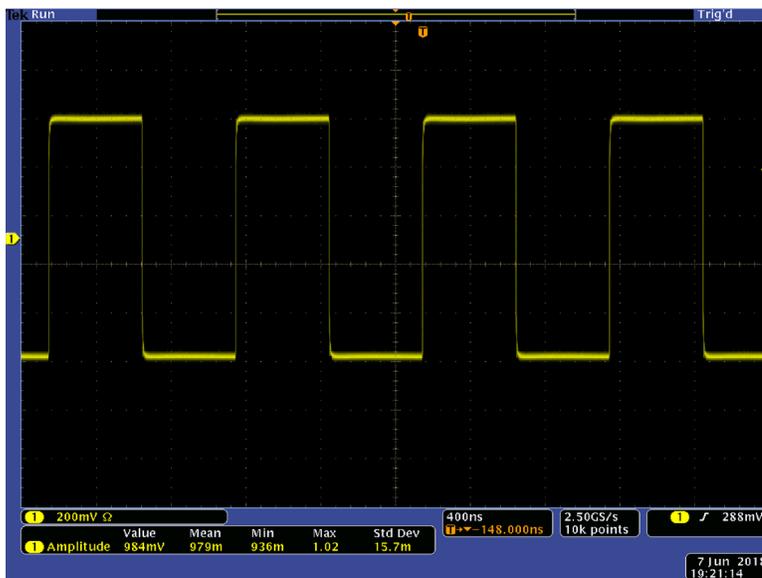


Рисунок 50: Внешний сигнал перед добавлением шума

На следующем рисунке изображён сигнал после добавления шума.

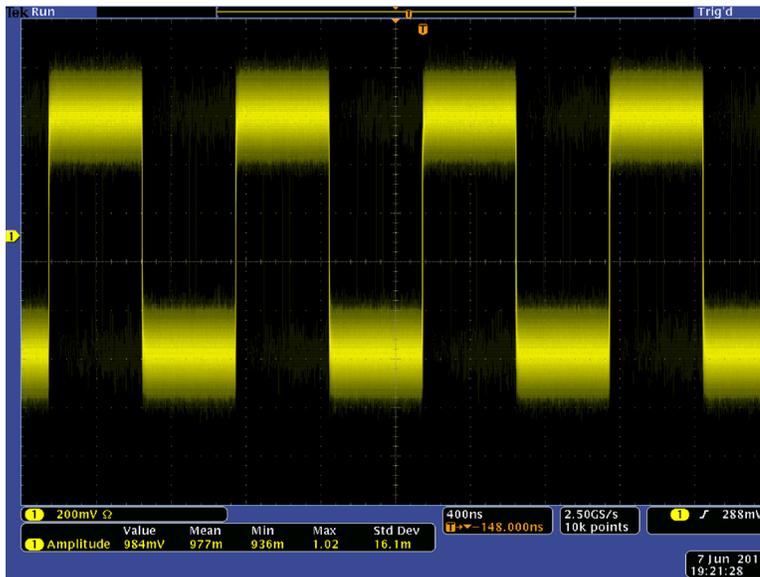


Рисунок 51: Внешний сигнал после добавления шума

## Создание дифференциального сигнала

Чтобы создать дифференциальный сигнал, можно использовать двухканальный прибор, запрограммировав канал K2 на вывод дополнительных сигналов канала K1. Настройки канала K2 можно быстро определить при помощи функции K1 Дополнение.

Чтобы создать дифференциальный сигнал:

1. Выберите значок **Базовый**.
2. При помощи элементов управления сенсорного экрана введите настройки канала K1.
3. Смахиванием вверх стрелки откройте меню в нижней части сенсорного экрана.

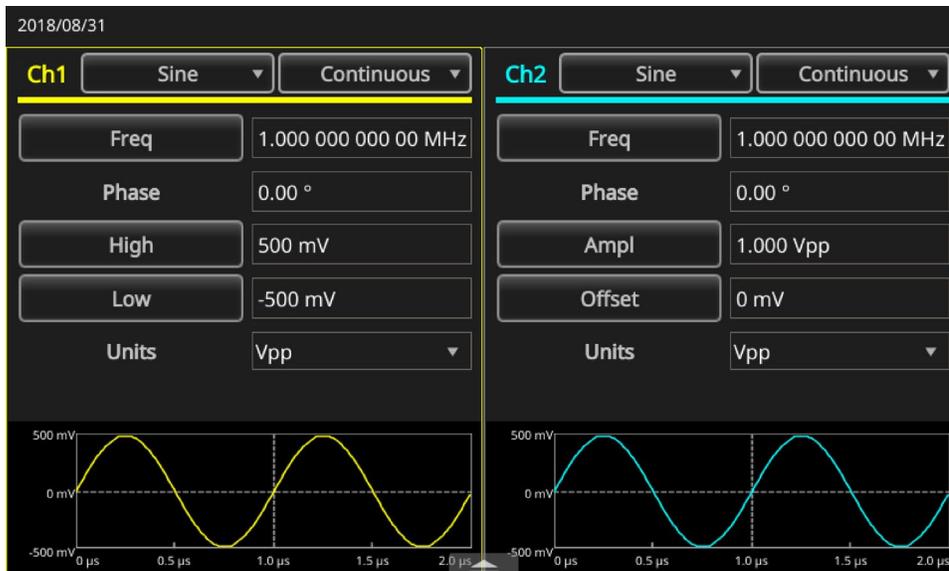


Рисунок 52: Выдвигаемая нижняя панель

4. Выберите вкладку **K2**, а затем кнопку **K1 Дополнение**. Форма и временные настройки сигнала канала K2 копируются из канала K1, а настройки амплитуды сигнала канала K2 инвертируются из канала K1.

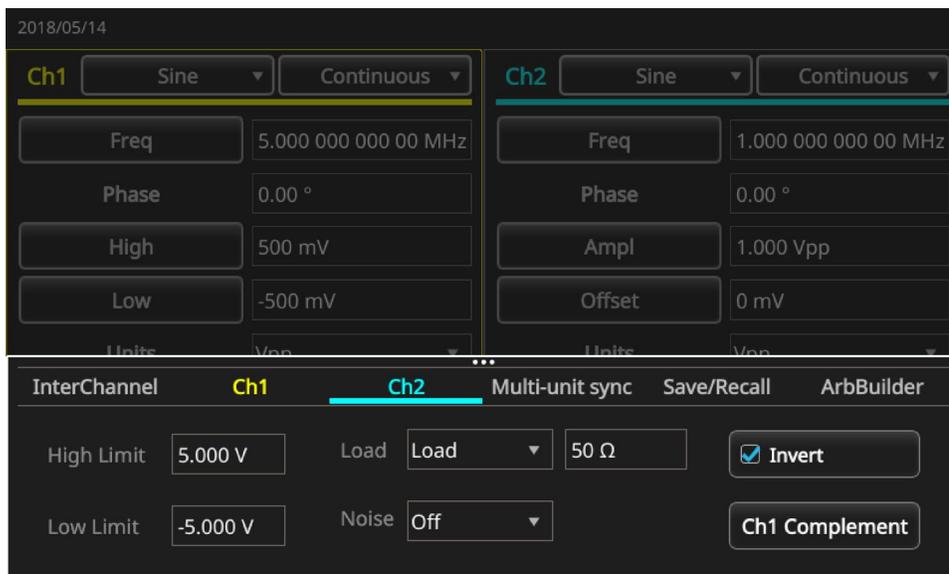


Рисунок 53: Вкладка K2 и кнопка K1 Дополнение

## Внешний тактовый опорный сигнал

Входной разъём для внешнего опорного сигнала (ВНЕС.ОПОР.ВХ.) и выходной разъём для внешнего опорного сигнала (ВНЕС.ОПОР.ВЫХ.) находятся на задней панели генератора сигналов произвольной формы/функций AFG31000. Прибор может использовать в качестве опорного сигнала как внутренний, так и внешний сигнал.

Входной и выходной разъёмы внешнего опорного сигнала используются для синхронизации нескольких приборов серии AFG31000. В качестве опорного сигнала прибор может использовать внутренний или внешний источник. Когда активирован внутренний опорный сигнал, на выходной разъём ВНЕС.ОПОР.ВЫХ. на задней панели прибора подаётся опорный сигнал с частотой 10 МГц. Этот сигнал синхронизирует другие устройства с прибором.

Когда активирован внешний опорный сигнал, разъём ВНЕС.ОПОР.ВХ. на задней панели прибора используется в качестве входа для внешнего опорного сигнала. Внешний опорный сигнал служит для синхронизации прибора.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Внешний тактовый опорный сигнал должен быть настроен на 10 МГц. Если выбран внешний сигнал, убедитесь, что по кабелю, подключаемому к прибору, можно передавать сигналы с частотой 10 МГц. При выборе внутреннего сигнала, генерация внутреннего тактового сигнала с частотой 10 МГц начинается немедленно.

### Чтобы выбрать опорный сигнал:

1. Выберите опцию **Сервис**.
2. Выберите опцию **Система**.
3. В настройках Опорн.сигнал выберите опцию **Внутренний** или **Внешний**. Если задействован разъём ВНЕС.ОПОР.ВХ., проверьте правильность соединений.

## Синхронизация нескольких приборов

Генератор сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000 можно использовать для синхронизации работы нескольких генераторов этого типа.

Во многих областях применения для симуляции тестируемых устройств требуется больше двух каналов для сигналов. Например, для симуляции напряжения 3-фазной системы питания нужно 3 канала. Если при этом также требуется симуляция тока в линиях, общее число каналов возрастает до шести.

Чтобы удовлетворить подобные требования, генератор может синхронизировать работу нескольких приборов.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы синхронизировать два прибора, необходимо остановить генерацию выходных сигналов.

*Для того чтобы синхронизировать несколько генераторов AFG:*

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Смахните вверх стрелку, находящуюся внизу экрана, и выберите вкладку **Синх. неск.**

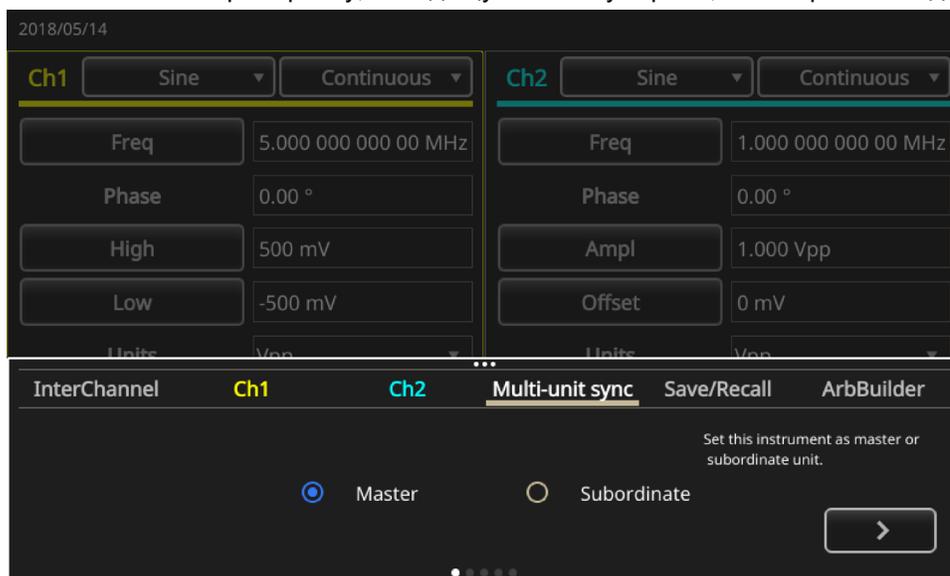


Рисунок 54: Вкладка Синх. неск. 1

3. Выберите опцию **Ведущий** или **Ведомый**.
4. Нажмите на кнопку со стрелкой вправо, чтобы перейти на следующую страницу.
5. Соедините разъем Выход запуска (ведущий прибор) и разъем Вход запуска (ведомый) кабелем с разъемами BNC, как указано на рисунке ниже. Нажмите на кнопку со стрелкой вправо и перейдите на следующую страницу.

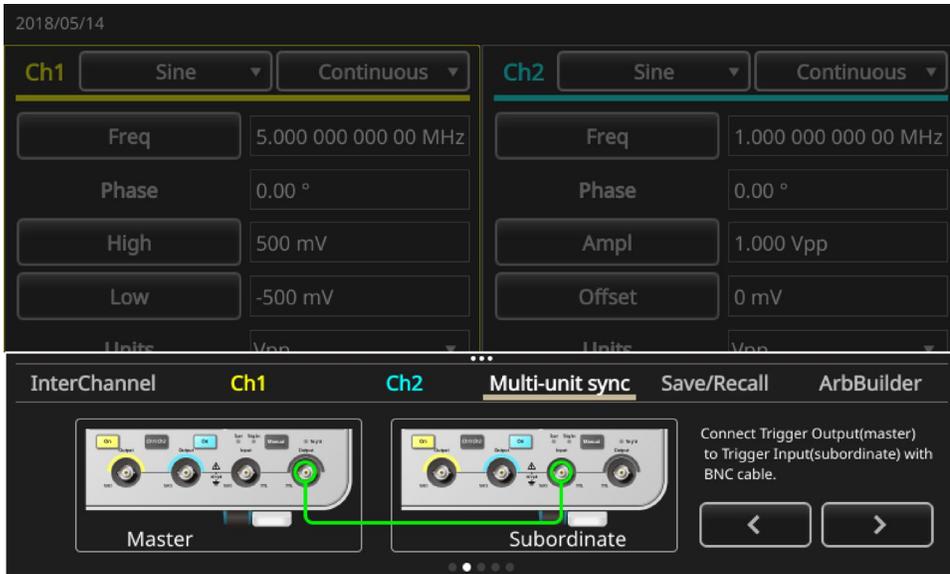


Рисунок 55: Вкладка Синх. неск. 2

6. Соедините разъём ВНЕШ.ОПОР.ВЫХ. (ведущий прибор) и разъём ВНЕШ.ОПОР.ВХ. (ведомый) кабелем BNC, как указано на рисунке ниже.

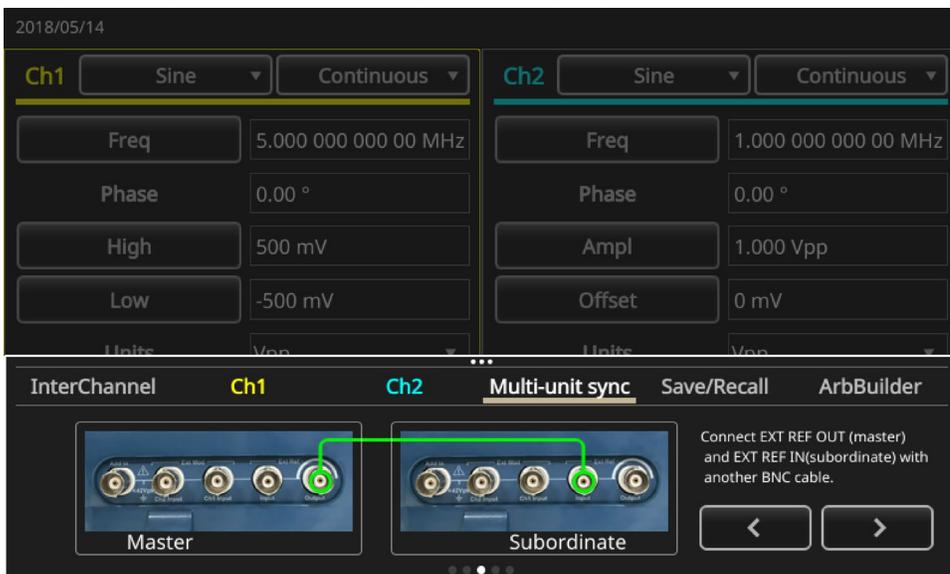


Рисунок 56: Вкладка Синх. неск. 3

7. Нажмите на кнопку со стрелкой вправо и перейдите на следующую страницу.
8. Настройте задержку запуска между ведущим и ведомым прибором.



Рисунок 57: Вкладка Синх. неск. 4

9. Чтобы перейти на следующую страницу, нажмите на кнопку со стрелкой вправо.
10. Выберите опцию **Синхронизировать**.

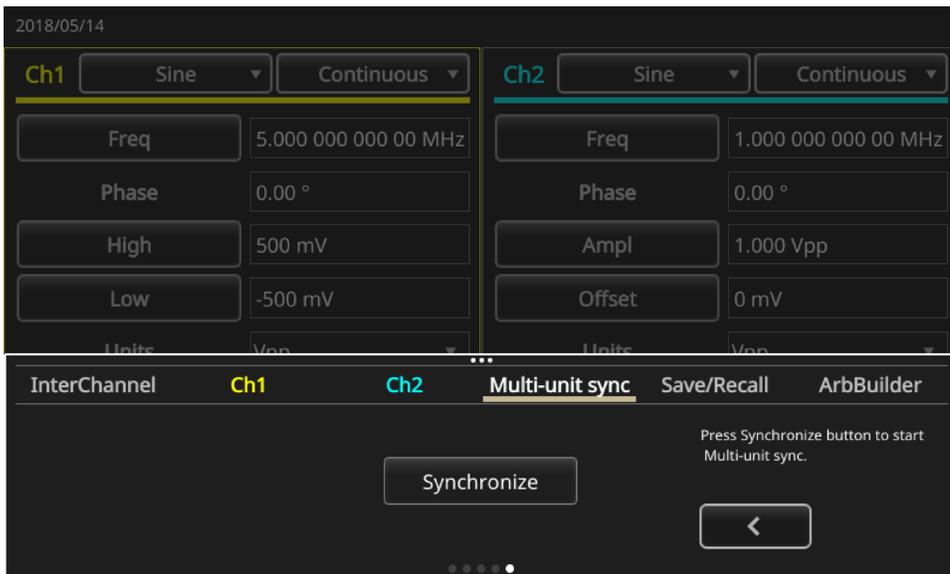


Рисунок 58: Вкладка Синх. неск. 5

На следующем рисунке показан сигнал, генерируемый ведущим прибором.

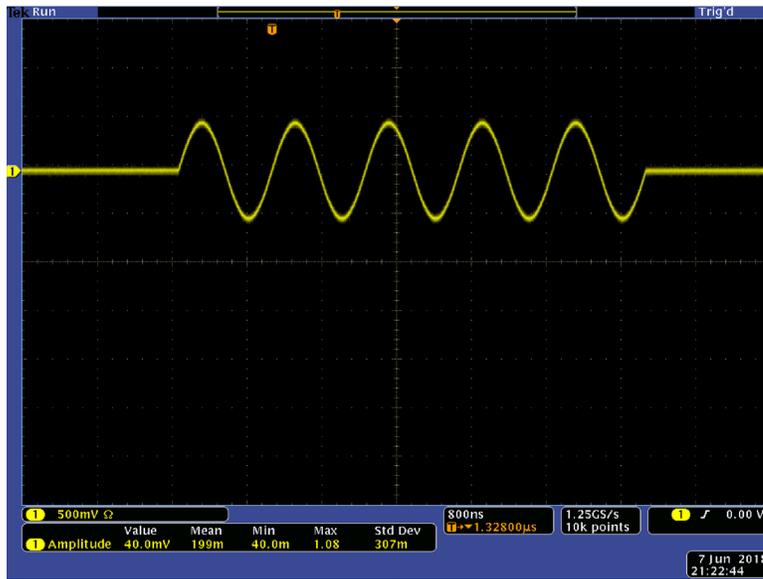


Рисунок 59: Сигнал ведущего прибора

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если используются кабели длиной один метр и больше, задержка сигнала ведомого прибора может составлять 40 нс и более. Поэтому рекомендуется свести задержку между ведущим и ведомым прибором до 0 путём изменения значения ведущего прибора (подробнее см. в п. [Учебное пособие: Порядок использования ПО InstaView](#) [на стр. 88]).

На следующих рисунках показаны выходные сигналы до и после синхронизации. Верхний сигнал генерируется ведущим прибором, нижний – ведомым.

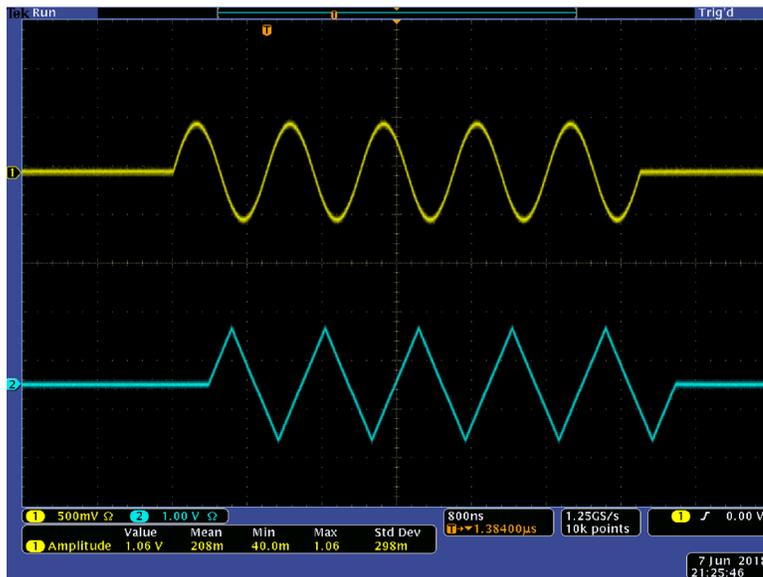


Рисунок 60: Сигналы ведущего и ведомого прибора до синхронизации

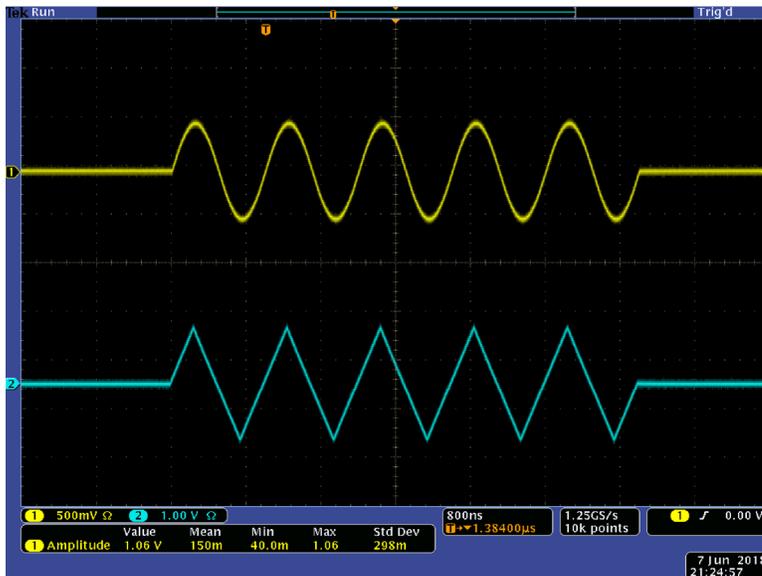


Рисунок 61: Сигналы ведущего и ведомого прибора после синхронизации

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы при синхронизации получить на выходе непрерывные сигналы, выберите в меню Система опцию **Опорн. сигнал, Внешний** в качестве источника запуска для главного прибора, чтобы остановить генерацию сигнала. В настройках AFG для K1 под опцией Режим выберите опцию **Непрерывн. циклы** для счётчика пакетов сигналов ведущего и ведомого прибора. Для перезапуска генерирования сигналов измените источник запуска ведущего прибора на **Внутренний**.

## USB-накопитель

При помощи USB-порта, который находится на передней панели генератора сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000, можно выполнять следующие операции:

- сохранять или загружать пользовательские сигналы в и из USB-накопителя;
- сохранять или загружать настройки в и из файлов на USB-накопителе;
- обновлять микропрограмму прибора с USB-накопителя;
- сохранять снимки экрана на USB-накопителе.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При подключении USB-накопителя к прибору на экране появляется сообщение. Пока сообщение не исчезнет, не извлекайте USB-накопитель. В случае извлечения USB-накопителя в то время как отображается это сообщение, прибор может быть повреждён.

Подробнее о том, как сохранять и открывать сигналы, можно узнать в п. [Открыть/сохранить сигнал произвольной формы](#) (на стр. 57).

Более подробная информация о настройках прибора содержится в п. [Сохранение/Восстановление настроек прибора](#) (на стр. 85).

Чтобы узнать подробнее об обновлении прибора, см. п. [Обновление микропрограммы прибора](#) (на стр. 132).

## Сохранение/Восстановление настроек прибора

Настройки для тестирования можно сохранять в виде файлов во внутренней памяти или на внешнем USB-накопителе. Сохранённые настройки можно восстановить из файла во внутренней памяти или на USB-накопителе.

**Чтобы сохранить или восстановить настройки прибора:**

1. Выберите значок **Базовый**.
2. Нажмите кнопку **Сох./восст.**
3. Перейдите на вкладку **Сох./восст.** на сенсорном экране и выберите опцию **Сох. как** или **Вызвать**.
4. Чтобы указать расположение памяти, выберите опцию **Память** или **USB**.
5. Выберите поле имени файла, чтобы сохранить файл, или выберите файл, который нужно открыть или загрузить.
6. Выберите место для сохранения файла: **Память** или **USB**. Для ввода имени файла воспользуйтесь клавиатурой на сенсорном экране.
7. Чтобы открыть файл, выберите опцию **Память** или **USB**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Настройки тестирования можно сохранить для будущих тестов. Во избежание случайной перезаписи при сохранении настроек, на экран выводится значок замка. Чтобы сохранить или открыть настройки тестирования, нажмите кнопку **Сох./восст.** Для удаления файла нажмите кнопку **Удалить**. Если настройки тестирования сохраняются в файл на USB-накопителе, файл будет иметь расширение `.tfs`.

## Сохранение снимка экрана

Снимок экрана прибора можно сохранить на USB-накопитель.

**Чтобы сохранить снимок экрана:**

1. Вставьте USB-накопитель в USB-разъём на передней панели.
2. Выведите на экран изображение, которое необходимо сохранить; файлы с сохранёнными изображениями будут иметь расширение `.png`.
3. Затем нажмите одновременно две кнопки со стрелками под поворотной ручкой на передней панели.
4. На экране появится сообщение, указывающее, что изображение сохранено.
5. Нажмите кнопку **ОК**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Файлы снимков экрана сохраняются на USB-накопителе в папке с именем `ТЕК`. Прибор присваивает всем созданным файлам имя по умолчанию `xxx.png`, где `xxx` – заполнитель для текущей даты и времени.

## Учебные пособия

Для более быстрого ознакомления с работой генератора сигналов произвольной формы/функций (AFG) предлагаются следующие краткие учебные пособия.

## Учебное пособие: Выбор формы сигнала и изменение настроек

Чтобы выбрать форму и изменить настройки сигнала, выполните следующие действия.

*Чтобы выбрать форму сигнала и изменить настройки:*

1. Подсоедините шнур питания.
2. Нажмите кнопку питания на приборе.
3. При помощи кабеля BNC соедините выход K1 генератора сигналов произвольной формы/функций с входным разъёмом осциллографа.
4. Выберите значок **Базовый**.
5. Выберите сигнал.
6. Нажмите кнопку **Выход K1** на передней панели, чтобы включить соответствующий выход.
7. Посмотрите на сигнал, отображаемый на экране осциллографа.
8. Воспользуйтесь кнопками быстрого доступа на передней панели прибора для выбора настроек сигнала.
9. В качестве параметра, который необходимо изменить, выберите опцию **Частота**.
10. Измените значение частоты при помощи экранной клавиатуры и нажмите кнопку **Ввод**, чтобы ввести значение. Аналогичным образом можно изменить значения параметров Амплитуда, Фаза и Смещение.

Значение частоты также можно изменить при помощи поворотной ручки и кнопок со стрелками. Чтобы увеличить значение, поверните ручку по часовой стрелке. Чтобы изменить определённый разряд, выберите его нажатием кнопок со стрелками, а затем измените, вращая поворотную ручку. Установите выбранное значение, нажав на поворотную ручку.

## Учебное пособие: Создание синусоидального сигнала

Чтобы создать непрерывный сигнал синусоидальной формы, выполните следующие действия.

*Чтобы создать сигнал синусоидальной формы:*

1. Подсоедините шнур питания.
2. Нажмите кнопку питания на приборе.
3. При помощи кабеля BNC соедините выход K1 генератора сигналов произвольной формы/функций с входным разъёмом осциллографа.
4. Выберите значок **Базовый**.
5. Чтобы выбрать форму сигнала, нажмите кнопку **Синус** на передней панели прибора, а затем кнопку режима **Непрерывный**.
6. Нажмите кнопку **Выход K1** на передней панели, чтобы включить соответствующий выход.
7. Для отображения на экране синусоидального сигнала воспользуйтесь функцией осциллографа для автоматического выбора масштаба. Если прибор выводит на экран синусоидальный сигнал по умолчанию, можно вручную настроить осциллограф следующим образом:
  - 0,5 мкс/дел
  - 200 мВ/дел
8. Чтобы изменить частоту, нажмите на передней панели кнопку быстрого доступа **Частота/Период**.
9. На экране появится меню Частота/Период/Фаза и выбранный параметр Частота. Теперь можно изменить значение частоты.
10. Измените значение частоты при помощи экранной клавиатуры, затем нажмите кнопку **Ввод**, чтобы ввести значение. Аналогичным образом можно изменить значения параметров Амплитуда, Фаза и Смещение.  
Кроме того, значение частоты можно изменить при помощи поворотной ручки и кнопок со стрелками. Чтобы увеличить значение, поверните ручку в направлении часовой стрелки. Чтобы изменить определённый разряд, выберите его нажатием кнопок со стрелками, а затем измените вращением поворотной ручки.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы ускорить выбор настроек сигнала, пользуйтесь кнопками быстрого доступа на передней панели. При установке настроек сигнала при помощи кнопок быстрого доступа цвет активной настройки на панели графиков становится зелёным.

---

## Краткое описание InstaView

Технология InstaView™ (мониторинг сигналов в режиме реального времени) позволяет просматривать сигналы тестируемого устройства в режиме реального времени без использования осциллографа и пробника. Это устраняет неопределённость, создаваемую рассогласованием импеданса.

**Чтобы задействовать InstaView:**

1. На сенсорном экране выберите кнопку режима работы **Базовый**.
2. Нажмите кнопку **InstaView**.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В открывающемся диалоговом окне указывается задержка распространения сигнала в кабеле. Задержку можно измерить при помощи опции Автоизмерения. Необходимо учитывать, что каждый раз при замене кабеля прибора задержку распространения сигнала в кабеле нужно автоматически измерять или обновлять вручную.

3. Чтобы измерить задержку в кабеле между выходом канала 1 и входом запуска, подсоедините кабель на указанные разъёмы и выберите опцию **Автоизмерения**. Задержка в канале 2 измеряется аналогичным способом.
4. После измерения задержки можно включить функцию InstaView. Для этого нужно выбрать канал и нажать **ОК**.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В диалоговом окне InstaView есть опция Ввод вручную для добавления значения задержки распространения сигнала в кабеле. Чтобы ввести значение задержки в кабеле, воспользуйтесь окном Задержка. Этим способом следует пользоваться только при известном значении задержки, в противном случае измерения с использованием этой опции будут неточными.

## Учебное пособие: Порядок использования InstaView

В большинстве генераторов сигналов в цепь выхода сигнала последовательно установлено сопротивление 50 Ом (что требует подключения к выходу нагрузки 50 Ом кабелем с импедансом 50 Ом), чтобы обеспечить наиболее эффективную передачу мощности и снизить к минимуму отражение высокоскоростных сигналов. Это называется согласованием импеданса, и все номинальные настройки, отображаемые на экранах генераторов, задаются исходя из предположения, что все элементы сигнального тракта имеют идеально согласованный импеданс 50 Ом.

Однако многие пользователи подключают тестируемые устройства с нагрузкой, отличной от 50 Ом. Несогласование импеданса приводит к тому, что параметры сигнала, поступающего на тестируемое устройство, отличаются от номинальных настроек на генераторе. Например, если в качестве тактового сигнала для ТТЛ схемы задан сигнал прямоугольной формы с амплитудой 3,3 В, со стороны устройства можно получить сигнал прямоугольной формы с амплитудой 6,6 В, потому что входной импеданс ТТЛ схем обычно составляет несколько кОм. Кроме того, при наличии паразитной ёмкости или индуктивности может произойти искажение сигнала, и он больше не будет прямоугольным. Проблема в том, что на экране продолжает отображаться прямоугольный сигнал 3,3 В.

При помощи запатентованной технологии InstaView™ прибор может измерять и отображать сигнал на тестируемом устройстве, а не заданный настройками сигнал. Сигнал на экране изменяется в режиме реального времени по мере изменения настроек частоты, амплитуды, формы сигнала или изменения импеданса тестируемого устройства.

#### Список оборудования

- Один генератор сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000
- Один осциллограф (с переключением входного импеданса между 50 Ом и 1 МОм)
- Один кабель с разъёмами BNC
- Один Т-коннектор BNC (JKJ)
- Одна демонстрационная плата

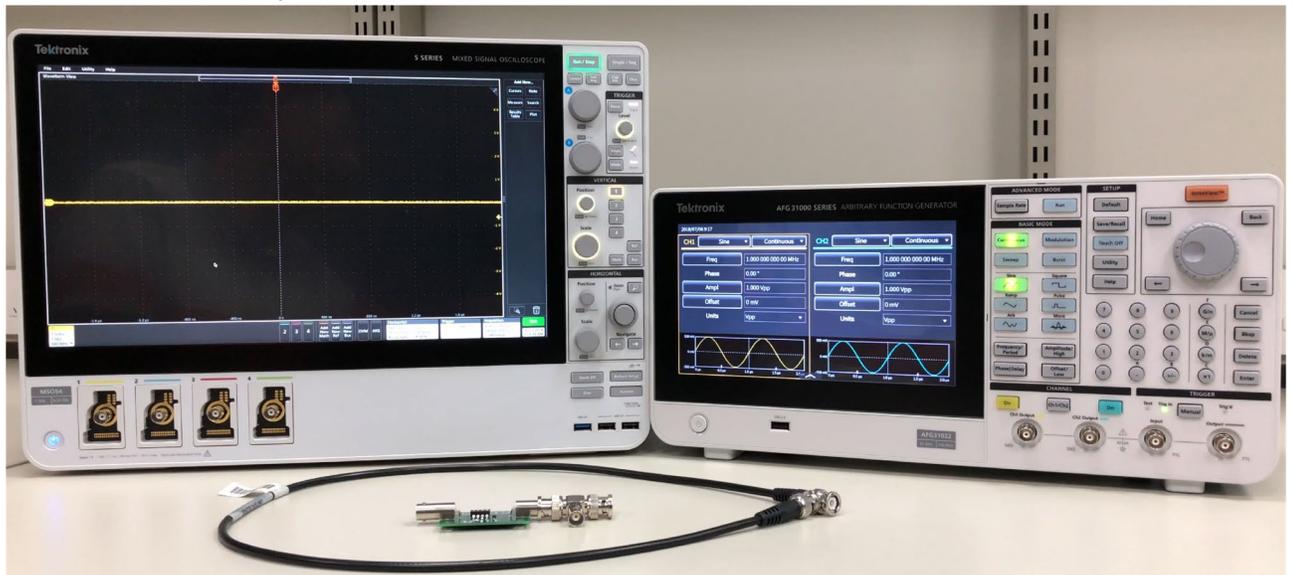


Рисунок 62: Оборудования для изучения InstaView

### Настройка генератора AFG31000

1. Выберите кнопку **По умолч.** на передней панели, а затем выберите кнопку **Прямоугольн.**, чтобы изменить выходной сигнал K1 с синусоидального на прямоугольный.
2. Кабелем BNC соедините выход K1 генератора AFG31000 и вход K1 осциллографа.
3. Нажмите кнопку **K1** на приборе AFG31000, чтобы переключить выход.

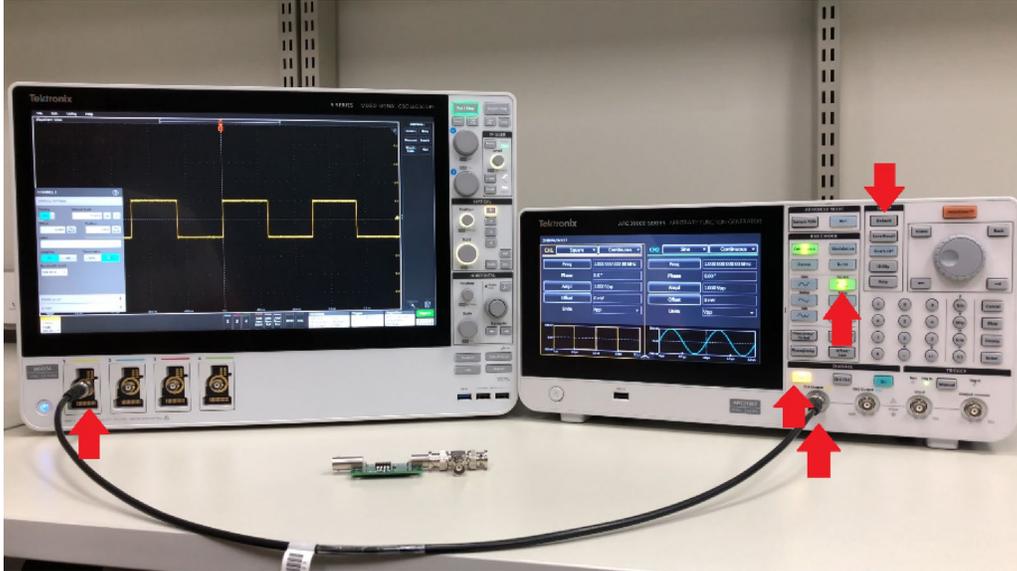


Рисунок 63: Настройка и подключение генератора AFG31000 с InstaView

4. Включите канал K1 осциллографа, отрегулируйте настройки горизонтали, вертикали и уровень сигнала запуска, чтобы сигнал был хорошо виден на экране.
5. Выполните переключение входного импеданса канала K1 осциллографа между 50 Ом и 1 МОм.

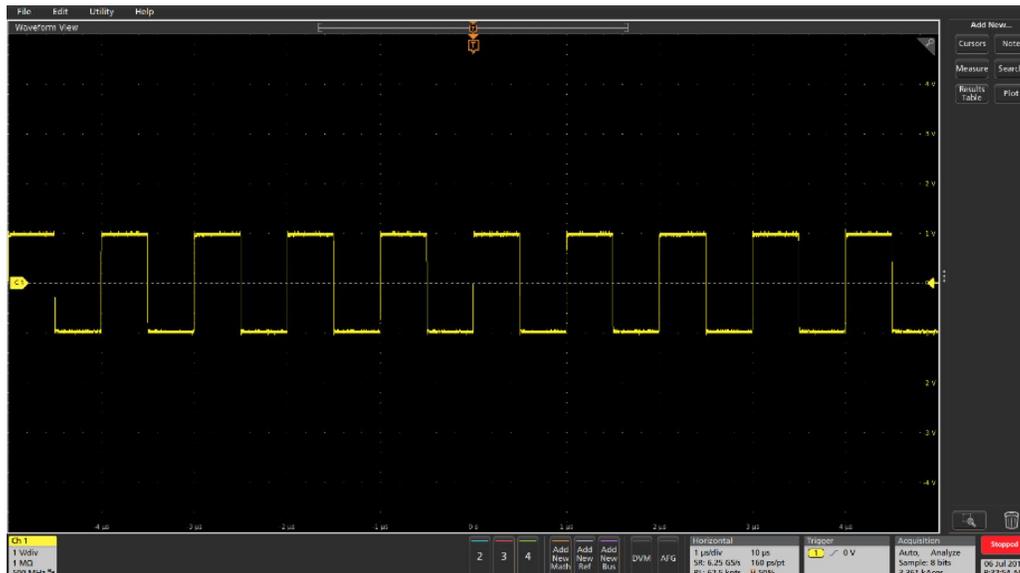
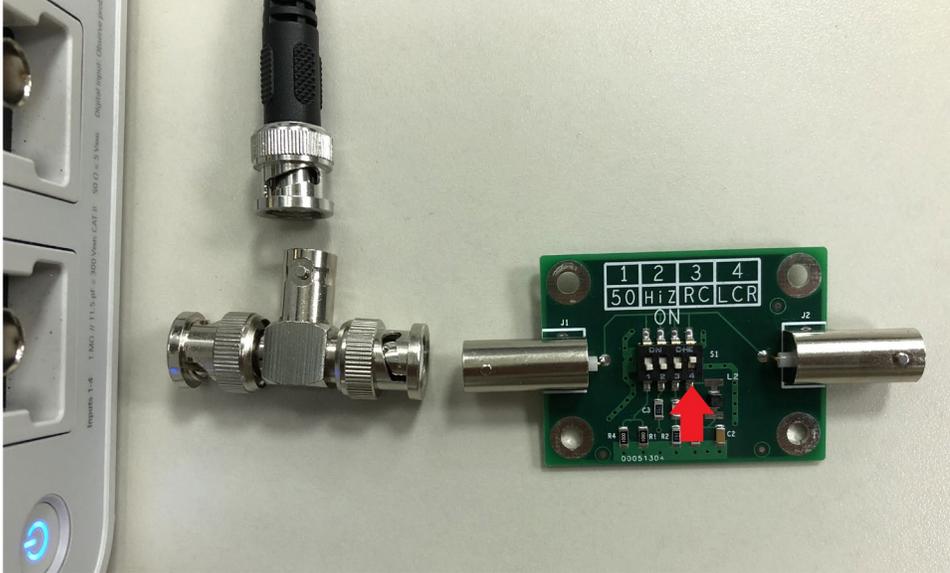
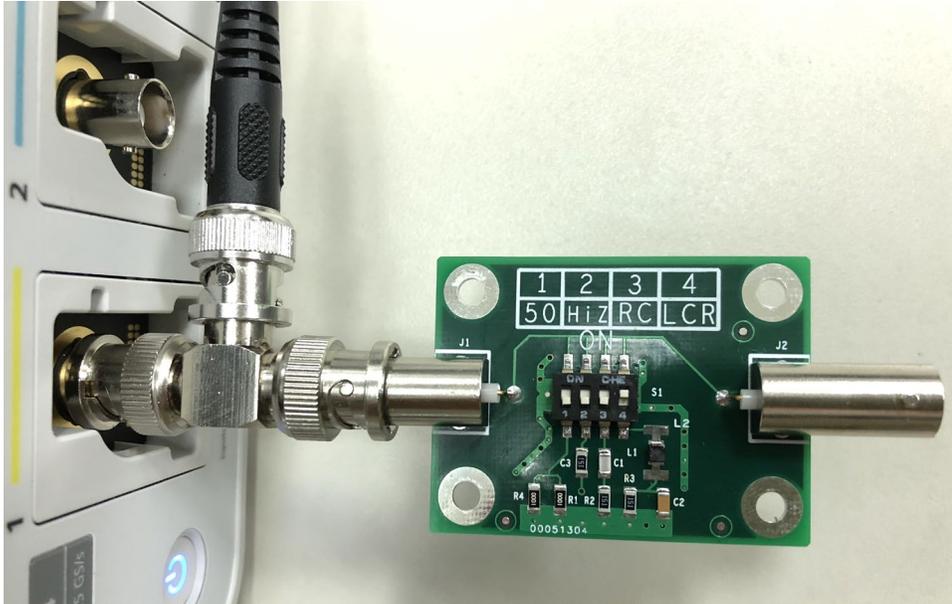


Рисунок 64: Сигнал при импедансе осциллографа 1 МОм

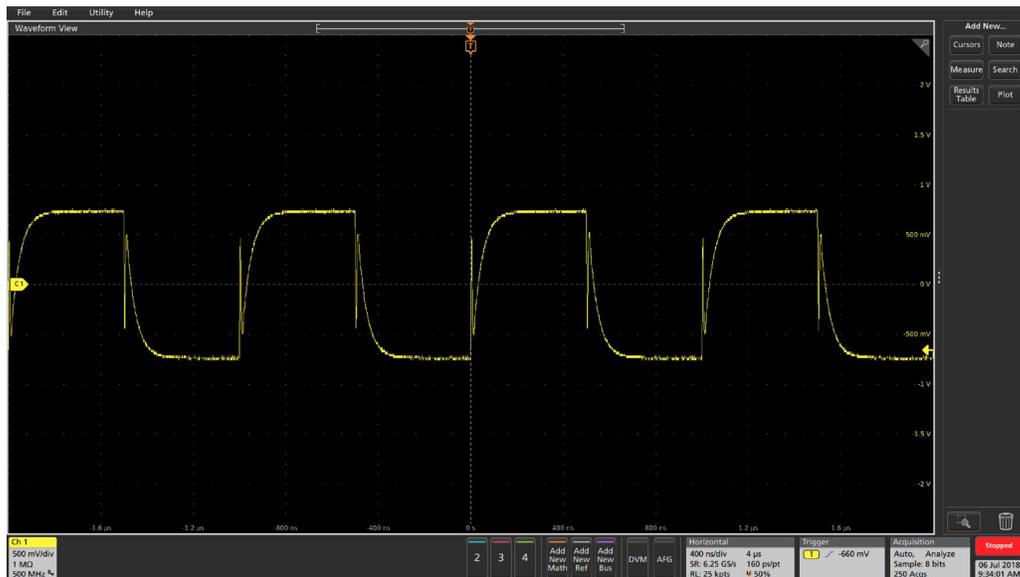
6. Отсоедините кабель BNC от осциллографа и подсоедините демонстрационную плату, вход K1 осциллографа и разъём BNC через T-коннектор.





**Рисунок 65: Схема соединения с генератором AFG31000 через T-коннектор BNC**

7. Убедитесь, что переключатель на демонстрационной плате находится в положении LCR (комплексное полное сопротивление, включающее резистивную, ёмкостную и индуктивную нагрузку)
8. Настройте осциллограф для наблюдения за сигналом.



**Рисунок 66: Комплексная нагрузка**

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Обратите внимание, как входной импеданс тестируемого устройства влияет на сигнал, в частности на амплитуду (только активная нагрузка) и форму сигнала (ёмкостная и индуктивная нагрузка), при этом сигнал на экране генератора остаётся идеальным и прямоугольным.

### Настройка InstaView на генераторе AFG31000

1. Чтобы открыть окно настроек, нажмите кнопку InstaView™ на передней панели прибора.

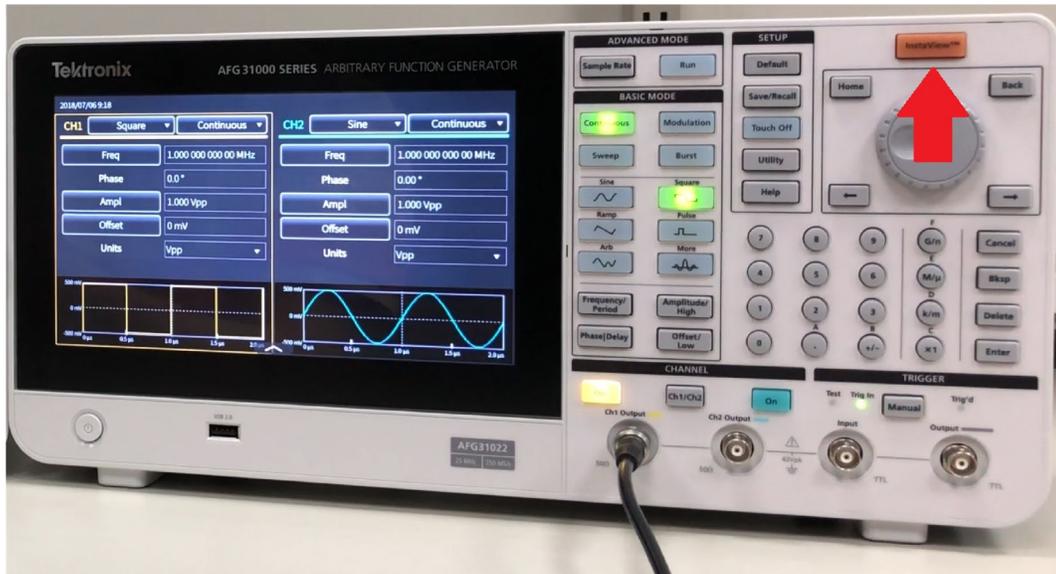


Рисунок 67: Настройка InstaView на генераторе AFG31000

2. Выберите канал K1 и кнопку Пуск на экране, чтобы автоматически измерить задержку распространения сигнала в кабеле.

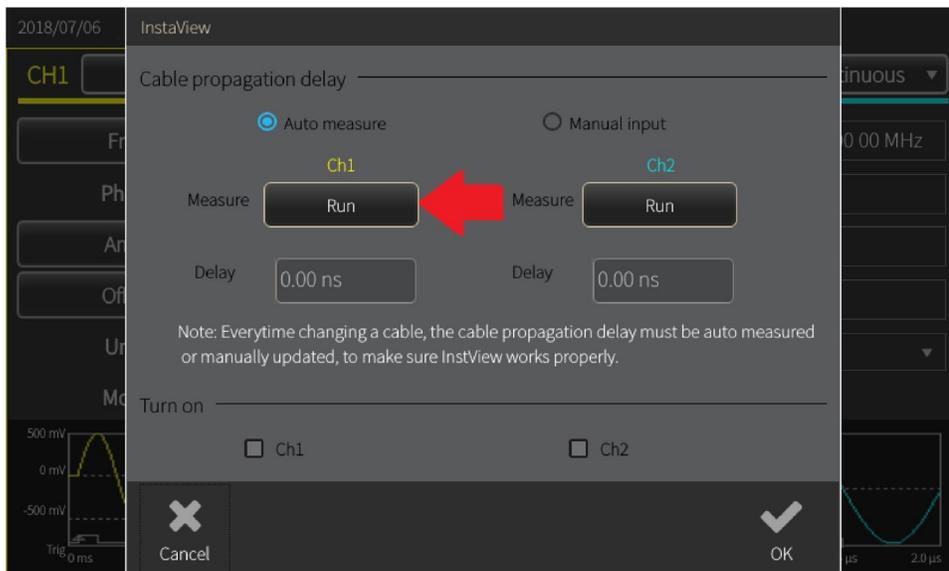


Рисунок 68: Выбор канала 1

3. Соедините кабелем BNC выход K1 и Вход запуска, после чего выберите ОК.

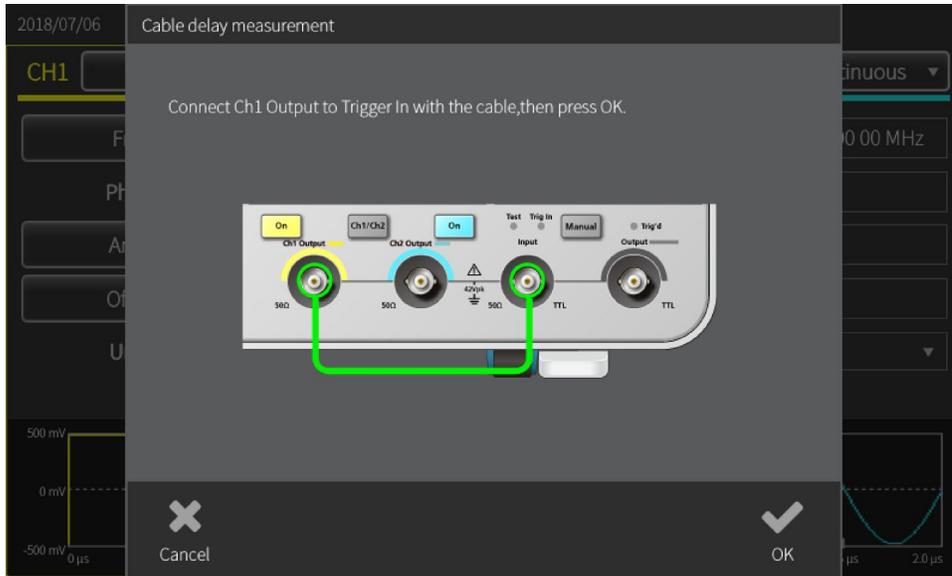


Рисунок 69: Соединение кабелем BNC для сигнала запуска – InstaView

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Задержка распространения указывает на время, через которое отражение достигнет выхода генератора AFG. В случае несогласования импеданса алгоритм прибора может определить, что это за сигнал – штатный или отражение.

4. После выполнения измерений задержка распространения указывается в диалоговом окне.

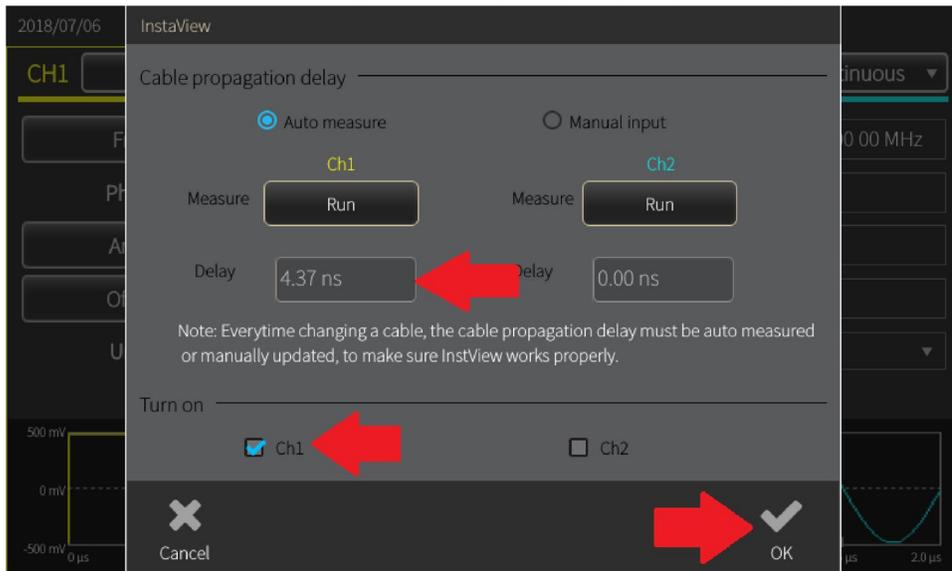


Рисунок 70: Диалоговое окно для определения задержки

5. Выберите канал K1 и нажмите ОК, чтобы закрыть окно.
6. Снова подключите кабель BNC непосредственно ко входу K1 осциллографа.

7. Смахните по диагонали окно предварительного просмотра сигнала AFG31000, чтобы увеличить окно.

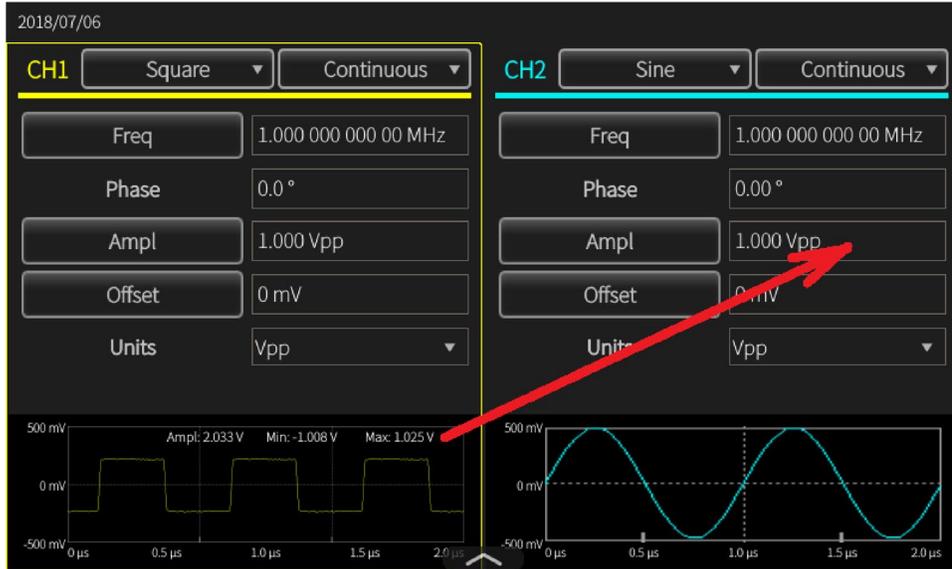


Рисунок 71: Смахивание окна предварительного просмотра

8. Повторите шаги 4–8, чтобы увидеть, как меняется сигнал на экране прибора при изменении нагрузки, и сравнить полученные сигналы. Обратите внимание, как сигнал на экране прибора меняется при изменении импеданса тестируемого устройства.



Рисунок 72: Сигнал на входе K1 осциллографа с нагрузкой 1 МОм – InstaView



Рисунок 73: Комплексная нагрузка, вид исходного сигнала (нагрузка L, C и R) с использованием InstaView

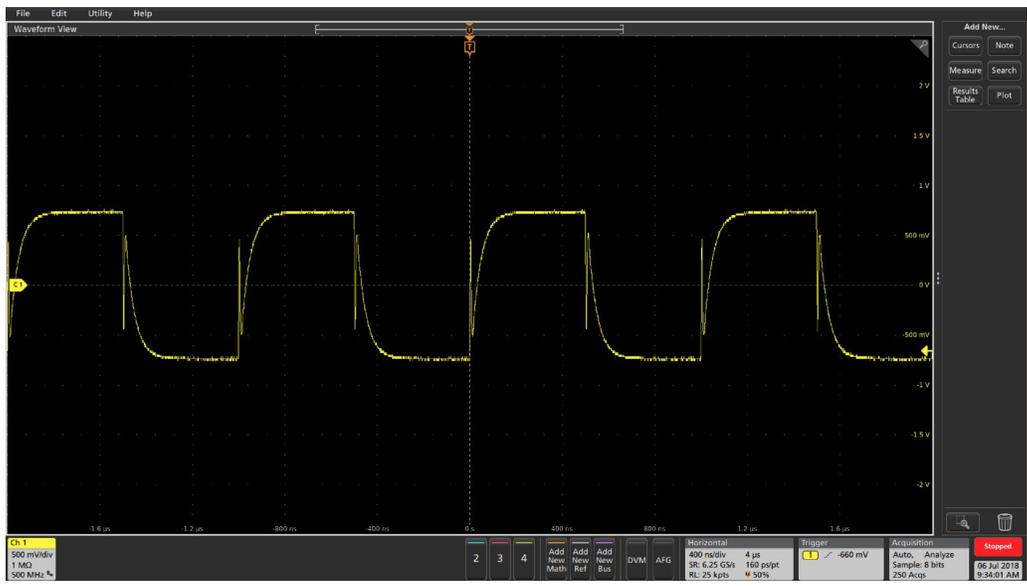


Рисунок 74: Вид сигнала при комплексной нагрузке

## Изменение настроек

*Итак, что происходит, когда меняются настройки сигнала?*

1. Измените амплитуду или частоту, либо оба параметра сигнала на канале K1, чтобы посмотреть, как при использовании InstaView сигнал изменяется в режиме реального времени, и сравнить его с сигналами на осциллографе.



Рисунок 75: Частота 5 МГц – InstaView



Рисунок 76: Частота 5 МГц – осциллограф



Рисунок 77: Амплитуда 2 Вразмах – InstaView

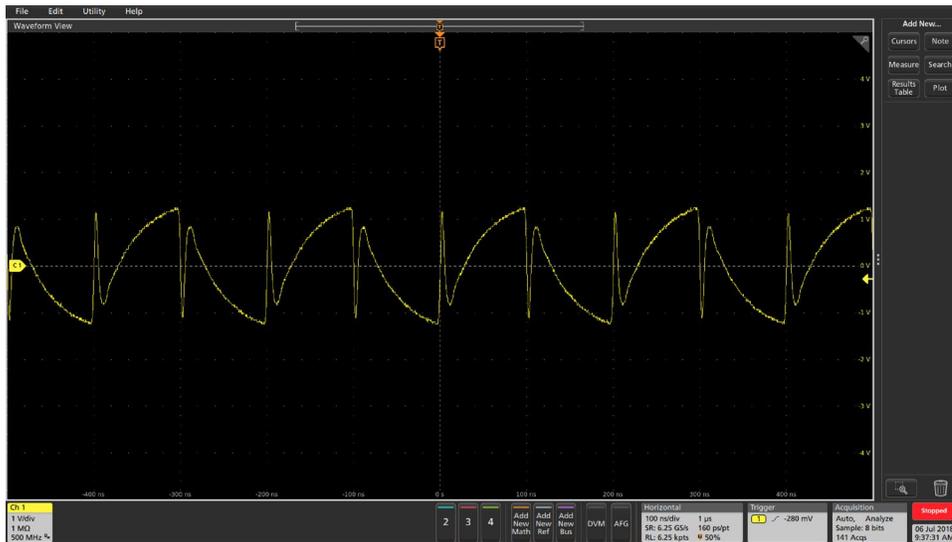


Рисунок 78: Амплитуда 2 Вразмах – осциллограф

## Расширенный режим

В расширенном режиме можно генерировать сигналы большой длины или сигналы со сложным тактированием. Одним из примеров может быть генерирование последовательностей импульсов или пакетов данных для последовательной шины.

Можно также контролировать организацию сигналов в секвенсоре, включая повтор, ожидание, скачки, переходы, либо запуски по событиям, включая запуски по внешнему сигналу, ручной запуск, а также таймер и команды SCPI.

В режиме Расширенный каждая точка сигнала произвольной формы выводится один раз за каждый период, точки регистрируются с шагом указанной частоты дискретизации без пропусков и повторений. Расширенный режим больше подходит для областей применения, критичных по отношению к джиттеру и фазовому шуму, например симуляции последовательных шин, I/Q-модуляции, или при необходимости симуляции коротких аномалий в длинных сигналах. В этом режиме сохраняются особенности сигналов, снижаются уровни джиттера и фазового шума и количество выборок в каждом цикле остаётся постоянным.

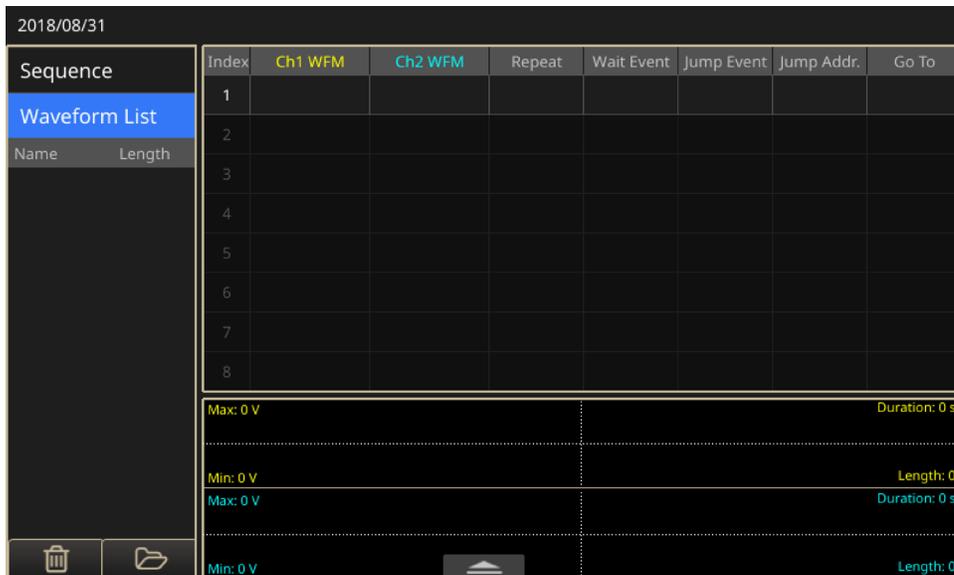


Рисунок 79: Экран расширенного режима по умолчанию

## Режимы вывода сигналов в расширенном режиме

В расширенном режиме работы предусмотрены следующие режимы вывода сигналов:

- **Последовательность:** при выборе кнопки Последовательность открывается сохранённая последовательность сигналов. Обеспечивает более гибкие возможности при генерировании сигналов со сложным тактированием. Можно задать сложное тактирование с числом шагов до 256 или общую длину сигнала до 16 МБ на канал (или 128 МБ в качестве опции). Шаги можно определить как цикл, безусловный переход либо как условный переход по запуску по событию скачка или событию ожидания.
- **Непрерывный:** прибор пошагово генерирует последовательность сигналов, повторяя её с начала.
- **С запуском:** когда прибор получает сигнал запуска, выводится один период сигнала. После генерирования одного периода прибор возвращается в исходное состояние, ожидая следующего сигнала запуска.
- **Со стробированием:** при получении эффективного стробирующего сигнала прибор начинает пошагово генерировать последовательность сигналов и прекращает генерирование при поступлении другого эффективного стробирующего сигнала.

В Расширенном режиме сигналы генерируются в соответствии с таблицей последовательности, включающей циклы и условные переходы. Сигнал выводится в порядке, заданном в выбранной последовательности. Набор сигналов можно вывести в любом заданном порядке.

На экране режима вывода в расширенном режиме работы можно:

- Выбрать другие доступные формы сигналов.
- Открыть сохранённую последовательность сигналов, выбрав кнопку Последовательность.
- Создать и сохранить новый сигнал.

## Список последовательностей в расширенном режиме

Пользуясь списком последовательностей в расширенном режиме работы, можно:

- **Открыть:** открывается существующая последовательность сигналов.
- **Создать:** создаётся новая простая последовательность. Если предыдущая последовательность не закрыта, в диалоговом окне появится вопрос о необходимости сохранения предыдущих настроек.
- **Сохранить:** сохранение сигнала.
- **Сохранить как:** сохранение сигнала в файл с новым именем.

2018/08/31

Sequence	Index	Ch1 WFM	Ch2 WFM	Repeat	Wait Event	Jump Event	Jump Addr.	Go To
Open New Save Save As	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
Waveform List	Max: 0 V		Duration: 0 s					
	Min: 0 V		Length: 0					
	Max: 0 V		Duration: 0 s					
	Min: 0 V		Length: 0					

Рисунок 80: Экран последовательности сигналов одноканального генератора

## Список сигналов в расширенном режиме

### Список сигналов в расширенном режиме

- **Открыть:** открывается существующий сигнал.
- **Память:** перемещение сигнала в память прибора.
- **USB:** запоминание сигнала на внешнем USB-накопителе.
- **Предопределён:** запоминание сигнала в предварительно заданную область памяти.
- **Удалить:** удаление одного или нескольких существующих сигналов из списка сигналов.

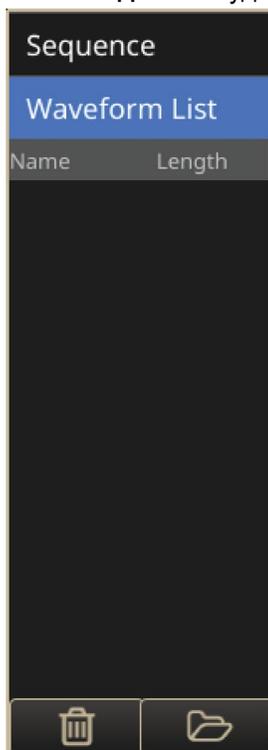


Рисунок 81: Список сигналов

## Панель настроек в расширенном режиме

### Панель настроек в расширенном режиме

- **Последовательность:** выводится последовательность сигналов в порядке, указанном в таблице последовательности.
- **Непрерывный:** прибор генерирует простую последовательность сигналов, повторяя её с начала.
- **С запуском:** когда прибор получает сигнал запуска, выводится один период сигнала. После генерирования одного периода прибор возвращается в исходное состояние и ожидает следующего сигнала запуска.
- **Со стробированием:** при получении эффективного стробирующего сигнала прибор начинает генерировать простую последовательность сигналов и прекращает генерирование при поступлении другого эффективного стробирующего сигнала.

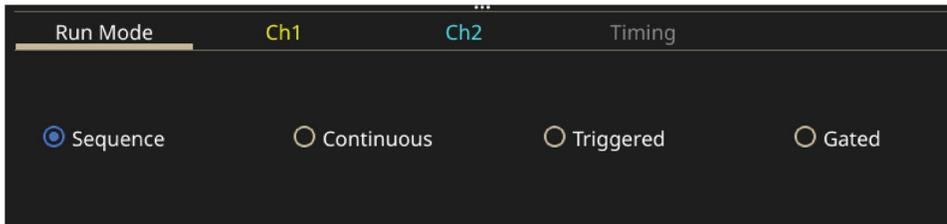


Рисунок 82: Панель настроек

### Панель настроек, K1/K2

- **Масштаб:** масштабирование амплитуды в зависимости от смещения в последовательности сигналов на одном канале.
- **Смещение:** смещение – это среднее значение максимального и минимального напряжения в последовательности сигналов на одном канале после перемещения сигналов в таблицу последовательности. Смещение можно изменить для корректировки среднего положения.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для расширенного режима работы нужны сигналы с данными амплитуды и смещения. Когда сигналы загружаются в таблицу, смещение K1/K2 может принимать начальное значение. Масштаб и смещение взаимосвязаны; значение масштаба рассчитывается по настройкам смещения.

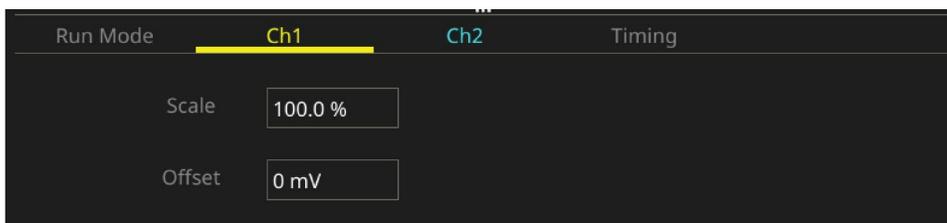
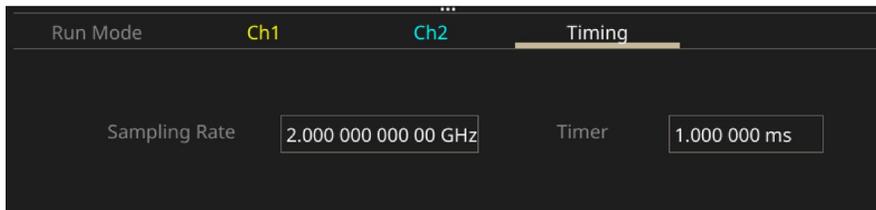


Рисунок 83: Масштаб и смещение сигнала на канале

**Панель настроек, тактирование**

- **Частота дискрет.:** устанавливается частота дискретизации.
- **Таймер:** задаётся тактирование для функции генерирования сигналов.



**Рисунок 84: Тактирование**

**Таблица панели настроек в расширенном режиме**

- **Repeat** (Повторение): функция генерирования сигнала повторяется, пока не поступит команда остановки.
- **Wait Event** (Событие ожидания): событие, которое должно произойти для перехода от ожидания к генерированию сигнала.
- **Jump Event** (Событие скачка): событие запуска, по которому прибор переходит на другой шаг.
- **Jump Addr** (Адрес скачка): указывается адрес для события скачка.
- **Go to** (Переход): переход на заданный шаг последовательности после генерирования сигнала, указанного в элементе последовательности.

Index	Ch1 WFM	Ch2 WFM	Repeat	Wait Event	Jump Event	Jump Addr.	Go To
1	EMPTY	EMPTY	1	OFF	OFF	Next	Next
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

**Рисунок 85: Таблица настроек в расширенном режиме**

## Таблица последовательности

### Таблица последовательности

В режиме генерирования последовательности можно выбрать следующие опции:

- **Выбор события (для Ожидания/Скачка):** Выкл. или Таймер, Внешний запуск, Команда SCPI, Ручной.
- **Ожидание:** если Ожидание включено (Вкл.), выход находится в режиме ожидания до тех пор, пока не наступит Событие ожидания, после чего начинается генерирование сигнала.
- **Повторение:** определяет, сколько раз будет повторяться сигнал, указанный во фрагменте (от 1 до 1 000 000 циклов или бесконечно).
- **Скачок:** если опция Скачок включена (Вкл.), при наступлении События скачка генерирование текущего сигнала прерывается, и секвенсор сразу же переходит на Адрес скачка.
- **Переход:** после завершения повторения текущего сигнала (без прерывания), секвенсор переходит на Адрес перехода. По умолчанию установлен адрес Следующий (адрес текущего фрагмента + 1).

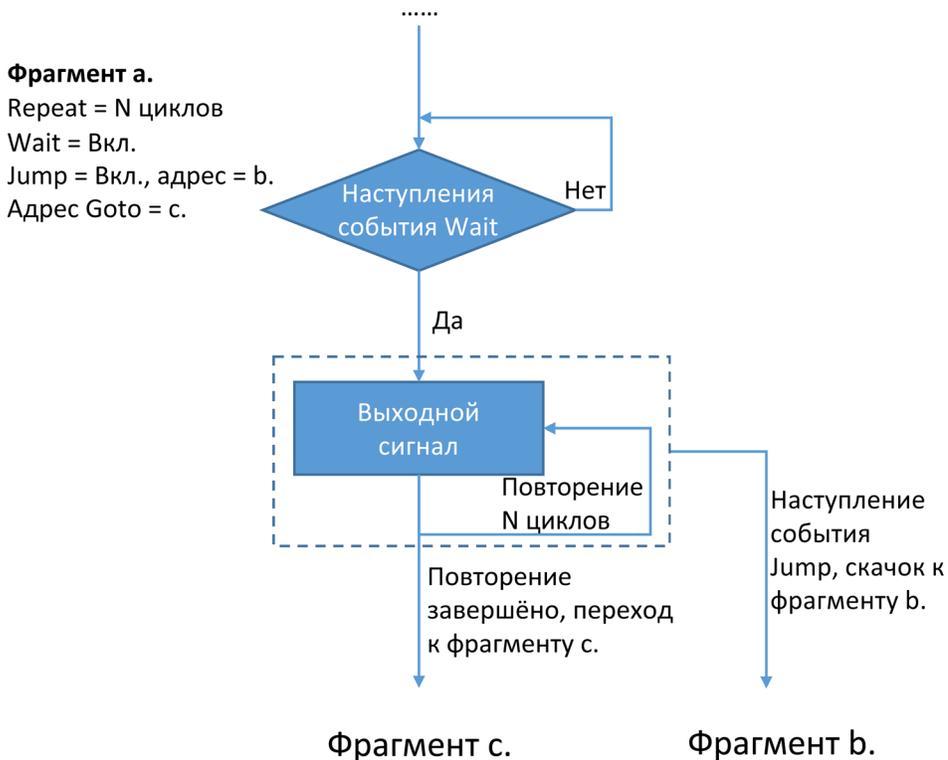
Index	Ch1 WFM	Ch2 WFM	Repeat	Wait Event	Jump Event	Jump Addr.	Go To
1	EMPTY	EMPTY	1	OFF	OFF	Next	Next
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Рисунок 86: Таблица настроек в расширенном режиме

## Режим генерирования последовательности

В режиме генерирования последовательности можно выбрать следующие опции:

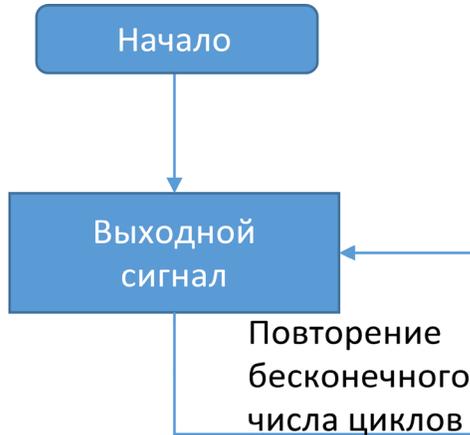
- **Выбор события (для Ожидания/Скачка):** Выкл. или Таймер, Внешний запуск, Команда SCPI, Ручной.
- **Ожидание:** если Ожидание включено (Вкл.), выход находится в режиме ожидания до тех пор, пока не наступит Событие ожидания, после чего начинается генерирование сигнала.
- **Повторение:** определяет, сколько раз будет повторяться сигнал, указанный во фрагменте (от 1 до 1 000 000 циклов или бесконечно).
- **Скачок:** если опция Скачок включена (Вкл.), при наступлении События скачка генерирование текущего сигнала прерывается, и секвенсор сразу же переходит на Адрес скачка.
- **Переход:** после завершения повторения текущего сигнала (без прерывания), секвенсор переходит на Адрес перехода. По умолчанию установлен адрес Следующий (адрес текущего фрагмента + 1).



**Непрерывный режим**

В режиме непрерывного генерирования сигнала используется только один фрагмент (адрес = 1); указанный во фрагменте сигнал генерируется в течение бесконечного числа циклов. В этом режиме опции Ожидание, Скачок и Переход не используются.

**Фрагмент 1.**  
 Repeat = бесконечное  
 число циклов  
 Wait выкл.  
 Jump = Выкл.  
 Адрес Goto = 1.

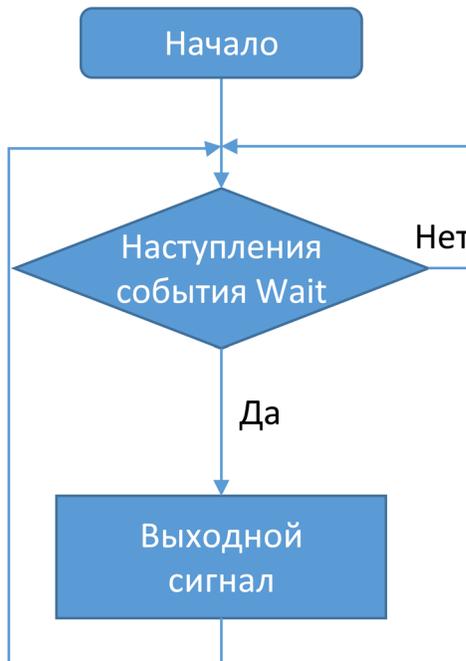


**Рисунок 87: Непрерывный режим**

**Режим с запуском**

В режиме генерирования сигнала по событию запуска используется только один фрагмент (адрес = 1). Выход находится в режиме ожидания до тех пор, пока не наступит событие ожидания, после чего сигнал генерируется один раз (1 цикл). Затем прибор возвращается в начальную точку последовательности и ожидает следующего события запуска. В этом режиме опция Скачок не используется

**Фрагмент 1.**  
 Repeat = 1 цикл  
 Wait = Вкл.  
 Jump = Выкл.  
 Адрес Goto = 1

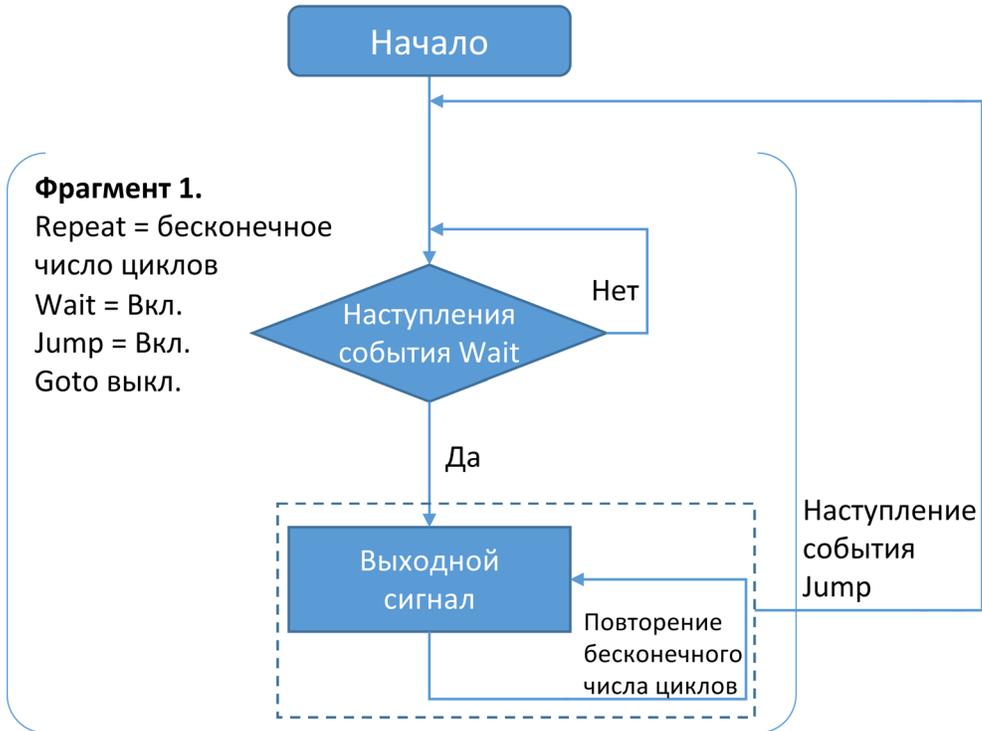


**Рисунок 88: Режим с запуском**

**Режим со стробированием**

В режиме генерирования со стробированием используется только один фрагмент. Выход находится в режиме ожидания до тех пор, пока не наступит событие ожидания (начало строба), и прекращает генерирование сигнала при наступлении события скачка (конец строба). Секвенсор возвращается в начальную точку последовательности и ждёт следующего события ожидания.

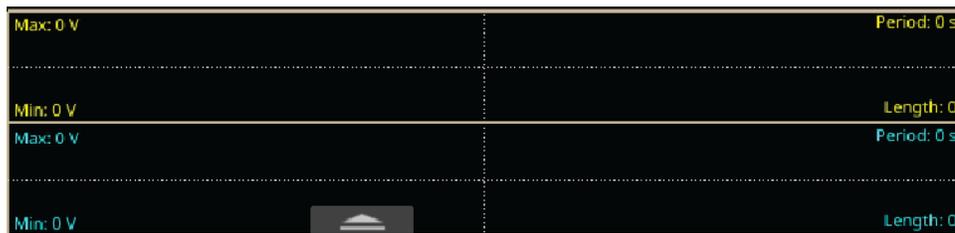
- В этом режиме не используется опция Переход.



**Рисунок 89: Режим со стробированием**

**Миниатюры в расширенном режиме**

Это уменьшенные изображения экрана сигнала.



**Рисунок 90: Миниатюра**

## Миниатюры в расширенном режиме

Это уменьшенные изображения экрана сигнала.

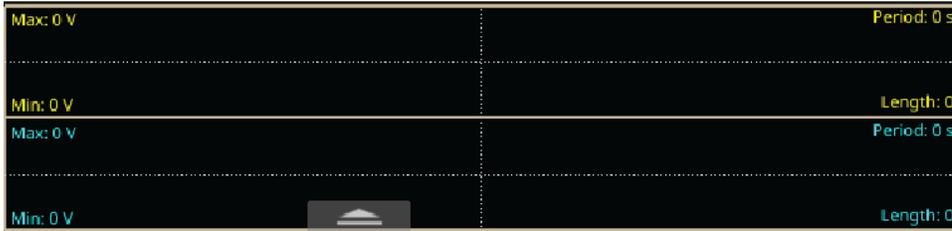


Рисунок 91: Миниатюра

## Учебное пособие: Расширенный режим

Ниже описывается порядок использования генератора произвольных сигналов/функций серии AFG31000 для генерирования длинных сигналов и сигналов со сложным тактированием. Примером такого применения является генерирование последовательностей импульсов или пакетов данных для последовательной шины.

В расширенном режиме поддерживается память сигналов 16 МБ на канал с возможностью расширения до 128 МБ и 256 фрагментов последовательности. Контроль создаваемых прибором сигналов осуществляется по ветвям, в которых используются повторение, ожидание, скачки, переходы, либо запуски по событиям, включая запуски по внешнему сигналу, ручной запуск, а также таймер и команды SCPI.

В этом примере показано, как составить последовательность из трёх фрагментов и изменить их отображение на экране прибора.

### Список оборудования

- Один генератор сигналов произвольной формы/функций серии AFG31000
- Один 4-канальный осциллограф
- Три кабеля с разъёмами BNC

## Учебное пособие по расширенному режиму генерирования сигналов, соединения

1. Соедините выход K1, выход K2 и выход запуска прибора с каналами K1, K2 и K3 осциллографа.
2. Настройте источник запуска осциллографа на сигнал канала K3.

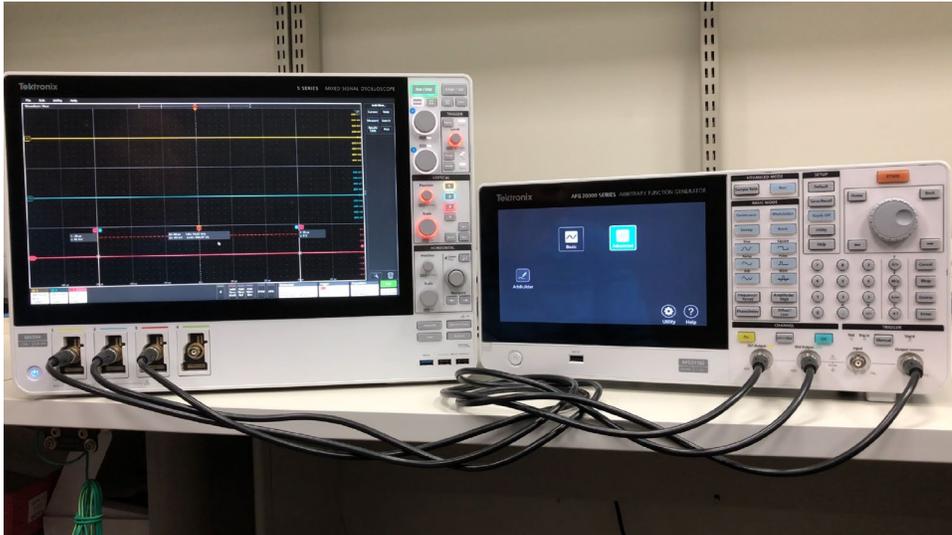


Рисунок 92: Настройка оборудования

## Учебное пособие по расширенному режиму генерирования сигналов, порядок действий

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если на экран не выводится домашняя страница, нажмите кнопку **Начало** на передней панели прибора.

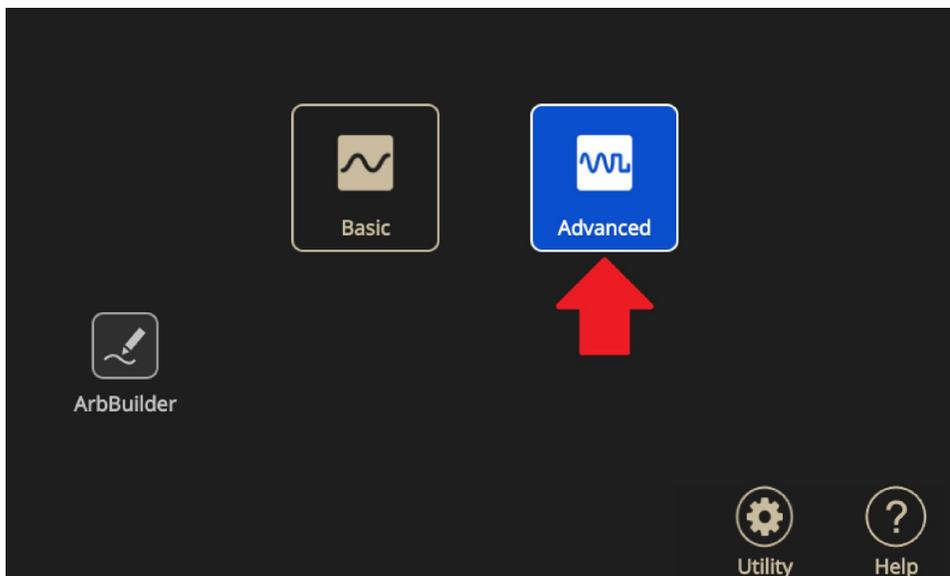


Рисунок 93: Значок Расширенный на экране домашней страницы

1. Смахните кнопку вверх, чтобы открыть панель настроек, и выберите режим **Последовательность**.
2. На панели Список сигналов нажмите **Открыть** (значок файла), чтобы добавить сигналы.



Рисунок 94: Пустой Список сигналов

3. Чтобы просмотреть встроенные сигналы, выберите кнопку **Предопределён**. Выберите все сигналы и нажмите кнопку **ОК**, чтобы добавить их в список сигналов. Сигналы будут добавлены на панель Список сигналов.

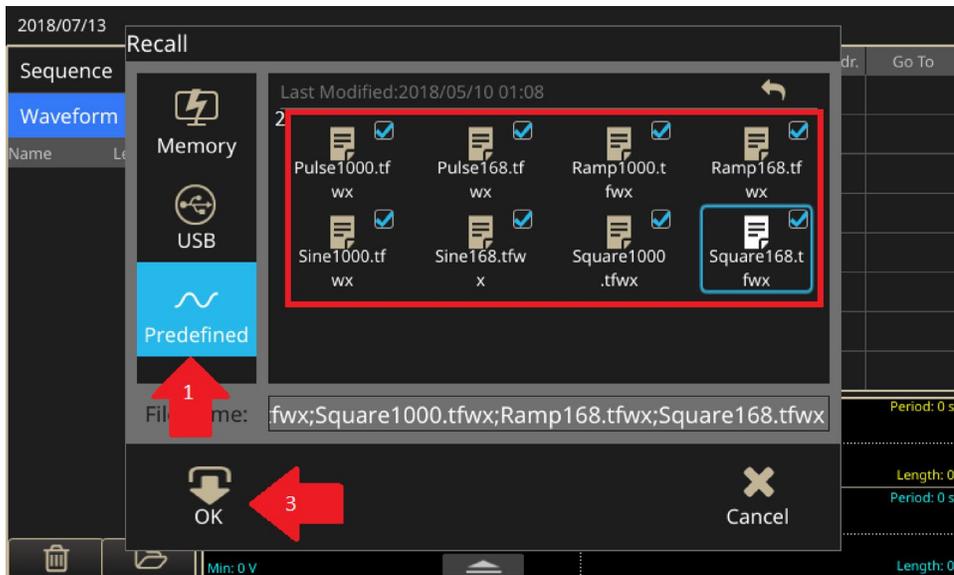


Рисунок 95: Кнопка Предопределён



Рисунок 96: Выбор сигнала из Списка сигналов

4. Сигналы можно перетягивать из списка во фрагменты последовательности.



Рисунок 97: Перетягивание сигналов

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В последовательность можно добавить любой сигнал, но в каждом фрагменте длина сигналов на K1 и K2 должна быть одинаковой.

- Щёлкните на поле **Переход** последнего фрагмента и измените его адрес со Следующий на 1. Это означает, что после вывода всех сигналов последовательность возвратится на первый фрагмент и будет повторять этот цикл бесконечно.

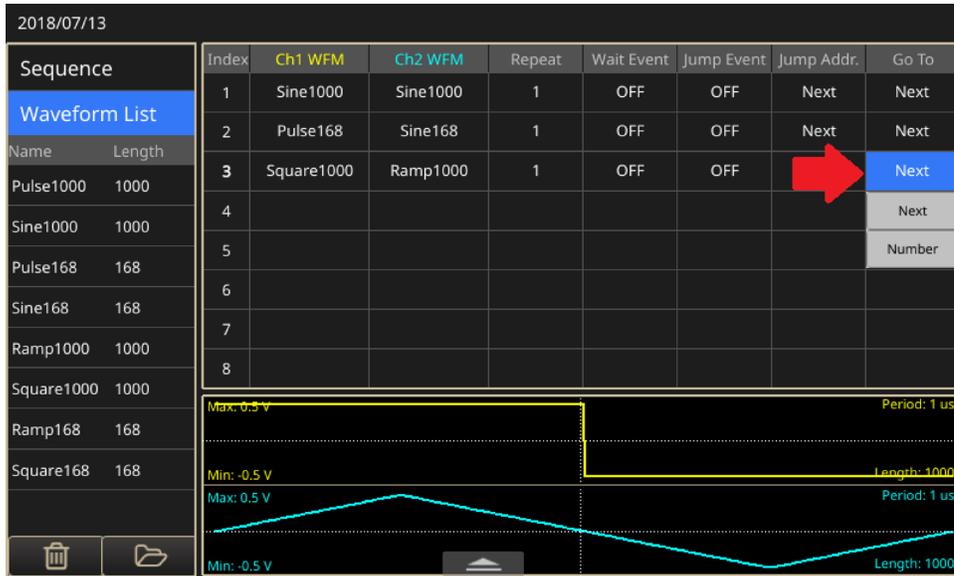


Рисунок 98: Поле Переход, изменение адреса на 1

- Замените число повторений во фрагменте 2 и 3 на любое требуемое число. Не настраивайте число повторений на бесконечное, потому что тогда сигнал будет повторяться бесконечно. Оставьте число повторений фрагмента 1 без изменений. Затем необходимо задать для этого фрагмента маркер, по которому произойдёт запуск осциллографа.

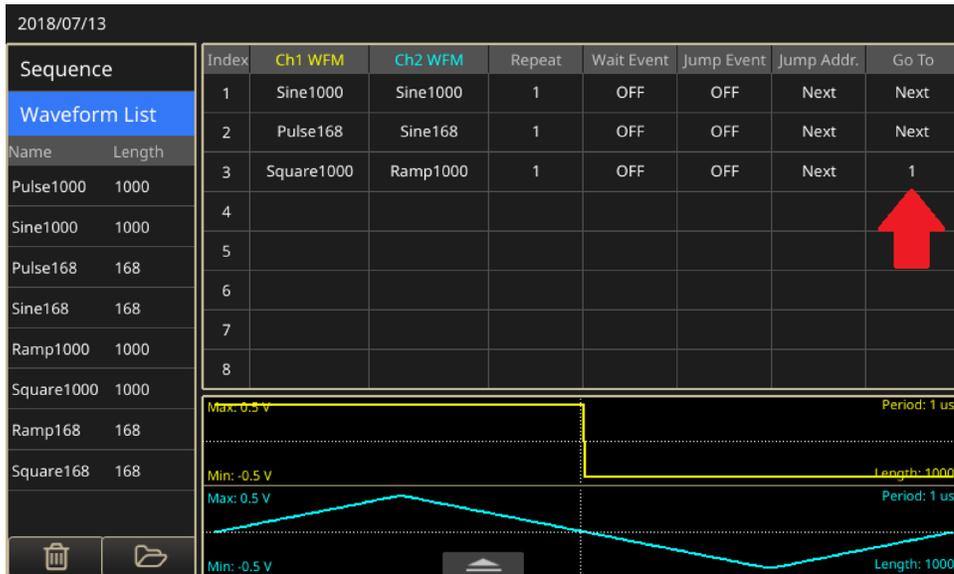


Рисунок 99: Внесение изменений

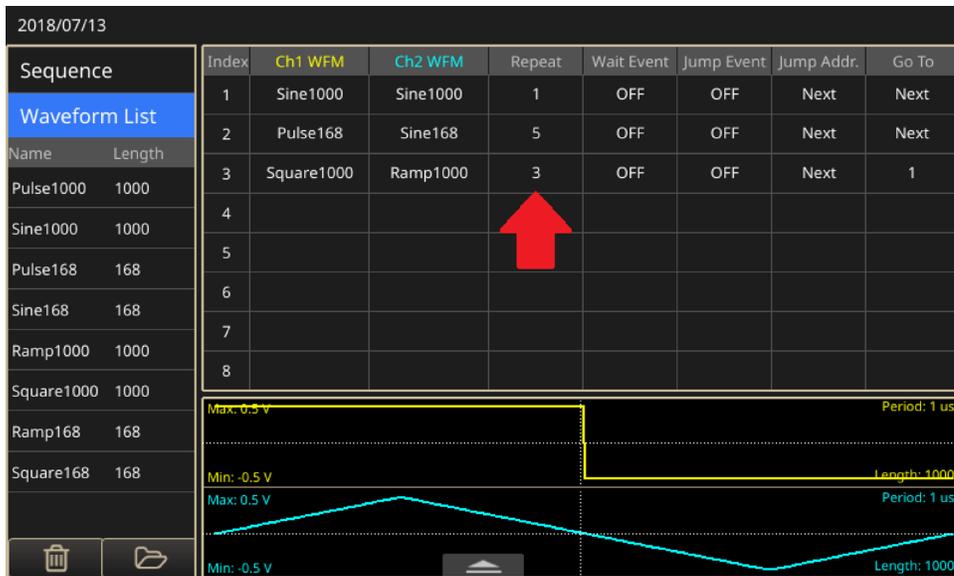


Рисунок 100: Настройка повторения

7. Смахните фрагмент слева направо, чтобы открыть поле метки, и поставьте метку. В этом случае при генерировании сигнала прибором на выходе сигнала запуска появится импульс со скважностью 50 %.

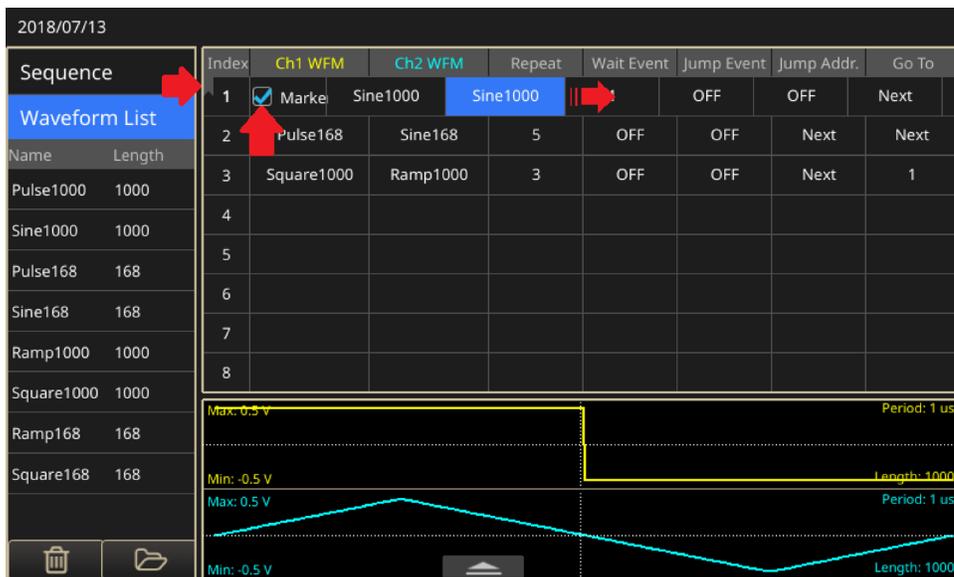


Рисунок 101: Смахивание слева направо для установки метки

- Выберите кнопку **Вкл.** на передней панели, чтобы включить выходы K1 и K2, а затем выберите кнопку **Пуск**, чтобы начать генерирование последовательности.

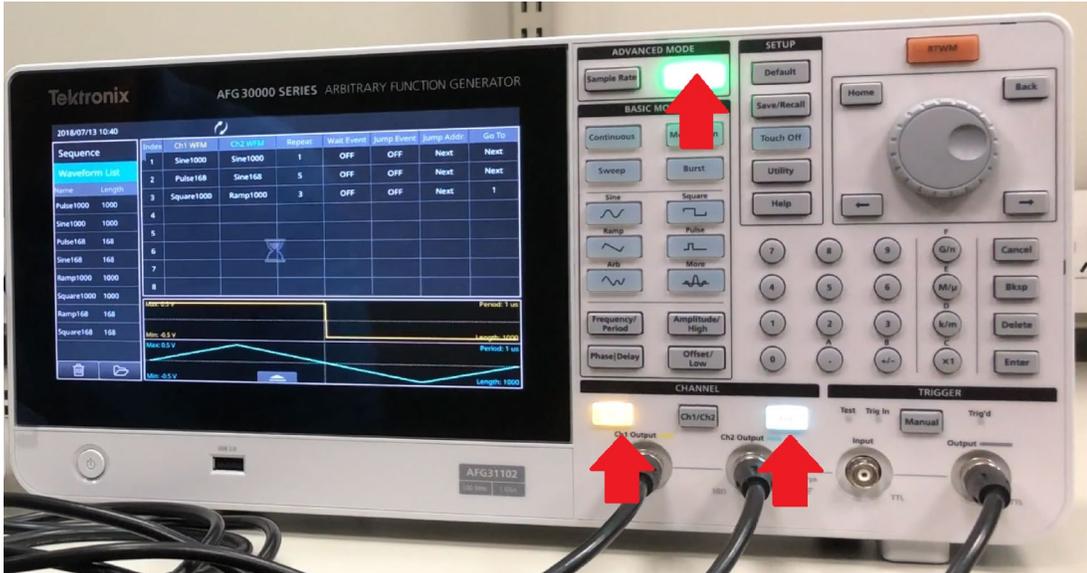


Рисунок 102: Индикаторы, указывающие на то, что включены каналы и генерируется последовательность

- Настройте осциллограф для наблюдения за выходными сигналами каналов K1 и K2. K3 – это источник сигнала запуска.



Рисунок 103: Настройки осциллографа

10. Смахните экранную страницу вверх от нижней границы экрана, чтобы открыть панель настроек, затем выберите вкладку канала K1 и измените масштаб, указав значение 50 %. При этом амплитуда выходного сигнала на канале K1 уменьшится до 50 % от исходного значения.

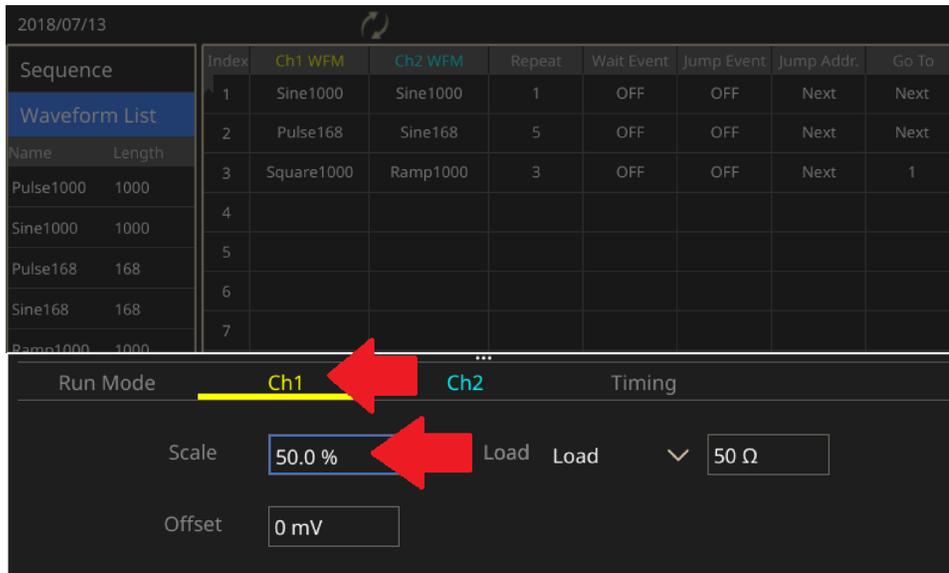


Рисунок 104: Настройка масштаба для последовательности

11. Выберите вкладку **Тактирование** и измените частоту дискретизации с 1 ГГц на 500 МГц. При этом частота выходного сигнала будет вдвое меньше исходного значения частоты.



Рисунок 105: Вкладка Тактирование

12. Дважды нажмите на кнопку **Запуск** на передней панели, чтобы остановить и повторно запустить генерирование последовательности. Последовательность нужно перезапустить, чтобы начали действовать изменённые настройки.
13. На осциллографе видны изменения частоты и амплитуды сигнала с K1.

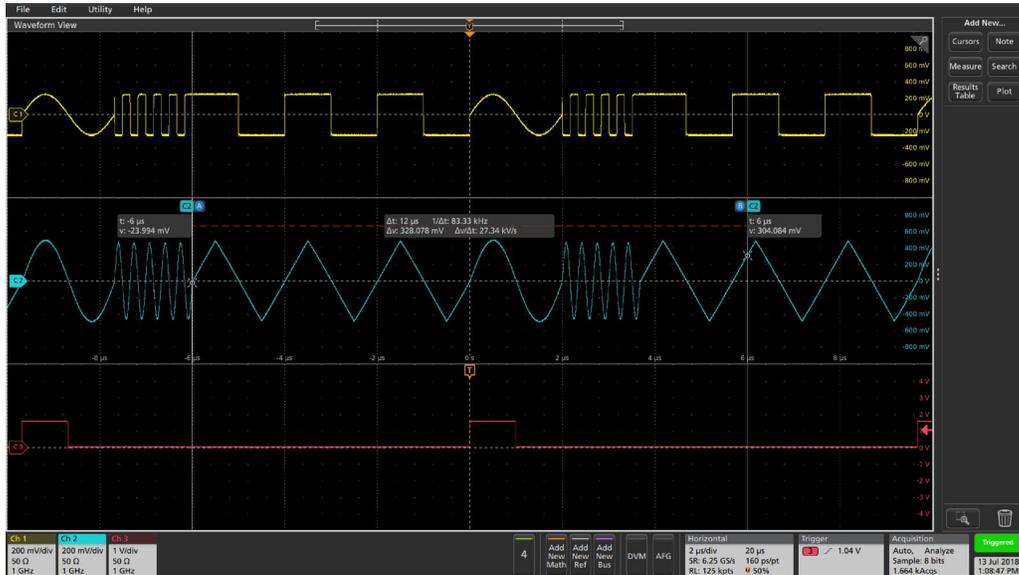


Рисунок 106: Вид сигнала с изменёнными настройками на осциллографе

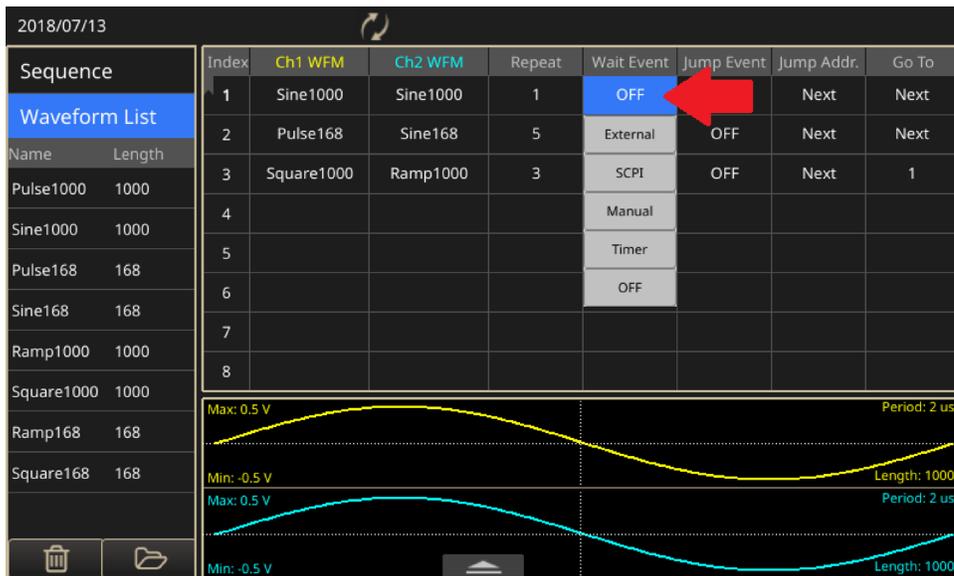


Рисунок 107: Wait Event (Событие ожидания) – последовательность

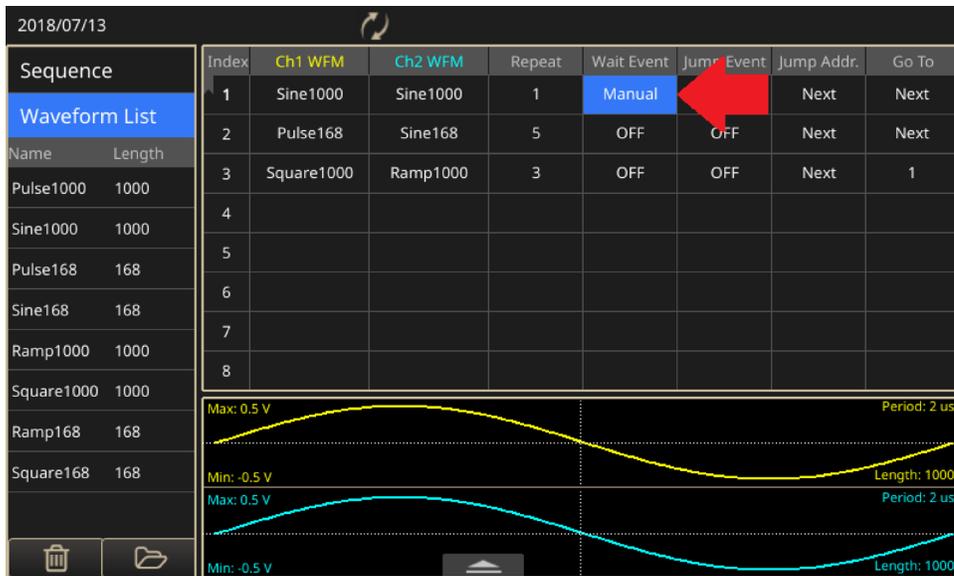


Рисунок 108: Ручной запуск

14. Выберите поле **Wait Event** (Событие ожидания) фрагмента с номером 1, а затем в меню событий запуска выберите опцию **Ручной**.
15. Дважды нажмите на кнопку **Запуск** на передней панели, чтобы остановить и повторно запустить генерирование сигнала. Обратите внимание, что сигнал на осциллографе не отображается, пока не будет выбран режим однократного запуска.
16. Нажмите кнопку ручного запуска на передней панели. Прибор один раз генерирует всю последовательность, после чего переходит в режим ожидания следующего сигнала запуска.

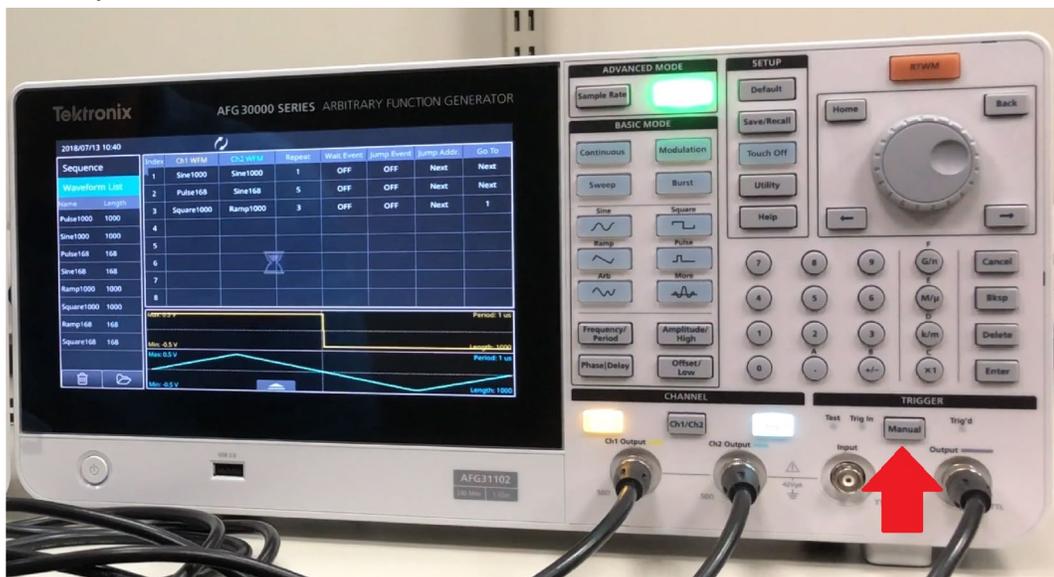


Рисунок 109: Кнопка ручного запуска

17. На экране осциллографа отображаются сигналы, генерируемые по сигналу однократного запуска.

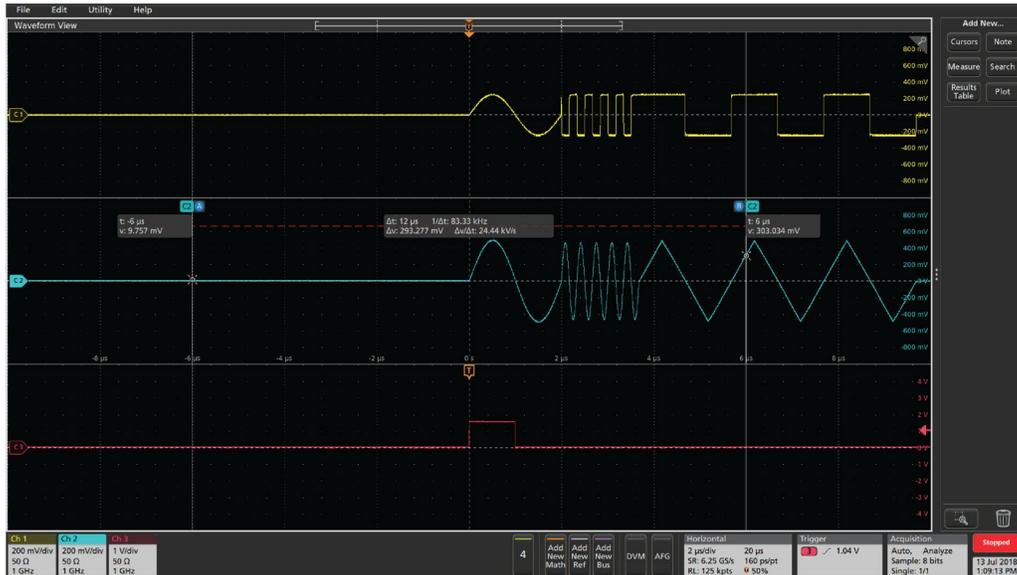


Рисунок 110: Сигналы, генерируемые при однократном запуске

## Меню Сервис

Нажмите кнопку **Сервис** на передней панели прибора, чтобы вывести на сенсорный экран меню Сервис. В меню Сервис можно получить доступ к следующим опциям:

- **Система:** Настройки языка, Экранная клавиатура, Выход запуска, Опорн.сигнал, Включение, Экранная заставка, Щёлкающий звук, Бипер, Заводские настройки по умолчанию и Часовой пояс.
- **Диагностика/Калибровка:** Настройки для диагностики, Калибровка, Таймер прогрева и Очистка контактов.
- **Интерфейс ввода-вывода:** Настройки конфигурации, Адрес GPIB, DHCP, Стандартный шлюз, Маска подсети и IP-адрес.
- **Меню защиты:** позволяет настроить Защиту доступа и Управление паролями.
- **Микропрограмма:** обеспечивает обновление микропрограммы по мере появления новых обновлений.
- **Лицензия:** позволяет обновлять лицензию для расширения памяти и возможностей прибора.

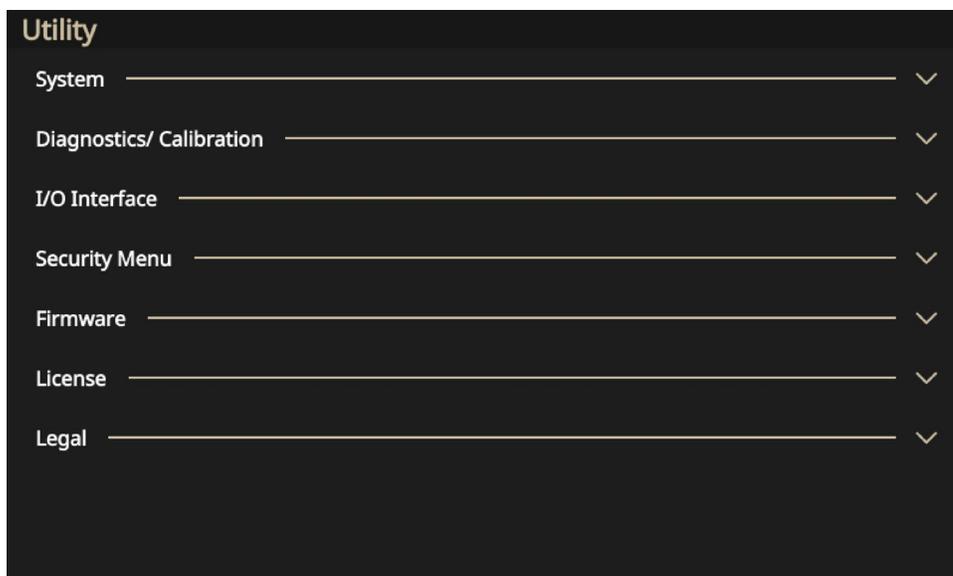


Рисунок 111: Главная страница меню Сервис

## Настройки меню Система

На экранной странице меню Система находятся следующие настройки:

- **Язык:** для интерфейса прибора можно выбрать следующий язык: **английский, французский, немецкий, японский, корейский, китайский упрощённый, китайский традиционный** или **русский**.
- **Экранная клавиатура:** чтобы при необходимости включить клавиатуру на сенсорном экране, выберите кнопку **Вкл.**. Если экранная клавиатура не нужна, выберите кнопку **Выкл.**
- **Выход:** выберите опцию **Синхрон.** или **Запуск** в зависимости от того, что необходимо (подробнее см. в п. [Синхронизация нескольких приборов](#) [на стр. 80] и п. [Выходной сигнал запуска](#) [на стр. 69]).
- **Опорн.сигнал:** устанавливает источник опорного сигнала: **Внутренний** или **Внешний**.
- **Включение:** при включении прибора выберите опцию настроек **Последний** или **По умолчанию** (подробнее см. в п. [Изменение настроек прибора](#) [на стр. 122]).
- **Экранная заставка:** можно выбрать опцию **Вкл.** или **Выкл.** Выберите опцию **Вкл.**, если хотите, чтобы сенсорный экран становился пустым при отсутствии операций с экраном более пяти минут. Если хотите, чтобы на экране постоянно было изображение, выберите опцию **Выкл.**
- **Щёлкающий звук:** выберите опцию **Вкл.** или **Выкл.** в зависимости от предпочтений. Если эта опция включена, при работе с кнопками передней панели будет слышен щёлкающий звук. При выборе опции **Выкл.** звука не будет.
- **Бипер:** выберите опцию **Вкл.** или **Выкл.** Если эта опция включена, при появлении на экране окна сообщений будет слышен звуковой сигнал. При выборе опции **Выкл.** звукового сигнала не будет.
- **Заводские настройки по умолчанию:** используется для возврата прибора к заводским настройкам по умолчанию.
- **Яркость:** ползунок настройки яркости служит для регулировки яркости сенсорного экрана.
- **ЗОНА:** настройка требуемого часового пояса.

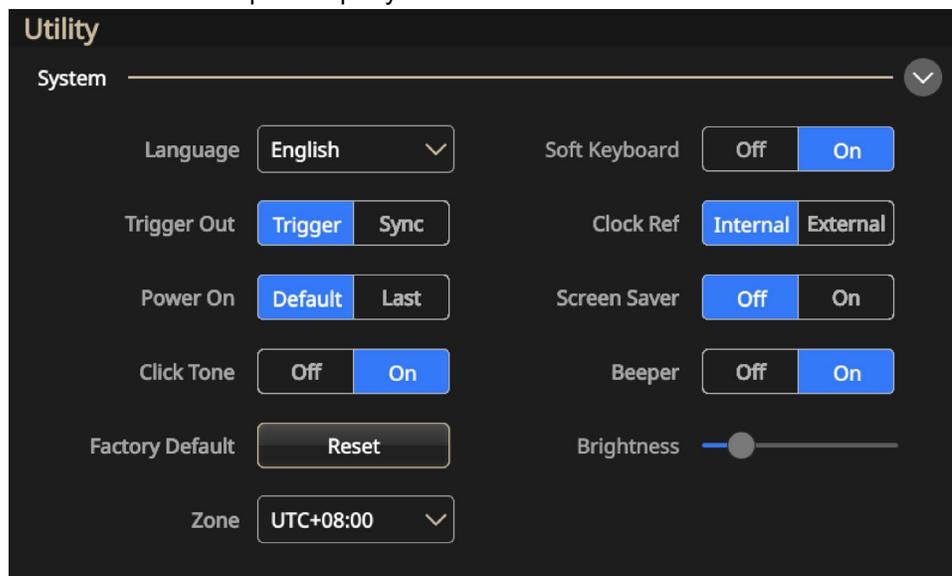


Рисунок 112: Настройки меню Система

## Изменение настроек прибора

При включении прибора восстанавливаются его настройки по умолчанию. Прибор можно настроить таким образом, чтобы он запоминал и каждый раз при включении восстанавливал настройки, которые использовались при последнем сеансе работы (подробнее см. в п. [Меню Сервис](#) [на стр. 119]).

**Чтобы изменить настройки опции Включение:**

1. Нажмите на кнопку **Сервис**, находящуюся в группе НАСТРОЙКИ.

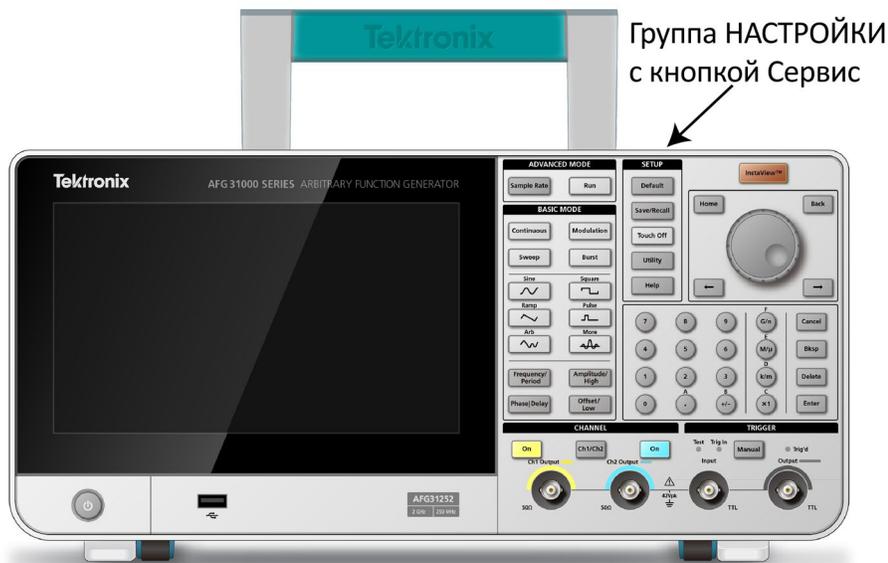


Рисунок 113: Кнопка Сервис

2. На сенсорном экране выберите меню **Система**.
3. Для опции Включение выберите параметр **Последний**.

Кроме того, в меню Система можно внести и другие изменения. Например, можно:

- Переключить Выход на **Синхрон.** или **Запуск**
- Включить или отключить **Щёлкающий звук**
- Переключить Опорн. сигнал на **Внешний** или **Внутренний**
- Включить или отключить экранную заставку, выбрав опцию **Вкл.** или **Выкл.**
- Включить или отключить бипер, выбрав опцию **Вкл.** или **Выкл.**
- Настраивать ползунком яркость сенсорного экрана

## Удаление из памяти сигналов и настроек прибора

Из внутренней памяти прибора можно удалить все настройки прибора и пользовательские сигналы, выполнив следующие действия.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В любой момент можно восстановить для настроек значения по умолчанию без очистки памяти, нажав на передней панели кнопку **По умолч.**

*Чтобы удалить из памяти сигналы и настройки прибора:*

1. Нажмите на кнопку **Сервис**, находящуюся в группе НАСТРОЙКИ.
2. На сенсорном экране выберите меню **Система**.
3. Для опции Заводские настройки по умолчанию выберите параметр **Сброс**.

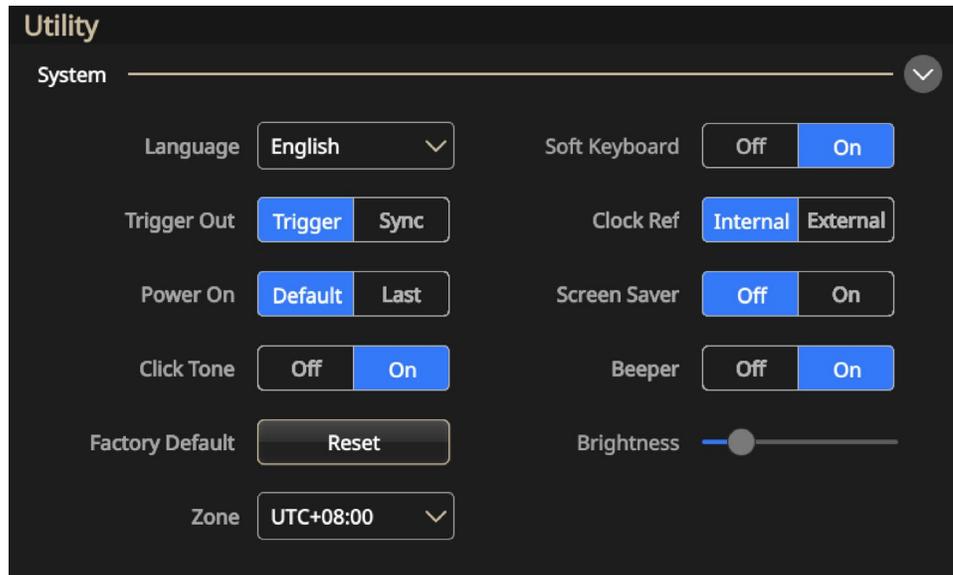


Рисунок 114: Кнопка Сброс в меню Система

4. Когда появится сообщение, требующее подтверждения такой операции, нажмите **OK** (или **Отмена**, если принято решение не стирать настройки и сигналы).

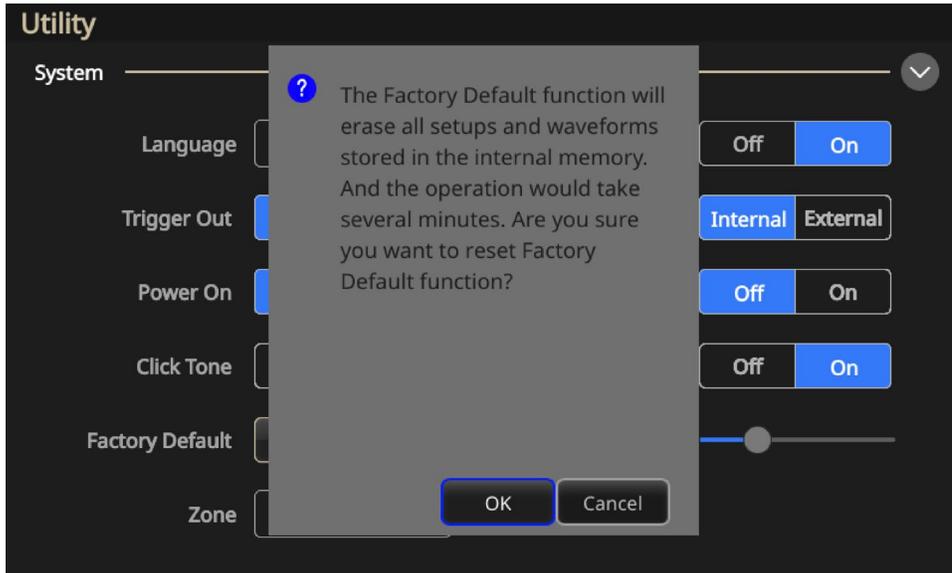


Рисунок 115: Стирание настроек прибора и сохранённых сигналов

## Выбор языка

Можно выбрать язык, на котором будет отображаться информация на экране прибора.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Когда прибор включается первый раз, по умолчанию выбирается английский язык. После выбора нужного языка меню, всплывающие сообщения и встроенная справка отображаются на указанном языке. Кроме того, можно воспользоваться наклейками на переднюю панель с надписями на выбранном языке.

### Чтобы выбрать язык:

1. Нажмите на передней панели кнопку **Сервис**, которая находится в группе НАСТРОЙКИ.
2. На сенсорном экране выберите меню **Система**.
3. Для опции Язык выберите требуемый язык (**английский, французский, немецкий, японский, корейский, китайский упрощённый, китайский традиционный** или **русский** (см. рисунок ниже).

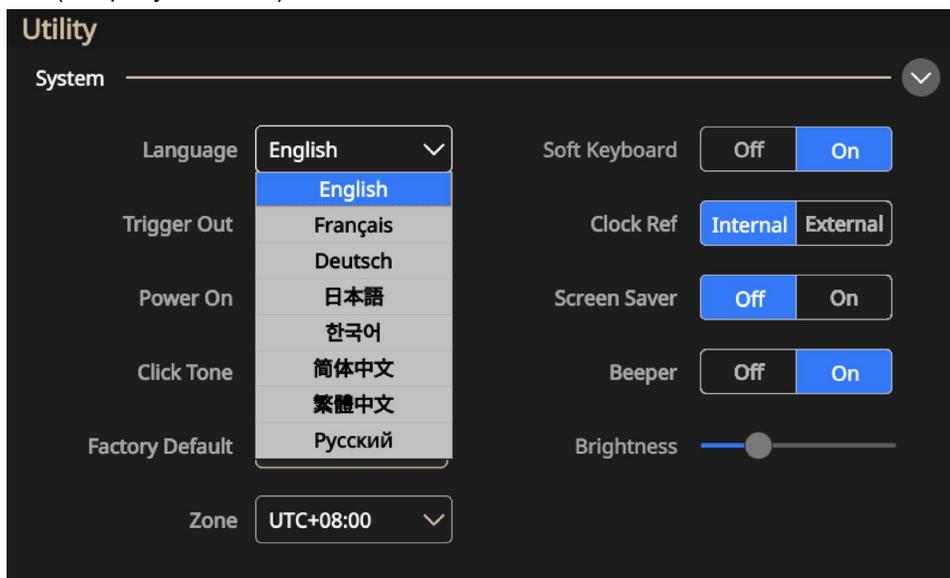


Рисунок 116: Выбор языка

## Функции диагностики и калибровки

Ниже описываются опции диагностики и калибровки в меню Сервис.

- **Самодиагностика:** выберите кнопку **Пуск**, чтобы выполнить самотестирование для проверки правильности работы прибора (подробнее см. в п. [Выполнение диагностики и калибровки](#) [на стр. 127]).
- **Автокалибровка:** выберите кнопку **Пуск**, чтобы проверить точность напряжений постоянного тока, используя внутренние процедуры калибровки (подробнее см. в п. [Выполнение диагностики и калибровки](#) [на стр. 127]).
- **Таймер прогрева:** выберите кнопку **Начало**, чтобы перед диагностикой или калибровкой прогреть прибор в течение 20 минут.
- **Очистка контактов:** выберите кнопку **Пуск**, чтобы очистить контакты реле от оксидного слоя. Операция занимает около двух минут, за которые реле переключаются около 1000 раз.

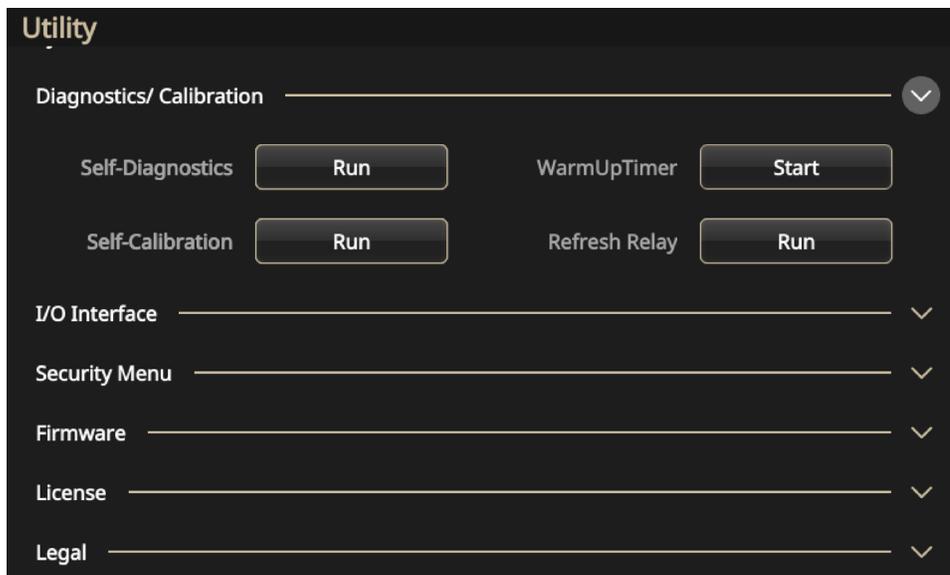


Рисунок 117: Диагностика и калибровка

Прежде чем приступить к этим тестам:

- Включите прибор и дайте ему прогреться в течение 20 минут.
- Убедитесь, что температура окружающей среды в помещении, где работает прибор, находится в пределах от 0 до 50 °C.

## Выполнение диагностики и калибровки

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если необходимо убедиться в том, что прибор обладает гарантированными техническими характеристиками, выполните полный набор процедур проверки, описанный в *Руководстве по техническим характеристикам и проверке эксплуатационных параметров*.

Прибор выполняет ряд проверок своей аппаратуры при включении питания. Кроме того, при помощи меню Сервис можно запустить вручную следующие функции диагностики и калибровки (подробнее см. в п. [Меню Сервис](#) [на стр. 119]). При этом используются внутренние процедуры, проверяющие правильность работы прибора.

- **Диагностика (самотестирование):** диагностика позволяет убедиться в том, что прибор работает должным образом.
- **Калибровка (автокалибровка):** функция калибровки проверяет точность напряжения постоянного тока при помощи внутренних процедур калибровки.

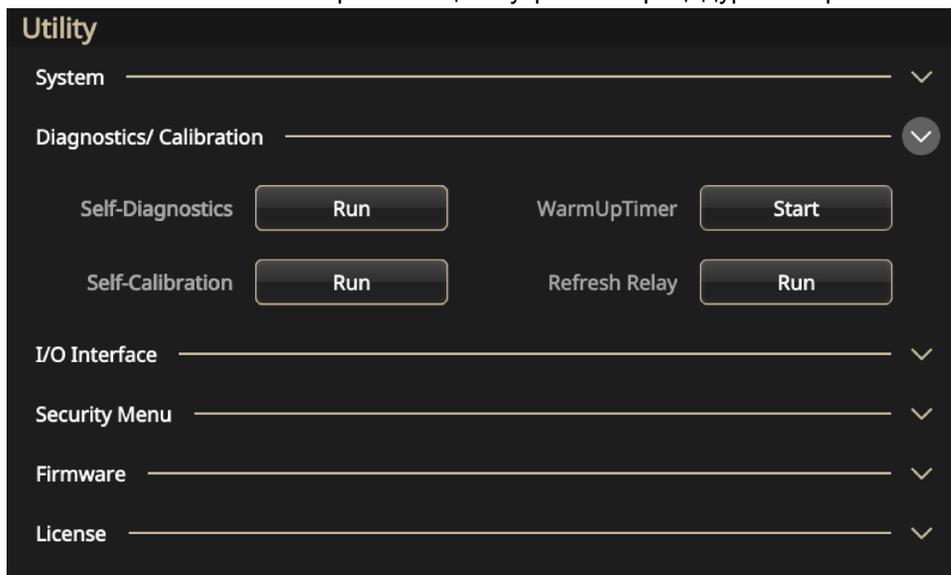


Рисунок 118: Меню Система, Диагностика и Калибровка

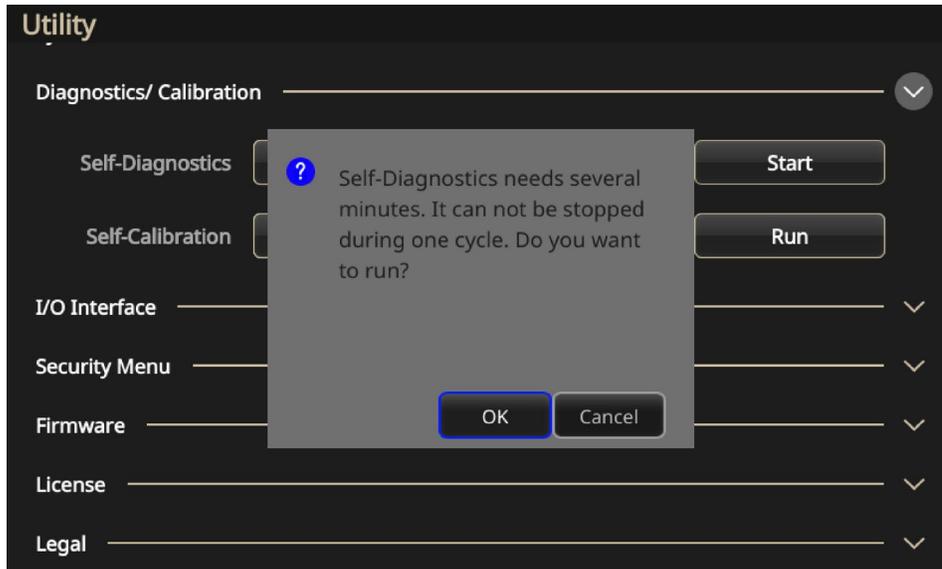
*Чтобы выполнить диагностику и калибровку:*



**ОСТОРОЖНО!** При выполнении калибровки не отключайте питание прибора. Если во время калибровки выключится питание, могут быть потеряны данные, хранящиеся во внутренней памяти.

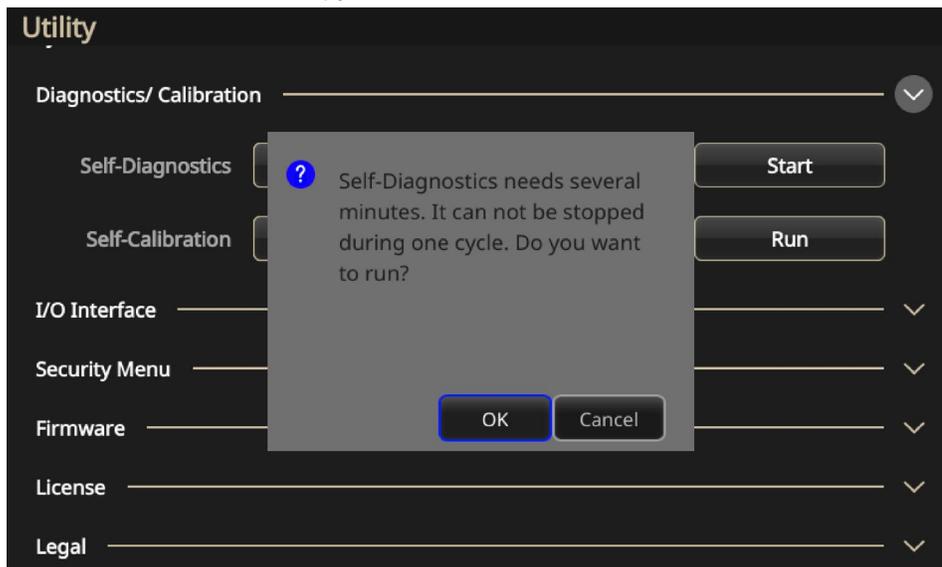
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Перед выполнением диагностики или калибровки отсоедините от прибора все кабели (кроме шнура питания).

1. Выберите на сенсорном экране значок **Сервис**.
2. В открывшемся меню выберите опцию **Диагностика/Калибровка**.
3. Чтобы начать Диагностику, выберите кнопку **Пуск**.



**Рисунок 119: Запуск диагностики системы**

4. Подождите, пока закончится тестирование (диагностический тест длится восемь минут).
5. Чтобы выполнить калибровку, выберите кнопку **Пуск** для запуска калибровки или кнопку **Отмена** для отмены функции.



**Рисунок 120: Запуск автокалибровки**

6. Подождите, пока закончится тестирование (калибровочный тест длится восемь минут).

После завершения калибровки или диагностики на экране появится диалоговое окно с результатами и погрешностями.

## Интерфейс ввода-вывода

Ниже описываются опции меню Интерфейс ввода-вывода в меню Сервис. Это меню используется для подключения прибора к сети.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы ввести параметры следующих настроек, необходимо получить соответствующую информацию у сетевого администратора. Процедура ввода настроек сети зависит от конфигурации вашей сети.

- **Конфигурация:** выберите кнопку **Автономно** (чтобы отключить прибор от шины GPIB) или кнопку **Приём/пер** (для дистанционного управления прибором с внешнего ведущего компьютера). Чтобы получить более подробную информацию, просмотрите Порядок подключения к сети.
- **Адрес GPIB:** вводится адрес прибора.
- **DHCP:** выберите **Вкл.** или **Выкл.** для протокола динамической конфигурации хост-машины (эта опция зависит от типа сети).
- **Шлюз по умолчанию:** выберите диалоговое окно и введите в него адрес шлюза (эту информацию может предоставить сетевой администратор).
- **Маска подсети:** введите маску подсети (эту информацию может предоставить сетевой администратор).
- **IP-адрес:** введите соответствующий IP-адрес.

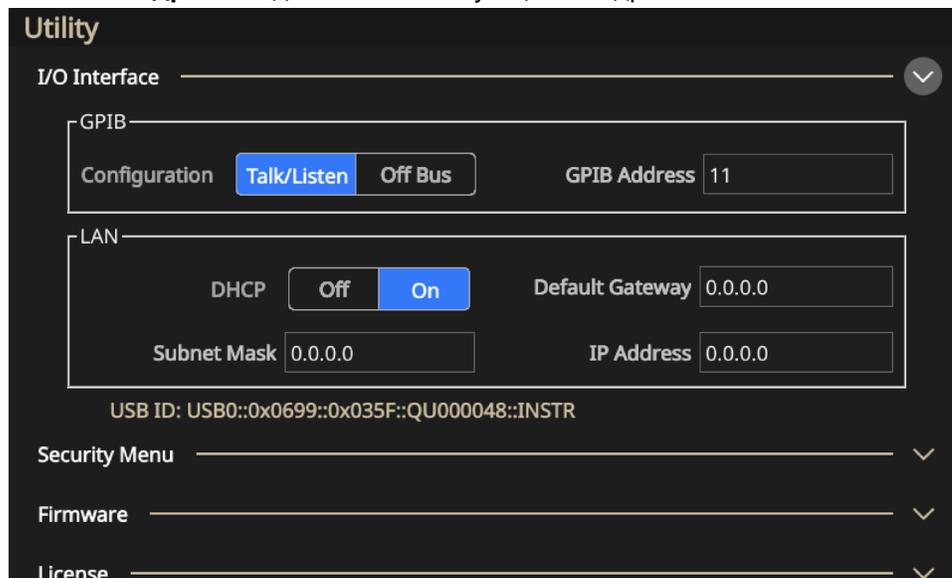


Рисунок 121: Опции интерфейса ввода-вывода

## Настройки Меню защиты

Ниже описываются опции Меню защиты, которое находится в меню Сервис.

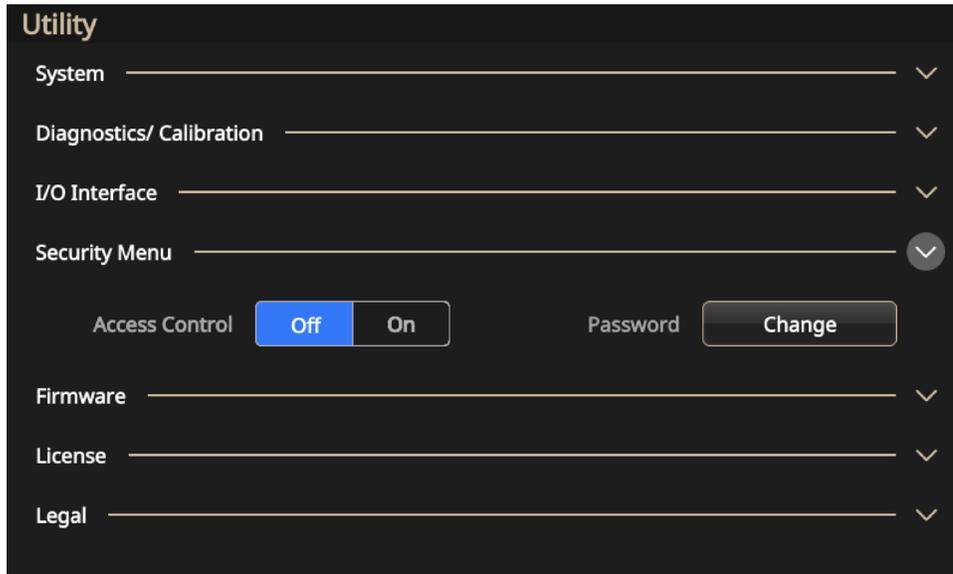


Рисунок 122: Настройки Меню защиты

Это меню предназначено для защиты и ограничения доступа к следующим задачам:

- **Контроль доступа:** выберите **Вкл.** или **Выкл.** Если Контроль доступа включена, это исключает обновление микропрограммы.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** По умолчанию Контроль доступа отключена. Кроме того, если включена Контроль доступа, изменение пароля невозможно.

---

- **Пароль:** выберите кнопку **Изменить** и следуйте инструкциям на экране.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Пароль по умолчанию — DEFAULT 123456. При изменении пароля новый должен содержать не менее четырёх, но не более 14 символов, включающих цифры от 0 до 9. Если вы забыли пароль, свяжитесь с местным представительством компании, партнёром по продажам или дистрибьютором Tektronix. Можно также позвонить в штаб-квартиру Tektronix в Северной Америке по телефону 1-800-833-9200. Узнать контактную информацию для конкретного региона можно на [веб-сайте Tektronix](#) ().

---

## Настройки меню Микропрограмма

Функция обновления микропрограммы обеспечивает обновление микропрограммы по мере появления новых версий. Более подробно эта функция описывается в п. [Обновление микропрограммы прибора](#) [на стр. 132].

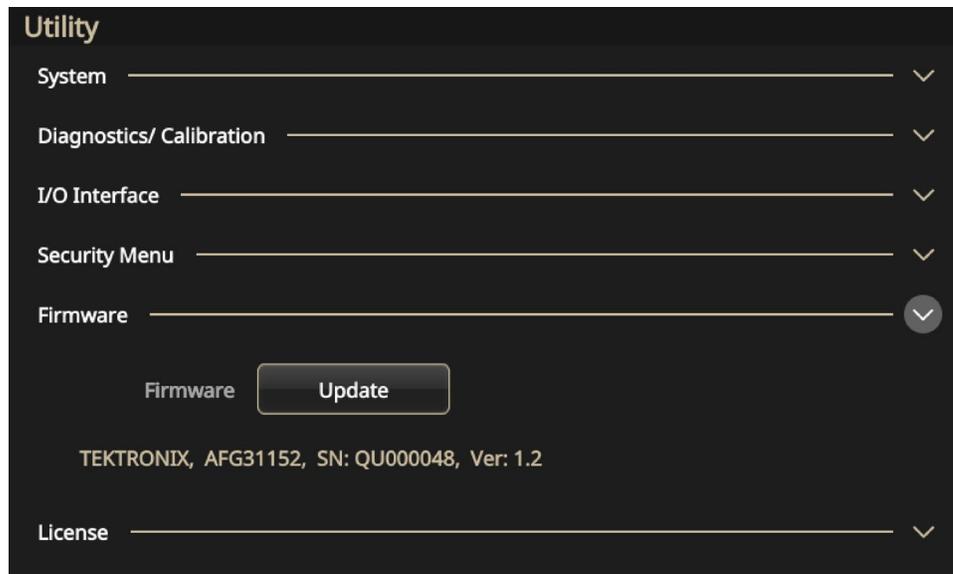


Рисунок 123: Меню обновления микропрограммы

## Обновление микропрограммы прибора

Микропрограмму прибора можно обновить с USB-накопителя, подключённого на USB-разъём типа A на передней панели генератора (подробнее см. в п. [Интерфейс USB](#) [на стр. 44]). Тот же результат можно получить при помощи элементов управления сенсорного экрана, установленного на передней панели прибора.

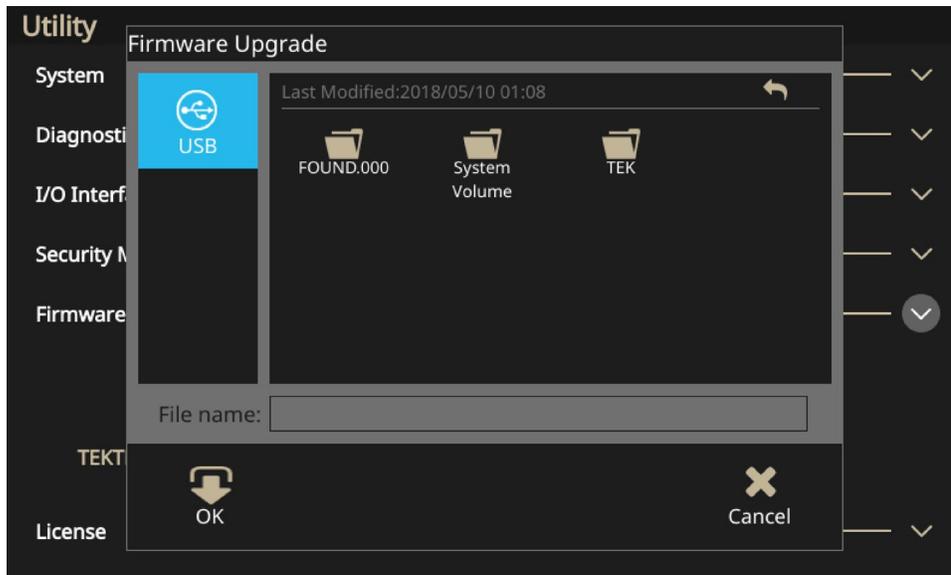


**ОСТОРОЖНО!** Обновление микропрограммы прибора – это операция, требующая особого внимания, и при её выполнении крайне важно соблюдать указанные ниже инструкции. В случае несоблюдения прибор может быть повреждён. Например, чтобы не допустить повреждения прибора, при обновлении микропрограммы ни в коем случае не извлекайте USB-накопитель, а также не выключайте питание прибора.

**Чтобы обновить микропрограмму прибора:**

1. Зайдите на веб-сайт [tek.com](http://tek.com) ([www.tek.com](http://www.tek.com)) и найдите микропрограмму для приборов серии 31000.
2. Загрузите на компьютер заархивированный файл с расширением .zip.
3. Распакуйте загруженный файл и скопируйте файл с расширением .ftb в корневой каталог USB-накопителя.
4. Вставьте USB-накопитель в соответствующий разъём на передней панели генератора серии AFG31000.
5. Нажмите кнопку **Сервис**.
6. Выберите опции **Микропрограмма > Обновить**.
7. Выберите значок USB.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Вид экранной страницы может быть несколько иным, в зависимости от модели прибора.



**Рисунок 124: Обновление микропрограммы**

8. Выберите файл, используемый для обновления прибора.
9. Выберите кнопку **Вызвать** (на экране появится сообщение с просьбой подтвердить обновление).
10. Удостоверьтесь в том, что прибор отключился от источника питания, а затем повторно подключился, чтобы установить обновление.
11. Извлеките USB-накопитель.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В приборе предусмотрена возможность ограничения доступа к обновлениям микропрограммы. Для этого нужно войти в Меню защиты, выбрать кнопку **Защита доступа** и ввести пароль.

## Лицензия

Функция установки лицензии позволяет обновлять лицензию для расширения памяти и возможностей прибора. Лицензия, устанавливаемая на прибор, зависит от модели приобретаемого прибора и определяет объём его памяти. От объёма памяти зависят функции генерирования последовательностей и частотный диапазон прибора.

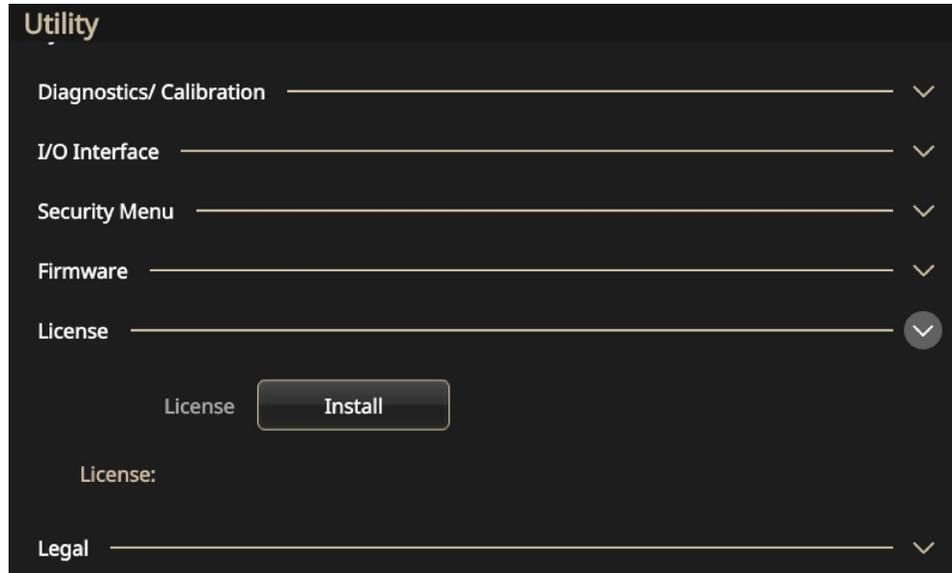


Рисунок 125: Обновление лицензии

## Справка

Справочная система прибора обеспечивает доступ к информации об отдельных пунктах меню и функциях прибора при поиске определённой информации. Для доступа и навигации по справочной системе можно использовать сенсорный экран. Отдельные разделы справки могут также содержать ссылки на другие разделы. К ним можно получить доступ, следуя экранным подсказкам.

Для получения доступа к справочной системе прибора выполните описанные ниже действия.

### **Чтобы получить доступ к Справке:**

1. Выберите на сенсорном экране значок **Справка**.
2. Воспользуйтесь элементами управления сенсорного экрана для перемещения курсора между ссылками.
3. Нажмите на значок Справка на сенсорном экране, чтобы открыть меню Справка.
  - При помощи поворотной кнопки выберите раздел справки в предметном указателе или пролистайте страницы открытого раздела. Нажмите поворотную кнопку, чтобы открыть на экране раздел из предметного указателя.

## ArbBuilder

Входящее в поставку ПО ArbBuilder позволяет создавать и редактировать сигналы произвольной формы, исключая необходимость в подключении к ПК или использовании USB-накопителя для загрузки сигналов произвольной формы.

При помощи модуля ArbBuilder можно открывать ранее созданные или создавать новые сигналы. Если выбрать значок ArbBuilder, чтобы открыть программу, появится следующий экран.



**Рисунок 126: Главная страница ArbBuilder**

ArbBuilder – это встроенное приложение, позволяющее при помощи генератора стандартных функций создавать и редактировать сигналы произвольной формы. Пользуясь приложением, можно создать сигнал произвольной формы или шаблон из стандартных сигналов. На большом ёмкостном сенсорном экране с жестовым управлением, сигналы можно перетаскивать, масштабировать и редактировать.

Пользователь может воспроизводить сигналы или загрузить файлы данных непосредственно в ArbBuilder с USB-накопителя.

Созданный сигнал отправляется на выход для воспроизведения, амплитуда и смещение настраиваются автоматически, без приведения.

## Создание сигнала произвольной формы

Прибор может выдавать на выходе сигнал произвольной формы, который сохраняется во внутренней памяти или на USB-накопителе.

**Чтобы создать сигнал произвольной формы:**

1. Щёлкните на значок **Базовый** на сенсорном экране.
2. Смахните вверх стрелку, которая находится внизу экрана, и выберите вкладку **ArbBuilder**.
3. Выберите опцию **Создать**.
4. Выберите способ создания сигнала: **Ввод мышью**, **Горизонтальный**, **Вертикальный** или **Точка**.
5. После создания сигнала нажмите кнопку **Файл**.
6. Выберите кнопку **Сох. как**, чтобы изменить имя и сохранить сигнал.
7. Можно также сохранить файл и выбрать кнопку **Отпр.**, чтобы просмотреть сигнал на выбранном канале.
8. Смахните панель ArbBuilder вниз и просмотрите созданный сигнал на выбранном канале.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для имён файлов необходимо использовать только английские буквы. Если в имени файла присутствуют не английские буквы, эти буквы заменяются другими символами, например #, \$, \*, %. Использовать пробелы не разрешается.

## Создание сигнала стандартной формы

При помощи приложения ArbBuilder можно создавать сигналы стандартной формы. Для создания нового сигнала нужно выбрать функцию из списка стандартных функций и воспользоваться Редактором уравнений ([Создание сигнала по уравнению](#)) или построить сигнал ([Построение сигнала в ArbBuilder](#)).

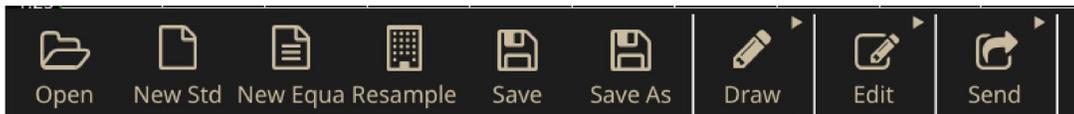


Рисунок 127: Вкладка сигналов на главном экране ArbBuilder

**Чтобы создать стандартный сигнал:**

1. Выберите кнопку **Нов. ст.** на вкладке Сигнал.

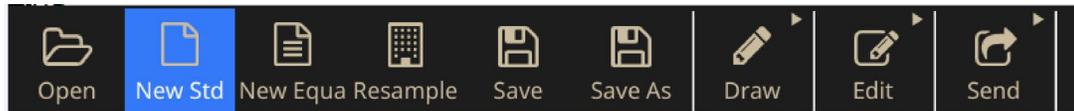


Рисунок 128: Вкладка Нов. ст. на экране ArbBuilder

2. Выберите стандартный сигнал в выпадающем меню Функция. Предлагаемые опции сигнала: **Синус**, **Прямоугольн.**, **Треугол.**, **Импульсн.**, **Шум**, **Напряжение постоянного тока**, **Нарастающая экспонента**, **Убывающая экспонента**,  $\text{Sin}(x)/x$ , Свипир. и Функция Лоренца.
3. При необходимости откорректируйте параметры по горизонтали и вертикали.
4. Для просмотра сигнала выберите кнопку **Предпросмотр**.

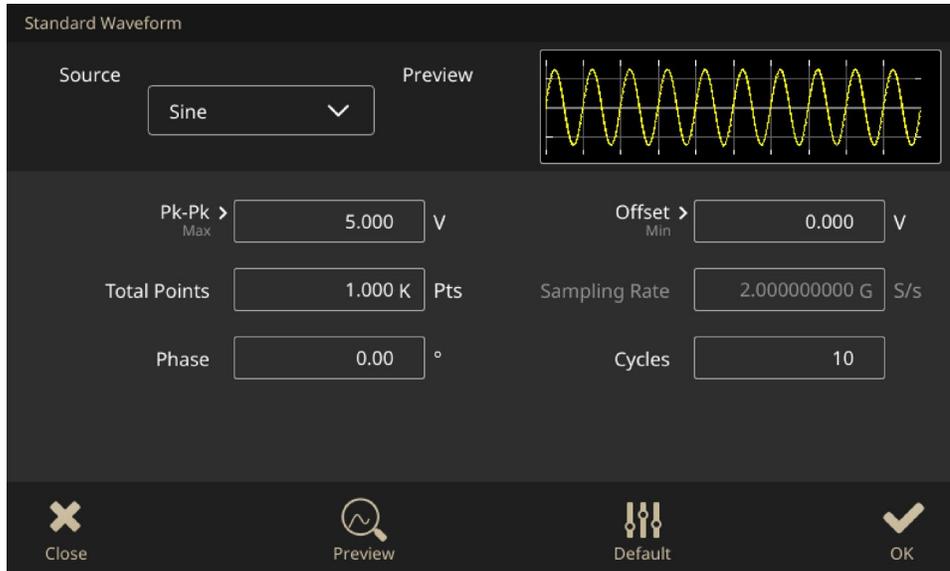


Рисунок 129: Экран стандартных сигналов ArbBuilder

5. При поступлении соответствующего запроса нажмите **ОК** или на кнопку **Отмена**, чтобы выйти из окна.
6. Выберите кнопку **Сохранить** или **Сох. как**, чтобы сохранить сигнал, или щёлкните на кнопку **Заккрыть**, чтобы закрыть сигнал.
7. Выберите кнопку **Отпр.**
8. На вкладке Отпр. выберите кнопку **В K1** или **В K2**, чтобы отправить сигнал на канал 1 или канал 2.

## Создание сигнала по уравнениям

Сигнал можно генерировать при помощи встроенного в ArbBuilder Редактора уравнений.

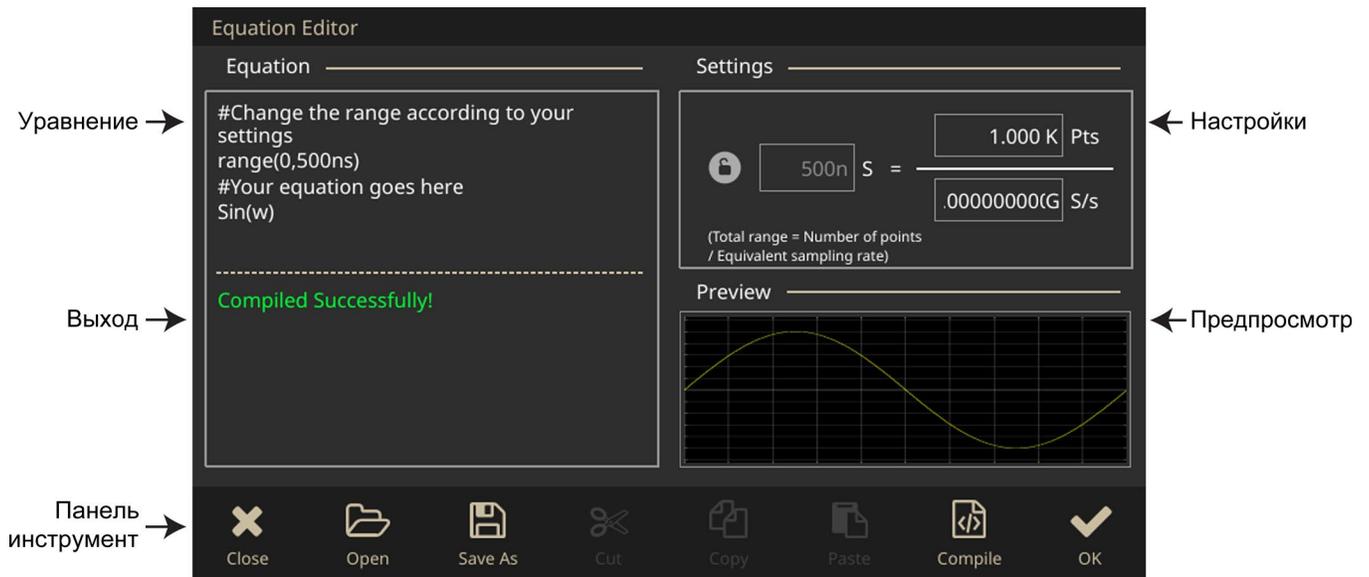
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Редактор уравнений обрабатывает все входные и выходные данные файла в текущей рабочей директории. Необходимо, чтобы к текущей рабочей директории был открыт доступ для чтения и записи, в противном случае файл уравнений не будет скомпилирован. Компиляция может зависеть от объёма доступной памяти и других возможностей прибора.

Редактор уравнений представляет собой текстовый редактор с поддержкой ASCII, который позволяет создавать, редактировать, загружать и компилировать определения сигналов, создаваемых по уравнениям, в сигналы при помощи языка программирования сигналов (WPL). Работая с WPL, можно генерировать сигнал по математической функции, просчитывать два и больше файлов сигналов и использовать команды циклов и условных переходов для генерирования значений сигналов. Чтобы сгенерировать определённые в файле сигналы, файл уравнения компилируется.

Файл уравнения представляет собой текстовый файл, который создаётся и редактируется в Редакторе уравнений. Чтобы открыть редактор уравнений, выберите кнопку **Нов. ур.** На экране появится экранная клавиатура с элементами уравнений.



Рисунок 130: Файл уравнения ArbBuilder с экранной клавиатурой



Определения элементов экрана редактора уравнений приводится в следующей таблице.

Элемент	Описание
Уравнение	Поле, в которое вводится информация об уравнении и текстовая информация.
Выход	Указывается состояние компиляции. Если компиляция не выполнена, приложение выдаёт сообщение об ошибке. Если компиляция завершена успешно, появляется сообщение «Компиляция выполнена».
Настройки	Поля для изменения значений интервала и числа точек.
Предпросмотр	Графическое изображение сигнала после завершения компиляции.
Панель инструментов	Содержит кнопки для операций редактирования, такие как Открыть, Сохранить, Вырезать, Копировать и Вставить.
Открыть	Открываются имеющиеся уравнения.
Сох. как диалог	Имя файла, в который записывается уравнение или текст, или имя редактируемого файла. Всем файлам Редактора уравнений по умолчанию присваивается расширение <code>.eqa</code> .
Компилир.	Выполняется компиляция последнего загруженного или отредактированного файла уравнения. Состояние компиляции указывается в окне Выход.
Кнопки ОК и Закреть	Кнопка ОК служит для сохранения данных окна Редактора уравнений; кнопка Закреть – для выхода из окна Редактора уравнений.

В окне экранной клавиатуры ArbBuilder содержатся элементы, используемые для настройки интервала времени, функций, операторов, переменных, констант, элементов синтаксиса и символов.



Рисунок 131: Экранная клавиатура ArbBuilder

**Table 9: Синтаксис команд**

Компонент	Символ	Значение
Элементы синтаксиса	( )	Круглые скобки, определяющие порядок операций. За каждой открывающей (левой) скобкой должна следовать закрывающая (правая) скобка. Если используется несколько аргументов (например, range, max, min), они отделяются запятой (,).
Переменные.	t x v	В уравнении могут использоваться следующие переменные: t = время от начала выражения интервала range(). x = переменная, принимающая значение от 0,0 до 1,0 в интервале range() v = переменная, представляющая текущее значение данных сигнала в этой точке выражения
Операторы	+, -, *, /	Используются для сложения, вычитания, умножения или деления элементов.
	^	Знак показателя степени. В степень можно возводить только целые числа. Знак ^ имеет такой же приоритет, как знаки * и /.  Чтобы сделать приоритетным знак умножения, нужны круглые скобки.  Например: pi * (2^3) * x, где 2^3 = два в третьей степени.
Комментарий	#	перед комментариями ставится знак «решётка» (#).  Когда встречается знак «решётка», все символы после него считаются комментарием. В комментарии можно использовать любые символы, входящие в меню элементов.
Символы	a-z, %, \$, &, @, A, _	К символам, которые входят в меню элементов, относятся буквы алфавита (a-z) и несколько других символов (% , \$ , & , @ , A и _). Эти символы используются в комментариях.
	pi	Число Пи.
	e	Основание степени (принимается равным 10). Таким экспоненциальным представлением выражается диапазон чисел от  5,9e-39  до  3,4e38 .  Например: 1e6=1 000 000, 1e-3=0,001
	k	Константы, которые могут быть указаны в уравнениях (k0-k9). Вводят новое значение для k#, заменяя старое значение новым. Если для k константа не задана, это значение автоматически устанавливается на 0.
	=	Знак равенства = используется вместе с константами k.  Например: k0=2*pi

Компонент	Символ	Значение
		В конце строки интервала или уравнения ставится перевод строки; перевод строки  ( ) вставляется между разделителями строки.
Функции	<code>sin()</code> , <code>cos()</code>	Аргументы этих тригонометрических функций выражаются в радианах.  Например: <code>range(0,100_s)cos(2*pi*x)</code> или <code>range(0,100_s)sin(2*pi*1e4*t)</code>
	<code>exp()</code> , <code>log()</code> , <code>ln()</code>	Экспоненциальная функция, функция десятичного логарифма, функция натурального логарифма. Аргументы функций десятичного и натурального логарифма должны быть положительными.  Например: <code>range(0,50_s)1-exp(-5*x)</code> <code>range(50_s,100_s)exp(-5*x)</code> Пример: <code>range(0,100_s)log(10*(x+0.1))</code> Пример: <code>range(0,100_s)</code>
	<code>sqrt()</code>	Функция квадратного корня, аргумент функции должен быть положительным числом.
	<code>abs()</code>	Абсолютное значение.  Например: <code>range(0,100_s)abs(sin(2*pi*x))</code>
	<code>int()</code>	Отбрасывание дробной части числа для получения целого.  Например: <code>range(0,100_s)int(5*sin(2*pi*x))/5</code>
	<code>round()</code>	Округление числа с дробной частью до целого.  Например, <code>range(0,100_s)round(5*sin(2*pi*x))/5</code>
	<code>norm()</code>	Приводит значение интервала <code>range()</code> и значение амплитуды до максимального абсолютного значения 1,0 (которое может быть значением +1,0 или -1,0). Выражение <code>norm()</code> занимает всю строку.  Например: <code>range(0,100_s)sin(2*pi*x)+rnd()/10 norm()</code>
	<code>max()</code> <code>min()</code>	<code>Max()</code> принимает большее из двух значений. <code>Min()</code> принимает меньшее из двух значений.  Например: <code>range(0,100_s)sin(2*pi*x)</code> <code>range(0,50_s)min(v,0.5)</code> <code>range(50_s,100_s)max(v,-0.5)</code>
	<code>range()</code>	Уравнение должно описывать временную область. Если описывается не временная область, это ошибка. Временная область задаётся интервалом <code>range()</code> . При создании нового файла уравнения в первую строку уравнения вводится <code>range(0)</code> , затем указывается время. Эта настройка действительна до тех пор, пока не будет определён следующий элемент интервала.  При определении первого интервала <code>range()</code> можно ввести любое число строк уравнения. Текст, введённый после <code>range()</code> на той же строке, недействителен. Формат для интервала: <code>range( item. range( Equation starting time, Equation ending time ))</code> .

Компонент	Символ	Значение
		Например: <code>range(0,1ms)</code> Time <code>range sin(2*pi*x)</code> equation
	<code>rnd</code> (целое число от 1 до 16 777 2 15)	Когда задан аргумент, программа генерирует последовательность случайных чисел, используя аргумент в качестве исходного значения. Если аргумент пропущен, используется 1.  Например: <code>range(0,100 _s) rnd(2)/3</code>
	<code>diff()</code>	Функция дифференцируется в интервале, указанном в <code>range()</code> . Указан в <code>diff()</code> . Выражение <code>diff()</code> занимает всю строку.  Например: <code>range(0,33 _s) -0.5</code> <code>range(33 _s,66 _s) 0.5</code> <code>range(66 _s,100 _s) -0.5</code> <code>range(0,100 _s) diff()</code>
	<code>integ()</code>	Функция интегрируется в интервале, указанном в <code>range()</code> . Указан в <code>integ()</code> . Выражение <code>integ()</code> занимает всю строку. После интегрирования <code>integ()</code> , при необходимости, задайте приведение ( <code>norm()</code> ).  Например: <code>range(0,33 _s) -0.5</code> <code>range(33 _s,66 _s) 0.5</code> <code>range(66 _s,100 _s) -0.5</code> <code>range(0,100 _s) integ() norm()</code>
	<code>mark</code> ( <code>marker1</code> или <code>marker2</code> )	Устанавливается маркер для интервала, указанного в <code>range()</code> . После компиляции маркер не отображается, но установленный маркер можно обнаружить редактором сигналов. Выражение <code>mark()</code> занимает всю строку. Например, когда введён <code>mark(1)</code> , ввод любых других данных на эту строку невозможен.

При помощи Меню единиц измерения Редактора уравнений, в которое можно войти с экранной клавиатуры, можно указать единицы измерения для параметров или переменных, используемых в уравнении. В следующей таблице приводятся применяемые элементы и их описания.

**Table 10: Меню единиц измерения**

Ед. изм.	Значение
m	милли (e-3)
μ	микро (e-6)
n	нано (e-9)
p	пико (e-12)
s	секунда
,	разделитель в виде запятой
K	кило (e3)
M	мега (e6)

Кнопками экранной клавиатуры можно выполнять подтверждение выбора, возврат на один шаг или очистку уравнения. В следующей таблице приводятся применяемые элементы и их описания.

**Table 11: Текстовые команды, вводимые с клавиатуры**

Кнопка	Значение
Ввод	Служит для подтверждения выбора и перехода к следующей строке уравнения.
ВКСП	Возврат на один символ. Работает как кнопка возврата (backspace) на обычной клавиатуре.
CLR	Очищает всё уравнение.

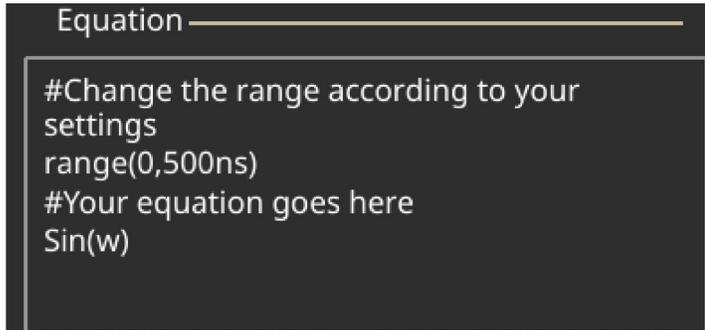
### Создание сигнала при помощи редактора уравнений

1. Выберите **ArbBuilder > Файл** и щёлкните на значок **Нов. ур.**, чтобы открыть редактор уравнений.



**Рисунок 132: Меню редактора уравнений ПО ArbBuilder**

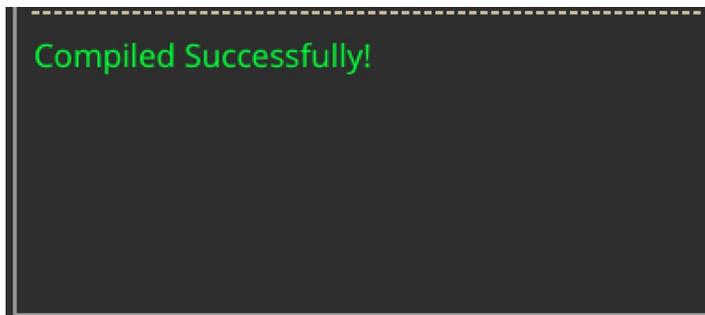
2. В окне Редактор уравнений введите текст, необходимый для создания уравнения сигнала. Например, в окне ввода уравнения укажите  $\text{Sine}(w)$ .



```
Equation
#Change the range according to your
settings
range(0,500ns)
#Your equation goes here
Sin(w)
```

Рисунок 133: Текстовый редактор уравнений ПО ArbBuilder

3. Щёлкните на кнопку **Компилир.**, чтобы сгенерировать сигнал и отобразить его в окне предварительного просмотра. В окне Выход появится сообщение «Компиляция выполнена», а в окне Предпросмотр – сигнал синусоидальной формы. Если уравнение задано неправильно, в окне Выход появится сообщение об ошибке, а цвет строки, содержащей ошибку, в окне ввода уравнения станет красным.



```
Compiled Successfully!
```

Рисунок 134: Сообщение об успешном выполнении компиляции в ArbBuilder

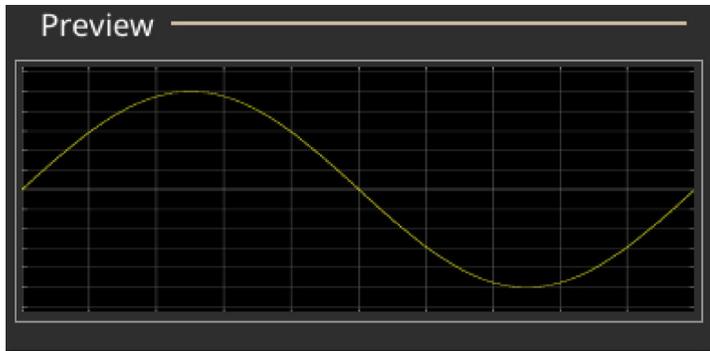


Рисунок 135: Окно предварительного просмотра в ArbBuilder

4. Щёлкните на **ОК**, чтобы открыть сигнал в режиме редактирования, или на кнопку **Отмена** для отмены операции.
5. На экране появится сигнал синусоидальной формы. Его можно отредактировать, сохранить либо отправить на канал 1 или 2.

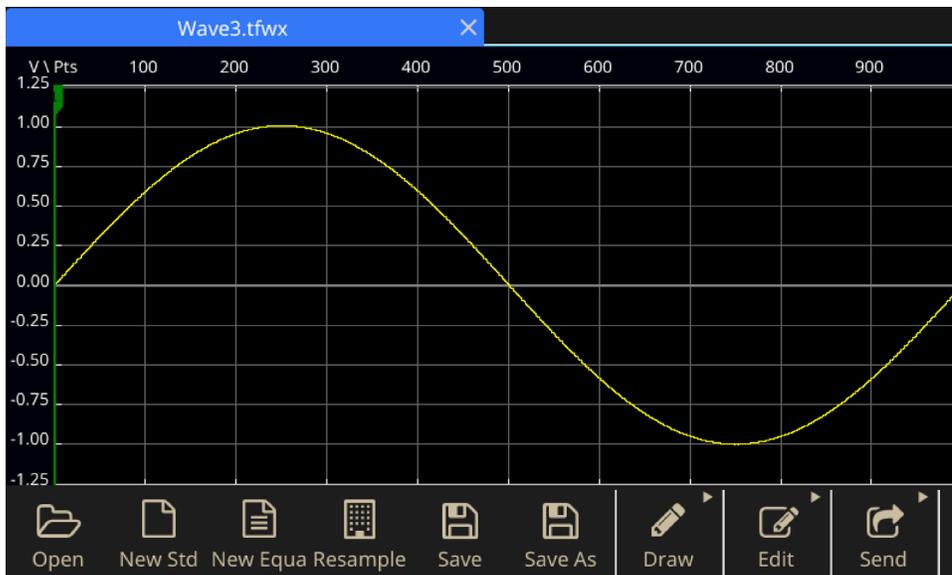


Рисунок 136: Сигнал синусоидальной формы в ArbBuilder

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Редактор уравнений поддерживает базовый 7-битовый набор символов ASCII. Максимальная длина одной строки – 256 символов, включая пробелы. Строки объединяются вводом символа двоеточия (:) в конце строки. Максимальная длина (сумма всех длин строк) – 1000.

### Сохранение уравнения сигнала

1. Создайте уравнение сигнала, выполнив шаги 1–3 пункта [Создание уравнения сигнала](#).
2. На экране появится диалоговое окно **Сохранить как** ОС Windows.

Введите имя файла и нажмите **ОК**, чтобы сохранить файл. Файл уравнения будет сохранён с расширением `.eqa`.

## Открыть файл уравнения

1. В окне Редактор уравнений выберите панель инструментов редактора уравнений.
2. Выберите существующий файл уравнения сигнала и щёлкните на кнопку **Открыть**.

## Редактирование файла уравнения

В окне Редактор уравнений можно выполнить следующие действия для изменения уравнения:

- Вырезать. Выделите часть уравнения, которую необходимо вырезать, и выберите кнопку **Вырезать**.
- Копировать. Выделите часть уравнения, которую нужно скопировать, и выберите кнопку **Копировать**.
- Вставка. Выделите часть уравнения, которую нужно вставить, и выберите кнопку **Вставка**.
- Редактировать текст непосредственно с клавиатуры или при помощи кнопочной клавиатуры Список команд.

## Открыть сигнал в ArbBuilder

1. На вкладке Сигнал выберите кнопку **Открыть**. На экране появится диалоговое окно Windows для открытия файла. Выберите существующий файл сигнала. ПО ArbBuilder поддерживает файлы следующих форматов: `wfm`, `csv`, `tfw` и `tfwx`.
2. По желанию выберите кнопку **Открыть в новой вкладке**.
3. Выберите кнопку **ОК**, и файл откроется.

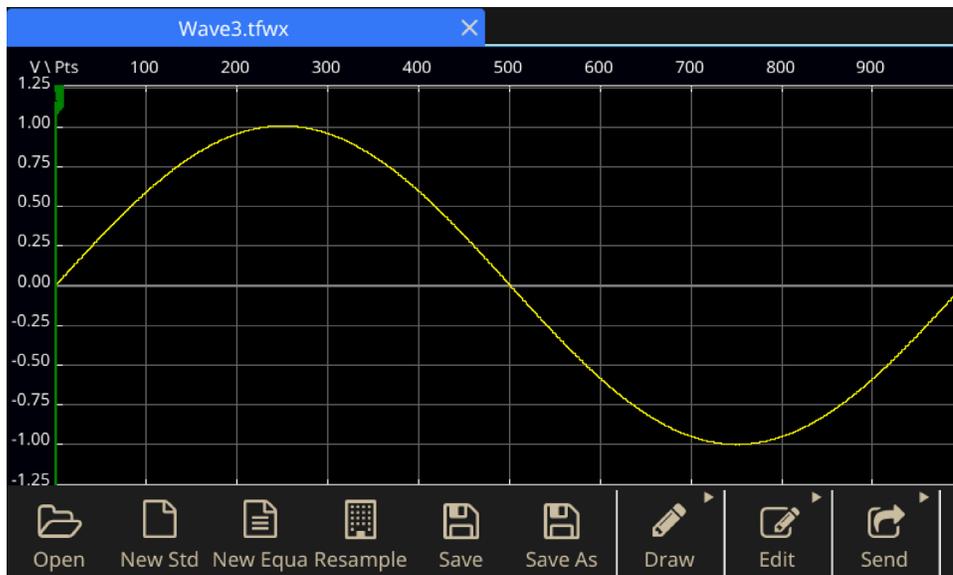
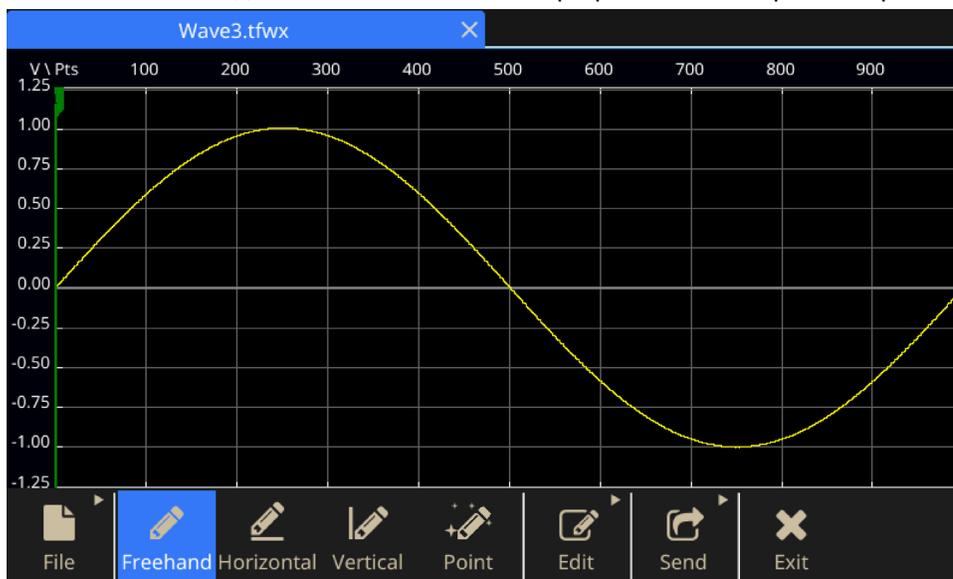


Рисунок 137: Опции ArbBuilder

## Построить сигнал в ArbBuilder

1. Откройте сигнал стандартной формы. Порядок создания сигнала стандартной формы описывается в п. [Создание сигнала стандартной формы](#).
2. Щёлкните на вкладку **Постр.**
3. Для построения сигнала используются следующие значки на панели инструментов вкладки Постр.
  - **Ввод мышью** Построение сигнала движениями мыши в горизонтальном и вертикальном направлении.
  - **Горизонтальный** Построение сигнала в горизонтальном направлении.
  - **Вертикальный** Построение сигнала в вертикальном направлении.
  - **Точка** : На экране сигнала отмечают несколько точек, а затем выбирают способ соединения этих точек (**Линейная**, **Гладкая**, или **Ступенчатая**). ПО ArbBuilder вставляет дополнительные точки в график и таким образом строит сигнал.



**Рисунок 138: Ввод мышью сигнала в ArbBuilder**

4. При выборе кнопки **Точка** на экране появляется панель инструментов Постр. точек. Можно щёлкнуть на график, выбрать точки, а затем использовать функции на панели инструментов для редактирования точек.
5. На панели инструментов Постр. точек можно вставить, удалить или очистить все точки данных.

При выборе меню интерполяции на экране появляются три опции построения сигнала. Линейная: точки соединяются прямыми линиями. Гладкая: точки соединяются плавными линиями. Ступенчатая: точки соединяются ступенчатыми линиями.

## Редактирование сигнала в ArbBuilder

1. Откройте файл сигнала. Порядок действий описывается в п. Открыть сигнал в ArbBuilder.



Рисунок 139: Открытый сигнал в ArbBuilder

2. Щёлкните на ArbBuilder->Изменить. На экране появится панель инструментов редактирования.



Рисунок 140: Панель инструментов редактирования в ПО ArbBuilder

3. Вырезать. Используется для вырезания части данных сигнала, расположенных между двумя курсорами.



Рисунок 141: Вырезание выделенных данных сигнала в ArbBuilder

4. Копировать. Используется для копирования части данных сигнала, расположенных между двумя курсорами. При этом сигнал не изменяется.
5. Вставка.

Элемент	Описание
Вставить в конце	Сегмент сигнала вставляется в конце сигнала
Вставить в начале	Сегмент сигнала вставляется перед началом сигнала
Вставить на активный курсор	Сегмент сигнала вставляется за активным курсором.
Заменить между курсорами	Сигнал между курсорами заменяется сегментом сигнала

6. Инверсия. Используется для поворота сигнала между курсорами в вертикальном направлении.



Рисунок 142: Инверсия сигнала в ArbBuilder

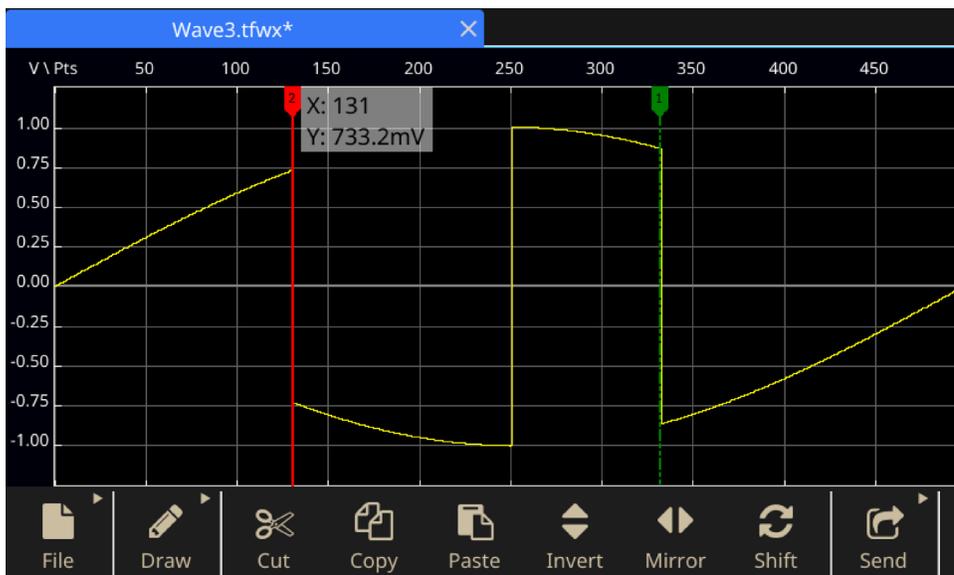


Рисунок 143: Результат инверсии сигнала в ArbBuilder

7. Зеркальное отображение. Используется для поворота сигнала между курсорами в горизонтальном направлении.

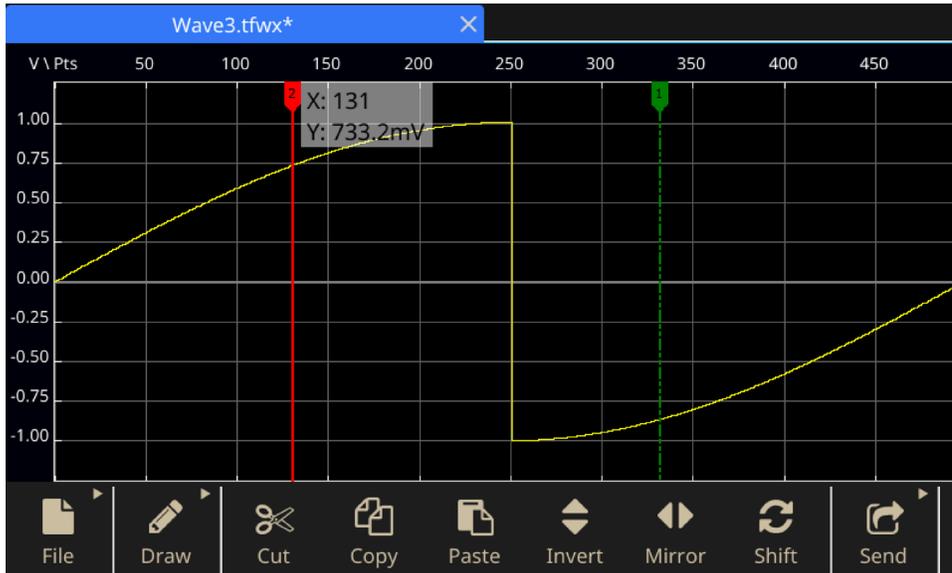


Рисунок 144: Зеркальное отображение сигнала в ArbBuilder

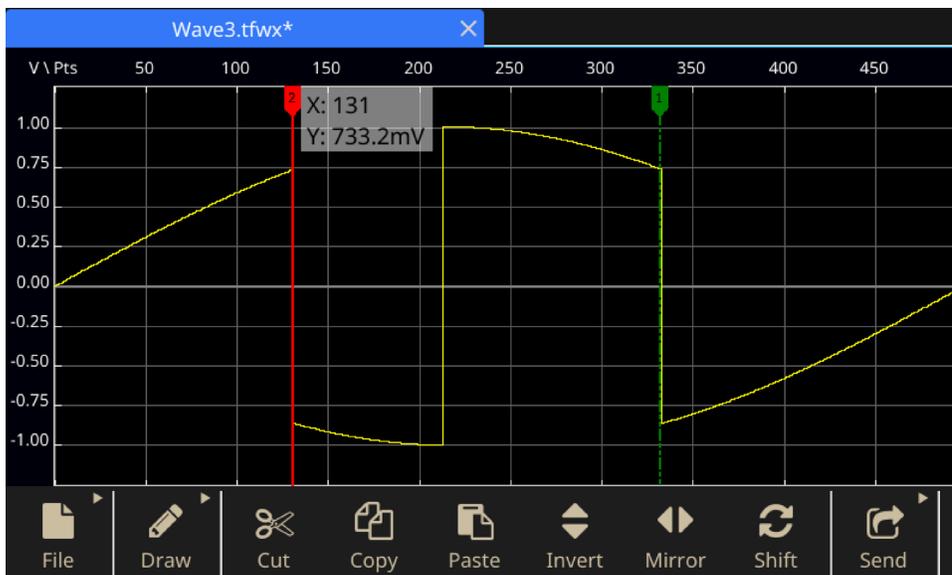


Рисунок 145: Результат зеркального отображения сигнала в ArbBuilder

8. Сместить/Повернуть: при нажатии на кнопку Сместить/Повернуть справа на экране основной панели появляется вспомогательная панель.

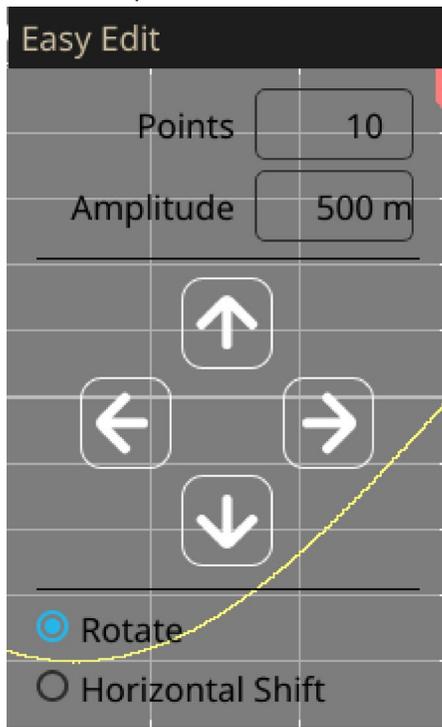


Рисунок 146: Область отображения сигнала в ArbBuilder

**Table 12: Элементы управления, используемые для изменения сигнала**

Элемент	Описание
Точки	Настройка числа точек, на которое смещается сигнал в каждом периоде
Амплитуда	Настройка амплитуды, на которую смещается сигнал в каждом периоде
Повернуть	Поворот сигнала в каждом периоде
Смещение по горизонтали	Смещение сигнала с заполнением данных после сигнала нулями

- Стрелка смещения влево используется для смещения сигнала влево.
- Стрелка смещения вправо используется для смещения сигнала вправо.
- Стрелка смещения вверх используется для смещения сигнала вверх.
- Стрелка смещения вниз используется для смещения сигнала вниз.



**Рисунок 147: Опции Сместить/Повернуть в ПО ArbBuilder**

## Отправка сигнала на канал K1/K2

1. На панели ArbBuilder щёлкните на кнопку Отпр.

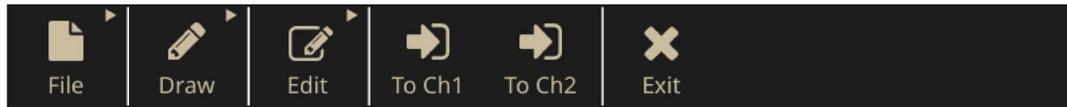


Рисунок 148: Отправка сигнала на K1/K2 в ArbBuilder

2. Щёлкните на Отпр. В K1 или В K2. Сигнал отправляется на панель режима Базовый.

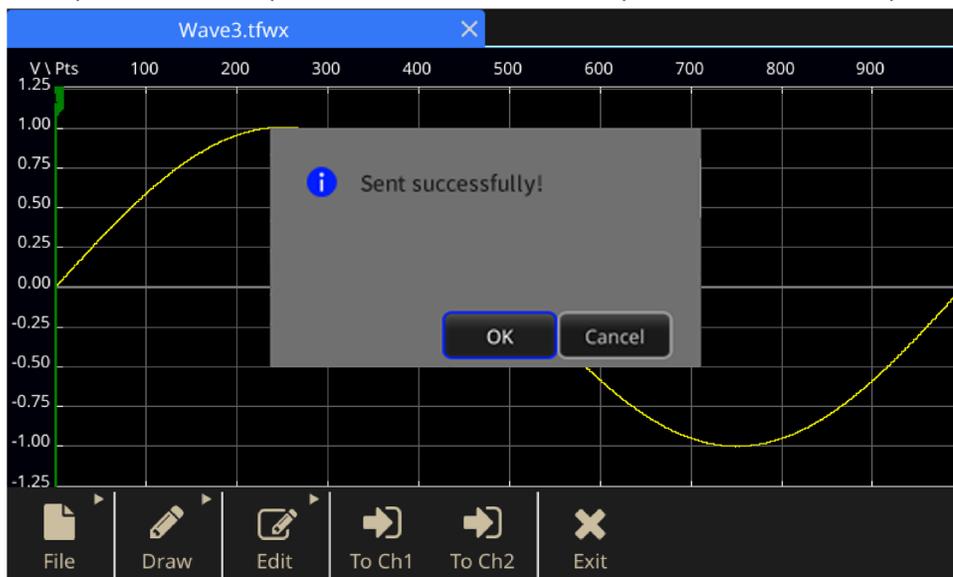


Рисунок 149: ArbBuilder успешно отправил сообщение

## Изменение сигнала произвольной формы

ПО ArbBuilder поддерживает несколько функций изменения сигнала, а также функции импорта или сохранения параметров изменённого сигнала. В двухканальных моделях прибора есть две редактируемые памяти (Правка в памяти1 и Правка в памяти2). Кроме того, ArbBuilder поддерживает копирование данных сигнала из одной в другую память и наоборот. Чтобы изменить сигнал произвольной формы, воспользуйтесь выдвигаемой панелью, находящейся в нижней части экрана.

### Чтобы изменить сигнал произвольной формы:

1. Щёлкните на значок **Базовый** на сенсорном экране.
2. На сенсорном экране смахните вверх стрелку, которая находится внизу экрана, и перейдите на вкладку **ArbBuilder**.
3. Выберите кнопку **Открыть**.
4. Выберите файл, который необходимо изменить.

# Общие сведения о ПО ArbExpress

## Общие сведения о ПО ArbExpress

ArbExpress – это работающее под управлением Windows программное обеспечение, предназначенное для создания и редактирования сигналов на генераторах произвольных сигналов (AWG) и генераторах произвольных сигналов/функций (AFG) компании Tektronix. При помощи ArbExpress можно быстро и удобно создавать требуемые сигналы и отправлять их на прибор. Ниже в таблице и в списке рассматриваются требования к системе и основные функции.

**Table 13: Требования к системе**

<b>Требования к системе</b>	
ОС для поддержки	Windows XP Professional, или Windows 2000, или Windows 98/Me, или Windows NT, или Windows 7 (только 32-разрядная)
Минимальные требования к конфигурации ПК	Pentium III 800 МГц и более мощный, 256 МБ ОЗУ, 300 МБ свободного пространства на жестком диске, Microsoft Internet Explorer 5.01 и более новой версии, .NET Framework 1.1 Redistributable, разрешение экрана 800 x 600
TekVISA	Версия 3.3.4.6 и более новая

- Создание сигналов из шаблонов стандартных сигналов
- Изменение и передача сигналов для проверки тестируемых устройств
- Непосредственный импорт сигналов с осциллографов Tektronix
- Передача сигналов на приборы серии AWG/AFG непосредственно из приложения ArbExpress или MATLAB
- Математические операции с сигналами

## Программное обеспечение ArbExpress

**ПРИМЕЧАНИЕ.** ArbExpress можно использовать для передачи параметров сигнала на прибор. При передаче параметров сигнала (файл .tfw) любая его часть, находящаяся вне допустимых пределов в генераторе AFG серии 31000, будет автоматически преобразована таким образом, чтобы она находилась в допустимом диапазоне.

Следующая информация и инструкции являются снимками экрана интерфейса ArbExpress. В них описываются основные рабочие процедуры, необходимые для работы с ArbExpress. Дополнительная информация по ArbExpress размещена на странице [Программное обеспечение ArbExpress® для генераторов сигналов](https://www.tek.com/product-software-series/arbexpress-signal-generator-software) (<https://www.tek.com/product-software-series/arbexpress-signal-generator-software>).

**Table 14: Основные элементы ArbExpress**

Элемент	Описание
1	Строка меню Строка меню позволяет обращаться к функциям приложения. При выборе пункта меню приложение выводит на экран соответствующее диалоговое окно, или выбор пункта меню немедленно запускает действие.
2	Панель инструментов Кнопки панели инструментов обеспечивают немедленный доступ к большинству функций без необходимости перехода к ним через несколько меню.
3	Панель быстрого просмотра Панель быстрого просмотра расположена в левой части экрана. Она обеспечивает быстрый доступ к разным функциям приложения. Дополнительные сведения см. в электронной справке ArbExpress.
4	Строка состояния Строка состояния, находящаяся ниже отображаемого сигнала и области маркеров, предоставляет информацию о состоянии приборов и сигналов.
5	Область отображения сигнала При создании или открытии сигнала он будет отображаться в этой области.
6	Область маркеров В этой области показана структура маркеров. Для включения или отключения отображения маркеров выберите в строке меню кнопки <b>Отображать &gt; Маркер</b> .



Рисунок 150: Строка меню ArbExpress

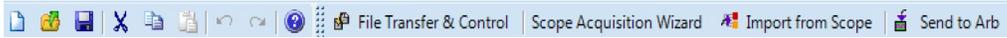


Рисунок 151: Панель инструментов ArbExpress

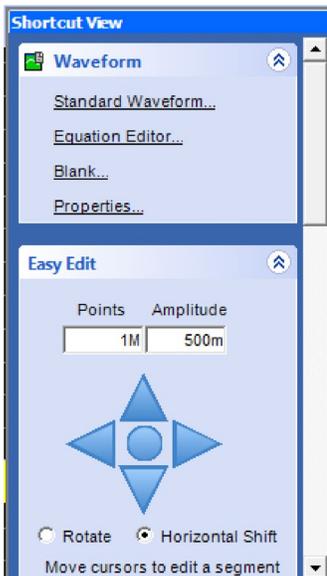


Рисунок 152: Панель быстрого просмотра ArbExpress



Рисунок 153: Строка состояния ArbExpress

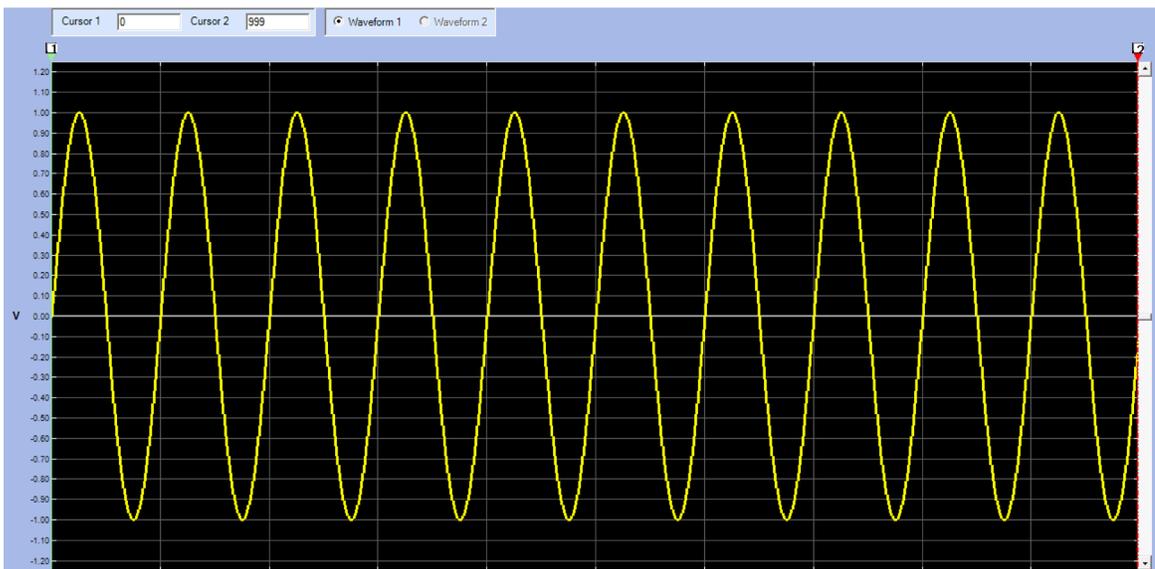


Рисунок 154: Отображение сигнала в ArbExpress

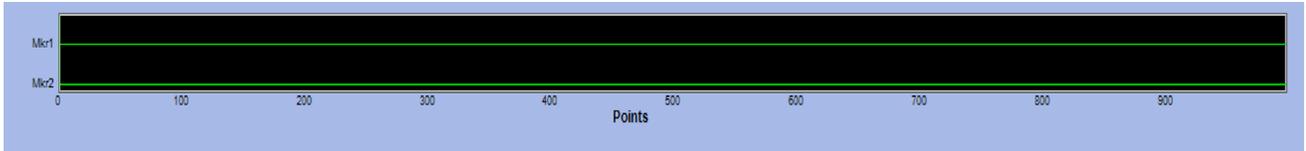


Рисунок 155: Область маркеров ArbExpress

## Основные операции

Ниже приведены пояснения по созданию основных сигналов и другим полезным функциям, доступным в ПО ArbExpress.

**Чтобы создать новый сигнал:**

1. Воспользуйтесь меню **Файл**.
2. Выберите опцию **Чистый экран** (откроется чистый экран с сигналом длиной 1024 точек), а затем опцию **Свойства**, чтобы изменить число точек.

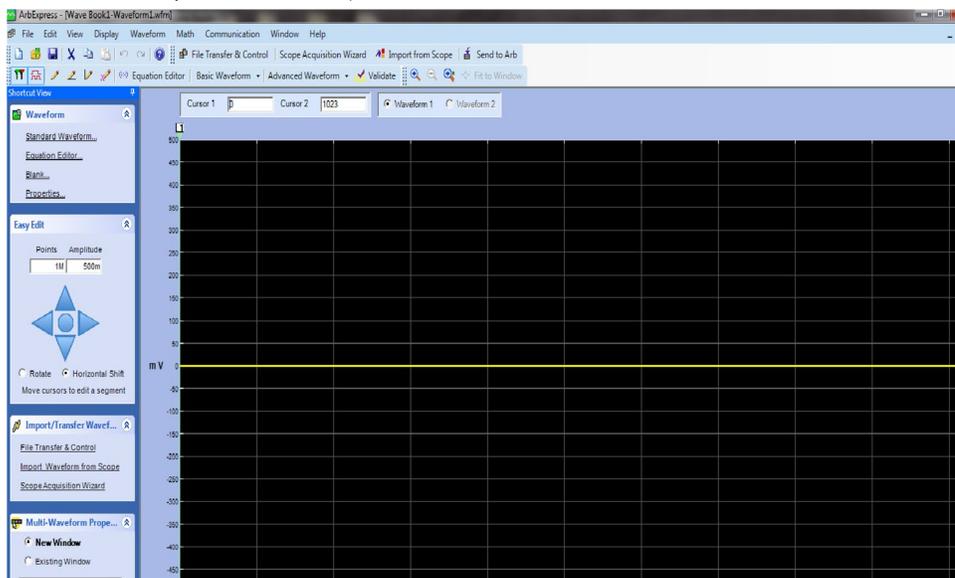


Рисунок 156: Чистый экран в ПО ArbExpress

1. В диалоговом окне **Стандартный сигнал** создайте любой стандартный сигнал из списка доступных.
2. Форму сигнала и тип прибора можно выбрать на панели **Настройки**.
3. На панели **Вертикальный** вводятся настройки сигнала по вертикали.
4. На панели **Горизонтальный** вводятся настройки сигнала по горизонтали.
5. Для предварительного просмотра сигнала выберите кнопку **Предпросмотр**.

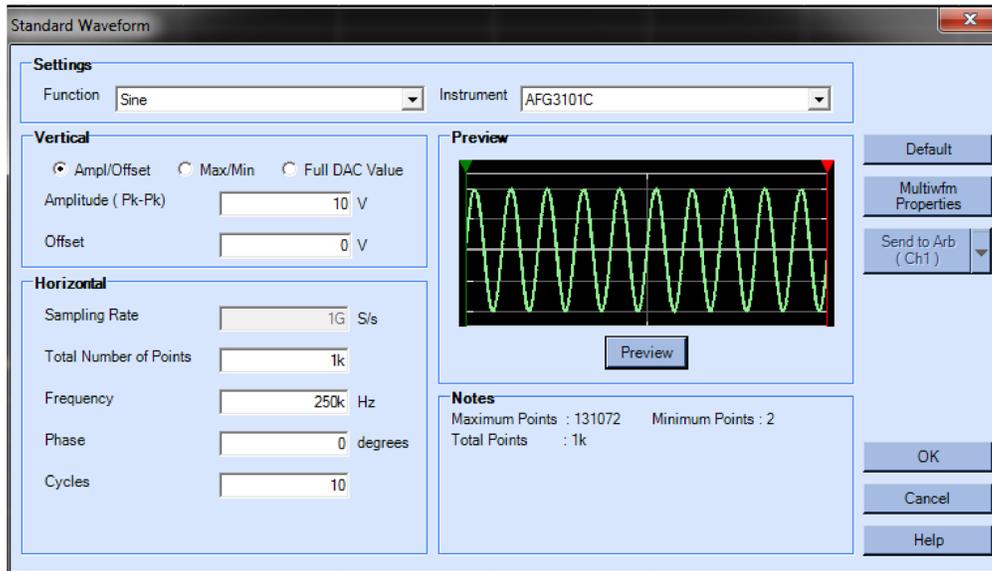


Рисунок 157: Создание стандартного сигнала в ПО ArbExpress

Кроме того, создать сигнал можно при помощи приложения Редактор уравнений, Расчёт сигнала или удалённого управления генератором AWG или AFG.

В приложении Редактор уравнений содержится набор типовых уравнений, которые можно непосредственно использовать или изменять.

1. На панели Список команд можно выбрать команды, функции, единицы измерения и операции.
2. После компиляции уравнения сигнал просматривается в окне Предпросмотр для проверки уравнения.

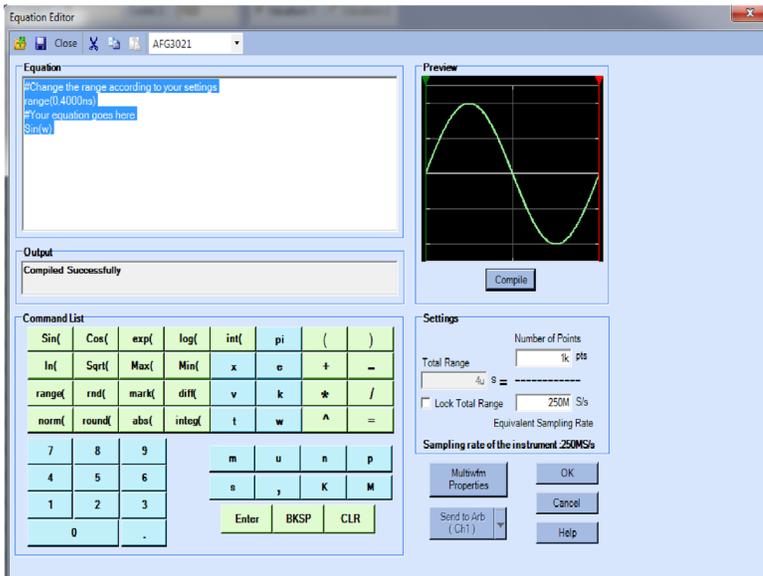


Рисунок 158: Редактор уравнений в ArbExpress

В приложении Расчёт сигнала содержится библиотека сигналов, которые можно использовать.

1. Чтобы вывести диалоговое окно Расчёт сигнала, в меню **Расчёт** выберите опцию **Расчёт сигнала**.
2. Выберите исходный сигнал для расчёта в Библиотеке сигналов. Для данного примера выбран сигнал **Шум**.

Результаты вычислений отображаются в окне Расчётный сигнал. В этом примере к сигналу прямоугольной формы добавляется шум.

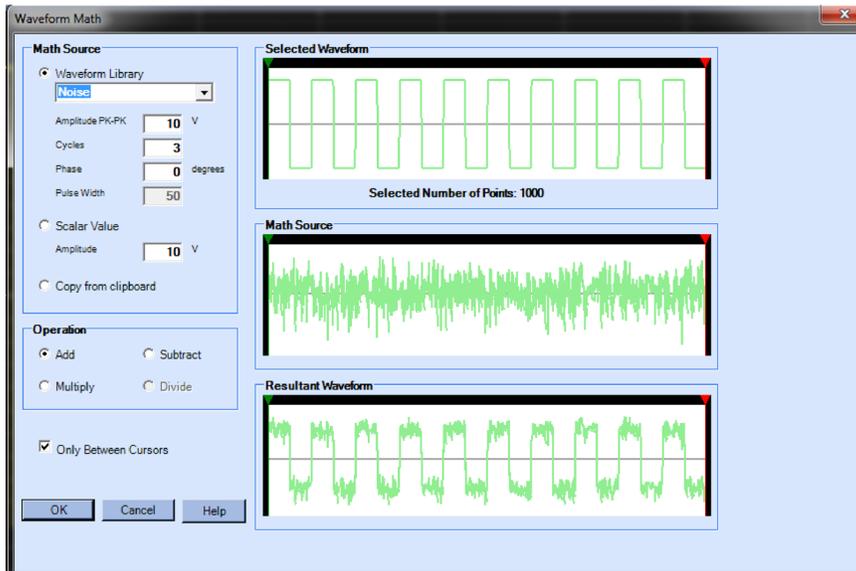


Рисунок 159: Приложение Расчёт сигнала в ArbExpress

Экран Передача и управление файлами AWG/AFG предназначен для удалённого управления прибором. Если открыть меню Связь, на панели Список Arb появится список подключённых приборов.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Область Управление прибором появляется, только когда прибор подключён, в противном случае она скрыта.

1. Чтобы отобразить диалоговое окно, в меню **Связь** выберите опцию **Передача и управление файлами AWG/AFG**.
2. Внесите изменения в настройки подключённых приборов.

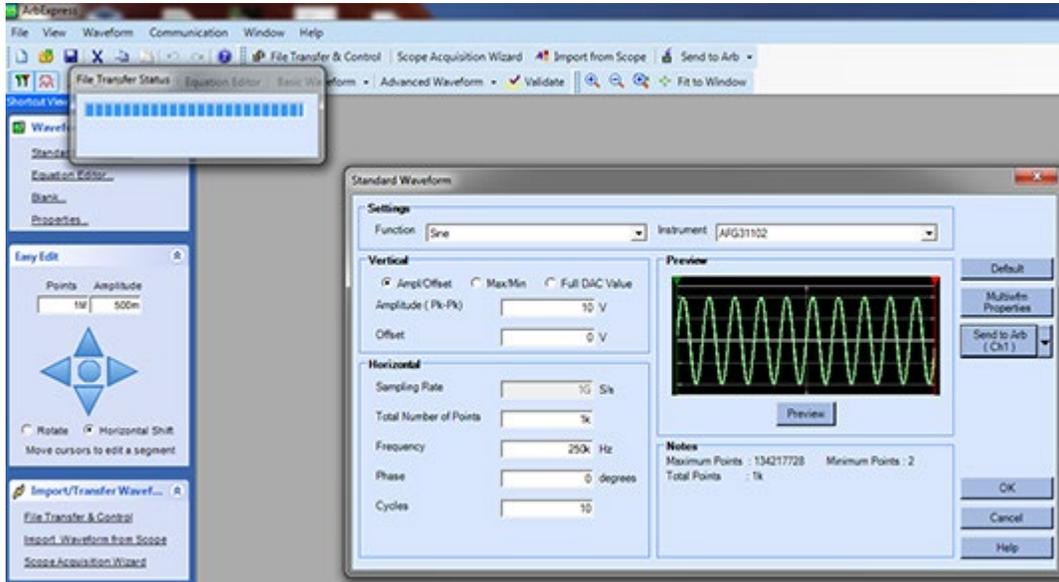


Рисунок 160: Передача файлов в ArbExpress

## Примеры применения

В этом разделе дан ряд примеров применения данного прибора. На упрощённых примерах демонстрируются функции генератора и приводятся советы по его использованию для решения проблем при тестировании.

## Фигуры Лиссажу

При помощи двухканальной модели генератора AFG серии 31000 можно создавать фигуры Лиссажу с просмотром сигналов на экране осциллографа.

*Для создания фигуры Лиссажу:*

1. Соедините выходы каналов K1 и K2 двухканального прибора и входы каналов K1 и K2 осциллографа кабелями с разъёмами BNC.
2. Установите следующие параметры сигнала:
  - **Функция:** Синус
  - **Режим работы:** Непрерывный
  - **Амплитуда:** 1 В
  - **Частота K1:** 400 кГц
  - **Частота K2:** 500 кГц

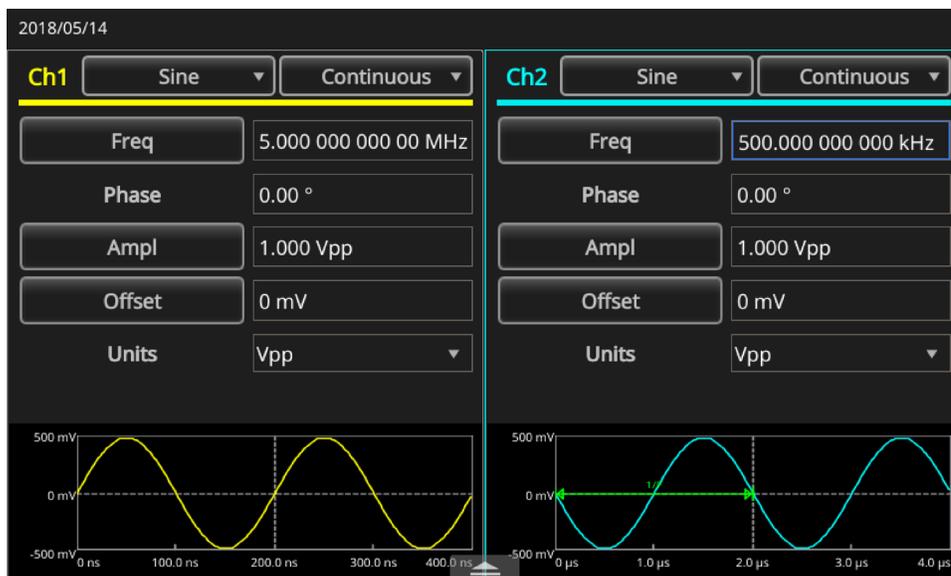


Рисунок 161: Настройка формы сигнала

3. Установите формат экрана осциллографа на XY.
4. Настройте амплитуду таким образом, чтобы сигнал отображался в координатной сетке. На экране отображается фигура Лиссажу.

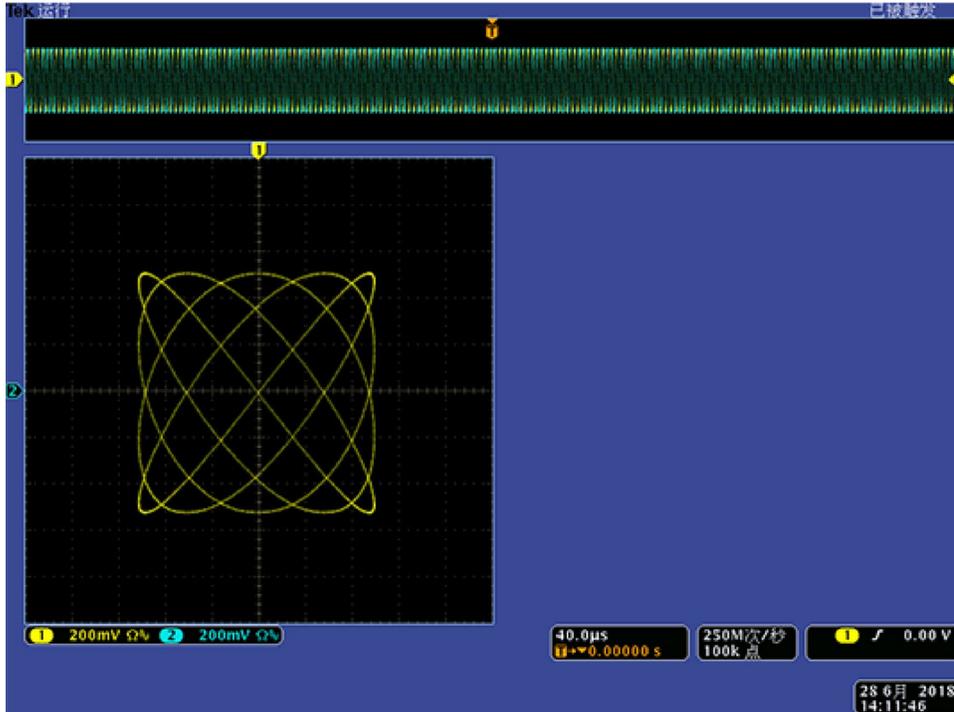


Рисунок 162: Фигура Лиссажу на экране

5. Измените амплитуду сигнала AFG31K с 1 Вразмах на 0,5 Вразмах.

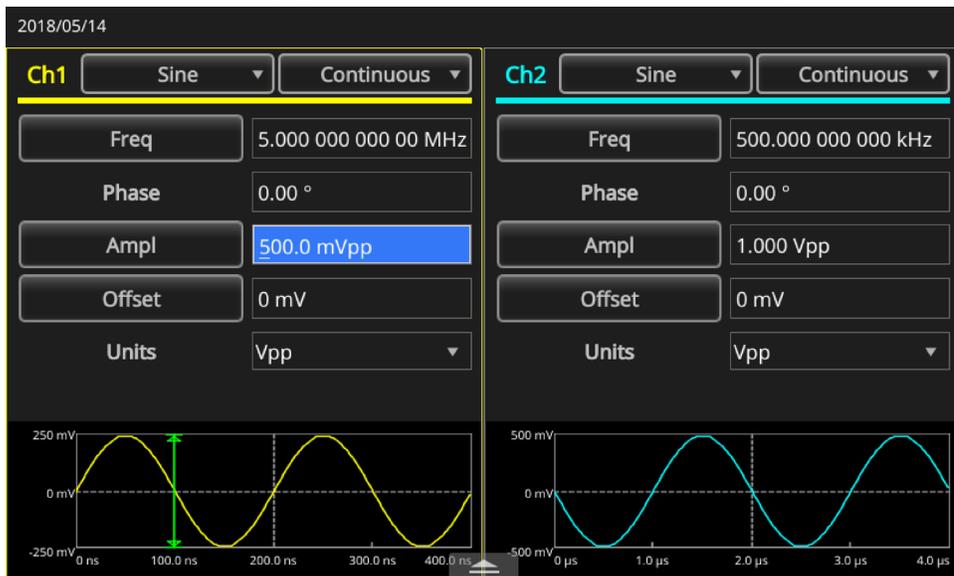
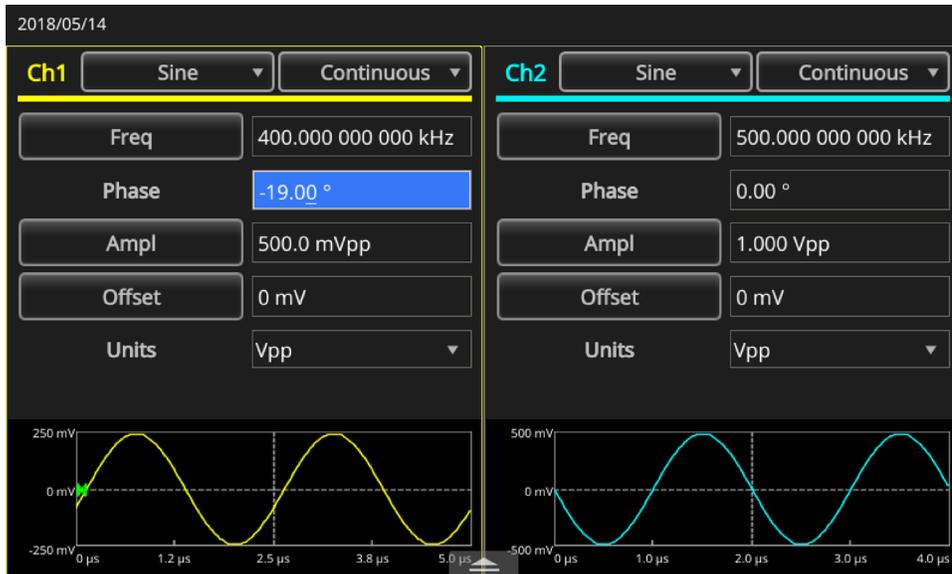


Рисунок 163: Изменение параметров фигуры Лиссажу

6. Измените фазу сигнала K1 на  $-19^\circ$ Рисунок 164: Изменение фазы сигнала K1 на  $-19^\circ$ 

## 7. Посмотрите, как меняется форма фигуры Лиссажу.

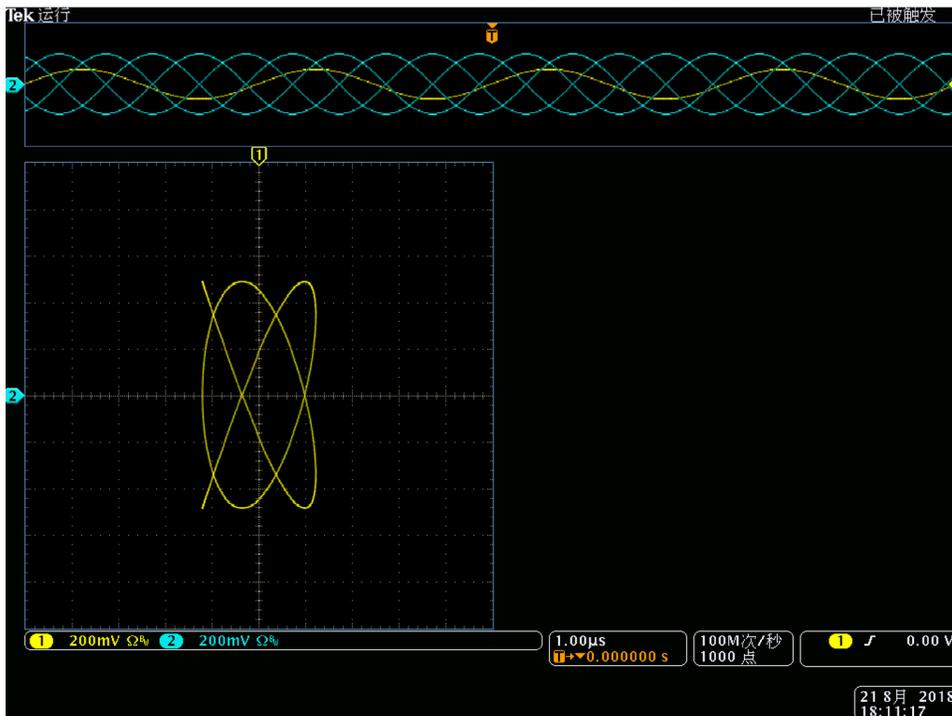


Рисунок 165: Изменение формы фигуры Лиссажу

## Измерение характеристик фильтра

Для наблюдения частотных характеристик фильтра с импедансом 50 Ом используйте функцию свипирования прибора.

*Для наблюдения частотных характеристик:*

1. Соедините выход К1 прибора и вход канала К1 осциллографа кабелем с разъёмами BNC.
2. Соедините разъём Выход (сигнала запуска) прибора и входной разъём осциллографа, предназначенный для внешнего сигнала запуска.
3. Установите импеданс осциллографа на **50 Ом**.

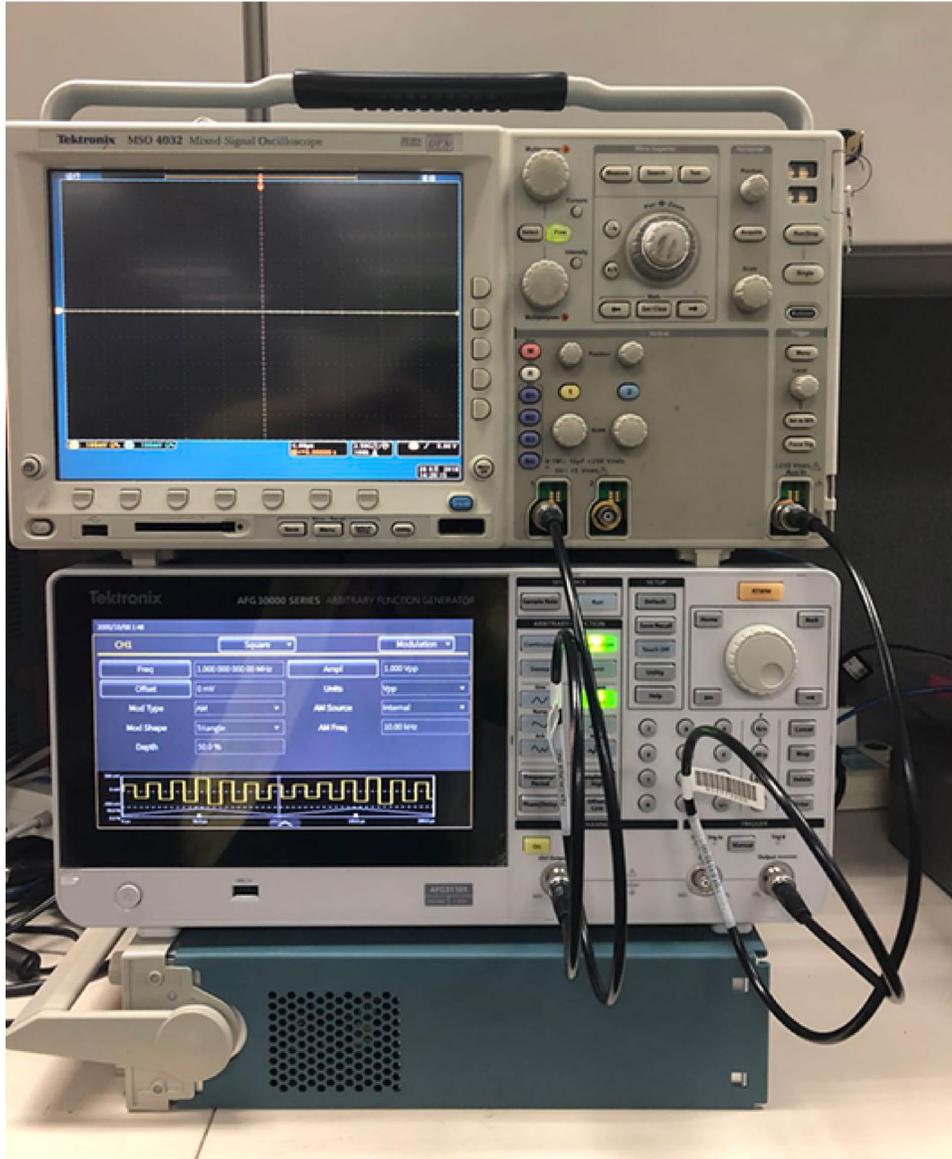


Рисунок 166: Генератор серии AFG31000, подключённый к осциллографу

4. В группе Режим работы генератора нажмите кнопку **Сви́пир**. и задайте начальную частоту, конечную частоту и время свипирования таким образом, чтобы сигнал отображался в координатной сетке.
5. Частотные характеристики фильтра можно измерить, зная время свипирования и масштаб по оси времени осциллографа.

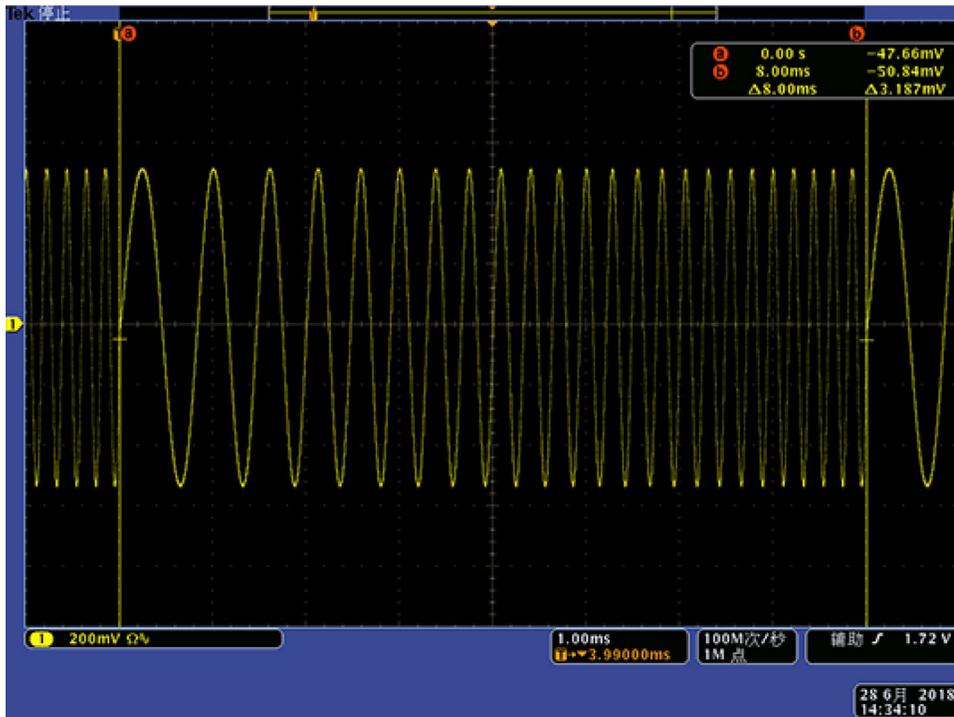


Рисунок 167: Измерение частотных характеристик

## Управление скоростью двигателя при помощи широтно-импульсной модуляции

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) используется для управления скоростью двигателя постоянного тока или яркостью СИД (светодиода). Регулировать скорость двигателя постоянного тока можно также при помощи функции ШИМ генератора.

*Для управления скоростью двигателя постоянного тока:*

1. Соедините выход прибора и тестируемое устройство кабелем с разъёмом BNC с одной стороны и зажимом типа «крокодил» с другой стороны.
2. Выберите в качестве формы выходного сигнала опцию Импульсн., а затем выберите тип модуляции ШИМ.
3. Установите частоту на 100 кГц.

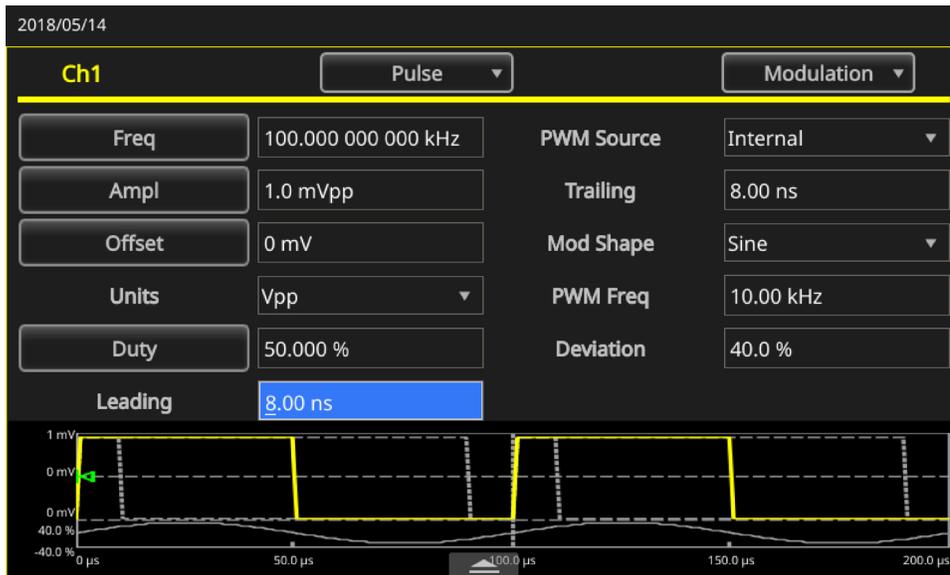


Рисунок 168: Изменение скорости вращения двигателя при изменении коэффициента заполнения

4. Подсоедините выход к осциллографу.
5. Убедитесь, что на экране осциллографа отображается сигнал с широтно-импульсной модуляцией.
6. Выберите опцию **Кэфф. заполнения** импульса и измените значение коэффициента заполнения.
7. Понаблюдайте, как меняется скорость вращения двигателя при изменении коэффициента заполнения сигнала.

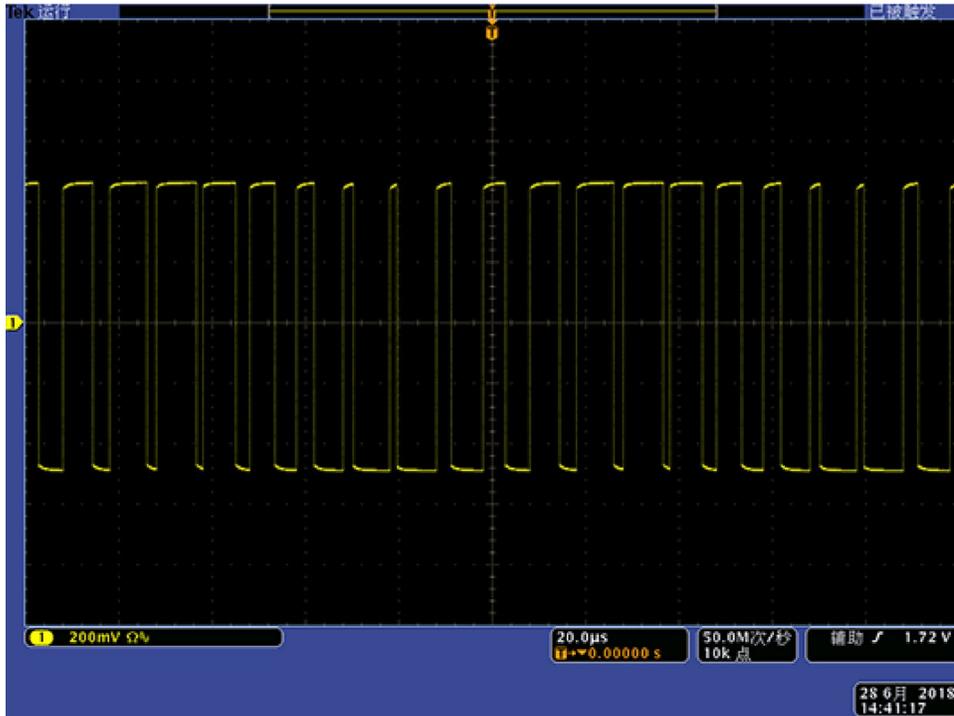


Рисунок 169: ШИМ

## Исчезающая несущая (частотная модуляция)

Для наблюдения за сигналом несущей частоты частотной модуляции используйте прибор и анализатор спектра.

*Для наблюдения за сигналом несущей*

1. Выберите в качестве формы выходного сигнала **Синус**, а затем выберите тип модуляции **ЧМ**.
2. Установите следующие параметры сигнала:
  - Частота несущей: **1 МГц**
  - Частота модуляции: **2 кГц**

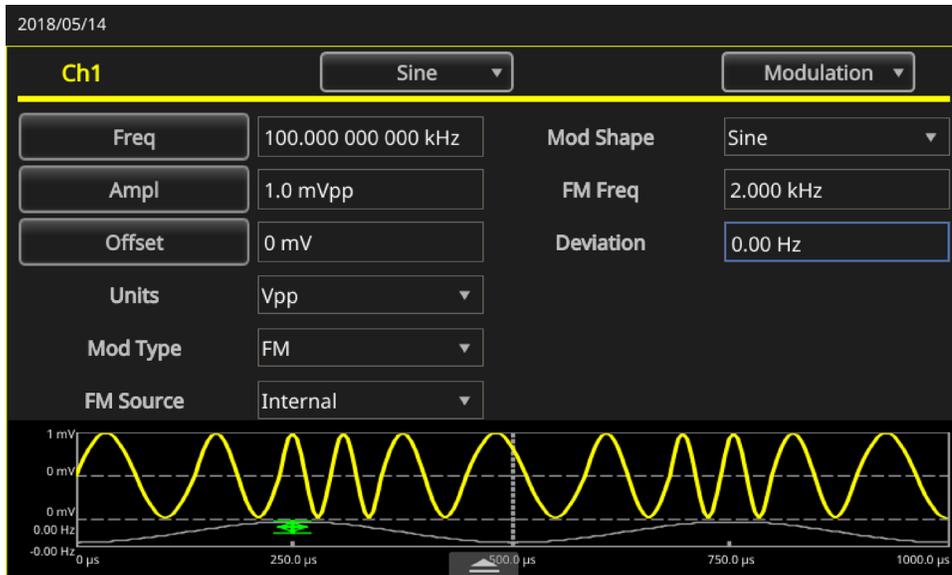


Рисунок 170: Частота сигнала несущей





# Предметный указатель

## А

ArbBuilder • 136

## U

USB-накопитель • 86

## А

Амплитуда • 73

## Б

Базовый режим • 55

## В

Важная информация по технике безопасности • 15

Введение • 25

Вид задней панели • 45

Вид передней панели • 36

Включение и выключение выходов • 46

Включение прибора • 49

Внешний тактовый опорный сигнал • 81

Воздействие прибора на окружающую среду • 24

Выбор канала • 46

Выбор формы сигнала • 41

Выбор языка • 127

Выдвигаемые панели сенсорного экрана • 55

Выполнение диагностики и калибровки • 129

Выравнивание фаз двух каналов • 72

Выходной сигнал запуска • 71

## Д

Декларация о соответствии стандартам Австралии и Новой Зеландии по ЭМС • 22

Добавление внешнего сигнала • 79

Добавление шумов • 77

Документация на приборы серии AFG31000 • 28

Дополнительные принадлежности • 27

## З

Защита от перегрева • 35

Защита тестируемого устройства • 34

Заявление о соответствии стандартам ЕС – низковольтное оборудование • 22

Заявление о соответствии стандартам ЕС – электромагнитная совместимость • 21

## И

Изменение настроек • 99

Изменение настроек прибора • 124

Изменение настроек сигнала • 40

Изменение полярности сигнала • 75

Изменение сигнала произвольной формы • 154

Измерение характеристик фильтра • 166

Интерфейс USB • 46

Интерфейс ввода-вывода • 131

Интерфейс прибора • 36

Интерфейс сенсорного экрана • 50

Интерфейсы для удалённой связи • 46

Информация о соответствии • 21

Исчезающая несущая (частотная модуляция) • 170

## К

Категория перенапряжения сети • 23

Класс безопасности • 22

Кнопки быстрого доступа (передняя панель) • 37

Контактная информация • 29

Краткое описание InstaView • 90

## Л

Лицензия • 135

## М

Максимальная степень загрязнения • 23

Меню Сервис • 121

Миниатюры в расширенном режиме • 111

Модуляция сигнала • 65

## Н

Настройка импеданса нагрузки • 74

Настройки ArbBuilder • 53

Настройки Меню защиты • 132

Настройки меню Микропрограмма • 133

Настройки меню Система • 123

Настройки по умолчанию • 39

Начало работы • 31

## О

- Обновление микропрограммы прибора • 134
- Общее представление о работе прибора • 49
- Общие правила техники безопасности • 15
- Общие сведения о ПО ArbExpress • 155
- Общие характеристики моделей • 26
- Описание категорий измерения и перенапряжения • 23
- Описание степеней загрязнения • 23
- Основные операции • 158
- Основные технические характеристики • 26
- Основные функции и преимущества • 25
- Открыть сигнал в ArbBuilder • 147
- Открыть файл уравнения • 146
- Открыть/сохранить сигнал произвольной формы • 59
- Отправка сигнала на канал K1/K2 • 154

## П

- Панель настроек в расширенном режиме • 105
- Перед установкой прибора • 31
- Плавающее заземление • 33
- Пожарная безопасность и предотвращение травм • 16
- Построить сигнал в ArbBuilder • 148
- Правила техники безопасности при обслуживании • 18
- Предисловие • 25
- Предостережения в данном руководстве • 18
- Примеры применения • 163
- Принадлежности • 27
- Проверка и защита разъёмов • 32
- Программное обеспечение ArbExpress • 156

## Р

- Расширенная гарантия • 30
- Расширенный режим • 101
- Редактирование сигнала в ArbBuilder • 149
- Редактирование файла уравнения • 147
- Режим генерирования последовательности • 108
- Режимы вывода сигналов в расширенном режиме • 102

## С

- Сви́пирование сигнала • 63
- Символы и условные обозначения на приборе • 18
- Синхронизация нескольких приборов • 82
- Создание дифференциального сигнала • 80
- Создание импульсного сигнала • 57
- Создание пакета сигналов • 60

- Создание пакетного сигнала по сигналу запуска • 61
- Создание сигнала по уравнениям • 138
- Создание сигнала при помощи редактора уравнений • 144
- Создание сигнала произвольной формы • 137
- Создание сигнала стандартной формы • 137
- Создание сигналов шума или напряжения постоянного тока • 60
- Создание стробированного пакетного сигнала • 62
- Соответствие нормам безопасности • 22
- Соответствие требованиям по ЭМС • 21
- Сохранение снимка экрана • 87
- Сохранение уравнения сигнала • 146
- Сохранение/Восстановление настроек прибора • 87
- Список последовательностей в расширенном режиме • 103
- Список сигналов в расширенном режиме • 104
- Справка • 135
- Стандартные принадлежности • 27
- Степень защиты IP • 23

## Т

- Таблица последовательности • 107
- Тип оборудования • 22
- Требования к условиям эксплуатации • 31

## У

- Удаление из памяти сигналов и настроек прибора • 125
- Управление скоростью двигателя при помощи широтно-импульсной модуляции • 168
- Утилизация прибора по окончании срока службы • 24
- Учебное пособие
  - Выбор формы сигнала и изменение настроек • 88
  - Порядок использования InstaView • 90
  - Расширенный режим • 111
  - Создание синусоидального сигнала • 89
- Учебное пособие по расширенному режиму генерирования сигналов, порядок действий • 112
- Учебное пособие по расширенному режиму генерирования сигналов, соединения • 112
- Учебные пособия • 87

## Ф

- Фигуры Лиссажу • 163
- Формулы описания импульсного сигнала • 57

Функции базового режима • 44  
Функции генератора серии AFG31000 • 55  
Функции диагностики и калибровки • 128

## Ч

Частота/Период • 73  
Частотная манипуляция сигнала • 67  
Чистка прибора • 36

## Ш

Широтно-импульсная модуляция сигнала • 68

## Э

Эквивалентные выходные схемы • 35  
Экран базового режима по умолчанию • 51  
Экран расширенного режима по умолчанию • 52

**Contact Information:**

- Australia\*** 1 800 709 465
- Austria** 00800 2255 4835
- Balkans, Israel, South Africa and other ISE Countries** +41 52 675 3777
- Belgium\*** 00800 2255 4835
- Brazil** +55 (11) 3759 7627
- Canada** 1 800 833 9200
- Central East Europe / Baltics** +41 52 675 3777
- Central Europe / Greece** +41 52 675 3777
- Denmark** +45 80 88 1401
- Finland** +41 52 675 3777
- France\*** 00800 2255 4835
- Germany\*** 00800 2255 4835
- Hong Kong** 400 820 5835
- India** 000 800 650 1835
- Indonesia** 007 803 601 5249
- Italy** 00800 2255 4835
- Japan** 81 (3) 6714 3010
- Luxembourg** +41 52 675 3777
- Malaysia** 1 800 22 55835
- Mexico, Central/South America and Caribbean** 52 (55) 56 04 50 90
- Middle East, Asia, and North Africa** +41 52 675 3777
- The Netherlands\*** 00800 2255 4835
- New Zealand** 0800 800 238
- Norway** 800 16098
- People's Republic of China** 400 820 5835
- Philippines** 1 800 1601 0077
- Poland** +41 52 675 3777
- Portugal** 80 08 12370
- Republic of Korea** +82 2 6917 5000
- Russia / CIS** +7 (495) 6647564
- Singapore** 800 6011 473
- South Africa** +41 52 675 3777
- Spain\*** 00800 2255 4835
- Sweden\*** 00800 2255 4835
- Switzerland\*** 00800 2255 4835
- Taiwan** 886 (2) 2656 6688
- Thailand** 1 800 011 931
- United Kingdom / Ireland\*** 00800 2255 4835
- USA** 1 800 833 9200
- Vietnam** 12060128

\* European toll-free number. If not accessible, call: +41 52 675 3777

Find more valuable resources at [TEK.COM](http://TEK.COM)

